

## SAMSUN EKOLOJİK KOŞULLARINDA SONBAHAR DÖNEMİ ALABAŞ (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DEĞİŞİK TOHUM EKİM ZAMANLARININ BÜYÜME ÜZERİNE KANTİTATİF ETKİLERİ

Mehtap ÖZBAKIR\* Ahmet BALKAYA Sezgin UZUN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 55139/ Samsun  
\*mehtap\_ozbakir@hotmail.com

Geliş Tarihi: 08.02.2011

Kabul Tarihi: 13.01.2012

**ÖZET:** Bu çalışmanın amacı, Samsun ekolojik koşullarında sonbahar döneminde yetiştirilen alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) çeşitlerinin farklı tohum ekim zamanlarına bağlı olarak büyümesindeki değişimlerin kantitatif olarak incelenmesidir. Bu amaçla, 2005–2006 yıllarında arasında iki yıl süreyle sonbahar döneminde, 15'er gün aralıklarla beş farklı tohum ekim zamanı (15 Temmuz, 1 Ağustos, 15 Ağustos, 1 Eylül, 15 Eylül) ve iki alabaş çeşidi (Korist F<sub>1</sub>, Kolibri F<sub>1</sub>) denenmiştir. Bitkilerde dikimden itibaren 20 ve 40 gün sonra olmak üzere kantitatif analizler yapılmıştır. Bu analizlerde, oransal yaprak ağırlığı (OYA), oransal gövde ağırlığı (OGA), oransal kök ağırlığı (OKA), yaprak alanı (YA), oransal yaprak alanı (YAO), özgül yaprak alanı (ÖYA), yaprak kalınlığı (YK), net asimilasyon oranı (NAO) ve nispi büyüme hızı (NBH) parametreleri incelenmiştir. Araştırmada, çeşit ve ekim dönemlerine bağlı olarak kantitatif analizlerde sırasıyla OKA 0.04-0.29 g/g, OGA 0.14-0.54 g/g, OYA 0.39-0.78 g/g, YA 94.075-723.2 cm<sup>2</sup>, YAO 23.1-324.2 cm<sup>2</sup>/g, ÖYA 47.6-530.6 cm<sup>2</sup>/g, YK 0.002-0.021, NAO 0.0002-0.0339 g/cm<sup>2</sup>/gün ve NBH'nin ise 0.04-3.08 g/g/gün arasında değiştiği saptanmıştır. Bitki büyüme parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli seviyede pozitif ve negatif korelasyonların olduğu da bulunmuştur. Tohum ekim zamanları arasında en yüksek NAO ve NBH'nin 15 Temmuz döneminde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Alabaş, Tohum ekim zamanı, Çeşit, Bitki büyüme

### QUANTITATIVE EFFECTS OF DIFFERENT SOWING TIMES ON THE GROWTH OF KOHLRABI (*Brassica oleracea* var. *Gongylodes* L.) GROWN IN AUTUMN PERIOD IN SAMSUN ECOLOGICAL CONDITIONS

**ABSTRACT:** This study was carried out to investigate the effect of different seed sowing dates on the growth of kohlrabi cultivars grown under Samsun ecological conditions during the autumn growing periods in 2005 and 2006. Five sowing times (15<sup>th</sup> July, 1<sup>st</sup> August, 15<sup>th</sup> August, 1<sup>st</sup> September, 15<sup>th</sup> September) and two cultivars (Korist F<sub>1</sub>, Kolibri F<sub>1</sub>) were tried for the autumn season. Quantitative analyses of the plants were done at 20 and 40 days after planting. The plant growth parameters investigated were; leaf weight ratio (LWR), stem weight ratio (SWR), root weight ratio (RWR), leaf area (LA), leaf area ratio (LAR), specific leaf area (SLA), leaf thickness (LT), net assimilation rate (NAR) and relative growth rate (RGR). RWR, SWR, LWR, LA, LAR, SLA, LT, NAR and RGR ranged between 0.04-0.29 g/g, 0.14-0.54 g/g, 0.39-0.78 g/g, 94.075-723.2 cm<sup>2</sup>, 23.1-324.2 cm<sup>2</sup>/g, 47.6-530.6 cm<sup>2</sup>/g, 0.002-0.021, 0.0002-0.0339 g/cm<sup>2</sup>/day, 0.04-3.08 g/g/day for all quantitative analyses, respectively. Significant positive and negative correlations were also found among the plant growth parameters. The highest NAR and RGR values were determined in the plants which were sown on July 15 for autumn growing periods.

**Key words:** Kohlrabi, Sowing time, Variety, Plant growth.

## 1. GİRİŞ

Alabaş, özellikle C vitamini ve potasyum gibi mineral maddelerce zengin, gövdesi çiğ, pişirilerek veya konservesi yapılarak tüketilen ve yaprakları ise salata olarak değerlendirilebilen alternatif bir sebze türüdür (Arın, 2002). Tat özelliği bakımından daha çok şalgama benzemektedir. Yaklaşık 2-3 ay olan yetiştirme süresi ile ısıtma yapmaksızın seralarda üretilebilmesi nedeniyle örtü altı sebze üreticileri için de özellikle kış aylarında tercih edilebilecek bir sebzedir (Arın, 2003a).

Dünyada özellikle Orta ve Kuzey Avrupa ülkeleri ile Amerika'da alabaşın yaygın olarak kültürü yapılmaktadır (Şalk ve ark., 2008). Ülkemizde ise halen çok fazla tanınmayan alabaşın üretim alanı ve üretim miktarı hakkında resmi bir kayıt bulunmamaktadır. Ülkemizde alabaş yetiştiriciliği konusunda bilimsel anlamda ilk araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından 1973 yılında yürütülen bir doktora çalışmasıdır (Günay, 1973).

Ancak bu çalışmanın sonuçları pratiğe aktarılamamıştır. Alabaş yetiştirme teknikleri konusundaki çalışmalar ise ikibinli yıllarda Trakya Bölgesi'nde yürütülmüştür (Arın, 2002; Arın ve ark., 2003a; Arın ve ark., 2003b). Bu çalışmalarda Trakya Bölgesi'nde ilkbahar yetiştirme döneminde alabaşta özellikle verim ve gövde özelliği bakımından sonbahar dönemine göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Çalışmada iki yetiştirme dönemi için Trakya bölgesinde Rapidstar alabaş çeşidinin kullanılması önerilmiştir (Arın, 2002). Tekirdağ ekolojik koşullarında ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde ısıtma yapmaksızın serada yetiştirilen alabaş çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen başka bir araştırmada ise üç alabaş çeşidi (Express Forcer, Neckar, Lahn), iki fide yaşı (4 ve 6 haftalık) ve üç dikim zamanının (ilk turfanda döneminde 8 Şubat, 21 Şubat ve 6 Mart, son turfanda döneminde 4 Ekim, 18 Ekim ve 1 Kasım) etkileri incelenmiştir. Dikim zamanları bakımından en yüksek gövde ağırlığı, gövde çapı ve verim değerleri 8

Şubat döneminden elde edilmiştir. Çeşitler arasında ise en yüksek verim değeri 'Lahn' çeşidinden (16.74 kg/parşel) elde edilmiştir. İncelenen özellikler bakımından 6 haftalık fideler 4 haftalık fidelere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu da ortaya konulmuştur (Arın ve ark., 2003a).

Samsun ekolojik koşullarında sonbahar döneminde uygun ekim zamanı ve çeşitlerin belirlenmesine yönelik olarak 2005-2006 yılları arasında yürütülen bir çalışmada ise (Özbakır, 2007), sonbahar yetiştirme döneminde 7 alabaş çeşidi 15'er gün aralıklarla 5 farklı tohum ekim (15 Temmuz, 1 Ağustos, 15 Ağustos, 1 Eylül ve 15 Eylül) zamanında ekilmiştir. Denemede en yüksek verim her iki yılda da Gigant çeşidinden (4869 kg/da, 3641 kg/da) elde edilmiştir. Bu araştırma sonucunda Samsun ekolojik koşullarında sonbahar yetiştirme döneminde alabaş yetiştiriciliği için en uygun tohum ekim zamanı olarak 1 Ağustos önerilmiştir (Özbakır ve Balkaya, 2009).

Bitkisel üretimde ekim zamanları arasındaki farklılıklar bitkilerin büyüme ve gelişmeleri üzerine değişik etkileri olmaktadır. Uzun (1996), bitki gelişmesini; ekim, dikim, çiçeklenme, ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre, yaprak çıkış oranı, yaprak sayısı, çiçeklenme oranı, ürün elde etme ve bitki büyüme süreleri gibi değişik devrelerin oluşturduğunu, sıcaklık ile ışığın ise bu devrelere etki ettiğini belirtmektedir. Araştırmacı, bitki gelişmesini tahmin etmede kullanılan matematiksel modellerin geliştirilmesinin özellikle kontrollü şartlarda yapılan bitki yetiştiriciliğinde büyük önem kazandığını ve bu modeller kullanılarak uygun tohum ekim zamanının belirlenmesi, dikim, sulama, gübreleme, budama gibi işlemlerin zamanında yapılması ile verim, kalite ve kantitenin de artacağını bildirmektedir.

Bitkisel üretimde önemli faktörlerden birisi de ekim zamanının doğru olarak belirlenmesidir. Bölgelere göre ekim ve dikim zamanlarının belirlenmesi, o bölgenin ışık potansiyelini değerlendirmek bakımından büyük bir önem kazanmaktadır. Yani ışığın uygun olduğu dönemde ışığı kesebilecek olan bir yaprak yüzey alanı oluşturmak verimi etkilemede çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Uzun ve ark., 1998). Tohum ekim zamanı geciktikçe bitki, büyüme ve gelişme için gerekli olan ışık ve sıcaklıktan yararlanamaz ve ürün kayıpları ortaya çıkar. Bu çalışmanın amacı, Samsun ekolojik koşullarında sonbahar döneminde farklı tohum ekim dönemlerinde yetiştirilen alabaş çeşitlerinin büyümesindeki değişimleri ve ekim zamanlarının etkilerini kantitatif büyüme parametreleriyle incelemektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, 2005-2006 yıllarında sonbahar yetiştirme döneminde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Denemede Kolibri F<sub>1</sub> ve Korist F<sub>1</sub> alabaş çeşitleri kullanılmıştır. Korist F<sub>1</sub>

çeşidi yeşil, Kolibri F<sub>1</sub> çeşidi ise mor gövde rengine sahiptir (Özbakır, 2007).

Araştırmada tohum ekimleri 15 Temmuz, 1 Ağustos, 15 Ağustos, 1 Eylül ve 15 Eylül tarihlerinde 15'er gün aralıklarla olmak üzere 5 farklı dönemde yapılmıştır. Tohumlar, besin maddelerince zenginleştirilmiş torf ile doldurulmuş 45'lik (5x5 cm) viyollere ve her bir hücreye 1 adet tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her parşele 20 bitki dikilmiştir. Deneme ana parsellere çeşitler, alt parsellere ise ekim zamanları gelecek şekilde düzenlenmiştir.

Deneme alanından alınan toprak örnekleri, OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde analiz ettirilmiştir. Toprak analizlerinde bünye; Bouyoucos (1951), Ph; U.S. Salinity Laboratory (1954), organik madde; Jackson (1958) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre denemenin kurulduğu arazinin killi yapıda, pH'sının nötr (6.72), organik madde bakımından iyi, kireç bakımından ise fakir özellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, fosfor seviyesinin çok yüksek (24.6 kg/da) olduğu tespit edilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre deneme alanına dekara 12 kg N ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Azotun yarısı ve fosforun tamamı dikim öncesi toprağa karıştırılmış, azotun diğer yarısı ise dikimden 3 hafta sonra verilmiştir. Gübre uygulamasını takiben çapalama uygulaması da yapılmıştır.

Fide dikiminden 20 ve 40 gün sonra her bir çeşit ve tekerrürden her bir ekim dönemi için rastgele seçilen ikişer bitki köklü olarak sökülmüş ve kantitatif analizleri yapılmıştır (Uzun, 1997). Araziden sökülen bitkilerin kökleri iyice yıkanıp kök, gövde ve yaprak kısımları birbirinden ayrıldıktan sonra bu bitki kısımları kağıt torbalara yerleştirilerek etüvde 80°C'de 48 saat süreyle kurutulmuştur (Hassan ve ark., 1999). Bitki kuru ağırlıkları, 0.001 grama duyarlı dijital terazide tartılarak belirlenmiştir. Yaprak alanları, dijital planimetre (Sokisha KP-90) ile ölçülmüştür. Bitki kuru ağırlıkları ve yaprak alanı değerleri kullanılarak oransal kök ağırlığı (OKA), oransal gövde ağırlığı (OGA), oransal yaprak ağırlığı (OYA), özgül yaprak alanı (ÖYA), yaprak kalınlığı (YK) ile oransal yaprak alanı (YAO), net asimilasyon oranı (NAO) ve nispi büyüme hızı (NBH) Çizelge 1'de ayrıntılı olarak verilen formüllerle hesaplanmıştır (Evans, 1972; Uzun, 1997). Büyüme parametrelerine ait grafiklerin çiziminde 'Microsoft Office Excel 2003' Programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizler ise SAS-JUMP 5.01 programı kullanılarak yapılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Alabaş Çeşitlerinin Tohum Ekiminden Fide Dikimine Kadar Geçen Gün Sayıları

Alabaş çeşitlerinin tohum ekim tarihleri, fide dikim tarihleri ve fide dikimine kadar geçen gün sayıları Çizelge 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çeşitlerin tohum ekiminden fide dikimine kadar geçen süre yıllara göre 21 ile 41 gün arasında değişmiştir. Ekim zamanlarının gecikmesiyle birlikte her iki yılda da son ekim döneminde fide dikim süreleri daha geç dönemde yapılmıştır.

### 3.2. Oransal Yaprak Ağırlığı (OYA), Oransal Gövde Ağırlığı (OGA) Ve Oransal Kök Ağırlığı (OKA)

Denemede yapılan kantitatif analizler sonucunda OYA'nın bitkinin yaşına bağlı olarak tüm ekim zamanlarında belirgin değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir. Her iki çeşitte de OYA değerlerinin fide dikimden itibaren 20. gün sonunda yapılan kantitatif analizlerde daha yüksek, 40 gün sonra yapılan analizlerde ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Kolibri F<sub>1</sub> çeşidinde en yüksek OYA'nın 15 Eylül (0.76 g) ekim döneminde, Korist F<sub>1</sub> çeşidinde ise 15 Eylül (0.78 g) ekim döneminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Evans (1972) ve Uzun (1997) OYA'nın sıcaklık, gün uzunluğu ve toprak gibi faktörlerinin etkisiyle ve bitki yaşına bağlı olarak da değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Oransal yaprak alanı (YAO), özgül yaprak alanı (ÖYA) ve oransal yaprak ağırlığının (OYA) bir ürünüdür. Hunt (1982), bu iki parametre içerisinde ÖYA'nın çevre şartlarındaki değişikliklere daha hassas olmasının yanında, bitki gelişme periyodu

boyunca daha az farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Picken ve ark. (1986), OYA'nın çevre şartlarındaki değişimle beraber ÖYA'na oranla daha az değişiklik gösterdiğini ancak bitki yaşı arttıkça OYA'nın da daha yüksek miktarlarda farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, her iki yılda da 15 Eylül ekim döneminde OYA'nın daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Denemede alabaş çeşitlerinin OGA değerlerinin, tohum ekim dönemlerine göre fide dikiminden itibaren belirgin miktarlarda artışlar gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 2). Fide döneminde en yüksek OGA'nın ilk kantitatif analizlerde 15 Temmuz (I. Ekim) döneminde yetiştirilen Korist F<sub>1</sub> çeşidinde (0.33 g) belirlenmiştir. İkinci kantitatif analizlerde ise bu değer 0.54 g olarak yine aynı çeşitten elde edilmiştir. Uzun (1996), OGA'nın sıcaklık ve ışık yoğunluğuna bağlı olarak dikimden sonra bitkinin gövdesinde daha fazla kuru madde birikimini sağladığını belirtmiştir. Denemeden elde edilen veriler de bu literatürü desteklemektedir. Dikim zamanından sonra geçen gün sayısına bağlı olarak her iki çeşitte de gövde de daha fazla kuru madde birikiminin olduğu tespit edilmiştir.

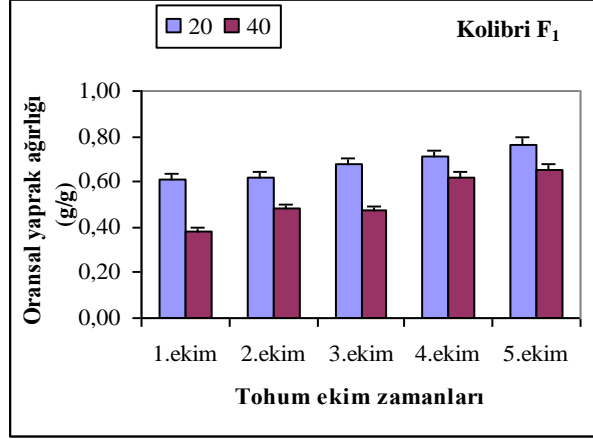
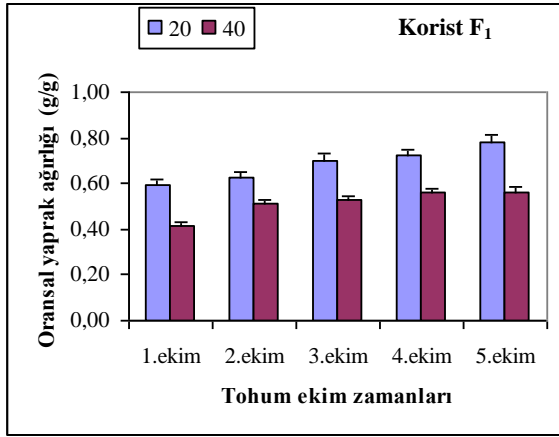
Çizelge 1. Bitki büyüme parametreleri ve hesaplanmasında kullanılan formüller

Parametreler	Hesaplama Modelleri
Oransal yaprak ağırlığı (OYA)	Toplam yaprak kuru ağırlığı (g)/Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal kök ağırlığı (OKA)	Toplam kök kuru ağırlığı (g)/ Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal gövde ağırlığı (OGA)	Toplam gövde kuru ağırlığı (g)/ Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal yaprak alanı (YAO)	Toplam yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )/ Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Özgül yaprak alanı (ÖYA)	Toplam yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ) / Toplam yaprak kuru ağırlığı (g)
Yaprak kalınlığı (YK)	1/ Özgül yaprak alanı
Net asimilasyon oranı (NAO)	$[W_2(g)-W_1(g)/A_2(g)-A_1(g)] / (t_2-t_1)$ W <sub>1</sub> : Birinci kantitatif analizde yaprak kuru ağırlığı W <sub>2</sub> : İkinci kantitatif analizde yaprak kuru ağırlığı A <sub>1</sub> : Birinci kantitatif analizde toplam yaprak alanı A <sub>2</sub> : İkinci kantitatif analizde toplam yaprak alanı T <sub>1,2</sub> : İki kantitatif analiz arasında geçen süre
Nispi büyüme hızı (NBH)	YAO*NAO

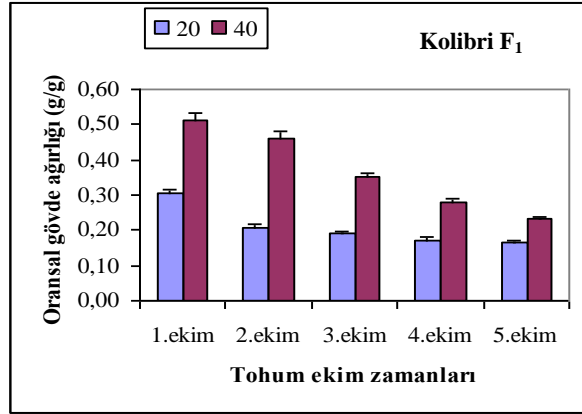
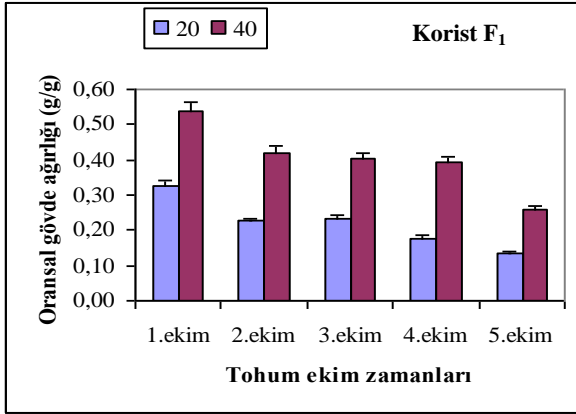
Çizelge 2. Alabaş çeşitlerinin tohum ekim ve fide dikim tarihleri

2005			2006		
Tohum ekim tarihleri	Fide dikim tarihleri	Fide dikimine kadar geçen gün sayısı	Tohum ekim tarihleri	Fide dikim tarihleri	Fide dikimine kadar geçen gün sayısı
15 Temmuz (I. Ekim)	18.08.2005	34	15 Temmuz (I. Ekim)	18.08.2006	34
1 Ağustos (II.Ekim)	31.08.2005	30	1 Ağustos (II.Ekim)	22.08.2006	21
15 Ağustos (III.Ekim)	12.09.2005	28	15 Ağustos (III.Ekim)	07.09.2006	23
1 Eylül (IV.Ekim)	24.09.2005	23	1 Eylül (IV.Ekim)	22.09.2006	21
15 Eylül (V.Ekim)	26.10.2005	41	15 Eylül (V.Ekim)	22.10.2006	36

## Alabaşta tohum ekim zamanları



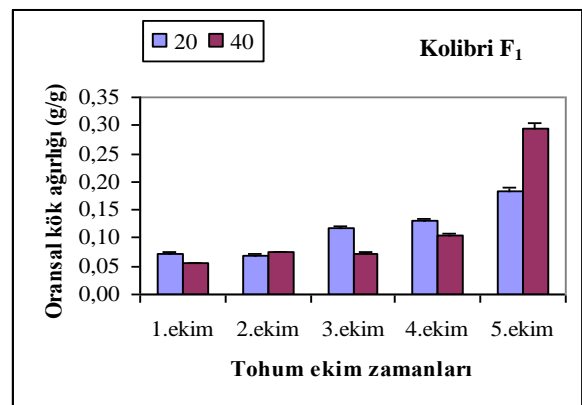
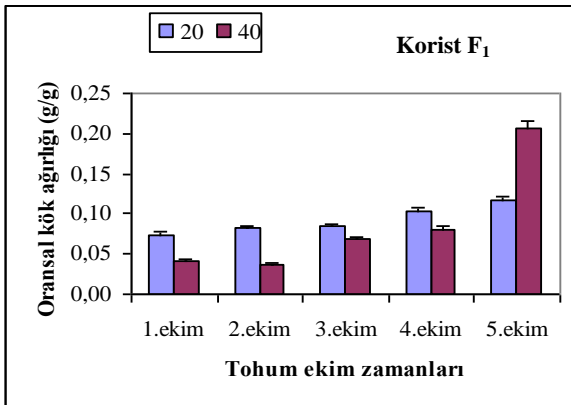
Şekil 1. Alabaş çeşitlerinde oransal yaprak ağırlığının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri



Şekil 2. Alabaş çeşitlerinde oransal gövde ağırlığının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri

Alabaş çeşitlerinde OKA değerlerinin, tohum ekim dönemlerine göre ilk dört ekim döneminde artan hava ve toprak sıcaklıklarına bağlı olarak azaldığı saptanmıştır (Şekil 3). Buna karşın 15 Eylül (V. ekim) döneminde geç ekim yapılan bitkilerde ise düşük sıcaklıklar nedeniyle OKA değerlerinin her iki alabaş

çeşidinde de artış gösterdiği saptanmıştır. Bjorkman ve Pearson (1998), Uzun ve Kar (2004) ve Öztürk ve Demirsoy (2006), bitkilerde artan hava ve toprak sıcaklıklarının OKA'nı azalttığı yönünde elde etmiş olduğumuz sonuçları desteklemektedir.



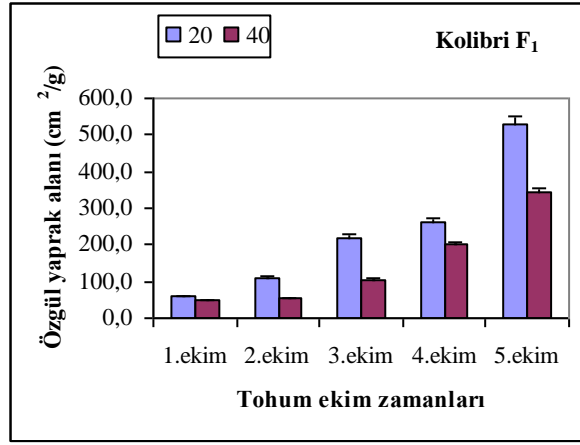
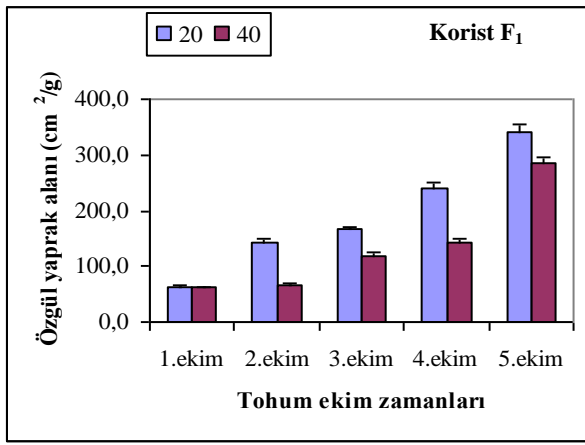
Şekil 3. Alabaş çeşitlerinde oransal kök ağırlığının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri

### 3.3. Özgül Yaprak Alanı (ÖYA) Ve Oransal Yaprak Alanı (YAO)

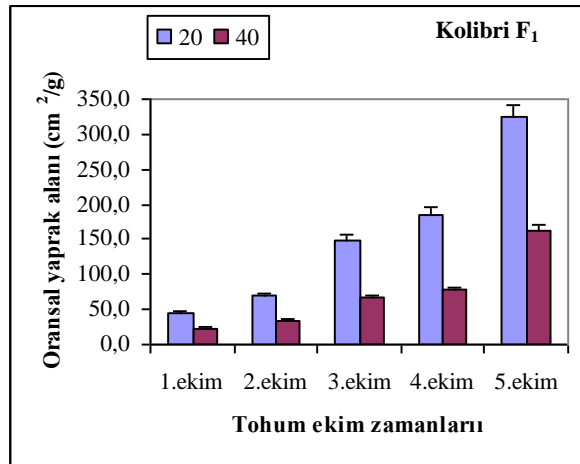
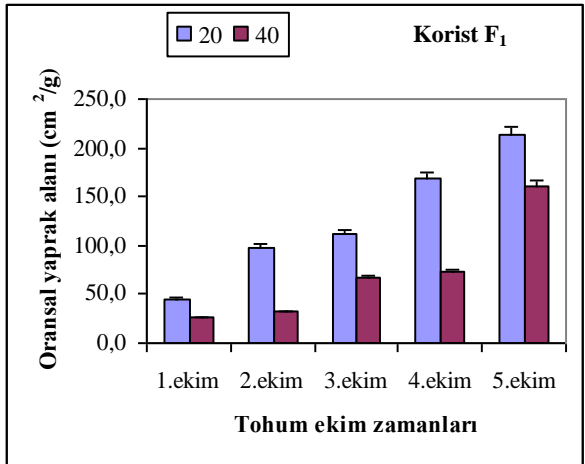
Araştırmada, Kolibri F<sub>1</sub> çeşidinde ÖYA değerleri tüm ekim zamanları için dikimden 20 gün sonra 58.4-530.6 cm<sup>2</sup>/g ve hasat döneminde (40.gün) ise 47.6-342.1 cm<sup>2</sup>/g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4). Her iki çeşitte de en yüksek özgül yaprak alanının 15 Eylül döneminde olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin özgül yaprak alanları bitki tür ve çeşidine bağlı olmakla beraber, bitkinin yetiştiği çevre koşullarına göre de çok önemli derecede değişiklikler göstermektedir (Uzun, 1997). Uzun (1997), birçok bitki türünde ÖYA'nın sıcaklıkla doğru ve ışıkla ters orantılı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda bu literatürü desteklemektedir. Geç ekim dönemlerinde ÖYA

değerlerinin azalması, diğer ekim dönemlerine göre daha yüksek olmuştur.

Alabaş denemesinde hasat zamanında (40. gün) tüm ekim zamanlarında bitkinin yaşlanmasına da bağlı olarak her iki çeşitte de YAO değerlerinin azaldığı saptanmıştır (Şekil 5). Çeşitler arasında en yüksek YAO değeri, Kolibri F<sub>1</sub> çeşidinde (324.2 cm<sup>2</sup>/g) belirlenmiştir. Picken ve Stewart (1986), ışığın bitkilerdeki kuru madde dağılımı üzerinde çok önemli etkisi olduğunu belirterek, ışık yoğunluğunun artması ile YAO önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen veriler bu literatürü desteklemektedir. Ayrıca, Uzun (1996), artan sıcaklık artışı ile birlikte birçok bitki türünde YAO'nun artış gösterdiğini bildirmiştir.



Şekil 4. Alabaş çeşitlerinde özgül yaprak alanının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri



Şekil 5. Alabaş çeşitlerinde oransal yaprak alanının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri

### 3.4. Net Asimilasyon Oranı (NAO) Ve Nispi Büyüme Hızı (NBH)

Net asimilasyon oranı, nispi büyüme oranının bir unsurudur ve bitkilerin her birim yaprak alanı için büyüme oranları olarak tanımlanmaktadır (Uzun, 1997). Alabaş çeşitlerinin tüm ekim dönemlerinde yetiştirme periyodu boyunca NAO'nun değişimleri

ekim dönemlerine göre Şekil 6'da sunulmuştur. Şekil 6 incelendiğinde her iki çeşitte de NAO, ilk ekim zamanında maksimum iken daha sonraki ekim dönemlerinde giderek azaldığı görülmektedir. Heuvelink (1989), genellikle sıcaklığın NAO üzerinde çok az etkiye sahip olduğunu, ancak optimum olmayan sıcaklık derecelerinde net asimilasyon

oranında önemli değişikliklere neden olduğunu belirtmiştir. Birçok araştırmacı, yüksek ışıktaki yetiştirilen bitkilerin düşük ışıktaki yetiştirilenlere oranla daha yüksek fotosentez oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Peat, 1970; Acock ve ark., 1978; Picken ve ark., 1986; Uzun, 1996). Yapmış olduğumuz bu çalışma da ekim dönemlerinin gecikmesiyle yani ışığın azalması ile birlikte NAO' da belirgin miktarlarda azalış gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 6).

Araştırmada NBH'nın belirli ışık yoğunluğunun altındaki geç ekim dönemlerinde çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu yoğunluğun üzerinde ise NBH'nın yavaş arttığını, bitki türlerine göre değişen bir ışık doyum noktasına ulaştığı bildirilmiştir (Uzun, 1997). Denemede alabaş çeşitlerinde NBH'da tüm ekim dönemleri için hasat zamanında (40.gün) minimum değerlere ulaşmıştır (Şekil 7).

### 3.5. Yaprak Alanı (YA) Ve Yaprak Kalınlığı (YK)

Araştırma sonucunda alabaş çeşitlerinin tüm ekim dönemlerinde dikimden sonra YA değerlerinin doğrusal bir artış gösterdikleri saptanmıştır. Fide dikiminden 40 gün sonra hasat edildikleri dönemde alabaş çeşitlerinin YA en yüksek değere ulaşmıştır. En fazla YA 723.2 cm<sup>2</sup> ile Kolibri F<sub>1</sub> çeşidinde ölçülmüştür (Şekil 8). En yüksek YA değerleri her iki çeşitte de 3.ekim döneminde (15 Ağustos) yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir. En geç ekim dönemi olan 5. dönemde ise YA değerleri diğer ekim dönemlerine göre en düşük olarak bulunmuştur. Benzer ilişki, Samsun ilinde brokkoli yetiştiriciliğinde Uzun ve Kar (2004), tarafından da ortaya konulmuştur.

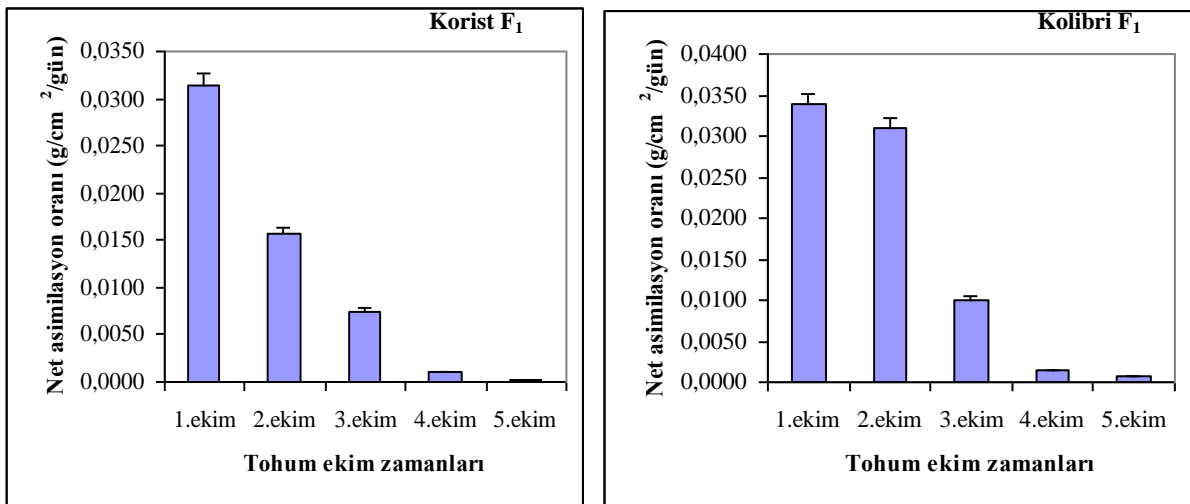
Artan sıcaklık ve azalan ışık yoğunluğunun YK'nı azalttığı bilinmektedir (Uzun, 1997; Öztürk ve Demirsoy, 2006). Yüksek ışık intensitelerinde YK'nın artış hızı her iki çeşitte de daha yüksek olarak bulunmuştur. Buna karşın, geç dönemde yapılan ekimlerde ise YK değerlerinin artış hızı daha düşük olmuştur. Denemede YK değerleri her iki çeşitte de

fide dikiminden 40 gün sonra yapılan ölçümlerde artış göstermiştir (Şekil 9).

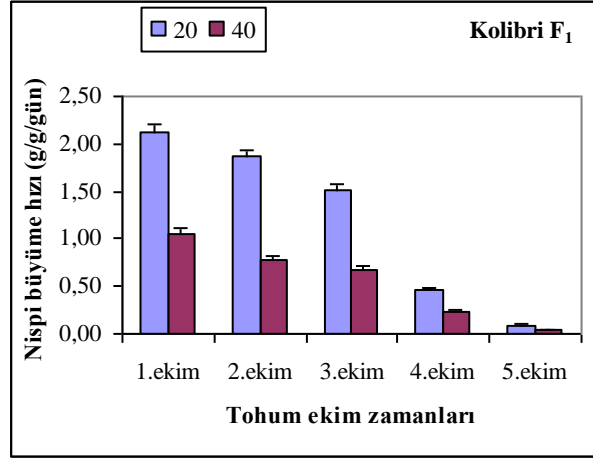
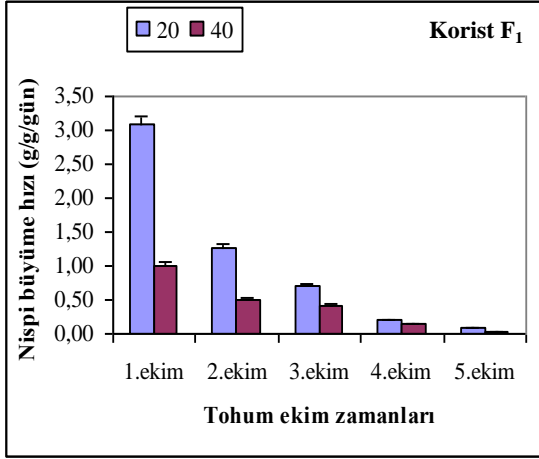
### 3.6. Bitki Büyüme Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Alabaşta büyüme parametreleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulabilmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Bunlara ait ayrıntılı sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde OKA ve YAO, OKA ve ÖYA ile YAO ve ÖYA arasında pozitif ve ilişkinin p<0,001 düzeyinde çok önemli olduğu, YK ve NAO ile NAO ve NBH arasında yine pozitif ve p<0,01 düzeyinde önemli ilişki olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, ÖYA ve NAO arasında negatif fakat istatistiksel olarak p<0,05 düzeyinde önemli seviyede bir ilişki olduğu belirlenmiştir. OKA ve YK, OGA ve YAO, OGA ve ÖYA ile ÖYA ve NAO arasında negatif ve p<0,05 düzeyinde önemli bir ilişki bulunmuştur.

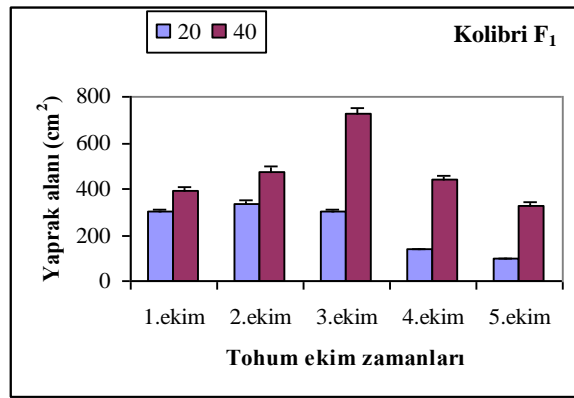
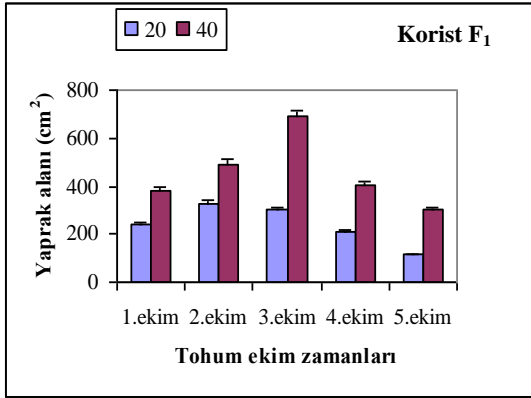
Uzun ve Kar (2004), brokolide ÖYA ve NAO arasında negatif ve p<0,05 düzeyinde önemli bir ilişki, YK ve NAO parametreleri arasında pozitif ve p<0,001 düzeyinde çok önemli bir ilişki bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar OYA ve ÖYA parametreleri arasında da negatif fakat önemsiz bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Çizelge 3 incelendiğinde alabaşta da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Yapılan birçok araştırma sonucunda ışık yoğunluğunun NAO değerini arttırdığını, YAO değerini ise azalttığı belirlenmiştir. (Hay ve Walker, 1989; DeKoning 1994; Uzun, 1996; Uzun, 1997). ÖYA ve YAO artmasının da yaprak kalınlığıyla ilişki olduğu ve bundan dolayı da ÖYA ve NAO arasında negatif bir ilişki bulunduğa belirlenmiştir. İnce yapraklarda, YAO veya ÖYA artmasının sonucu olarak ÖYA ve YAO artışı yaprak kalınlığı ile ilgili olabilir. Bundan dolayı ÖYA ve ÖYA arasında negatif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre alabaşın büyümesi ve verimi arasında ilişkinin sonbahar dönemindeki çevre faktöründen etkilendiği belirlenmiştir.



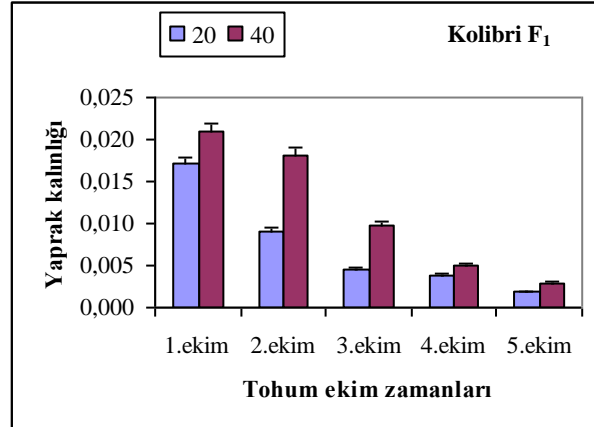
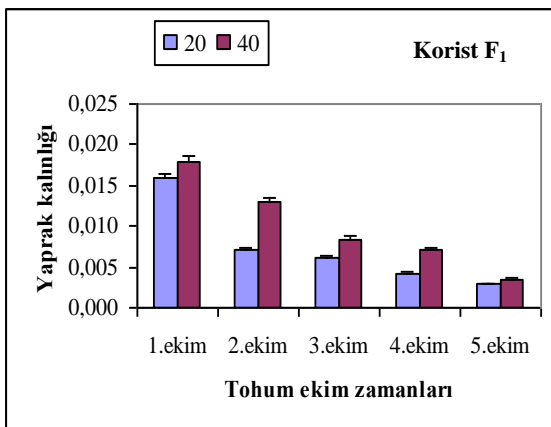
Şekil 6. Alabaş çeşitlerinde net asimilasyon oranının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri



Şekil 7. Alabaş çeşitlerinde nispi büyüme hızının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri



Şekil 8. Alabaş çeşitlerinde yaprak alanının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri



Şekil 9. Alabaş çeşitlerinde yaprak kalınlığının tüm ekim zamanları ve dikimden 20 ile 40 gün sonraki büyüme periyodu boyunca değişimleri

Çizelge 3. Alabaşta büyüme parametreleri arasındaki korelasyon ilişkileri.

Büyüme parametreleri	OGA	OYA	YAO	ÖYA	Y.K.	NAO	NBH
OKA	-0,6193	-0,4942	0,8913***	0,9318***	-0,6587*	-0,5210	-0,4325
OGA		-0,3765	-0,7468*	-0,6835*	0,5580	0,4566	0,2626
OYA			-0,2248	-0,3426	0,1594	0,1091	0,2195
YAO				0,9913***	-0,8775***	-0,7144*	-0,4723
ÖYA					-0,8543**	-0,6940*	-0,4896
Y.K.						0,8490**	0,5202
NAO							0,8502**

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

#### 4. SONUÇ

Ekim zamanları arasındaki farklılıklar sadece bitki gelişme döneminin başlangıç aşamasına etkili olmamakta tüm vegetasyon dönemi boyunca ekolojik faktörlerin belirli ölçülerde farklı olmasına ve dolayısıyla bitkilerin farklı ortamlarda büyümesine neden olmaktadır (Ceylan ve Sepetoğlu, 1983; Balkaya ve Odabaş, 2004; Uzun ve Kar, 2004; Sarı ve ark., 2010). Bu nedenle bölgelere göre ekim ve dikim zamanlarının belirlenmesi, o bölgenin ışık potansiyelini değerlendirmek bakımından büyük bir önem kazanmaktadır. Yani ışığın uygun olduğu dönemde ışığı kesebilecek olan bir yaprak yüzey alanı oluşturmak verimi etkilemede çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Uzun ve ark., 1998). Tohum ekim zamanı geciktikçe bitkiler büyüme ve gelişme için gerekli olan etkili ışık ve sıcaklık koşullarından yararlanamaz ve bunun sonucunda da ürün kayıpları ortaya çıkar.

Bu nedenle özellikle alabaş gibi ülkemize dışarıdan gelen sebze türlerinin yetiştiriciliğinde her bir ekoloji için uygun ekim ve dikim zamanlarının belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaçla çalışmada Samsun ekolojik koşullarında alabaşın vegetatif büyümesi üzerine ekim zamanları ve çeşit gibi parametrelerin kantitatif büyüme analizleriyle etkilerinin saptanması hedeflenmiştir.

Araştırma sonucunda, kök ağırlığı, oransal yaprak alanı, özgül yaprak alanı, yaprak alanı, yaprak kalınlığı ve net asimilasyon oranı değerleri dikkate alındığında Kolibri F<sub>1</sub> çeşidinin Samsun ekolojik koşulları için daha uygun bir çeşit olduğu söylenebilir. Ekim zamanlarına göre değerlendirildiğinde, en yüksek net asimilasyon oranı ve nispi büyüme hızının 15 Temmuz döneminde en yüksek olduğu belirlenmiştir. Hem bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ve hem de bölgede alabaş çeşitlerinin verimlilik durumlarının belirlenmesi amacıyla daha önceden yaptığımız çalışma sonuçlarına göre alabaş yetiştiriciliği için Samsun ekolojik koşullarında en uygun ekim zamanının 15 Temmuz-1Ağustos dönemi olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, bölgemiz şartlarında alabaş yetiştiriciliği yapacak üreticiler için uygun çeşit ve ekim zamanı, büyüme durumlarının saptanması, erkencilik ve verimlilik durumlarının belirlenmesine yönelik ileride yapılacak çalışmalarda yol gösterebilecektir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Acock, B., Charles-Edwards, D.A., Fitter, D.J., Hand, D.W., Ludwig, L.J., Wilson-Warren, J., Withers, A.C. 1978. The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: An experimental examination of two canopy models. *J. Exp. Bot.*, 29: 815-827.
- Arın, L. 2002. Trakya'da alabaş (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) yetiştirme olanağı ve uygun çeşitlerin belirlenmesi. *Bahçe*. 31 (1-2): 59-64.
- Arın, L., Salk, A., Deveci, M., Polat, S. 2003a. Kohlrabi growing under unheated glasshouse conditions in Turkey. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.*, 53: 38-41.
- Arın, L., Salk A., Deveci, M., Polat, S. 2003b. Investigations on yield and quality of kohlrabi (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) in the Trakya region of Turkey. *Trakya Univ J Sci.*, 4 (2): 187-194.
- Balkaya, A., Odabaş, M.S. 2004. Samsun koşullarında ekim zamanlarının barbunya fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştiriciliğinde erkencilik, verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Bahçe* 33 (1-2): 7-15.
- Bjorkman, T., Pearson, K.J. 1998. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). *J. Exp. Bot.*, 49: 101-106.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy J.* 43: 9
- Ceylan, A., Sepetoğlu, H. 1983. Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Çeşit-Ekim Zamanı Üzerinde Araştırma. *EÜZF Derg.* 20 (1): 25-40.
- DeKoning, A.N.M. 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato, A Quantitative Approach. Thesis, Wageningen.
- Evans, G.C. 1972. The Quantitative Analysis of Plant Growth. William Clowes and Sons Ltd., Oxford.
- Günay, I., 1973. Bazı Alabaş Çeşitlerinin Morfolojik ve Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar (Doktora). A.Ü.Ziraat Fakültesi. Ankara.
- Hassan, F.U., Leitch, M.H., Ahmad, S. 1999. Dry Matter Partitioning in Linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agron. and Crop Sci.*, 183: 213-216.
- Hay, R.K.M., Walker, A.J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Group UK Limited.
- Heuvelink, E., 1989. Influence of day and night temperature on the growth of young tomato plants. *Scientia Hort.*, 38: 11-22
- Hunt, R. 1982. Plant Growth Curves: The Functional Approach to Plant Growth Analysis. Thomson Litho Ltd., East Kilbridge.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA



- Özbakır, M. 2007. Samsun ekolojik koşullarında sonbahar döneminde alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) yetiştiriciliği için uygun çeşit ve ekim zamanlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. OMÜ Fen Bil. Enst. Samsun.
- Özbakır, M., Balkaya, A. 2009. Determining Suitable Sowing Times and Cultivars For Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) Grown During Autumn Periods In Samsun, Turkey. Proceedings of the Fourth Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. Acta Horticulturae. 830, 461-468.
- Öztürk, A., Demirsoy, L. 2006. Gölgelemenin camarosa çilek çeşidinde büyüme etkisinin kantitatif analizlerle incelenmesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(3): 283-288.
- Peat, W.E. 1970. Relationships between photosynthesis and light intensity in the tomato. Ann. Bot., 34: 319-328.
- Picken, A.J.F., Stewart, K. 1986. Germination and vegetative development. In: J.G. Atherton and J. Rudich (Eds), The Tomato Crop. Chapman and Hall, London: 167-200.
- Sarı, N., Solmaz, İ., Doğan, H., Örnek, E. 2010. Çukurova Koşullarında Bezelye Yetiştiriciliğinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Bakla Özelliklerine Etkisi. VII. Sebze Sempozyumu. Yüzüncü Yıl Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., 23-26 Haziran, Van.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniv., Tekirdağ, 488s.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook, No: 60
- Uzun, S. 1996. The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and aubergine (*Solanum melongena*, L.). Ph.D. Thesis, Reading University, England.
- Uzun, S. 1997. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I. Büyüme). OMÜ Ziraat Fak. Dergisi, 12(1): 147-156.
- Uzun, S., Demir, Y., Özkaraman, F. 1998. Bitkilerde ışık kesimi ve kuru madde üretimi. OMÜ Ziraat Fak. Dergisi,, 13(2): 133-154.
- Uzun, S., Kar, H. 2004. Quantitative effects of planting time on vegetative growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Pak. J. Bot., 36 (4): 769-777.

## AMASYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI ÖNEMLİ YEREL KIRAZ ÇEŞİTLERİNİN 0900 ZİRAAT İÇİN TOZLAYICI OLARAK KULLANILABİLİRLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bahar KARAKAŞ CIRTLIK<sup>1</sup> Neriman BEYHAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Amasya İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı-Amasya

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü-Samsun

\*nbeyhan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.09.2011

Kabul Tarihi: 26.01.2012

**ÖZET:** Bu çalışmada, ‘Türkoğlu’, ‘Koroğlu’, ‘Kargayüreği’, ‘Hacı Ali’, ‘Geçkiraz’, ‘Starks Gold’ kiraz çeşitlerinin ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidi için tozlayıcı özellikleri araştırılmıştır. Denemede 0900 Ziraat ana çeşit olarak kullanılmış ve diğer çeşitlerle melezlenmiştir. Denemede kullanılan kiraz çeşitlerinde çiçeklenme 2003 yılında 13-26 Nisan, 2004 yılında 27 Mart-11 Nisan ve 2005 yılında 7-19 Nisan tarihleri arasında gerçekleşmiştir. ‘0900 Ziraat’ ana çeşit olarak kullanılmış ve diğer çeşitlerle melezlenmiştir. Meyve tutma oranları bakımından denemede kullanılan çeşitlerin ‘0900 Ziraat’ için iyi birer tozlayıcı oldukları görülmüştür. Ancak, denemede kullanılan kiraz çeşitlerinden sadece ‘Geçkiraz’ çeşidinin çiçeklenme dönemleri ‘0900 Ziraat’ ile tam olarak çakışmaktadır. Ayrıca denemede yer alan bütün çeşitlerde açık tozlanma sonucunda meyve tutum oranları belirlenmiştir. Farklı tozlayıcıların 0900 Ziraat çeşidinin meyve kalite özellikleri üzerine önemli düzeyde etkileri olmamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** *Prunus avium* L., 0900 Ziraat, meyve tutumu, yapay tozlama, açık tozlama, fenoloji.

### AN INVESTIGATION OF THE POSSIBLE USE OF SOME IMPORTANT LOCAL SWEET CHERRY CULTIVARS GROWN IN AMASYA PROVINCE AS POLLINIZERS FOR 0900 ZİRAAT CULTIVAR

**ABSTRACT:** In this study, the ability of serving as pollinizer of local cherry cultivars such as ‘Türkoğlu’, ‘Koroğlu’, ‘Kargayüreği’, ‘Hacı Ali’, ‘Starks Gold’ and ‘Geçkiraz’ cv. for ‘0900 Ziraat’ was investigated. ‘0900 Ziraat’ was used as a female parent and ‘Türkoğlu’, ‘Koroğlu’, ‘Kargayüreği’, ‘Hacı Ali’, ‘Starks Gold’ and ‘Geçkiraz’ were used as pollinizer cultivars. Flowering dates of the cherry cultivars were between 13 – 23 April in 2003, 27 March - 11 April in 2004, and 7-19 April in 2005. It was observed that the cultivars used for ‘0900 Ziraat’ would be suitable pollinizer in terms of fruit set ratios in this study. But, when blooming times were taken into consideration, ‘Geçkiraz’ was found to be the only cultivar, the blooming time of which completely matches ‘0900 Ziraat’. Fruit set ratios for open pollination were determined in all the experimental cultivars. The effects of different pollinizers on the fruit quality characteristics of ‘0900 Ziraat’ were not significant.

**Keywords:** *Prunus avium* L., 0900 Ziraat, fruit set, artificial pollination, open pollination, phenology.

## 1. GİRİŞ

Türkiye, dünyanın en önemli kiraz üretici ve ihracatçı ülkesidir. 2009 yılı üretim değerlerine göre, 2.196.537 ton olan dünya kiraz-vişne üretiminin yaklaşık %19’unu (417.694 ton) Türkiye karşılamaktadır (FAO, 2011). Türkiye’de en fazla kiraz üreten iller İzmir (50.884 ton), Manisa (39.844 ton), Afyon (35.224 ton), Bursa (28.882 ton), Konya (28.442 ton), Amasya (26.745 ton) ve Denizli (15.520 ton) olarak sıralanmaktadır (TUİK, 2011).

Kirazlarda kendine uyumsuzluk özelliği yanında, çeşitler arasında karşılıklı uyumsuzluk problemi de vardır. Günümüze kadar gerek yurt dışında gerekse yurt içinde standart kiraz çeşitlerinin döllenme biyolojileri incelenmiş ve bu çeşitlerde eşeyssel uyumsuzluğu belirleyen S-allel genleri ortaya konmuştur. Halen ekonomik öneme sahip ve özellikle döllenme problemleri bulunan kiraz çeşitleri için en uygun tozlayıcıların bulunmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Son yıllarda ülkemizde yoğun ilgi gören 0900 Ziraat çeşidi ile ilgili olarak verim düşüklüğü şikayetleri ile karşılaşılmaktadır. Verim düşüklüğü büyük olasılıkla döllenme sorunları ve tozlayıcılarla ilgili gözükmemektedir (Özçağırın ve ark., 1989; Kaçar, 2001; Özçağırın ve ark., 2003).

Önemli kiraz üretim merkezlerinden biri olan ve köklü bir meyveciliğe sahip Amasya ilinde ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidi de yetiştirilmekte ve giderek yaygınlaşmaktadır (Demirsoy ve Demirsoy, 2003). Son yıllarda üretimi yaygınlaşan ve ilgi gören ‘0900 Ziraat’ çeşidinin tozlayıcılarının sınırlı olması ve bu çeşit ile ilgili bazı döllenme problemlerinin giderilmesi amacıyla yörenin yerli kirazlarının tozlayıcı olarak incelenmesinin ayrıca bir önemi vardır. Araştırmanın amacı, Amasya yöresinde yerli kiraz çeşitlerinden bazılarının ‘0900 Ziraat’ çeşidi için tozlayıcı olarak kullanıldıklarında, meyve tutma oranları ve bazı meyve kalite kriterleri üzerine olan etkilerini belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Amasya genel olarak, Karadeniz ikliminin etkisi altında olmakla beraber, deniz etkilerine maruz kalmadığı için karasal iklim özelliklerini göstermekte ve Karadeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında bir geçiş özelliği taşımaktadır. Kuzeyden Samsun, Batıdan Çorum, Doğu ve Güneyden Yozgat ve Güneydoğudan Tokat illeri ile çevrilidir. 35° 00’ ve 35° 30’ doğu boylamı, 40° 15’ ve 41° 03’ kuzey

enlemleri arasında olup, rakım 392 m.' dir. Yıllık ortalama sıcaklık 13.9°C' dir. Yaz aylarında sıcaklığın zaman zaman yüksek değerlere çıktığı görülür. Gündüz ile gece arasındaki sıcaklık farkları 14–16°C arasındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 445 mm civarındadır. En fazla yağış alan mevsim kış mevsimidir. Amasya nemlilik bakımından Karadeniz kıyılarından farklıdır. Yaz aylarında nem oranı 55–60 arasında değişmektedir (Anonim, 2003).

2003–2004 yılları arasında Amasya ili Merkez İlçeye bağlı Sarılar köyünde seçilen örnek bir üretici bahçesinde yürütülen bu çalışmada materyal olarak '0900 Ziraat' ve 'Starks Gold' kiraz çeşitleri ile Amasya ilinde yaygın olarak yetiştiricilikleri yapılan yerli kiraz çeşitlerinden 'Türkoğlu', 'Kargayüreği', 'Hacı Ali', 'Köroğlu' ve 'Geçkiraz' çeşitleri kullanılmıştır.

## 2.2. Metot

Denemeye alınan kiraz çeşitlerinde ilk çiçeklenme zamanı, çiçeklerin %5-10'unun açtığı; tam çiçeklenme zamanı, çiçeklerin %70-80'inin açtığı ve çiçeklenme sonu, çiçeklerin taç yapraklarının %90-95'inin döküldüğü tarihler olarak belirlenmiştir (Engin ve Ünal, 2002).

Denemede ana çeşit olarak kullanılan '0900 Ziraat' çeşidinin, yerli çeşitlerin çiçek tozları ile tozlandığında meyve tutma oranlarını tespit etmek için melezleme uygulamaları yapılmıştır. Bu amaçla her kombinasyon için 4 ağaç, her ağaçta değişik dallarda bulunan en az 200 çiçek üzerinde çalışılmıştır. Deneme tesadüf blokları desenine göre 4 tekerrürlü planlanmıştır. Melezleme çalışmalarında Arzani ve Khalighi (1998), Sütyemez ve Eti (1999) ile Choi ve Andersen (2001)'in kullandıkları yöntemler uygulanmıştır. Ayrıca her çeşitte açık tozlanma şartlarındaki meyve tutma düzeyleri de belirlenmiştir. Meyve tutma oranı (%); hasat edilen meyve sayısının tozlanan çiçek sayısına bölünmesi ve elde edilen sayının 100 ile çarpılması şeklinde belirlenmiştir.

Uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için, her uygulamadan alınan 50 adet meyve kullanılarak, meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve ağırlığı/çekirdek ağırlığı oranı, meyvelerin suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarları, titre edilebilir (TE) asitlikleri, meyve boyutları (yanak, sütur ve boy) meyve eni, meyve boyu ve meyve yükseklikleri belirlenmiştir (Özcan, 1990; Cemeroğlu ve ark., 2001; Demirsoy ve Demirsoy, 2003).

## 3. BULGULAR

### 3.1. Fenolojik Gözlemler

Araştırma 2003 ve 2004 yılları için planlanmış, ancak sonuçların daha sağlıklı alınması amacıyla, iklim koşullarının da zorlaması ile (Çizelge 1), 2005 yılında da fenolojik gözlemler yapılmıştır (Çizelge 2, 3 ve 4). Çiçeklenme başlangıçları ve süreleri iklim koşulları ve özellikle sıcaklığa bağlı olarak yıldan yıla

değişmiştir. Üç yıllık sonuçlara göre çiçeklenme 27 Mart- 26 Nisan tarihleri arasında gerçekleşmiştir.

En erken çiçeklenen çeşit 'Türkoğlu', en geç çiçeklenen çeşit ise 'Geçkiraz' kiraz çeşidi olmuştur. 2004 yılında ilk çiçeklenmeler 2003 ve 2005 yıllarına göre daha erken başlamıştır. 2004 yılının Mart ve Nisan ayı aylık ortalama sıcaklıklarının 2003 yılından daha yüksek olması buna neden olmuştur.

### 3.2. Farklı Tozlayıcıların Meyve Tutumu Üzerine Etkileri

Yapay tozlama uygulamalarından elde edilen meyve tutma oranları Çizelge 5 'de verilmiştir. 2003 yılında tozlayıcı çeşitlerin '0900 Ziraat' in meyve tutumu üzerine etkileri %5 düzeyinde farklı olmuştur. En yüksek meyve tutma oranı '0900 Ziraat' x 'Hacı Ali', '0900 Ziraat' x 'Türkoğlu' ve '0900 Ziraat' x 'Starks Gold' kiraz çeşitleri melezleme kombinasyonlarından elde edilmiştir (%49.54, %45.83 ve %39.23).

2004 yılında 3-5 Nisan tarihleri arasında meydana gelen don (-5.1°C) zararı çalışmayı olumsuz etkilemiş, meyve tutum oranları düşük olmuştur (Çizelge 5 ve 6). Bu nedenle araştırma sonuçlarının daha iyi değerlendirilmesi amacıyla, çiçeklerin yumurtalık dokuları stereo mikroskop altında incelenerek don zararı tespitleri yapılmıştır. Don zararı yüzdeleri çeşitlere göre değişmiş %45-80 arasında belirlenmiştir. En düşük zarar oranı geç çiçeklenen '0900 Ziraat' ve 'Geçkiraz' çeşitlerinde belirlenmiştir.

Bir çeşidin tozlayıcı olarak önerilebilmesi için ana çeşit ile eşeyssel uyumsuzluk göstermemesi ve çiçeklenme zamanlarının tam olarak çakışması gerekmektedir. 2003 ve 2005 yılları fenolojik gözlem sonuçlarına göre çeşitlerin çoğunluğunda çakışma görülmüştür. Ancak, olumsuz iklim koşulları nedeniyle sonuçlar iyi olmamıştır. 2004 yılında en yüksek meyve tutum oranları '0900 Ziraat' x 'Hacı Ali' ve '0900 Ziraat' x 'Geçkiraz' kombinasyonlarından elde edilmiştir (%14.02 ve %15.24). '0900 Ziraat' ve 'Hacı Ali' çeşitlerinde çiçeklenme dönemleri tam olarak çakışmamakta, '0900 Ziraat' ile 'Geçkiraz' çeşidinde ise çakışmaktadır.

Açık tozlanma uygulamalarında en yüksek meyve tutma değerleri 'Köroğlu', 'Kargayüreği' ve 'Geçkiraz' yerel kiraz çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 6). En düşük meyve tutumu ise '0900 Ziraat' den elde edilmiştir. Bu oran '0900 Ziraat' in diğer çeşitlerle olan melezleme uygulamalarından da düşük olmuştur. Açık tozlanma uygulamalarında Amasya ili yerel kiraz çeşitleri, '0900 Ziraat' çeşidine göre daha yüksek meyve tutumu göstermişlerdir.

Araştırmada incelenen kiraz çeşitlerinin çiçeklenme döneminde düşük sıcaklığa dayanıklılıkları farklı düzeylerde olmuştur. 2004 yılında, en erken çiçeklenen 'Türkoğlu' ile geç çiçeklenen '0900 Ziraat'ın meyve tutum oranları

Çizelge 1. Amasya iline ait 2003, 2004 ve 2005 yılı bazı önemli iklim verileri.

İklim Verileri	Yıl	Aylar						Ort.
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	2003	7.0	3.0	4.3	11.9	20.1	22.0	11.4
	2004	2.1	4.6	8.3	13.3	16.9	20.6	11.0
	2005	5.2	5.5	7.4	13.9	17.8	20.9	11.8
En düşük hava sıcaklığı (°C)	2003	-2.1	-6.0	-9.0	-2.1	3.6	6.9	-1.5
	2004	-15.0	-9.0	-6.6	-5.1	3.3	9.5	-3.8
	2005	-4.5	-10.4	-2.5	-1.6	2.8	7.8	-1.4
En yüksek hava sıcaklığı (°C)	2003	18.7	18.4	20.0	27.8	34.4	35.3	25.8
	2004	16.0	24.0	27.5	32.4	31.6	33.2	27.5
	2005	20.4	17.9	23.2	30.4	34.3	33.2	26.6
Ortalama oransal nem (%)	2003	61.9	57.4	56.5	51.6	45.2	41.2	52.3
	2004	61.6	54.3	53.0	49.2	50.9	52.8	53.6
	2005	60.1	52.9	56.8	49.4	51.3	43.8	52.4
Toplam yağış (mm)	2003	48.9	25.2	28.1	71.5	29.8	0.6	34.0
	2004	98.2	42.0	59.8	42.9	48.6	69.4	60.2
	2005	22.3	32.2	112.6	89.7	41.9	46.4	57.5
Donlu gün sayısı	2003	4	17	15	2	---	---	6.3
	2004	17	16	7	6	---	---	7.7
	2005	16	11	11	2	---	---	6.7

Çizelge 2. Denemeye alınan kiraz çeşitlerinin 2003 yılına ait fenolojik gözlem kayıtları.

Çeşitler	İlk	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme	Meyve
	Çiçeklenme		Sonu	
0900 Ziraat	14 Nisan	16 Nisan	25 Nisan	14 Haziran
Türkoğlu	12 Nisan	14 Nisan	23 Nisan	22 Mayıs
Koroğlu	13 Nisan	15 Nisan	24 Nisan	02 Haziran
Hacı Ali	13 Nisan	15 Nisan	25 Nisan	14 Haziran
Kargayüreği	13 Nisan	15 Nisan	23 Nisan	08 Haziran
Geçkiraz	14 Nisan	16 Nisan	26 Nisan	24 Haziran
Starks Gold	13 Nisan	15 Nisan	25 Nisan	20 Haziran

Çizelge 3. Denemeye alınan kiraz çeşitlerinin 2004 yılına ait fenolojik gözlem kayıtları.

Çeşitler	İlk	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme	Meyve
	Çiçeklenme		Sonu	
0900 Ziraat	01 Nisan	06 Nisan	11 Nisan	08 Haziran
Türkoğlu	27 Mart	30 Mart	07 Nisan	14 Mayıs
Koroğlu	29 Mart	31 Mart	08 Nisan	24 Mayıs
Hacı Ali	27 Mart	30 Mart	08 Nisan	23 Mayıs
Kargayüreği	28 Mart	30 Mart	07 Nisan	23 Mayıs
Geçkiraz	02 Nisan	07 Nisan	11 Nisan	26 Haziran
Starks Gold	02 Nisan	06 Nisan	11 Nisan	24 Haziran

Çizelge 4. Denemeye alınan kiraz çeşitlerinin 2005 yılına ait fenolojik gözlem kayıtları.

Çeşitler	İlk	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme	Meyve
	Çiçeklenme		sonu	
0900 Ziraat	09 Nisan	11 Nisan	19 Nisan	14 Haziran
Türkoğlu	07 Nisan	09 Nisan	16 Nisan	14 Mayıs
Koroğlu	08 Nisan	10 Nisan	15 Nisan	15 Haziran
Hacı Ali	08 Nisan	10 Nisan	16 Nisan	17 Haziran
Kargayüreği	09 Nisan	10 Nisan	15 Nisan	15 Haziran
Geçkiraz	09 Nisan	11 Nisan	17 Nisan	01 Temmuz
Starks Gold	08 Nisan	10 Nisan	17 Nisan	25 Haziran

aynı seviyede olmuştur. Don tarihlerinde '0900 Ziraat' henüz tam çiçeklenmeye başlamamış, 'Türkoğlu' ise çiçeklenme sonuna yaklaşmıştır. Dolayısı ile 'Türkoğlu' kiraz çeşidinin daha fazla zarar görmesi beklenebilir. Oysa daha az zarar görmüştür. Bu durum çeşitlerin yöreye adaptasyonundan kaynaklanmış olabilir. Her ikisi de geç çiçeklenmelerine rağmen, 'Geçkiraz' kiraz çeşidinde meyve tutumu '0900 Ziraat' standart kiraz çeşidinden fazla bulunmuştur.

### 3.3. Farklı Tozlayıcıların Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Farklı çeşitlerle tozlama uygulamalarının '0900 Ziraat' çeşidinin meyve kalite özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde, uygulamalarda bazı istatistiksel farklılıklar görülmüştür (Çizelge 7). Ancak ortalama değerler arasındaki farklılıkların pratik açıdan çok önemli olmadığı söylenebilir.

## 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

2004 yılında 3-5 Nisan tarihleri arasında meydana gelen don zararı çalışmayı olumsuz etkilemiş ve meyve tutum oranları 2003'e göre düşük olmuştur (Çizelge 5 ve 6). 2004 yılında meydana gelen don zararı yüzdeleri çeşitlere göre %45-80 arasında belirlenmiştir. En düşük zarar oranı, geç çiçeklenen '0900 Ziraat' ve 'Geçkiraz' çeşitlerinde olmuştur.

'0900 Ziraat' çeşidinin diğer çeşitlerle tozlanması sonucu elde edilen meyve tutum oranlarına bakıldığında her iki yılda da 'Hacı Ali' (%49.54-14.02) çeşidinin tozlayıcı olarak kullanıldığı kombinasyonlarda meyve tutma değerlerinin yüksek olması ve 2004 yılında en yüksek meyve tutum oranının 'Geçkiraz' çeşidinden elde edilmiş olması dikkat çekicidir. Ancak 'Geçkiraz' çeşidi ile denemenin ikinci yılında çalışılabilmiştir. 2004 yılında etiketleme hatası nedeniyle 'Starks Gold' çeşidinden elde edilmiş olan sonuçlar iptal edilmiş ve bu çeşit denemede yer almamıştır. 'Starks Gold' denemeden çıkarılmamış olsa da 'Geçkiraz' çeşidi denemeye alınacaktı. Dolayısıyla bu çalışmada 'Starks Gold' yerine 'Geçkiraz' yerel kiraz çeşidi kullanılmış olmaktadır.

2003 yılında '0900 Ziraat' çeşidinin açık tozlanma uygulamaları sonucunda elde edilen meyve tutma oranı, bu çeşidin diğer çeşitlerle yapay tozlanması sonucu elde edilen meyve tutma oranlarından düşük olmuş, 2004 yılında ise tam tersi bir sonuç ortaya çıkmıştır. Açık tozlanmalarda, 2004 de meyve tutumu oranının yapay tozlanmalara oranla daha yüksek oluşunu uygulanan metoda bağlı olarak şu şekilde açıklayabiliriz. Melezleme işlemi için çiçeklerin beyaz balon devresinde kastre edilmiş olması, onların olumsuz çevre şartlarından daha çok etkilenmiş olmasına sebep olmuş olabilir. Henüz beyaz balon devresindeki bir çiçeğin dişi organları, açık veya kastre edilen çiçeklere göre dişi etkilere karşı kısmen

korunmuş durumdadır. Ayrıca izolasyon materyalinin yağmurlarla ıslanmış olması ve çiçeklerle ıslak yüzeylerin teması çiçekleri olumsuz etkilemiş olabilir. Dolayısıyla 2004 yılında açık tozlanmalardan elde edilen meyve tutma oranları yapay tozlanmalara göre yüksek olmuştur. Benzer bir sonuç Sütyemez ve Eti'nin (1999) çalışmasında elde edilmiş, 'Sarı' ve 'Noble' çeşitleri hariç olmak üzere tüm çeşitlerde yapay tozlama uygulamalarından açık tozlanma uygulamalarına göre daha düşük meyve tutma oranları bildirilmiştir.

Bir çeşidin tozlayıcı olarak önerilebilmesi için öncelikle ana çeşit ile aralarında uyumsuzluk bulunmaması ve çiçeklenme zamanlarının çakışması gerekmektedir. Dolayısıyla çiçeklenmeye ait fenolojik gözlemlerin uzun yıllar takibi gerekmektedir. 2004 yılında 'Hacı Ali' ve '0900 Ziraat' çeşidinin çiçeklenme dönemleri tam çakışmamıştır. Diğer taraftan 2003 ve 2005 yılları fenolojik gözlemlerine bakıldığında, çiçeklenme dönemlerinin neredeyse tüm çeşitlerde çakışma göstermiş olması, sonuçların yorumunu güçleştirmektedir. Sadece 2004 yılını göz önüne aldığımızda '0900 Ziraat' ile 'Geçkiraz' çeşidinin çiçeklenme dönemlerinin tam çakıştığını ve meyve tutum oranının da oldukça iyi olduğunu söyleyebiliriz. Buna göre 'Geçkiraz', '0900 Ziraat' in standart tozlayıcılarından olan 'Starks Gold' ile kıyaslandığında alternatif bir tozlayıcı olarak kullanılabilir.

Bekefi (2004)'e göre, kirazlarda meyve tutumu %20.1-30 yüksek, %10.1-20 orta ve %10 un altı düşük olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada 2003 yılında yapılan yapay tozlama uygulamalarında oldukça yüksek ve 2004 yılında düşük ve orta meyve tutum oranları elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan çeşitlerin tozlayıcıları '0900 Ziraat' için yeterli düzeydedir ve incelenen çeşit kombinasyonlarında eşeyssel uyumsuzluk bulunmamaktadır.

## 5. TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiş olan Z-416 nolu projenin bir bölümünün özetidir. Bu desteğinden dolayı OMÜ Araştırma Fonu'na teşekkür ederiz.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Amasya Meteorolojik Kayıtları, 2003.
- Arzani, K., Khalighi, A. 1998. Pre-season pollen collection and outdoor hybridization for pollinizer determination in sweet cherry cv. 'Siah Mashad'. In: Third Int. Cherry Symp. (Ed.: Jonas Ystaas), Acta Hort., 468: 575-581.
- Bekefi, Z. 2004. Self-fertility studies of some sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars and selections. Int. J. of Hort. Sci., 10(4): 21-26.

**0900 Ziraat için olası dölleyici çeşitler**

Çizelge 5. Yapay tozlama uygulamalarının 0900 Ziraat çeşidinin meyve tutumu üzerine etkileri.

Tozlayıcı Çeşitler	Meyve Tutumu (%)	
	2003	2004
Türkoğlu	45.83 ab <sup>x</sup>	10.70 b
Köroğlu	38.66 bc	11.14 b
Hacı Ali	49.54 a	14.02 a
Kargayüreği	33.82 c	9.69 b
Starks Gold	39.23 abc	-
Geçkiraz <sup>y</sup>	-	15.24 a
D % 5	9.990	
D % 1		6.913

<sup>x</sup>: Aynı harf ile gösterilenler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

<sup>y</sup>: 2004 yılında Starks Gold yerine Geçkiraz çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 6. Açık tozlama uygulamalarının denemeye alınan kiraz çeşitlerinin meyve tutumu üzerine etkileri.

Çeşitler	Meyve Tutumu (%)	
	2003	2004
0900 Ziraat	30.55 c <sup>x</sup>	23.50 b
Türkoğlu	39.42 b	23.19 b
Köroğlu	48.74 a	33.38 a
Hacı Ali	42.16 b	25.94 b
Kargayüreği	50.82 a	33.09 a
Geçkiraz <sup>y</sup>	-	38.69 a
D % 1	4.990	6.913

<sup>x</sup>: Aynı harf ile gösterilenler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

<sup>y</sup>: 2004 yılında Geçkiraz çeşidi denemeye alınmıştır.

Çizelge 7. Farklı tozlayıcıların 0900 Ziraat çeşidinin meyve kalitesi üzerine etkileri.

Tozlayıcı Çeşitler	Meyve Ağırlığı (g)	Çekirdek Ağırlığı (g)	Meyve Eti/Çek. Ağırlığı	SÇKM (%)	Asitlik (%)	Meyve Geniş. (mm)	Meyve Kalın. (mm)	Meyve Yük. (mm)
2003								
Türkoğlu	6.27 b <sup>x</sup>	0.309 e	19.29 ab	17.02 a	0.66 b	23.38 b	20.74 d	21.85 b
Köroğlu	6.65 a	0.321 c	19.72 a	15.73 b	0.67 b	23.31 c	20.80 cd	21.51 c
Hacı Ali	6.73 a	0.359 a	17.75 c	15.50 b	0.83 a	23.84 a	21.19 a	22.08 a
Kargayüreği	6.25 b	0.315 d	18.84 abc	15.70 b	0.68 b	22.92 d	20.85 c	21.86 b
Starks Gold	6.53 ab	0.343 b	18.04 bc	15.25 b	0.80 a	22.83 e	20.95 b	21.92 b
D % 5	0.3157							
D % 1		0.0022	1.272	0.8905	0.0966	0.0683	0.0683	0.0683
2004								
Türkoğlu	8.53	0.452	17.87	17.20	0.67	26.88 a	22.06 a	23.24 a
Köroğlu	8.54	0.457	17.68	17.30	0.67	25.92 a	21.85 b	22.56 b
Hacı Ali	8.60	0.466	17.45	17.45	0.70	26.92 a	22.08 a	23.36 a
Kargayüreği	8.56	0.457	17.73	17.20	0.66	26.15 b	22.01 a	22.85 ab
Geçkiraz <sup>y</sup>	8.52	0.450	17.93	17.30	0.66	25.99 c	21.81 b	23.06 ab
D % 1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.0683	0.0683	0.4830

<sup>x</sup>: Aynı harf ile gösterilenler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

<sup>y</sup>: 2004 yılında Starks Gold yerine Geçkiraz çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 8. Açık tozlama uygulamalarının denemeye alınan kiraz çeşitlerinin meyve kalitesi üzerine etkileri.

Tozlayıcı Çeşitler	Meyve Ağırlığı (g)	Çekirdek Ağırlığı (g)	Meyve Eti/Çek. Ağırlığı	SÇKM (%)	Asitlik (%)	Meyve Geniş. (mm)	Meyve Kalın. (mm)	Meyve Yük. (mm)
2003								
0900 Ziraat	6.62 a <sup>x</sup>	0.329 a	19.12 a	16.92 a	0.71 b	24.13 a	21.10 a	22.60 a
Türkoğlu	2.25 c	0.177 b	11.71 cd	11.50 d	0.87 a	16.81 e	14.90 e	14.69 d
Köroğlu	4.12 b	0.337 a	11.22 d	13.23 c	0.57 c	20.74 b	17.58 d	18.85 c
Hacı Ali	4.28 b	0.286 a	13.96 bc	15.67 ab	0.81 a	20.17 d	20.44 b	18.85 c
Kargayüreği	4.58 b	0.277 a	15.53 b	14.35 bc	0.72 b	20.61 c	18.10 c	20.44 b
D % 1	0.8168	0.0683	2.622	1.724	0.0683	0.0398	0.0398	0.0398
2004								
0900 Ziraat	8.93 a	0.466 a	18.16 a	17.05 c	0.68 abc	26.28 a	21.97 a	23.01 a
Türkoğlu	4.47 e	0.312 d	13.33 c	15.82 cd	1.04 a	21.50 d	17.70 e	17.28 f
Köroğlu	4.61 e	0.390 c	10.82 e	14.70 d	0.59 c	20.53 e	17.40 f	19.51 e
Hacı Ali	8.06 b	0.445 a	17.11 b	20.90 a	0.98 a	24.99 b	21.26 b	22.51 b
Kargayüreği	5.36 d	0.416 b	11.88 d	18.50 b	0.77 b	21.51 d	17.95 d	21.31 c
Geçkiraz <sup>y</sup>	6.13 c	0.310 d	18.77 a	21.30 a	0.75 b	22.56 c	19.30 c	19.51 d
D % 1	0.427	0.0208	0.9993	1.229	0.0931	0.0658	0.0658	0.0658

<sup>x</sup>: Aynı harf ile gösterilenler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

<sup>y</sup>: 2004 yılında Geçkiraz çeşidi denemeye alınmıştır.

- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. 2001. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. 1. Meyve Ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:24. Ankara. 328s.
- Choi, C., Andersen, R.L. 2001. Variable fruit set in self-fertile sweet cherry. *Can. J. Plant Sci.*, 81:753-760.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H. 2003. Characteristics of some local and standard sweet cherry cultivars grown in Turkey. *J. of Amer. Pomological Soc.*, 57 (3): 128–136.
- Engin, H., Ünal, A., 2002. Bornova şartlarında yetiştirilen kiraz çeşitlerinin çiçeklenme zamanları ve çiçeklenme dönemindeki sıcaklıkların çiçeklenme üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39 (3): 9-16.
- FAO, 2011. Faostat cherries production quantity. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>, [Ulaşım: Haziran 2011].
- Kaçar, Y. A., 2001. Türkiye’de yetiştirilen önemli kiraz (*Prunus avium* L.) ve vişne (*Prunus cerasus* L.) çeşit ve tiplerinin DNA parmakizi yöntemi ile sınıflandırılması, ÇÜ Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri ABD Doktora Tezi. S.191.
- Özcan, M. 1990. Pozantı-Kamışlı Vadisinde yetiştirilen Amasya, Starking ve Golden Delicious elmalarının muhafazası üzerine araştırmalar. ÇÜ Fen Bil. Enst. Bahçe Bitki. ABD Doktora Tezi (Basılmamış), Adana. 311s.
- Özçağırın, R. , Aşkın, A., Ülger, M.1989. Kirazlarda çiçek tozu borusunun dişicik borusu içerisinde gelişmesinin incelenmesi. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.* 26(2):41-54.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. 2003. Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Çekirdekli Meyve Türleri Cilt I. *Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları* No:553, Ege Üniv. Basımevi. Bornova-İzmir. S. 159–225.
- Sütyemez, M., Eti, S. 1999. Pozantı ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı kiraz çeşitlerinin dölleme biyolojileri üzerine araştırmalar. *Tr. J. of Agr. and Fores.*, 23(3):265-272.
- TUİK, 2011. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. [Ulaşım: Haziran 2011].

## FARKLI FINDIK ÇEŞİTLERİNDE FINDIK KURDUNUN (*Curculio nucum* COL.: Curculionidae) ZARAR ORANI

İslam SARUHAN<sup>1\*</sup>

Melda ŞEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Samsun

<sup>2</sup>Tekkeköy Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü, Tekkeköy, Samsun

\*[isaruhan@omu.edu.tr](mailto:isaruhan@omu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 08.02.2012

Kabul Tarihi:17.03.2012

**ÖZET:** Fındık kurdunun (*Curculio nucum* L.) meyvede yaptığı zararı belirlemek için Türkiye’de yaygın olarak fındık üretimi yapılan 6 farklı ilden, 2010 yılında 68 bahçeden, 2011 yılında ise 70 bahçeden olmak üzere toplam 138 alandan fındık örneği alınmış ve laboratuarda incelenmiştir. Alınan örneklerin fındık işletme sanayi için uygun ve yoğun olarak yetiştirilen Çakıldak, Foşa, Karafındık, Palaz, Sivri, Mincane ve Tombul çeşitlerinin olmasına dikkat edilmiştir. İncelenen meyveler fındık kurdunun zararı olarak bilinen sarıkaramuk, karakaramuk ve delikli meyve olarak tasnif edilmiştir. İki yıllık toplam zarar oranına bakıldığında, fındık kurdu en fazla Foşa çeşidinde (%5.09) zarar meydana getirdiği bunu Mincane (%4.57), Sivri (%3.81), Palaz (%2.80), Çakıldak (%2.80), Tombul (%2.77) ve Karafındık (%2.48) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Çeşitler arasında toplam zarar oranı bakımından farklılığın tespiti için Ki-kare ( $\chi^2$ ) analizi uygulanmış olup, çeşitler arasında fındık kurdu zarar oranı bakımından farklılık olmadığı tespit edilmiştir (P=0.904).

**Anahtar Sözcükler :** *Curculio nucum*, zarar oranı, fındık çeşidi

## DAMAGE RATIO OF HAZELNUT WEEVIL (*Curculio nucum* L. Col.: Curculionidae) ON DIFFERENT HAZELNUT VARIETIES

**ABSTRACT :** A total of 138 nut samples collected from 68 orchards in 2010 and 70 orchards in 2011 from 6 different hazelnut producing provinces in Turkey were analyzed in laboratory to determine the damage of hazelnut weevil (*Curculio nucum* L.) on the fruit. We paid attention to select the collected samples from Çakıldak, Foşa, Karafındık, Palaz, Sivri, Mincane and Tombul varieties which are intensely produced and are suitable for hazelnut processing industry. Analyzed fruits were classified as “prematurely dropped nuts that are light brown in color and shrunked at the bottom type damage”, “well-developed in size and grey-black in color nuts without kernel type damage” and “perforated fruit” which are known to be the harms of hazelnut weevil. Considering two-year total damage, it was found that hazelnut weevil mostly damaged Foşa cultivar (5.09%) followed by Mincane (4.57%), Sivri (3.81%), Palaz (2.80%), Çakıldak (2.80%), Tombul (2.77%) and Karafındık (2.48%). Chi-square ( $\chi^2$ ) analysis was performed to determine the difference between the cultivars in terms of total damage ratio and it was found that there was no difference between the cultivars in terms of hazelnut weevil damage ratio (P=0.904).

**Keywords:** *Curculio nucum*, damage ratio, hazelnut varieties

### 1. GİRİŞ

Fındık (*Corylus avellana* L.), Türkiye’nin en önemli ihraç ürünlerinden olup, yıllık olarak 770 milyon dolar civarında döviz getirisi ile en önemli tarım ürünlerinden biri durumundadır. Dünya fındık üretiminin %65-75’i ve toplam ihracatın %70-75’ini ülkemiz gerçekleştirmektedir. Ülkemizde yaklaşık 400000 aile geçimini fındıktan sağlamaktadır (Bozoğlu, 2001; Saruhan ve Tuncer, 2010).

Dünya fındık üretim alanlarındaki en önemli zararlının fındık kurdu (*Curculio nucum*) olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmesine rağmen (Aliniyee, 1997; 1998; Leska, 1973; Vrabl ve ark., 1979; Paparatti, 1990; Pucci, 1992; Ioachim ve Bobarnac, 1997; Milenkovic ve Mitrovic, 2001) Amerika’da bulunmadığı belirtilmektedir (Tuncer, 1995; Aliniyee, 2001).

Türkiye’de de yapılan birçok araştırmada, fındığın en önemli zararlısının fındık kurdu olduğu saptanmıştır (Işık ve ark., 1987; Ecevit ve ark., 1995; 1999; Toros ve Hancıoğlu, 1997; Tuncer, 1995; Tuncer ve Ecevit, 1996a,b ve 1997; Saruhan ve Tuncer, 2001;

Tuncer ve ark., 2002b; Akça, 2003, Akça ve Tuncer, 2005).

İlk çıkan fındık kurdu erginleri genç sürgün ve karanfiller ile beslenerek karanfillerin kuruyup dökülmesine sebep olmaktadır. Ayrıca meyveler 3-5 mm çapında olduğunda, ergin beslenmesi sonucu, meyvede “sarıkaramuk”, daha büyük çapta olan meyvelerde ise “karakaramuk”, larva beslenmesi sonucu ise delikli meyveler meydana gelmektedir. Akça (2003), bir fındık kurdu dişi bireyinin ortalama 10.9 (3–17) fındık meyvesine yumurta bırakarak, larva gelişmesi sonucu zarar verdiği, bir erkek ve bir dişiden oluşan bir çift erginin ise beslenme ve yumurta koyma şeklinde toplam 188.6 (170.6–212.4) meyveye zarar verdiğini belirlemiştir. Ayrıca, fındık kurdunun fındıklarda sarıkaramuk, karakaramuk ve delikli meyveye neden olduğunu da bildirmektedir. Araştırmacı, kafes denemeleri sonucunda larvalı ve delikli meyve oranının Çakıldak çeşidinde %12.6, Palaz’da %5.9 ve Yağlı’da ise %0.4 olarak belirlemiştir.

Bu çalışma, Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen farklı fındık çeşitlerindeki



findık kurdunun son yıllardaki zarar oranını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Arazi Çalışması

Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Sakarya ve Düzce illerinde farklı çeşitlerin bulunduğu findık bahçelerine hasat zamani gidilerek, çiftçi beyanı ve Köksal (2002)'e göre belirlenen çeşitlerden rastgele 500'er adet zuruflu meyve toplanarak etiketlendikten sonra laboratuara getirilmiştir. Her iki yıl örnek alınan iller, ilçeler ve örnek sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. İkinci yıl (2011) Karadeniz Bölgesi'ndeki findık bahçelerinde meyve az olduğu için alınan meyve örneği sayısı ile lokasyonlar bir önceki yıla göre farklı olmuştur. Araştırmada findık sanayisi için uygun olan ve yoğun olarak yetiştirilen Çakıldak (Delisava, Gökfindık), Foşa (Yomra, Boyhane), Karafindık (Karayağlı), Palaz, Sivri, Mincane (Sarifindık,

Sarıyağlı, Sırafindık) ve Tombul (Mehmet Arif, Yağlı findık, Giresun yağlısı) çeşitlerinden örnekler alınmıştır.

### 2.2. Laboratuvar Çalışması

İl, ilçe, bahçe ve çeşit olarak kaydedilen findık meyveleri laboratuara getirildikten sonra kurutularak zuruflarından ayrılmıştır. 2010 yılında toplam 26305 adet, 2011 yılında ise 15518 adet meyve kontrol edilmiştir. Meyvelerin incelenmesi sonucu literatür bilgilerinden (Kurt,1982; Toros ve Hancıoğlu, 1997; Tuncer ve ark., 2002a; Akça 2003; Saruhan ve Tuncer, 2010) de yararlanarak zarar tipleri (larvalı veya delik meyve, sarıkaramuk, karakaramuk) ve oranları tespit edilmiştir (Akça, 2003). İncelenen meyvelerde sarıkaramuk, karakaramuk ve delikli meyve kontrolleri yapılmıştır. Böylece hasat esnasında findık kurdunun çeşitlere göre zarar oranı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS programında Ki-kare ( $\chi^2$ ) testi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Findık meyve örneği alınan iller, ilçeler ve örnek sayıları.

2010 yılı			2011 yılı		
İller	İlçeler	Örnek sayısı	İller	İlçeler	Örnek sayısı
Samsun	Çarşamba	4	Samsun	Çarşamba	1
	Terme	4		Tekkeköy	9
	19 Mayıs	4	Ordu	Ulubey	1
Ordu	Ulubey	5		Perşembe	8
	Perşembe	3		Fatsa	6
	Gülyalı	6		Gülyalı	1
Giresun	Keşap	3	Giresun	Keşap	2
	Tirebolu	3		Tirebolu	6
	Piraziz	3		Eynesil	5
Trabzon	Yomra	6	Trabzon	Yomra	1
	Vakfikebir	4	Sakarya	Kocaali	1
	Araklı	2		Karasu	8
Sakarya	Kocaali	3	Düzce	Akçakoca	17
	Karasu	3		Çilimli	1
Düzce	Akçakoca	9		Gümüşova	3
	Çilimli	3	Toplam		70
	Cumayeri	3			
Toplam		68			

## 3. BULGULAR

### 3.1. Farklı Findık Çeşitlerinde 2010 Yılında Findık Kurdu Zararı

Findık kurdunun meyvede yapmış olduğu zarar oranı 2010 yılında en fazla Foşa findık çeşidinde (%4.93) belirlenmiş ve bunu Mincane (%4.78), Sivri (%4.31), Çakıldak (%3.29), Tombul (%3.08), Palaz (%2.80) ve Karafindık (%2.70) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 2, Şekil 1).

### 3.2. Farklı Findık Çeşitlerinde 2011 Yılında Findık Kurdu Zararı

Bir önceki yılda olduğu gibi bu yılda da findık kurdunun meyvede yapmış olduğu zarar oranını

belirlemek amacıyla meyve örnekleri incelenmiştir. Sonuç olarak 2011 yılında en fazla zarar oranı Foşa çeşidinde (%5.56) tespit edilirken, bunu Sivri (%3.14), Mincane (%2.96), Palaz (%2.77), Tombul (%2.56), Karafindık (%2.17) ve Çakıldak (%2.15) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 3, Şekil 2).

### 3.3. Farklı Findık Çeşitlerinde 2010 Ve 2011 Yıllarında Toplam Findık Kurdu Zararı

Findık kurdunun farklı findık çeşitlerinde ortalama zarar oranını belirlemek amacıyla her iki yılda elde edilen veriler toplanarak bir zarar oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda findık kurdunun en fazla Foşa çeşidinde (%5.09) zarar meydana getirdiği, bunu Mincane (%4.57), Sivri

## Fındık kurdu zararı

(%3.81), Palaz ile Çakıldak (%2.80), Tombul (%2.77) ve Karafındık (%2.48) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4, Şekil 3). Yapılan istatistiki analiz sonucunda fındık kurdunun zarar oranı bakımından çeşitler arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (P=0.904).

Çizelge 2. Farklı fındık çeşitlerinde fındık kurdu zarar oranı (%) (2010)

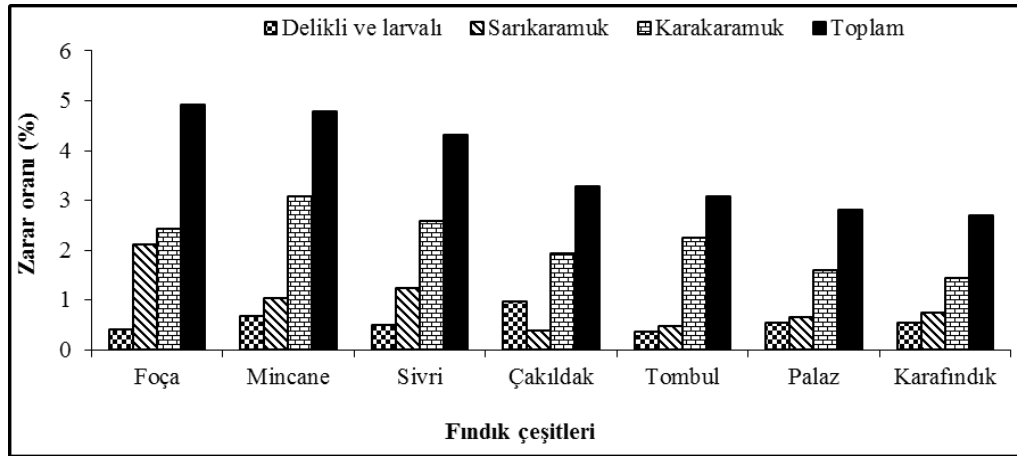
Çeşitler	Meyve (adet)	Delik ve larvalı meyve	Sarıkaramuk	Karakaramuk	Toplam zarar
Foşa	2980	0.40	2.11	2.42	4.93
Mincane	4768	0.67	1.03	3.08	4.78
Sivri	2666	0.49	1.24	2.59	4.31
Çakıldak	3918	0.97	0.38	1.94	3.29
Tombul	3830	0.37	0.47	2.25	3.08
Palaz	4074	0.54	0.66	1.60	2.80
Karafındık	4069	0.54	0.74	1.43	2.70

Çizelge 3. Farklı fındık çeşitlerinde fındık kurdu zarar oranı (%) (2011)

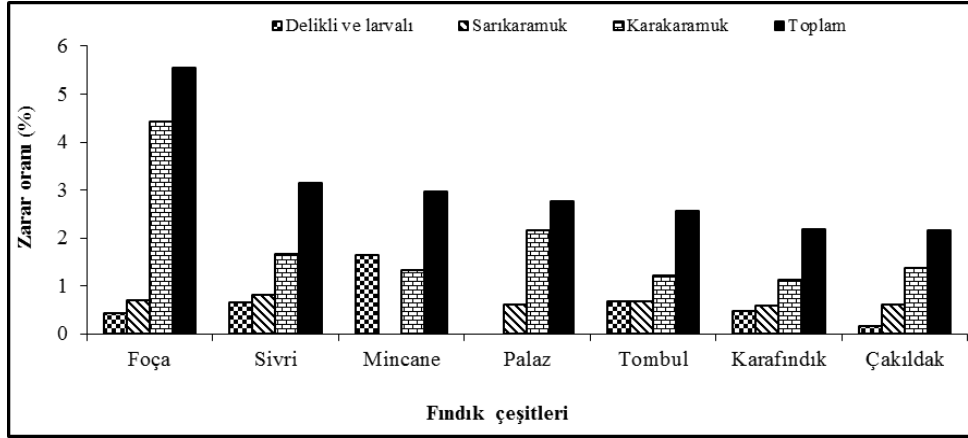
Çeşitler	Meyve(adet)	Delik ve larvalı meyve	Sarıkaramuk	Karakaramuk	Toplam zarar
Foşa	701	0.43	0.71	4.42	5.56
Sivri	1979	0.66	0.81	1.67	3.14
Mincane	608	1.64	0.0	1.32	2.96
Palaz	1339	0.0	0.60	2.17	2.77
Tombul	5660	0.67	0.67	1.22	2.56
Karafındık	2760	0.47	0.58	1.12	2.17
Çakıldak	2471	0.16	0.61	1.38	2.15

Çizelge 4. Farklı fındık çeşitlerinde fındık kurdu zararı (%) (2010-2011)

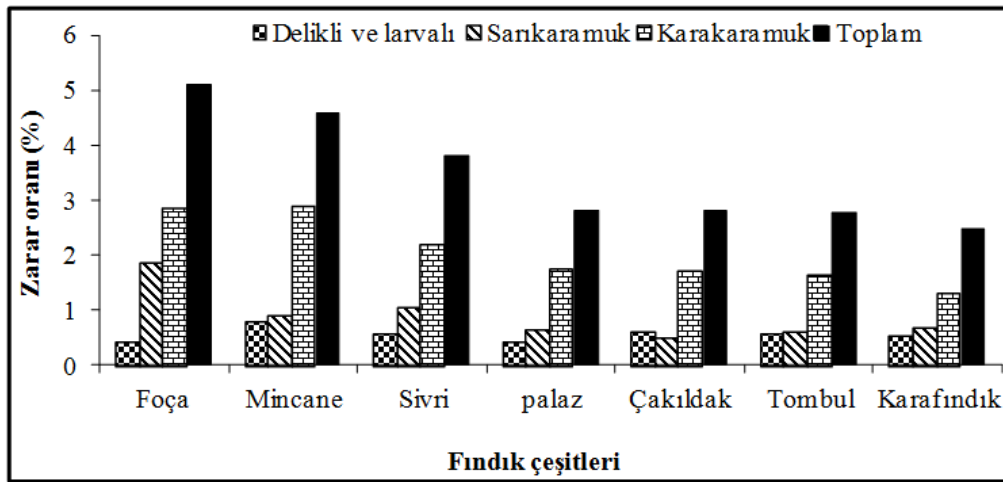
Çeşitler	Meyve(adet)	Delik ve larvalı meyve	Sarıkaramuk	Karakaramuk	Toplam zarar
Foşa	3681	0.41	1.85	2.83	5.09
Mincane	5376	0.78	0.91	2.88	4.57
Sivri	4645	0.56	1.05	2.20	3.81
Palaz	5413	0.41	0.65	1.74	2.80
Çakıldak	6389	0.61	0.47	1.72	2.80
Tombul	9490	0.55	0.59	1.63	2.77
Karafındık	6829	0.51	0.67	1.30	2.48



Şekil 1. Farklı fındık çeşitlerinde 2010 yılında fındık kurdu zararı



Şekil 2. Farklı fındık çeşitlerinde 2011 yılında fındık kurdu zararı



Şekil 3. Farklı fındık çeşitlerinde 2010 ve 2011 yıllarında toplam fındık kurdu zararı

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Fındık meyvelerini kalite ve miktar yönünden etkileyerek verim düşüklüğüne sebep olan birçok zararlı olmasına rağmen en önemlisi fındık kurdu (*Curculio nucum*)'dur (Işık ve ark.1987; Tuncer, 1995; Tuncer ve Ecevit 1996a,b ve 1997; Ecevit ve ark.,1999; Tuncer ve ark., 2001). Fındık kurdunun erginleri meyvelerde sarıkaramuk, karakaramuk ve meyve içini yiyerek küçümsenmeyecek derecede zarar meydana getirmektedir. Bu sebeple, Karadeniz Bölgesi fındık üretiminde, fındık kurduna karşı çok yoğun insektisit kullanılmaktadır (Ecevit ve ark.,1999; Ceyhan ve ark., 2002; Akça, 2003).

Yapılan iki yıllık çalışma sonucunda Türkiye fındık üretim alanlarında yaygın bir şekilde yetiştirilen 7 farklı çeşitte fındık kurdu zarar oranının en fazla Foça çeşidinde (%5.09) olduğu ve bu çeşidi sırasıyla Mincane (%4.57), Sivri (%3.81), Palaz (%2.80), Çakıldak (%2.80), Tombul (%2.77) ve Karafındık (%2.48) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Her iki yılda da fındık kurdunun zarar oranı Foça çeşidinde ön plana çıkmıştır. Çeşitler arasında toplam zarar oranı

bakımından farklılığın tespiti için Ki-kare ( $\chi^2$ ) analizi uygulanmış olup, çeşitler arasında fındık kurdu zarar oranı bakımından farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $P=0.904$ ). Bu çalışmada zarar oranları belirlenirken sarıkaramuk ve karakaramuk zararları da dikkate alınmıştır. Fakat bu iki zarar tipi fındık üretim alanlarında bulunan emici böceklerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Saruhan, 2004; Saruhan ve Tuncer, 2010). Bu nedenle belirlenen sarıkaramuk ve karakaramuk zarar oranları içinde emici böcekler olarak nitelendirdiğimiz Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae familyalarına ait bazı türlerinde payı bulunmaktadır. Akça (2003), farklı fındık çeşitlerinde fındık kurdunun yapmış olduğu toplam zarar oranının (Sarıkaramuk, karakaramuk, larva ve delikli) Çakıldakta %21.0, Palazda %10.4 ve Yağlı çeşidinde %6.7 olarak bildirmektedir. Bu çalışmadaki zarar oranlarının yüksekliği deneme bitkilerinin kafes içinde olmasından kaynaklandığı, bizim yaptığımız çalışmadaki zarar oranlarının ise rastgele belirlenen fındık bahçelerinden alınan meyve örneklerinin incelenmesi sonucu belirlendiğini ifade edebiliriz. Ayrıca Ural (1957) ve Ecevit ve ark. (1996), fındık

kurdunun beslenmek için Çakıldak ve Tombul (Yağlı) çeşitlerini, yumurta koymak için ise Palaz çeşidini seçtiğini belirtmektedir. Aynı araştırmacılar fındık kurdu zararının popülasyon yoğunluklarına paralel olarak oluştuğunu vurgulamış, fındık kurdunun beslenme ve yumurta koymak için bahçede bulunan çeşitlere göre tercih yapmasında, geç ve erkenci çeşitlerin, meyve kabuğu sertlik derecesinin, bahçenin konumunun ve ekolojik koşulların da önemli olduğunu vurgulamışlardır. Son yıllarda Karadeniz ve Marmara Bölgesi fındık üretim alanlarında fındık kurdu popülasyonunda giderek azalma gözlenmesinden dolayı fındık kurdu zarar oranının önceki yıllara göre daha az olduğu göze çarpmaktadır. Bu nedenle, üreticilerin söz konusu zararlı hakkında bilinçlendirilmesi, uydun mücadele yönteminin ve zamanın belirlenmesi fındık kurdu popülasyonunu daha da düşürecektir. Fındık kurdu popülasyonunun düşmesi, daha az ilaç kullanılması, zarar daha az olması demektir. En önemlisi de çevre daha az olumsuz etkilenecektir.

## 5. KAYNAKLAR

- AliNiasee, M.T. 1997. Integrated pest management of hazelnut pests: a worldwide perspective. Acta Hort. 445. ISHS 1997. 469-475.
- AliNiasee, M.T. 1998. Ecology and management of hazelnut pests. Annu. Rev. Entomol. 1998. 43: 395-419.
- AliNiasee, M.T. 2001. Hazelnut production without the use of broad spectrum disruptive insecticides: Theory and practice. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 489-496.
- Akça, İ. 2003. Orta Karadeniz Bölgesinde Fındık Kurdu *Curculio Nucum* L. 1758 (Coleoptera; Curculionidae) Populasyonlarının Biyolojisi Ve Zararı Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. OMÜ, Fen Bil. Ens., Samsun.
- Akça, İ., Tuncer C. 2005. Biological control and morphological studies on nut weevil (*Curculio nucum* L. Col., Curculionidae). Acta Hort. 686 ISHS 413-420.
- Bozoğlu, M. 2001. Econometric analysis of hazelnut productivity in Ordu and Giresun provinces, Turkey. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 125-129.
- Ceyhan, V. Bozoğlu, M. Cinemre, H.A. 2002. Bafra ve Çarşamba ovalarında kimyasal girdi kullanım düzeyi ve çevreye etkileri. O.M.Ü. Zir. Fak. Derg. 2002. 17 (2): 17-23.
- Ecevit, O. Tuncer, C., Hatat, G., 1995. Karadeniz Bölgesi bitki sağlığı problemleri ve çözüm yolları. OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi, 1995, 10 (3): 191-206.
- Ecevit, O., Özman, S., Hatat, G., Okay, A.A., Kaya, A., Mennan, S. 1996. Karadeniz Bölgesinde önemli fındık çeşitlerinin zararlı ve hastalıklara karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, OMÜ. Ziraat Fak., 77-93.
- Ecevit, O., Akça, İ., Saruhan, İ. 1999. Samsun ilinde tarımsal ilaç kullanımı, sorunları ve çözüm önerileri. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu Bildiriler Cilt-1. 4-5. Ocak 1999. OMÜ. Ziraat Fak. Araştırma Seri no : 5. 89-98.
- Ioachim, E., Bobarnac, B. 1997. Research on the hazelnut pests in Romania.. Acta Hort. 445. ISHS 1997, 527-537.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M.A. Yüceci, T. 1987. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde entegre savaş olanakları üzerinde araştırmalar. OMÜ. Yayınları, No: 20,95s.
- Koksal, İ. 2002. Türk Fındık Çeşitleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 136s.
- Kurt, M.A. 1982. Doğu Karadeniz Bölgesinde fındık zararlıları, tanınmaları, yayılış ve zararları, yaşayışları ve savaşım yöntemleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Zir. Müc. Zir. Kar. Gen. Müd., Samsun Bölge Zir. Müc. Araş. Enst., Mesleki Kitaplar Serisi, No: 26, Ankara. 75s.
- Leska, W. 1973. Studies on the biology and control of the nut weevil *Curculio nucum* L. polskie pismo Entomologiczne. 1973, Cab Abst. 43: (4), 861-873.
- Milenkovic, S., Mitrovic, M. 2001. Hazelnut pests in Serbia. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 403-409.
- Paparatti, B. 1990. *Balaninus nucum* L. (Col.: Cuculionidae), Captures of adults and infestation analysis carried out in the area of the lake vico, viterbo ( Italy) in the two-year period. Frustula entomol. ( 1990) n.s. XIII ( XXVII): 93-112.
- Pucci, C. 1992. Studies on population dynamics of *Balaninus nucum* L. (Col.: Cuculionidae ) noxious to the hazel (*Corylus avellana* L.) in Northern Latium (Central Italy). J.of Appl. Ent. 1992, 114:(1), 5-16
- Saruhan, İ., Tuncer, C. 2001. Population densities and seasonal fluctuations of hazelnut pests in Samsun, Turkey. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 495-502.
- Saruhan, İ. 2004. Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında görülen Fındık Kokarcası (*Palomena prasina* L. Hemiptera: Pentatomidae)'nın biyolojisi, popülasyon yoğunluğu ve zarar şekli üzerine araştırmalar. Doktora Tezi O.M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Saruhan, İ., Tuncer, C. 2010. Research on damage rate and type of green shieldbug (*Palomena prasina* L. Heteroptera: Pentatomidae) on hazelnut. Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 2010, 25(2):75-83.
- Toros, S., Hancıoğlu, Ö. 1997. Fındık zararlıları, hastalıkları ve mücadelesi. Karadeniz Fındık ve Mamülleri İhracatçıları Birliği, Giresun. 90s.
- Tuncer, C. 1995. Oregon (ABD) fındık tarımı üzerinde gözlemler. OMÜ: Ziraat Fak. Dergisi, 1995, 10 (3): 179-190.
- Tuncer, C., Ecevit, O. 1996a. Samsun ili fındık üretim alanlarındaki zararlılarla savaşım faaliyetlerinin mevcut durumu üzerinde bir araştırma. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, OMÜ. Ziraat Fak., 286-292.
- Tuncer, C., Ecevit, O. 1996b. Fındık zararlılarıyla mücadelede entegre model tasarımı, Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, OMÜ. Ziraat Fak., 40-53.
- Tuncer, C., Ecevit, O. 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. Acta Hort. 445. ISHS 1997, 545-550.
- Tuncer, C., Akça, İ., Saruhan, İ., 2001. Integrated pest management in Turkish hazelnut orchards. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 419-429.
- Tuncer, C. Saruhan, İ., Akça, İ. 2002a. Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarındaki önemli zararlılar. Eko-alite. Samsun Tic. Borsası Yayın organı yıl:2, Sayı: 2, 43-54.

- Tuncer, C., Akça, İ., Saruhan, İ. 2002b. Fındıkta zararlı olan bazı emici böceklerin (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2002, 17(3): 17-26.
- Ural, İ., 1957. Doğu Karadeniz fındıklarında zarar yapan *Balaninus (Curculio) nucum* L. böceğinin biyolojisi ve mücadelesi üzerine araştırmalar. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 130, Çalışmalar 80, Ankara, 96s.
- Vrabl, S., Beber, K., Matis, G. 1979. A contribution to the knowledge of the biology and noxiousness of the nut weevil (*Curculio nucum* ). Zastita Bilja. 1979, cab Abst. 30: (4), 357-364.

## ÇİFTÇİLERİN KÜÇÜKBAŞ HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİNİ BIRAKMA NEDENLERİNİN ANALİZİ: DOĞU ANADOLU BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Adem AKSOY\* Fahri YAVUZ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü  
\*aaksoy@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.01.2012

Kabul Tarihi: 07.02.2012

**ÖZET:** Türkiye küçükbaş hayvan sayısı bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkenin mevcut mera yapısı küçükbaş yetiştirmeye elverişli olmasına rağmen, bu potansiyelini değerlendirememektedir. Çalışma materyali Doğu Anadolu Bölgesinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakan 273 çiftçi ile yüz yüze yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışma, çiftçilerin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden vazgeçme nedenlerini Basit Sıralama yöntemiyle ortaya koymayı amaçlamıştır. Analiz sonucunda gelir düşüklüğü ve çoban yokluğu küçükbaş yetiştiriciliğinden vazgeçme nedeni olarak belirlenmiştir. Küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi için hayvan başına ve özellikle damızlık materyale destek verilmelidir. Özellikle mera hayvancılığının yok olmasını önlemek amacıyla bu hayvancılık şekli özendirilmelidir.

**Anahtar Sözcükler:** Küçükbaş hayvancılık, basit sıralama, Doğu Anadolu, mera

### ANALYSIS ON THE REASONS FOR QUITTING SHEEP AND GOAT REARING OF FARMERS: A CASE OF EAST ANATOLIA REGION

**ABSTRACT:** Turkey has an important potential in terms of the number of sheep and goat. Despite the current pasture and grassland potential of Turkey is suitable for sheep and goat farming, this potential has not been utilized efficiently. The data of study were obtained from 273 face to face interviews with farmers who have been given up sheep farming in Eastern Anatolia Region. The study aimed to determine the reasons of quitting sheep and goat farming by using Simple Ranking Method. The result of analysis showed that low income of farming and the shortage of shepherd are the main reasons of quitting sheep and goat farming. In order to eliminate these reasons, a certain amount of subsidy per animal head should be given for supporting raising and breeding purpose. This type of livestock farming should be encouraged in order to avoid the destruction of pasture land animals.

**Keywords:** Sheep and goat farming, Simple Ranking, East Anatolia, rangeland

## 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesi için olmazsa olmaz olan hayvansal proteinin, ucuz ve erişilebilir olması, toplumların dengeli ve yeterli beslenmeleri açısından önemlidir. Bu nedenle, Türkiye'nin coğrafik yapısı ve geniş meraları göz önüne alındığında, ucuz maliyetli ve kaliteli hayvancılık için önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Özellikle koyun ve keçi yetiştiriciliği, ülkede yapılabilecek en ucuz maliyetli hayvancılıktır. Koyun, meradan en iyi şekilde yararlanabilen, merayı en iyi şekilde değerlendiren, yılın her döneminde merayı kullanabilen bir hayvandır. Bunun yanında, ülkedeki meraların büyük çoğunluğu düşük verimli olup, küçükbaş hayvancılık açısından daha uygundur (Alkan, 2010).

Türkiye küçükbaş hayvan sayısı bakımından önemli bir potansiyele sahipken bu potansiyelini her geçen gün kaybetmektedir. 1990'lı yıllarda 51 530 000 adet küçükbaş var iken 2009 yılında bu sayı %47.8'lik azalmayla 26 877 000 adete düşmüştür.

Türkiye'de hayvancılığın yoğun şekilde yapıldığı bölgelerin başında Doğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Bölge, Türkiye'deki küçükbaş hayvan varlığının %34.3'üne sahiptir. Mevcut çayır ve mera varlığı bakımından da Türkiye'nin başta gelen bölgesidir (Aksoy, 2008). Bölgede hayvancılık daha çok büyük oranda düşük verimli yerli ırklardan oluşan, ağırlıklı olarak meraya dayalı besleme koşulları ve sınırlı girdi kullanan bir yapıya sahiptir

(Ertuğrul ve ark., 2010). Zaten zayıf bir yapıya sahip olan küçükbaş sektörü, kamu desteklemelerinde tamamen göz ardı edilmesi, kentlere yoğun göç, işletme sayısında ve genç nüfustaki azalma, pazar koşullarının yetiştirici aleyhine oluşması, küçükbaş ürünlerine olan talepte gerileme, çoban masrafının yüksekliği yanında nitelikli çoban bulmadaki güçlükler, girdi maliyetlerindeki artışlar ve benzeri nedenlerden dolayı her geçen gün yok olmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; Doğu Anadolu Bölgesi'nde küçükbaş yetiştiriciliği yapmış olan fakat değişik sayısız sebeplerle sektörü terk etmiş çiftçilerle görüşerek sektörden ayrılma nedenlerini basit sıralama yöntemiyle önem sırasına göre ortaya koymak amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışma materyali, Doğu Anadolu Bölgesi'nde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakan işletmelerle 2007 yılı Mayıs-Haziran ayları arasında Erzurum, Ağrı, Van ve Elazığ illerinde yapılan anket çalışması sonucu elde edilmiştir.

Araştırmanın anket sayısı Oransal Örnekleme Yöntemi ile tespit edilmiştir. Sonlu bir popülasyon için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına göre örnek hacmi aşağıdaki formüldeki gibidir. P değeri popülasyon içerisinde belli bir özelliğe sahip parçaların sayıdır. P değeri daha

önceki araştırmalardan elde edilebileceği gibi sezgisel olarak da tahmin edilebilir. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için  $P=0.5$  alınmalıdır.  $P$ 'nin  $0.5$ 'ten daha az veya daha yüksek değerleri örnek hacmini düşürür. O nedenle  $P$ 'nin bilinmediği durumlarda maksimum örnek hacmiyle çalışmak olası hatayı azaltacağından  $P=0.5$  alınmalıdır (Miran, 2003).

$$n = \frac{N * p * (1-p)}{(N-1) * \sigma_p^2 + p * (1-p)}$$

Formülde;

$n$  : Örnek büyüklüğü,

$N$  : Popülasyondaki işletme sayısı,

$\sigma_p^2$  : Oranın varyansı,

$r$  : Ortalamadan sapma (%5)

$p$  : Küçükbaş yetiştiriciliğinden vazgeçen işletmelerin popülasyondaki oranını göstermektedir.

$$\sigma_p^2 = \frac{r}{z_{\alpha/2}}$$

$$\sigma_p^2 = \frac{0.057}{1.645} = 0.0346$$

$$n = \frac{3613 * 0.5 * 0.5}{3613 * (0.0346)^2 + 0.5 * 0.5} = 273$$

%95 güven aralığında ve ortalamadan %5 sapma ile anket sayısı 273 olarak tespit edilmiştir.

## 2.2. Metot

Araştırmada Doğu Anadolu Bölgesi'nde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden vazgeçmeleri ile ilgili 6 adet neden sunulmuştur. Bu nedenler "çoban yok", "gelir düşük", "göç", "pazar problemi", "hastalık nedeniyle kayıplar" ve "terör" şeklinde sıralanabilir.

Amaç sıralama yöntemleri tarım alanında (Basarir, 2002; Basarir ve Gillespie 2007; Günden ve Miran, 2007; Tümer, 2011), oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Amaçları önem derecelerine göre sıralamak için Basit Eşli Karşılaştırma Yöntemi, Sayısal Büyüklük Tahmin Yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Eşli Karşılaştırma Yöntemi ve Basit Sıralama Yöntemi kullanılmaktadır (Tümer ve ark., 2011). Bu çalışmada, Basit Sıralama Yöntemi ile çiftçilerin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakmalarına sebep olan 6 adet neden sıralanmıştır. Bunun için çiftçilerin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden vazgeçme nedenleri basit olarak en önemliden, en az önemliye doğru sıralamaları istenmiştir. Çiftçiler ilk sırada en önemli nedene yer verirken en son sırada altıncı nedene yer vermektedirler. Sıralamada çiftçiler en önemli nedene 1 derken, son sırada önemli olan nedene 6 demişlerdir. Sıralamada çiftçilerden iki veya daha fazla nedene aynı sıra numarasını vermemeleri istenmektedir. Böylece nedenler arasında çiftçilerin kararlı davranış sergilemesi sağlanmaktadır.

Anket çalışmasından elde edilen bu verilere nonparametrik testlerden Friedman ve Kendall's W testi uygulanmıştır (Basarir, 2002; Basarir ve Gillespie, 2003). Friedman Testi kullanılarak, bir bloktaki amaçların eşit önemli olup olmadıkları

belirlenmektedir. Burada her blok, bir çiftçinin tercihlerine göre neden sıralamasıdır. Bu çalışmada 6 adet neden dikkate alınmıştır. Her satır 6 adet değer içermektedir ve bunlar bir çiftçiden alınan bilgilerle belirlenen 6 adet nedenin ağırlıklarıdır. Friedman testinin hipotezleri:

$H_0$ : Çiftçilerin hayvancılığı bırakma nedenlerine verdikleri öncelikler arasında fark yoktur,

$H_1$ : Çiftçiler en az bir nedeni diğerlerine tercih etmektedirler.

Kendall's W istatistiği, genellikle Kendall's uyum katsayısı yerine kullanılmaktadır. Friedman testinin uygulandığı durumlarda kullanılabilir. Kendall's W testinin temel amacı, blok içerisinde sıralamadaki uyumu ölçmektir. Bu test, Friedman testinin basit bir değişikliğe uğramış halidir. Kendall's W testinin aldığı 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 ve 0.9 değerlerine bakılarak uyumun sırasıyla, çok zayıf, zayıf, orta düzeyde, güçlü ve kesinlikle güçlü olduğunu söylemek mümkündür (Günden ve Miran, 2007).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu Anadolu Bölgesi'ni temsil eden Erzurum, Ağrı, Bingöl ve Van illerinde yapılan çiftçilerin yaşlarının 18 ile 85 yıl arasında değiştiği, ortalama yaşın ise 48 yıl olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Ailedeki fert sayısının ortalama 7 kişi olduğu tespit edilmiştir. Bölgedeki eğitim seviyesi ilköğretim olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin ortalama 11.64 BBHB büyükbaş ve her bir işletmenin ortalama 82.33 da araziye sahip oldukları görülmektedir.

Çalışmada, "gelir düşüklüğü" faktörünün çiftçilerin küçükbaş yetiştiriciliğini bırakmalarında en önemli neden olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Daha sonra sırasıyla; "çoban yokluğu", "göç", "pazar problemi", "hastalık nedeniyle kayıplar" ve "terör" faktörlerinin küçükbaş yetiştiriciliğinden vazgeçme nedenleri olarak görülmektedir. Yetişir ve Dağ (2011), küçükbaş yetiştiriciliğinin sorunları ile ilgili yaptıkları çalışmalarında; çoban yokluğunu ve genç nüfusun köylerden göç ettiğini ve hastalıklarla kaybın fazla olduğu sonucunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Çiftçilerin temel özellikleri

	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sp.
Yaş (yıl)	18	85	47.98	14.05
Ailedeki fert sayısı (kişi)	2	20	7.04	2.86
Eğitim (okuryazar değil:1, okur yazar:2, İlk okul:3, orta okul:4, Lise:5, Üniversite:6)	1	6	3.12	1.00
Büyükbaş hayvan sayısı (BBHB)	1	125	11.64	14.16
Arazi miktarı (da)	0	1400	82.33	126.45

Araştırmada, illere göre bırakma nedenlerine bakıldığında; “terör” faktörü Van ilinde beşinci sırada önemli iken diğer illerde son sırada yer almaktadır. İllerin hepsinde “gelir düşüklüğü” faktörü küçükbaş yetiştiriciliğini bırakmanın en önemli nedeni olarak görülmektedir. Erzurum ilinde; “pazar problemi” faktörü “hastalık nedeniyle kayıplar” faktöründen önce gelirken diğer illerde tersi durum söz konusudur.

Çiftçilerin küçükbaş yetiştiriciliğini bırakmalarında etkili olan nedenler arasında fark olup olmadığı Friedman testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Friedman testi istatistikî açıdan ( $p < 0.001$ ) anlamlı bulunmuştur. Friedman testi ile çiftçilerin küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedenlerinden en az birini diğerine tercih ettiği belirlenmiştir. Kendall’s W değeri 0.413 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç ile çiftçiler arasındaki uyumun orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Çiftçilerin illere göre küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedenleri (önem sırasına göre ortalamalar)\*

İller	Çoban yok	Gelir düşük	Göç	Pazar problemi	Hasta- lıklar	Terör
Erzurum	2.32	2.05	2.95	3.74	3.98	6.00
Ağrı	2.70	1.75	3.27	3.70	3.62	6.00
Bingöl	3.32	1.32	3.32	3.55	3.50	6.00
Van	3.12	1.80	3.14	3.83	4.80	4.33
Toplam	2.85	1.80	3.15	3.75	4.18	5.31

\*Friedman testi  $P < 0.001$  için anlamlıdır

\*Kendall’s W = 0.413

Genç çiftçiler küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedeni olarak gelir düşüklüğüne daha fazla önem (1.39) vermektedirler (Çizelge 3). 35 yaş ve altı çiftçiler küçükbaş yetiştiriciliğini bırakmalarında en önemli ikinci nedeni olarak “pazar problemi”ni (2.95) gösterirken 56 yaş ve üzeri çiftçiler ise en önemli ikinci neden olarak “çoban yokluğu”nu göstermektedirler. Pazar problemini ise 4. neden olarak göstermektedirler.

Çizelge 3. Yaş gruplarına göre küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedenleri (önem sırasına göre ortalamalar)

Yaş grupları (yıl)	Çoban Yok	Gelir Düşük	Göç	Pazar Problemi	Hasta- lıklar	Terör
<-35	3.60	1.39	3.63	2.95	3.97	5.53
36-45	2.98	1.77	3.48	3.85	4.06	4.90
46-55	2.66	1.94	2.98	3.89	4.09	5.45
56->	2.34	2.03	2.64	4.10	4.48	5.45
Toplam	2.85	1.80	3.15	3.75	4.18	5.31

Çizelge 4 incelendiğinde, büyükbaş hayvan sayısı ne olursa olsun “gelir düşüklüğü” faktörü en önemli neden olarak gösterilmektedir. Hayvan sayısı 5 BBHB’nin altında olan çiftçilerin küçükbaş yetiştiriciliğini bırakmalarında en önemli ikinci ve diğer nedenler sırasıyla “göç”, “çoban yokluğu”,

“pazar problemi”, “hastalık nedeniyle kayıplar” ve “terör” olarak tespit edilmiştir. Büyükbaş hayvan sayısı 6 BBHB ve üzerinde olan çiftçiler için en önemli ikinci neden ise “çoban yokluğu’dur.

“Çoban yokluğu” faktörü küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedeni olarak ikinci sırada yer almasına rağmen arazi miktarı 101 da ve üzerindeki çiftçiler için (2.56) 100 da ve altındaki çiftçi gruplarına göre daha önemlidir. “Hastalık nedeniyle kayıplar” faktörü ise 51 da ve üzerindeki çiftçiler için daha önemli neden iken, 50 da altındaki çiftçiler için daha az öneme sahiptir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Büyükbaş hayvan sayılarına göre küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedenleri (önem sırasına göre ortalamalar)

Hayvan sayıları (BBHB)	Çoban Yok	Gelir Düşük	Göç	Pazar Problemi	Hasta- lıklar	Terör
<-5	3.04	1.74	2.90	3.79	4.60	4.95
6-10	2.91	1.62	3.30	3.82	4.11	5.30
11-20	2.50	1.85	3.22	3.55	4.18	5.75
>-21	2.86	1.97	3.27	3.81	3.74	5.34
Toplam	2.85	1.80	3.16	3.75	4.18	5.31

Çizelge 5. Çiftçilerin sahip oldukları arazi miktarına göre küçükbaş yetiştiriciliğini bırakma nedenleri (önem sırasına göre ortalamalar)

Arazi Miktarı (da)	Çoban Yok	Gelir Düşük	Göç	Pazar Problemi	Hasta- lıklar	Terör
<-20	3.01	1.79	3.24	3.81	4.50	4.71
21-50	2.90	1.79	3.09	3.45	4.43	5.36
51-100	2.83	1.58	3.21	3.83	3.89	5.66
>-101	2.56	2.02	3.03	3.87	3.67	5.89
Toplam	2.85	1.80	3.15	3.75	4.18	5.31

Türkiye’nin mevcut mera varlığı ve kalitesi incelendiğinde küçükbaş yetiştiriciliğine uygun olduğu görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı dönemde küçükbaş yetiştiriciliğinin ilkel şartlarda yapılması, hayvanların para etmemesi, göç nedeniyle genç nüfusun köylerden ayrılması, genç nüfusun olmaması sonucu çoban bulunamaması, hastalılar nedeniyle kayıplar, küçükbaş ile ilgili desteklerin olmayışı ve özellikle Van ilinde güvenlik nedeniyle köylerin boşaltılması küçükbaş hayvan sayısının azalmasında ve küçükbaş yetiştiriciliğinden vazgeçilmesinde önemli rol oynamıştır.

Çiftçilerin yaşı, arazi miktarı ve hayvan sayıları dikkate alındığında bütün gruplar için “gelir düşüklüğü” faktörü en önemli problem olarak gösterilmektedir. Bu problemi ikinci sırada “çoban yokluğu” izlemekte olup bunun altında yatan temel nedenlerden birisi ise bölgede genç nüfusun geçimini sağlayabilecek gelir elde edememesi sonucu bölgeden göç etmiş olması gösterilebilir.



Yukarıda sayılan nedenler mera hayvancılığının yoğun yapıldığı bölgede Doğu Anadolu Bölgesinde küçükbaş yetiştiriciliğinin neredeyse yok olmasına neden olmuştur. Ayrıca yeni neslin aylarca meralarda yaşamak yerine geçici işlerden daha fazla gelir elde etme yolunu tercih etmiş olmaları da küçükbaş yetiştiriciliğinin önemini kaybetmesinde etkili olmuştur.

Günümüzde kırmızı et ihtiyacının bir bölümü ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bunun yerine meralardan her mevsim yararlanabilen küçükbaş yetiştiriciliğini teşvik edecek tedbirleri alarak kırmızı et ihtiyacını karşılama yoluna gitmek daha doğru olacaktır. Politika yapımcıları hayvancılık politikalarını yaparken diğer dünya ülkeleriyle rekabet edebileceğimiz küçükbaş yetiştiriciliğini özendirmek amacıyla politikalar oluşturmalarıdır. Özellikle genç nüfusun bölgeden göç etmesini önlemek amacıyla küçükbaş sektörünü karlı hale getirmenin yolları aranmalıdır.

Avrupa Birliği'nde koyun veya kuzu başına önemli destekler verilmektedir. Bu destekler Türkiye'de de verilmelidir. Kuzu ve oğlak üretimini artırmaya yönelik olarak, yavru desteği ve dişi materyal içinde ayrıca destek verilmelidir. Türkiye'de küçükbaş yetiştiriciliği daha çok yaylada göçer olarak yapılmaktadır. Bu kültürün devam ettirilmesi için yapıcı tedbirler alınmalıdır.

#### 4. KAYNAKLAR

- Aksoy, A., 2008. Doğu Anadolu Hayvancılığının Avrupa Birliğine Uyumu ve Rekabet Edebilirliğinin Analizi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Alkan, M., 2010. Küçükbaş hayvancılığın acı sonu, <http://www.ciftlikdergisi.com.tr/ciftlikdergisi/hayvancilik/kumes-hayvanciligi>, [Ulaşım:07 Temmuz 2011].
- Basarir, A. 2002. Multidimensional Goals of Farmers in the Beef Cattle and Dairy Industries. PhD Dissertation, Louisiana State University, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Louisiana.
- Basarir, A., Gillespie, M.J. 2003. Goals of Beef Cattle and Dairy Producers: A Comparison of the Fuzzy Pair-Wise Method and Simple Ranking Procedure. Selected Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Mobile, AL February 1-5.
- Basarir, A., Gillespie, M.J. 2007. Eliciting Farmers' Goal Hierarchies: Comparing the Fuzzy Pair-Wise Method with the Simple Ranking Procedure. In. J. of Agric. and Biol., 1560-8530/09-2:257-263.
- Ertuğrul, M., Savaş, T., Dellal G., Taşkın T., Koyuncu, M., Cengiz, F., Dağ, B., Koncagül, S., Pehlivan, E. 2010. Türkiye'de Küçükbaş Hayvancılığın İyileştirilmesi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, Ankara.
- Günden, C., Miran, B. 2007. Bulanık Eşli Karşılaştırma Yöntemiyle Çiftçilerin Amaç Hiyerarşisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg., 20(2):183-191.
- Miran, B. 2003. Temel İstatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Tümer, E.İ. 2011. Erzurum, Erzincan ve Bayburt İllerinde (TRA I Bölgesi) Çiftçilerin Riske Karşı Tutumları ve Olası Sigorta Primlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Tümer, E.İ., Birinci, A., Yıldırım, Ç. 2011. Ambalajlı Su Satın Alma Amaçlarının Basit Sıralama Yöntemi ile Belirlenmesi: Ankara İli Keçiören İlçesi Örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42(1): 129-135.
- Yetişir, R., Dağ, B. 2011. Konya'da Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği; Sorunları ve Çözüm Önerileri, [http://www.ziraat.selcuk.edu.tr/ryetisir/TB\\_TPGT\\_Konya\\_ada\\_K%C3%BC%C3%A7%C3%BCkbas\\_Hay\\_Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Finin\\_sorunlar%C4%B1.pdf](http://www.ziraat.selcuk.edu.tr/ryetisir/TB_TPGT_Konya_ada_K%C3%BC%C3%A7%C3%BCkbas_Hay_Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Finin_sorunlar%C4%B1.pdf) [Ulaşım:07 Temmuz 2011].

## YAPAY BİR MERADA OTLATMANIN BİTKİ ÖRTÜSÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Müjde ÇETİNER<sup>1</sup>

Ahmet GÖKKUŞ<sup>2</sup>

Mehmet PARLAK<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki- Çanakkale  
\*mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi : 20.04.2011

Kabul Tarihi : 31.01.2012

**ÖZET:** Mera Kanunu yürürlüğe girdikten sonra kayıtlarda mera olarak görülmesine rağmen tarla olarak kullanılan alanlar yeniden meraya dönüştürülmektedir. Bu şekilde tesis edilen Çanakkale ili Biga ilçesi Hacıpehlivan köyü merasına 2004 yılı sonbaharında yonca, gazal boynuzu, çok yıllık çim ve kılıksız bromdan oluşan yem bitkileri karışımı ekilmiştir. Deneme bu yapay merada iki yıl (2006-2007) süreyle yürütülmüştür. Araştırmada meranın kuru ot üretimi, yenen ot miktarı ve oranı, bitki bileşimi, otun besleme değerleri ile toprakların pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, toplam azot (N), alınabilir fosfor (P), değişebilir K, Ca ve Mg, hacim ağırlığı ve toplam porozite özellikleri ele alınmıştır. Her iki yılda da meranın toplam ot üretimi (449.1 ve 437.8 kg/da), buna bağlı olarak da ot tüketimi (431.4 ve 412.9 kg/da) yüksek bulunmuştur. Ot üretimi mevsime yayılmış olmakla beraber en yüksek üretim (ortalama 327.3 kg/da) ilkbaharda gerçekleşmiş, yazın ve sonbaharda daha az ot üretilmiştir (ortalama 64.5 ve 51.7 kg/da). İlkbahardan sonbahara kadar giderek azalan miktarlarda ot tüketilmiştir. Toplam üretilen otun yaklaşık % 95'i otlanmıştır. Meraya buğdaygıl ve baklagil yem bitkileri karışımı ekildiği için botanik bileşimin büyük kısmını bu iki familyaya ait türler oluşturmuştur. Ancak denemenin ikinci yılından itibaren ağır otlanmaya bağlı olarak çok yıllık çimde ciddi azalma olduğu için buğdaygıl oranı %76.8'den %59.7'ye inmiştir. Yaz ve sonbaharda azalan buğdaygıllerin bir kısmının yerini diğer familyalardan türler almıştır. Mera otu otlatma başı ve sonbaharda daha yüksek ham protein miktarına sahip olmuştur (ortalama 150.6 ve 141.1 g/kg). Ottaki NDF ve ADF miktarı otlatma başında az (ortalama 450.0 ve 379.8 g/kg), diğer zamanlarda yüksek bulunmuştur. İki yıllık otlatma sonucunda toprakların organik madde, toplam N, değişebilir K ve hacim ağırlığı artmış, alınabilir P, değişebilir Ca ve toplam porozite azalmıştır. pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve değişebilir Mg seviyeleri ise önemli oranda değişmemiştir. Sonuç olarak, yüksek üretim ve tüketim için uygun yerlerde yapay mera kurulması akılcı bir çözüm olarak görülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Yapay mera, ot üretimi, yenen ot, kimyasal kompozisyon, toprak.

## EFFECT OF GRAZING ON VEGETATION AND SOIL TRAITS OF AN ARTIFICIAL RANGELAND

**ABSTRACT:** After the rangeland law has been implemented, the areas used for field have been started to be converted to rangelands. A forage mixture of alfalfa, birdsfoot trefoil, perennial ryegrass, and smooth brome was sown in the rangeland of Hacıpehlivan village, Biga, Çanakkale in 2004 fall. Trial was carried out for two years (2006-2007) in this artificial pasture to determine dry forage production, the amount and ratio of forage consumed, botanical composition, nutritional composition of forage, soil pH, electrical conductivity (EC), organic matter, total nitrogen (N), available phosphorus (P), exchangeable K, Ca, Mg, bulk density and total porosity. Total forage production (449.1 and 437.8 kg/da) and forage consumption (431.4 and 412.9 kg/da) of the pasture were found to be high in both years. Although the forage production spread over seasons, the highest production with average 327.3 kg/da was observed in the spring, followed by summer and fall (average 64.5 and 51.7 kg/da, respectively). The amount of forage consumed decreased from spring to fall, and about 95% of the production was consumed. Botanical composition of the rangeland was composed of mostly grasses and legumes as the mixture of these species were sown. However, the ratio of the grasses decreased from 76.8 to 59.7% in the second year due to heavy grazing. Some of the grasses were replaced with the species in other families in summer and fall. The forage of rangeland contained high level of protein at the beginning of grazing and in fall (150.6 and 141.1 g/kg, respectively). NDF and ADF contents were low (450.0 and 379.8 g/kg, respectively) at the beginning of grazing and high at other times. At the end of two year grazing, organic matter, total N, exchangeable K and bulk density significantly increased in the soil, while available P, exchangeable Ca, and total porosity decreased. Soil pH, EC, and exchangeable Mg levels did not vary significantly. Consequently, establishing artificial pastures in suitable places seems reasonable for high production and consumption. However, heavy grazing may cause big losses in the species sown and increase low quality species. Chemical and physical properties of the soil could be improved in the artificial pasture soils in spite of the heavy grazing.

**Key Words:** Artificial rangeland, forage production, forage consumed, chemical composition, soil.

### 1. GİRİŞ

Hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemin sağlandığı kaynakların en başında meralar gelmektedir. Örneğin dünyada evcil hayvanların kaba yem ihtiyacının yaklaşık % 70'inin meralardan karşılandığı tahmin edilmektedir (Brown ve Thorpe, 2008). Ülkemizde ise bu oranın % 28.6 olduğu

hesaplanmıştır (Gökkuş, 1994). Bunun yanında uzun yıllar devam eden erken ve aşırı otlatma ile ıslah ve bakım işlerinin yapılmaması, kullanıcılara belli bir yetki ve yükümlülük getirilememesi nedeniyle meraların bitki örtüsü büyük oranda bozulmuş ve ot verimleri azalmıştır (Gökkuş ve Koç, 2001). Bu bozulma sonucunda bitki örtüsünün toprak koruyucu niteliği de zayıflamıştır. Toprağı en iyi koruyan

bitkiler çoğu zaman en iyi yem bitkileri arasında yer aldığı için toprağın bu koruyucu örtüsü öncelikli olarak zarar görmektedir. Otlatmanın uzun yıllar devam etmesi sonucunda bu bitkiler alandan çekilerek yerine toprak koruma niteliği olmayan veya daha az olan bitkiler gelmekte ya da arazi yer yer çıplaklaşmaktadır (Dormaar ve Willms, 1992).

Ülkemizde meralar köy orta malı oldukları için genellikle yoğun kullanıma maruz bırakılmış, bakım ve iyileştirmeye yönelik uygulamalar yapılmamıştır. Bunun sonucunda bir kısım meralar tamamen ürün alınmaz, bir kısmı da zayıflayarak yeterli ve kaliteli ot üretmez hale gelmiştir. Nitekim 1980'den sonra genelde üretimin yapılamadığı diğer arazilerin oranı %8.6'dan %21.6'ya çıkarken, çayır-mera alanlarının oranının %28.2'den %18.9'a inmesi (TÜİK, 2010) bu durumu doğrulamaktadır. Meralardan yeterince nitelikli yem üretilmemesi ve yem bitkileri üretiminin de azlığı, hayvanlarımızın toplam tükettiği kaba yemin 2/3'ünün sap saman gibi nitelsiz yemlerden oluşmasına sebep olmuştur (Gökkuş, 1994).

Meralarımızın özel mülkiyette olmaması, zaman zaman nispeten düz ve köye yakın kısımların köy adına kiralanarak tarla olarak kullanılmasına da yol açmıştır. Bu şekilde bitki örtüleri tamamen tahrip olmuş (özellikle sürülüp terk edilmiş) meralarda kısa sürede yeterli ve nitelikli yem üretebilmek için yeniden mera tesisi uygun bir tercihtir (Vallentine, 1989; Altın ve ark., 2005a). Ancak böyle masraflı bir uygulamada, ıslah sonrası yapılan otlatmanın belirli zaman dilimi içerisinde bitki örtüsü ve toprağa olan etkilerinin takip edilmesi meraların kullanılması sonucundaki değişimini ortaya koymak açısından önemli bir husustur. Zira mera ıslahında başarı, ot verimi ve kalitesindeki artış kadar, hatta ondan daha çok, ıslah edilen bitki örtülerinin devamlılığıdır.

Meraların otlatılmasında yönetim ilkelerine uymak, kuşkusuz bitki örtülerinin devamlılığı ve veriminin korunması açısından önemlidir. Buna rağmen her yıl bitki bileşiminde fark edilebilecek kadar değişim gözlemlenir. Çünkü ekilen türler içerisinde özellikle çok yıllık çim, tarla şartlarında bile dört yıl yaşayabilmektedir (Serin ve Tan, 1998). Bu süre sonunda ister istemez bitki örtüsünden çekilerek yerine diğer yabancı (yerleşik) türler yerleşecektir. Münavebeli otlatma şartlarında yonca 2-3 yıldan daha uzun bir zaman diliminde botanik kompozisyondaki varlığını koruyabilmektedir (Van Keuren ve Matches, 1988). Yeniden kurulan meranın tür bileşimindeki değişim meranın verimini ve ot kalitesini etkileyecektir. Mera toprakları da otlatmadan etkilenmektedir. Özellikle topraklar nemliyen yapılan otlatmalar, ciddi anlamda toprak sıkışmasına neden olmaktadır (Thurow, 1991). Bu durum hem kök gelişimini olumsuz etkilemekte hem de toprak ve su kayıplarına yol açmaktadır (Altın ve ark., 2011). Otlatma aynı zamanda toprakların bazı kimyasal özelliklerini de etkilemektedir. Örneğin ağır otlatma;

alınabilir N, P ve K miktarlarını azaltırken pH'yı etkilememektedir (Xie ve Wittig, 2004).

Yürürlükte olan 4243 sayılı Mera Yasası kapsamında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından her vilayette mera ıslahı ve yönetimi projeleri uygulanmaktadır. Ancak bu projelerde yapılan işlemler sonucunda meranın ulaştığı durum ve önerilen otlatma yönetiminin etkileri ayrıntılı olarak incelenmemektedir. Bu yüzden bu araştırmada, Çanakkale'de uygulanan Bakanlık projesinde, daha önce tarla olarak kullanılan, sonrasında yeniden mera tesis edilen alanda iki yıl süreyle yapılan otlatmanın bitki bileşimi, ot verimi, otun kimyasal bileşimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçların bundan sonra benzer ekolojilerdeki meralarda yapılacak çalışmalar için rehber olması hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme 2006 ve 2007 yıllarında Çanakkale'ye bağlı Biga ilçe merkezine yaklaşık 17 km uzaklıktaki Hacipehlivan köyünde yürütülmüştür. Araştırma merası köyün toplam 1500 da olan merasının 220 da'lık yeniden tesis edilen kısmında yürütülmüştür. Köyde yaklaşık 400 sığır, 55 keçi ve 40 koyun otlatılmaktadır.

Deneme alanı önceden tarla olarak kullanılmış, daha sonra yapay meraya dönüştürülmüştür. Dolayısıyla bitki örtüsünde özellikle çok yıllık çim olmak üzere ağırlıklı olarak ekilen türler yer almıştır. Ancak araştırmanın ikinci yılından itibaren ekilen türlerde ciddi oranda azalma meydana gelmiştir. Ekilen türler dışında bitki örtüsünde genelde *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Avena barbata*, *Bromus arvensis*, *Bromus sterilis*, *Anagallis arvensis*, *Crepis zacintha*, *Picnomon acarna*, *Torilis arvensis*, *Veronica arvensis*, *Galium heldreichii*, *Scolymus hispanicus* ve *Medicago minima* gibi türlere rastlanmıştır.

Deneme merasına 4 Aralık 2004 tarihinde yonca (*Medicago sativa* L.)'nın Plato (% 20), gazalboynuzu (*Lotus corniculatus* L.)'nun G.S. Gabriele (% 20), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'nin Verdi (% 30) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* Leyss.)'un Lufa (% 30) çeşidinden oluşan dörtlü yem bitkisi karışımı ekilmiştir. Kılçıksız brom düzenli çıkış yapmamıştır.

Meraya 2005 yılı sonbaharında dekara üçer kg N, P ve K olacak şekilde 15-15-15 kompoze gübre ile 2007 yılı ilkbaharında ise 3.3 kg N/da (amonyum nitrat) verilmiştir.

Çanakkale ilinin 2006 ve 2007 yılları ortalama sıcaklık verilerine göre; 2006 yılında gerçekleşen en düşük ortalama sıcaklık 3.1°C ile ocak ayında ve en yüksek ortalama sıcaklık 26.4°C ile ağustos ayında görülmüştür. 2007 yılında ise en düşük ortalama sıcaklık 6.8°C ile aralık ayında ve en yüksek ortalama sıcaklık 26.9°C ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. 2007 yılı sıcaklıklarının ortalaması 16°C ve 2006 yılı

sıcaklıklarının ortalaması ise 14.8°C olmuştur (Anonim, 2008).

Çanakkale ilinin 2006 ve 2007 yılları yağış verilerine göre; 2006 yılında en yağışlı ay 124.0 mm ile mart ve en kurak ay 1.2 mm ile ağustos ayı olmuştur. 2007 yılında ise en yağışlı ay 151.5 mm yağış miktarı ile mart ve en kurak ay hiç yağış almadan temmuz ayı olmuştur. 2007 yılı 2006 yılına göre daha yağışlı geçmiştir. İlde 2006 yılında gerçekleşen toplam yağış miktarı 482.9 mm, 2007 yılında ise 587.8 mm olmuştur. Her iki yılda da yağış toplamları, uzun yıllar ortalaması olan 615.5 değerine göre düşük bulunmuştur. 2006 yılında toplam yağışın dağılımı kış mevsiminde % 33.86, ilkbaharda % 29.92, yazın % 6.71 ve sonbaharda % 29.51 şeklindedir. Denemenin ikinci yılında ise sırası ile bu oranlar % 22.58, % 36.46, % 6.00 ve % 34.96 olmuştur (Anonim, 2008).

Otlatmaya başlamadan önce meraya 30 adet kafes (1 m x 1 m x 1 m ebatlarında) yerleştirilmiştir. Her otlatma dönemi sonunda kafes içi ve alan itibarıyla aynı miktarda kafes dışından bitki örnekleri alınmıştır. Bunun için birer m<sup>2</sup>'lik alanlar toprağa yakın mesafeden biçilmiştir. Her biçimden sonra kafeslerin yerleri değiştirilmiştir.

Deneme alanı otlatma mevsimi içerisinde üçer kez otlatılmıştır. Bitkilerin ortalama ot katı yüksekliği yaklaşık 25-30 cm'ye ulaştığında merada otlatmaya başlanmış, yaklaşık 5-6 cm anız kalana kadar devam edilmiştir (Sandage, 1999; Henning ve ark., 2000). Ancak son otlatmada köylüler tarafından daha yoğun otlatma yapılmıştır. Buna göre 2006 yılında ilk otlatma 21 Nisan - 4 Mayıs, ikinci otlatma 25 Mayıs - 12 Haziran ve üçüncü otlatma 15 Ekim - 27 Kasım tarihleri, ikinci yılda ise birinci otlatma 20 Nisan - 3 Mayıs, ikinci otlatma 20 Mayıs - 12 Haziran ve üçüncü otlatma 26 Ekim - 25 Kasım tarihleri arasında yapılmıştır. Hayvanların meraya çıkışları ile her otlatma döneminin sonunda meradan ot örnekleri alınmıştır. Ancak 2007'de ikinci ve üçüncü otlatmalarda kafes içlerinin bir kısmı otlatıldığı için eksik veri alınmıştır. Bu nedenle 2007'nin ilk otlatmasında 30'ar, diğerlerinde ise 10'ar kafes örneği üzerinden istatistikî değerlendirme yapılmıştır.

Denemede aşağıda alt başlıklar halinde belirtilen özellikler incelenmiş ve bu incelemede Cook ve Stubbendieck (1986) ve Gökkuş ve ark. (1995)'nin kullandıkları yöntemler esas alınmıştır.

### **2.1. Ot Verimi**

Otlatma başı ve her otlatma sonunda kafes içlerindeki otlar dipten biçilerek bez torbalara konmuş, kurutulmuş ve tartılarak kuru ot verimleri hesaplanmıştır. Toplam kuru ot verimini bulmak için ise, merada kafes içleri biçilirken, hemen kafeslerin yanından (hayvanların otladığı kısım olan kafes dışı) aynı sayıda ve aynı büyüklükteki alan da biçilmiştir. Bu kısımlar kafes dışı verimi olarak nitelendirilmiştir.

Bu örneklerden yararlanılarak meranın toplam verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Toplam kuru ot verimi =  $Kİ1 + (Kİ2 - KD1) + (Kİ3 - KD2)$

Burada; Kİ1: İlk otlatma sonu kafes içi verimi,

Kİ2: İkinci otlatma sonu kafes içi verimi,

Kİ3: Üçüncü otlatma sonu kafes içi verimi,

KD1: İlk otlatma sonu kafes dışının verimi,

KD2: İkinci otlatma sonu kafes dışının verimidir.

### **2.2. Yenen Ot Miktarı Ve Oranı**

Kafes içi ile kafes dışı verimlerinin farkı yenen ot miktarını vermektedir. Toplam olarak meradan tüketilen ot miktarı aşağıdaki şekilde bulunmuştur.

Toplam yenen ot miktarı =  $(Kİ1 - KD1) + (Kİ2 - KD2) + (Kİ3 - KD3)$

Kİ1 - KD1 = Birinci biçim sonu yenen ot miktarı

Kİ2 - KD2 = İkinci biçim sonu yenen ot miktarı

Kİ3 - KD3 = Üçüncü biçim sonu yenen ot miktarı

Toplam ot verimi ile yenen ot miktarı oranlanarak suretiyle de yenen ot oranı (%) hesaplanmıştır.

### **2.3. Otun Kimyasal Bileşimi**

Alınan ot örneklerindeki ham protein oranları kjeldahl yöntemine (Bremner, 1982) göre, NDF ve ADF oranları Ünal (2005) tarafından da tavsiye edildiği gibi, monokromatör NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) aleti (Unity Scientific Spectrstar 2400 modeli) ile belirlenmiştir.

### **2.4. Toprak Özellikleri**

Mera topraklarının özelliklerini ve deneme süresince değişimini ortaya koymak için meradan 2006 yılı otlatma başı ile 2007 yılı otlatma mevsiminin sonunda bozulmuş (0-10 cm) ve bozulmamış toprak örnekleri (0-5 ve 5-10 cm) alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı ve porozite Blake ve Hartge (1986) yöntemleriyle, bozulmuş toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) tarafından önerilen yöntemle, değişebilir Ca, Mg ve K Sumner ve Miller (1996) yöntemiyle, organik madde Nelson ve Sommers (1996) yöntemiyle, yarayıslı fosfor Olsen ve ark. (1954) yöntemiyle ve toplam azot ise Bremner (1982) yöntemiyle bulunmuştur.

### **2.5. Verilerin Değerlendirilmesi**

Araştırmada bitki örneklerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Tekrarlanan Ölçümlü Deneme düzeninde varyans analizi tekniğinden yararlanılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Söz konusu istatistik analizlerinin yapılmasında SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır (Winer ve ark., 1991).

Toprak özellikleri bakımından otlama başlangıcı ve sonu arasındaki farkın karşılaştırılması eş yapma t testi ve Wilcoxon- Sign testi ile yapılmıştır. Organik değişebilir Mg normal dağılım göstermediği için Wilcoxon-Sign testi ile değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Kuru Ot Üretimi

Meranın üç döneminin toplam kuru ot verimi ilk yılda 449.1 kg/da, ikinci yılda ise 437.8 kg/da olarak belirlenmiştir. Üretimin büyük kısmı (ilk yıl %64.2'si, ikinci yıl %83.7'si) ilkbahar başında gerçekleşmiştir. Yaz başı (ilk yıl %19.6, ikinci yıl %9.3) ve sonbaharda (ilk yıl %16.2, ikinci yıl %7.0) üretim ilkbahar başına göre oldukça azdır (Çizelge 1).

Araştırmadan elde edilen verilere göre, kuru ot verimleri arasındaki farklılıklar otlama zamanları arasında önemli çıkmıştır ( $p < 0.000$ ). Verimler ilk otlamanın sonunda (mayıs ortası) en yüksek değerine yükselmiş, ikinci ve üçüncü otlama dönemlerinde (haziran ortası ve kasım sonu) ise giderek azalmıştır (Çizelge 1).

Botanik kompozisyonunun çoğunluğunu oluşturan türler, ekilen serin iklim yem bitkilerinden meydana gelmiştir. Yine meradaki diğer türler de serin iklim bitkilerinden oluşmuştur. Serin iklim bitkileri gelişmelerini yılın serin dönemlerinde yaptıkları (Soya ve ark., 2004) için yıl içerisinde en yüksek üretime ilkbaharda ulaşmaktadırlar. Başlangıçta serin giden toprak ve hava Mayıs ortasına rastlayan ilk otlamanın sonunda iyice ısınarak serin iklim bitkilerinin gelişmesi için uygun hale gelmiştir. Toprakta yeterince nem de bulunduğundan ilk otlama döneminde ot verimi en üst seviyesine varmıştır. İkinci otlama zamanı Haziran sonuna rastlamaktadır. Bu ayda havalar iyice ısınmakta ve kuraklık etkisi başlamaktadır. Bu durum mera bitkilerinin yeniden gelişmesini sınırlamaktadır. Zira serin iklim yem bitkileri en iyi büyümelerini 20°C civarındaki sıcaklıklarda yapmaktadırlar (Miller, 1984). Günlük sıcaklıkların (özellikle gündüz sıcaklıklarının) bu dereceyi aşması halinde serin iklim bitkilerinde enzim etkinliğinin azalması, reaksiyon oranlarında dengesizlik ve sentez faaliyetlerinde azalma meydana geldiği için büyüme yavaşlamaktadır (McCloud ve Bula, 1985). Buna bağlı olarak yaz sıcaklarının başladığı tarihe denk gelen ikinci otlama sonundaki verimler daha düşük çıkmıştır. Ayrıca ilk otlamada bitkilerin üretim aksamlarını önemli ölçüde kaybetmiş olmaları da ikinci otlamadaki verimin düşük olmasının diğer bir sebebi olabilir.

Serin iklim bitkileri yıl içinde ikinci en iyi gelişmesini sonbaharda yaptıkları bildirilmiştir (Soya ve ark., 2004). Ancak bu mevsimdeki büyüme yağışlara bağlıdır. Çünkü bitki gelişmesi için yalnızca sıcaklıkların uygun hale gelmesi (aşırı sıcaklıkların düşmesi) yetmez, aynı zamanda toprak neminin de yeterli olması gerekir. Oysa sonbahar öncesinde yılın

madde, toplam N, alınabilir P, değişebilir K, hacim ağırlığı ve toplam porozite normal dağılım gösterdiği için eş yapma t testi; pH, EC, değişebilir Ca ve en kurak mevsimi olan yazın topraklar ciddi boyutta kurduğu için, genelde ilkbahara göre daha düşük olan sonbahar yağışları, bitkilerin ilbahardaki kadar gelişmelerini sağlayacak miktarlardan yoksun olmuştur. Bu sebeplerle kasım sonundaki son otlamada ot verimleri diğer dönemlere göre daha düşük olmuştur.

#### 3.2. Yenen Ot Miktarı Ve Oranı

Merada otlayan hayvanların tükettikleri ot miktarları otlama zamanlarına göre önemli farklılık göstermiştir. İki yılda da en yüksek ot tüketimi, en fazla üretimin yapıldığı otlama zamanında gerçekleşmiştir. Otlayan hayvanlar 2006'da ilk iki otlamada son otlamaya göre daha çok ot tüketirken, 2007'de ilk otlamadaki yenen ot miktarı diğer otlamalardan daha yüksek olmuştur. Üç otlama döneminin toplamı olarak ilk yılda yenen ot miktarı 431.4 kg/da olurken, ikinci yılda 412.9 kg/da olarak hesaplanmıştır. Bunun toplam ot üretimindeki payı ise sırasıyla %96.0 ve 94.3'dür. Bu durum meranın ağır otlatıldığını göstermektedir. Denemenin ilk senesinde ot üretiminin az olduğu zamanlarda tüketilen ot oranı yükselmiştir. İkinci yılda ise ilk ve son otlamalarda üretilen otun % 81.6 ve 80.9'u tüketilirken, ikinci otlamada bu oran % 58.6 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Merada otlayan hayvanların tükettikleri yem miktarları ot verimine ve kalitesine (besleme değeri, lezzetlilik, sindirilebilirlik) bağlıdır (Langevelde ve ark., 2008). Otlama dönemleri içinde en verimli ve kaliteli ot ilk otlama döneminde üretilmiştir. İkinci sırada ise ikinci otlama dönemi yer almaktadır. Bu yüzden bu dönemlerde yem tüketiminin son otlama dönemine göre daha yüksek olması doğal bir sonuçtur. Sonbaharda yapılan son otlamada önemli ölçüde daha az yem tüketilmiştir. Meranın kuru ot üretiminin bu mevsimde önemli ölçüde azalması ve otun bünyesindeki özellikle NDF gibi yapısal karbonhidratların yükselmesi tüketilen ot miktarının da azalmasına yol açmıştır. Zira otun bünyesinde NDF ve ADF gibi lifli bileşiklerin miktarının yükselmesi, otun sindirilme oranını azalttığı (Özaslan Parlak ve ark., 2011; Alatürk, 2012) gibi yem tüketimini de düşürmektedir (Can ve ark., 2008). Ayrıca çevre faktörlerinin ilkbahara göre elverişsiz hale gelmesi de yem tüketimini azaltan başka bir neden olabilir (Can ve ark., 2008).

Otlama dönemlerinin ortalaması olarak merada üretilen otun yaklaşık %95'i tüketilmiştir (Çizelge 1). Buna göre mera çok ağır otlanmıştır. Şüphesiz bu durum ileride meranın yeniden bozulacağına göstergesidir. Özellikle ekilen türlerin bu şartlarda yaşamlarını sürdürmeleri mümkün değildir. Bu yüzden egemen tür durumunda olan çok yıllık çim denemenin ikinci yılında belirgin olarak azalmıştır.

Yem tüketim oranı genellikle üretimin az olduğu zamanlarda daha fazla olmuştur. Üç otlama döneminde de genellikle merada otlayan hayvan sayısı değişmemiştir. Aşağı yukarı aynı otlatma kapasitesi ile

daha az üretim yapılan dönemde meranın otlatılması sonucu hayvanların tükettiklerin yemin üretilen yeme oranı yükselmiştir.

Çizelge 1. Meranın otlatma dönemlerinde ve toplamında kuru ot üretimleri, yenen ot miktarları ve yenen ot oranları (ort.±standart hata).

	1. Otlama	2. Otlama	3. Otlama	Toplam	Önemlilik
Kuru ot üretimi (kg/ da)					
2006	288.2±7.5 a	88.2±7.3 b	72.7±9.9 b	449.1	0.000
2007	366.4±21.3 a	40.8±6.8 b	30.6±2.6 b	437.8	0.000
Yenen ot miktarı (kg/ da)					
2006	172.1±6.9 a	167.4±7.3 a	91.9±10.1 b	431.4	0.000
2007	288.8±21.7 a	63.7±5.1 b	60.4±3.7 b	412.9	0.000
Yenen ot oranı (%)					
2006	59.5±1.8 b	81.9±1.3 a	80.4±1.5 a	96.0	0.000
2007	81.6±1.6 a	58.6±2.6 b	80.9±0.9 a	94.3	0.000

### 3.3. Bitki Bileşimi

Mera bitki örtüsünün çoğunluğunu buğdaygiller meydana getirmiştir (% 76.8 ve 59.7). İkinci sırada baklagiller (% 13.4 ve 28.8), son sırada ise diğer familyalardan türler (% 9.8 ve 11.5) yer almıştır. Otlama mevsimi içerisinde buğdaygillerin değişimi her iki yılda da önemli olurken, baklagillerin değişimi 2007 yılında, diğer familyalarınki ise 2006'da önemli bulunmuştur (Çizelge 2). 2006'da ikinci ve üçüncü otlatma dönemlerinde buğdaygillerde azalma, diğer familyalardan türlerde artış olmuştur. İkinci yılda bu değişim düzenli olmamıştır. Denemenin ilk yılında buğdaygiller ikinci yıldan daha yüksek olurken, baklagillerde tersi durum görülmüştür. Yani ikinci yılda buğdaygiller azalırken baklagiller artmıştır. Genellikle gerek ülkemiz gerekse dünya meralarında buğdaygiller hayvanların tükettiği yemin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Holechek ve ark., 2004). Bu araştırma merasında da aynı durum gözlenmiştir. Ancak burada buğdaygillerin fazla olması, meraya % 60 buğdaygil içeren yem bitkileri karışımı ekilmesinden kaynaklanmıştır. Ekilen buğdaygiller içerisinde özellikle çok yıllık çim iyi bir çıkış ve gelişme göstermiş, bitki örtüsünün hakim türü konumuna geçmiştir. Bu yüzden merada buğdaygil hakimiyeti beklenen bir durumdur.

İlk yılda çok yıllık çim süratle geliştiği için ekim yılında diğer türlere zarar vermemek için merada otlatma yapılmamış, ancak biçilmiştir. Özellikle serin ve nemli iklim çok yıllık çimin gelişmesi için idealdir (Riewe ve Mondart, 1985). Yaz kurakları genellikle çimin ölü sürgün oranını yükseltmektedir (McKenzie, 1997). Bu yüzden yaz başına rastlayan ikinci otlatmada merada çok yıllık çim azaldığından buğdaygiller de azalmıştır. Buğdaygillerdeki en önemli azalma otlatma mevsiminin sonunda (kasım sonu) gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Yaz kuraklarından ve otlamadan sonra çim bitkileri yeterince toparlanmadığı için buğdaygillerin oranı da önemli oranda düşmüştür. İkinci yılda (ekimin üçüncü yılı)

çok yıllık çimin oranı ilk yıla göre azaldığı için, buğdaygillerde otlatma dönemlerine bağlı olarak düzenli bir değişim görülmemiştir.

Baklagiller meraya ekilen türler içerisinde %40 oranında (%20 yonca ve %20 gazal boynuzu) yer almıştır. Bu nedenle baklagillerin yüksek bir oranla bitki örtüsünde temsil edilmesi yapılan ıslah uygulamasının (tohumlama) sonucudur. Baklagil oranlarının otlatma zamanlarına göre değişimi 2006 yılında önemsiz, 2007 yılında ise önemli ( $p<0.001$ ) olmuştur (Çizelge 2). Çok yıllık yem bitkileri en yüksek verimlerine ekimden sonraki yılda ulaşırlar (Miller, 1984). Denemenin ilk yılını içine alan bu dönemde mera her otlatma döneminde genelde aynı yoğunlukta otlatılmıştır. Bu yüzden güçlü gelişen baklagil türleri otlatma dönemlerine bağlı olarak önemli ve düzenli değişim göstermemiştir. Bunun yanında ikinci yılın otlatma başında buğdaygillerdeki (bilhassa çok yıllık çimde) zayıflamaya bağlı olarak merada önceki yıla göre baklagiller yaklaşık iki üç kat artış göstermiştir. Dolayısıyla ilk dönemlerde otlatma baskısının bu bitkiler üzerinde yoğunlaşması, son otlatma zamanında baklagillerin oranının ciddi olarak düşmesine neden olmuş olabilir.

Diğer familyalardan türler ekilen bitki grubunda yer almamakla birlikte, hepsi mevcut çevreye en iyi uyum sağlayan bitkiler olduğu için, bu türlerin bitki örtülerinde bulunması kaçınılmazdır. Zira yabani bitkiler ekilen türlere göre çevre faktörlerinden daha iyi yararlanmaktadırlar (Altın ve ark., 2005b). Araştırmanın iki yılında da diğer familyalardan türler zamanla bitki örtüsünde önemli oranda artmıştır. Bitki örtülerini oluşturan türler sürekli birbirleriyle rekabet ederler. Ayrıca bitkilerin rekabet güçleri otlatma yoğunluğuna bağlı olarak değişir (Alhamad ve Alrababah, 2008). Bu yarışta gerek değişen çevre faktörlerine uyum sağlayan, gerekse daha az tercih edilen türler bitki örtüsünde giderek çoğalırlar. Meraya ekilen çok yıllık çimin buğdaygiller içinde en lezzetli türlerden olması (Açıkgöz, 1991) ve yaz

kuraklarına diğer türlere göre daha az dayanması, bu bitkinin özellikle otlama sonunda bitki örtüsünde azalmasına yol açmıştır. Daha yoğun otlandığı için çok yıllık çimin rekabetinin zayıflaması diğer familyalardan türlerin artışına gerekçe oluşturmuştur.

### 3.4. Otun Besleme Değeri

Bu başlık altında ottaki protoplazma maddelerinden ham protein (HP) ile çeper maddelerinden NDF ve ADF ele alınmıştır.

Çizelge 2. Otlama başı ve sonraki dönemlerde meranın bitki bileşimi (ort.±standart hata).

	Otlama başı	1. Otlama	2. Otlama	3. Otlama	Ortalama	Önemlilik
Buğdaygiller (%)						
2006	82.8±2.1 a	81.8±0.9 a	74.4±2.8 b	68.2±2.5 b	76.8±1.14	0.000
2007	67.1±4.3 a	61.1±3.0 a	46.6±4.7 b	63.9±3.2 a	59.7±2.41	0.001
Baklagiller (%)						
2006	11.3±1.9	14.1±0.9	11.8±2.1	16.2±1.4	13.4±0.85	0.118
2007	26.4±4.1 bc	29.5±2.4 b	40.3±5.8 a	19.2±2.0 c	28.8±2.61	0.001
Diğer familyalar (%)						
2006	5.8±1.1 b	4.1±0.4 b	13.8±2.3 a	15.6±2.4 a	9.8±0.91	0.000
2007	6.5±0.9	9.3±1.9	13.1±4.6	16.9±1.9	11.5±1.09	0.132

#### 3.4.1. Ham Protein Miktarları

Meradan alınan ot örneklerindeki ham protein (HP) miktarlarının otlama zamanlarına göre değişimi ilk yılda önemli ( $p<0.000$ ), ikinci yılda önemsiz olmuştur. İlk yılda en yüksek HP otlama başı (erken ilkbahar) ve üçüncü otlama sonunda (kasım sonu) belirlenmiştir. Özellikle yazın (ikinci otlama) HP miktarı önemli ölçüde azalmıştır. İkinci yılda ise yine otlama başında yüksek HP elde edilirken, sonraki dönemlerin otunun HP kapsamları birbirlerine yakın bulunmuştur (Çizelge 3).

#### 3.4.2. NDF Ve ADF Miktarları

Denemenin her iki yılında da hem NDF hem de ADF miktarlarının otlama zamanlarına göre değişimleri önemli olmuştur. 2006 yılında otlama başında NDF ve ADF miktarları düşük olurken, özellikle ikinci otlamada (haziran sonu) bu değerler yükselmiştir. Ancak 2007'de tersi bir durum görülmüştür. Yani ikinci otlama zamanında otun NDF ve ADF miktarları azalmıştır (Çizelge 3).

Mera otunun kimyasal bileşimi ile ilgili yapılan değerlendirmede genel olarak örnekleme zamanlarına göre otun kimyasal yapısının değiştiği görülmüştür. HP kapsamı otlama başında yüksek, ilerleyen otlama zamanlarında ise genellikle düşük çıkmıştır. Buna karşılık NDF ve ADF miktarlarında tersi bir durum görülmüştür. Bitkiler büyümelerinin başlangıç dönemlerinde yeşil ve körpe dokulara sahiptirler. Hızlı büyüme dönemlerinde olan böyle bitkilerde hücre içi (protoplazma) maddeleri fazla, buna karşılık çeper maddeleri (pektin, selüloz, hemiselüloz, lignin) düşük düzeydedir (Lyons ve ark., 1999). Genç hücrelerde fizyolojik faaliyetler (hücre içi faaliyetleri) yoğun olduğu için, bu faaliyetleri kontrol eden protein (enzim) oranı da fazladır. Bu dönemde protoplazma maddelerinin çeper maddelerine oranı yüksektir. Hücredeki yapısal olmayan bileşikler temsil eden hücre içi bileşiklerin sindirimleri, lezzetlilikleri ve besleme değerleri fazladır (Moore ve Hatfield, 1994). Buna karşılık bitki büyümesi ilerledikçe protoplazma

küçülerek yapısal bileşikler (çeper maddeleri) artmaktadır. Hücre çeperini oluşturan bileşikler sindirimi en zor olan bitki kısımlarıdır. Bunların bir bölümü ancak geniş getiren hayvanların işkembesindeki mikroflora tarafından parçalanmakta ve değerlendirilmektedir. Ayrıca bitkilerde yaprağa göre sap oranının artması da yapısal bileşiklerin artmasına sebep olmaktadır (Nelson ve Moser, 1994). Bu durumlar meradan alınan bitki örneklerinde otlama başlangıcında protoplazmada yer alan HP miktarının daha yüksek, çeper maddelerinin (NDF ve ADF) ise daha düşük çıkmasına neden olmuştur.

Denemenin ikinci yılında ikinci otlama döneminde NDF ve ADF oranlarının düşük çıkması, bu dönemde buğdaygillerin azalarak baklagillerin artışından ileri gelmiştir (Çizelge 2). İkinci yılda çok yıllık çim azalmış, bunun yerine baklagiller artmıştır. Bunun yanında serin iklim buğdaygilleri yaz sıcaklarının başlaması ile hızla kartlaşarak besleme değerlerini kaybetmiştir. Baklagillerde ise bu değişim daha yavaş cereyan etmektedir. Ayrıca buğdaygiller baklagillere göre daha çok ve daha sert saplara sahiptir (Nelson ve Moser, 1994). Bu durumlar bitkilerdeki yapısal karbonhidratların (NDF ve ADF) daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur.

### 3.5. Toprak Özellikleri

Araştırmanın başı (2006 nisan) ile sonunda (2007 kasım) merada bazı toprak özellikleri ve bunların değişimlerini belirlemek amacıyla örnekler alınmış ve bu örneklerde, yöntem kısmında açıklandığı şekilde hem kimyasal hem de fiziksel analizler yapılmıştır. Bunun sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4' de verilmiştir. Çizelge 4' de görüleceği gibi, otlama başı ile sonu arasında organik madde ( $p<0.001$ ), toplam N ( $p<0.001$ ), alınabilir P ( $p<0.001$ ), değişebilir K ( $p<0.027$ ), değişebilir Ca ( $p<0.001$ ), 0-5 ve 5-10 cm'deki hacim ağırlığı ( $p<0.001$ ) ile 0-5 ve 5-10 cm'deki toplam porozite ( $p<0.001$ ) yönünden önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Buna karşılık pH, EC ve

## Yapay bir merada otlatmanın etkileri

değişebilir Mg miktarları, otlatma başı ile sonu arasında değişmemiştir.

Toprak organik maddesi deneme süresince % 2.94'den % 4.04'e, toplam N ise % 0.15'den % 0.20'ye yükselmiştir. Aynı şekilde topraktaki değişebilir K oranı 377.20 ppm'den 400.92 ppm'e, 0-5 cm'deki hacim ağırlığı 1.00 g/cm<sup>3</sup>'den 1.05 g/cm<sup>3</sup>'e, 5-10 cm'deki hacim ağırlığı ise 1.03'den 1.09 g/cm<sup>3</sup>'e

çıkıştır. Bunların aksine alınabilir P 15.28 ppm'den 11.82 ppm'e, değişebilir Ca 17349.0 ppm'den 10443.0 ppm'e, 0-5 cm'deki toplam porozite % 61.59'dan % 41.50'ye ve 5-10 cm'deki toplam porozite ise % 63.89'dan % 42.85'e önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 3. Mera otunun otlatma başı ve dönemlerine göre HP, NDF ve ADF miktarları (ort.±standart hata).

Otlatma başı	1. Otlatma	2. Otlatma	3. Otlatma	Ortalama	Önemlilik	
HP (g/kg)						
2006	145.1±3.6 a	122.3±3.1 b	106.5±5.2 c	145.8±3.5 a	132.9±2.4	0.000
2007	156.1±5.4	132.1±7.6	146.7±5.4	136.3±9.4	142.8±4.3	0.065
NDF (g/kg)						
2006	484.7±5.5 d	516.4±5.2 c	575.2±9.7 a	549.6±7.3 b	531.5±3.6	0.000
2007	415.2±12.8 b	502.6±19.2 a	440.2±7.7 b	522.6±15.8 a	470.2±8.3	0.000
ADF (g/kg)						
2006	373.6±3.5 b	391.7±3.6 b	425.2±3.6 a	420.9±7.3 a	402.8±2.1	0.000
2007	386.0±9.4 b	437.6±7.2 a	392.9±4.3 b	363.4±9.7 c	395.0±4.5	0.000

Çizelge 4. Otlatma başlangıcı ve sonundaki bazı toprak özellikleri.

Özellik	Örnekleme zamanı	Ortalama	SH (±)	Önemlilik	Sayı (n)
pH	OB	7.59	0.02	0.063	30
	OS	7.56	0.02		
EC (dS/m)	OB	0.43	0.01	0.137	30
	OS	0.45	0.01		
Organik madde (%)	OB	2.95	0.13	0.000	30
	OS	4.04	0.14		
Toplam N (%)	OB	0.15	0.01	0.000	30
	OS	0.20	0.01		
Alınabilir P (ppm)	OB	15.28	0.81	0.000	30
	OS	11.82	1.19		
Değişebilir K (ppm)	OB	377.20	11.60	0.027	30
	OS	400.92	9.38		
Değişebilir Ca (ppm)	OB	17349.0	590.0	0.000	30
	OS	10443.0	208.0		
Değişebilir Mg (ppm)	OB	1437.5	65.4	0.584	30
	OS	1411.5	57.2		
Hacim ağı. 0-5 cm (g/cm <sup>3</sup> )	OB	1.00	0.01	0.000	12
	OS	1.05	0.01		
Hacim ağı. 5-10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	OB	1.03	0.01	0.000	12
	OS	1.09	0.01		
Toplam porozite 0-5 cm (%)	OB	61.59	0.77	0.000	12
	OS	41.50	0.71		
Toplam porozite 5-10 cm (%)	OB	63.89	0.56	0.000	12
	OS	42.85	0.51		

OB: Otlatma başı, OS: Otlatma sonu.

Toprak organik maddesinin %99'u bitkisel kökenlidir (Larcher, 1995). Bunun yanında toplam azot organik maddenin temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla meranın ıslah edilerek yıllık toplam kuru ot veriminin ortalama 443.45 kg/da'a çıkması (Çizelge 1) ve bu bitkilerden önemli ölçüde bitki aksamının (anız, kuru yaprak, dal, kök) toprağa geçmesi, iki yıllık büyüme süresince organik madde ve azotun artışına sebep olmuştur.

Deneme süresince toprakların hacim ağırlığının artmasında ve bununla ilişkili olan toplam porozitenin azalmasında yoğun otlatmanın etkisi söz konusudur. İlk otlatmanın başladığı zamanın öncesinde mera toprakları pullukla sürülerek kabartılmış ve ardından ekim yapılmıştır. Sonrasında ise topraklar işlenmemiştir. İki yıl süreyle merada köy hayvanları üretilen otun ortalama % 95'ini tüketmişlerdir (Çizelge 1). Bu çok ağır otlatmadır. Otlatmaya aşağı yukarı 20 Nisan'da, yani topraklar genelde nemliyen



başlanmıştır. Aynı şekilde son otlatmanın yapıldığı kasım ayında da topraklar nemliydi. Nemli olduğu halde ağır otlatmanın yapılması halinde topraklar sıkışarak (Wilkins ve Garwood, 1986) hacim ağırlığı artmakta (Dwyer ve ark., 1984; Gökbudak, 1998; Pietola ve ark., 2004), buna karşın toplam porozite azalmaktadır.

Otlatmanın değişebilir katyonlara ve fosfora etkisi karmaşıktır. Binkley ve ark. (2003) çalılı alanlarda otlatmanın değişebilir Ca, K ve alınabilir P' u azalttığını; yabancı kavakların olduğu alanda otlatmanın etkisiyle Ca ve Mg' un azaldığını, K ve alınabilir P' un arttığını; çayıra ise otlatmayla bu parametrelerin arttığını belirtmişlerdir. Bu duruma vejetasyon etkili olmaktadır. Değişebilir K, toprak çözeltisindeki K ve kil yüzeylerinin değişebilir alanlarında bağlanan potasyumdan oluşmaktadır. Otlatmanın değişebilir potasyuma etkisini de belirlemek zordur. Yıkanma, mikali killer tarafından gerçekleştirilen fiksasyon, felspatların ayrışması ve bitkiler tarafından alımı gibi süreçler aynı zamanda oluşabilir. Bu faktörlerin değişebilir K' u etkilediği bilinmektedir (Tisdale ve ark., 1993).

#### 4. SONUÇ

Araştırmadan elde edilen verilere göre, yapay meralar yüksek ot üretimine ve dolayısıyla daha çok tüketime sahiptir. Ot üretimi mevsime yayılmış olmakla beraber en yüksek üretim ilkbaharda gerçekleşirken, yazın ve sonbaharda daha az üretim olmuştur. Yenen ot miktarı da üretim ile uyumlu olmuştur. İlkbahardan sonbahara kadar giderek azalan miktarlarda ot tüketimi gerçekleşmiştir. Toplam üretilen otun yaklaşık %95'i tüketilmek suretiyle mera ağır otlanmıştır. Meraya buğdaygil ve baklagil yem bitkileri karışımı ekildiği için bitki örtüsünün büyük kısmını bu iki familya teşkil etmiştir. Ancak denemenin ikinci yılından itibaren ağır otlanmaya bağlı olarak çok yıllık çimde ciddi azalma olduğu için buğdaygil oranı da azalmıştır. Mera otu otlatma başı ve sonbaharda daha yüksek ham protein miktarına sahip olmuştur. Ottaki NDF ve ADF miktarı ise ilkbaharda düşük, diğer mevsimlerde yüksek bulunmuştur. İki yıllık otlatma sonucunda toprakların organik madde, toplam N, değişebilir K ve hacim ağırlığı önemli oranda artmış, alınabilir P, değişebilir Ca ve toplam porozite azalmıştır. Toprakların pH, EC ve değişebilir Mg seviyeleri ise önemli değişim göstermemiştir.

Sonuç olarak, yüksek üretim ve ot tüketimi için sürülerek tarla arazisine dönüştürülen alanlarda yapay mera kurulması akılcı bir çözümdür. Ancak otlatmanın mutlaka mera yönetim ilkelerine uygun yapılması gerekmektedir. Aksi halde bu denemede de görüldüğü gibi, meranın ağır otlatması, ekilen türlerde ve verimde kayıplara yol açarak merada daha az nitelikli türlerle daha az üretimin gerçekleşmesine yol açmaktadır. Ağır otlatmaya rağmen, yapay mera

toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerinde olumlu değişimlere sebep olmaktadır.

#### 5. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. 1991. Yem Bitkileri. Uludağ Üniv., Bursa, 456s.
- Alatürk, F. 2012. Gübrelemenin Çanakkale ili Meralarında Verim ve Otun Kimyasal Bileşimine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri ABD, Çanakkale.
- Alhamad, M.N., Alrababah, M.A., 2008. Defoliation and competition effects in a productivity gradient for a semiarid Mediterranean annual grassland community. *Basic Appl Ecol.*, 9: 224-232.
- Altın, M., Tuna, C., Nizam, İ., Ateş, E. 2005a. Pirinçi köyü meraları dolgu alanlarını bitkilendirme uygulamaları. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2005b. Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Mart Matbaası, İstanbul, 468 s.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011. Çayır ve Mera Yönetimi (2. Cilt). TKB, TÜGEM, Ankara, 314 s.
- Anonim, 2008. İklim Verileri, Çanakkale Meteoroloji İl Müdürlüğü, Çanakkale.
- Binkley, D., Singer, F., Kaye, M., Rochelle, R. 2003. Influence of elk grazing on soil properties in Rocky Mountain National Park. *Forest Ecol. Manag.*, 185: 239-247.
- Blake, G.R., Hartge, K.H. 1986. Bulk Density. In: *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods*. ASA and SSSA, Agronomy Monograph No: 9, Madison, Wisconsin USA, 363-375.
- Bremner, S.M. 1982. Total Nitrogen. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, Chemical and Microbiological Properties*. ASA and SSSA, Agronomy Monograph, No: 9, Madison, Wisconsin USA, 595-624.
- Brown, J.R., Thorpe, J. 2008. Climate Change and Rangelands: Responding Rationally to Uncertainty. *Rangelands*, 30 (3): 3-6.
- Can, A., Denek, N., Şeker, M. 2008. Effect of harsh environmental conditions on nutrient utilization and blood parameters of Awassi sheep and Kilis goat fed different levels of concentrate feed. *J. Appl. Anim. Res.* 33: 39-43.
- Cook, C.W., Stubbendieck, J. 1986. *Range Research: Basic Problems and Techniques*. Society Range Manage., Colorado, 317 p.
- Dormaar, J.F., Willms, W.D. 1992. Water extractable organic matter from plant litter and soil of rough fescue grassland. *J. Range Manage.*, 45: 152-158.
- Dwyer, D.D., Buckhouse, J.C., Huey, W.S. 1984. Impact of Grazing Intensity and Specialized Grazing System on the Use and Value of Rangelands: Summary and Recommendations. Westview Press, Boulder Colorado, 867-884.
- Gökbudak, F. 1998. Hayvan çığnemesinin toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri. *İstanbul Üni. Orman Fak. Dergisi*. Seri: A, (2): 114-133.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B. 1995. Çayır-Mera Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No: 142, 139s.
- Gökkuş, A., Koç, A. 2001. Mera ve Çayır Yönetimi. Atatürk Üni., Ziraat Fak. Ders Yay. No: 228, Erzurum, 329s.

- Gökkuş, A. 1994. Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 25: 250-261.
- Henning, J., Lacefield, G., Rasnake, M., Burris, R., Johns, J., Johnson, K., Turner, L. 2000. Rotational Grazing. Univ. of Kentucky, Col. of Agric., Coop. Ext. Serv., D-143, 16 p.
- Holechek, J.L., Preper, R.D., Herbel, C.H. 2004. Range Management Principles and Practices. Pearson Education, Inc., New Jersey, 607 p.
- Langevelde, F., Drescher, M., Heitkonig, I.M.A., Prins, H.H.T. 2008. Instantaneous intake rate of herbivores as function forage quality and mass: effects on facilitative and competitive interactions. Ecol. Model., 213(3/4): 273-284.
- Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology (Third Ed.). Springer-Verlag Berlin, 506 p.
- Lyons, R.K., Machen, R.V., Forbes, T.D.A., 1999. Why Range Forage Quality Changes. Texas Agric. Ext. Serv., B-6036, 7 p.
- McCloud, D.E., Bula, R.J. 1985. Climatic Factors in Forage Production. In: Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S. (Eds.) Forages the Science of Grassland Agriculture. Eds. Iowa State Univ. Press, 33-42.
- McKenzie, F.R. 1997. Influence of grazing frequency and intensity on tiller appearance and dealt rates of *Lolium perenne* L. under subtropical conditions. Australian J. Agric. Res., 48: 337-342.
- Miller, D.A. 1984. Forage Crops. McGraw-Hill Book Company, 530p.
- Moore, K.J., Hatfield, R.D. 1994. Carbohydrates and Forage Quality. In: Fahey, G.C., Collins, M., Mertens, D.R., Moser, L.E. (Eds.) Forage Quality, Evaluation and Utilization. ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin, 229-280.
- Nelson, C.J., Moser, L.E. 1994. Plant Factors Affecting Forage Quality. In: Fahey, G.C., Collins, M., Mertens, D.R., Moser, L.E. (Eds.) Forage Quality, Evaluation and Utilization. ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin, 115-154.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Sparks, D.L. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods, ASA and SSSA, Madison, WI, SSSA Book Series No: 5: 961-1010.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanable, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Cir. 939, Washington D.C.
- Özaslan-Parlak, A., Gökkuş, A., Hakyemez, B.H., Baytekin, H. 2011. Shrub yield and forage quality in Mediterranean shrublands of West Turkey for a period of one year. African J. Agric. Res., 6(7): 1726-1734.
- Pietola, L., Horn, R., Yli-Halla, M. 2004. Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil. Soil Till. Res., 82: 99-108.
- Riewe, M.E., Mondart, J.R. 1985. Theryegrasses. In: Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S. (Eds.) Forages The Science of Grassland Agriculture. Iowa State Univ. Press, 241-246.
- Sandage, L.J. 1999. Controlled Grazing Management Systems. Univ. Arkansas, Coop. Ext. Serv., FSA-2130, 4p.
- Serin, Y., Tan, M. 1998. Buğdaygil Yem Bitkileri. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No: 334, Ders Kitapları No: 81, Erzurum, 172 s.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., Geren, H. 2004. Yem Bitkileri (İkinci Baskı). Hasad Yayıncılık, İstanbul, 223 s.
- Sumner, M.E., Miller, W.P. 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Cations. In: Sparks, D.L. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods, ASA and SSSA, Madison, WI, SSSA Book Series No: 5: 1201-1229.
- Thurow, T.L. 1991. Hydrology and Erosion. In: Grazing Management An Ecological Perspective Heitschmidt, R.K., Stuth, J.W. (Eds) Timber Press, Inc., 141-159.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., Havlin, J.L. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. McMillan Publ. Corp., New York.
- TÜİK, 2010. Bitkisel Üretim İstatistikleri . Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agricultural Handbook, No: 60.
- Ünal, Y. 2005. Near infrared reflektans spektroskopinin hayvan besleme bilim alanında kullanım imkanları. Lalahan Hay. Arş. Ens. Derg. 45 , 33-39.
- Vallentine, J.F. 1989. Range Development and Improvements (Third Edition). Academic Press, Inc., 524 p.
- Van Keuren, R.W., Matches, A.G. 1988. Pasture Production and Utilization. In: Hanson, A.A., Barnes, D.K., Hill, R.R. (Eds.) Alfalfa and Alfalfa Improvement. ASA, CSSA, SSSA, Agronomy: 29, 515-538.
- Wilkins, R.J., Garwood, E.A. 1986. Effects of Treading, Poaching and Fouling on Grassland Production and Utilization. In: Frame, J. (Ed.) Grazing British Grassland Soc. Hurley, Berks, England, 19-31.
- Winer, B.J., Brown, D.R., Michels, K.M. 1991. Statistical Principles in Experimental Design (Third Edition). Mc Graw Hill, New York, USA, 1057 p.
- Xie, Y., Wittig, R. 2004. The impact of grazing intensity on soil characteristics of *Stipa grandis* and *Stipa bungeana* steppe in northern China (autonomous region of Ningxia). Acta Oecol., 25: 197-204.

## 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) HERBİSİTİ UYGULANAN KİL VE KUM BÜNYELİ TOPRAKTA KATALAZ AKTİVİTESİ VE KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ

İmanverdi EKBERLİ\*

Nalan KARS

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun/Türkiye  
\*iman@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.06.2011

Kabul Tarihi: 02.02.2012

**ÖZET:** Kil ve kum bünyeli topraklara artan düzeylerde (0.5 ppb, 1 ppb ve 2 ppb) 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) herbisit uygulanmasının toprakların katalaz enzim aktivitesi ve reaksiyonunun kinetik parametreleri ( $V_{max}$ ,  $K_m$  ve  $V_{max}/K_m$ ) üzerine etkisi araştırılmıştır. Toprakların nem içerikleri deneme süresince her gün tartılarak maksimum su kapasitesinin %40'ı seviyesine tamamlanmıştır. Enzim reaksiyonuna ait kinetik parametreler, denemenin 15., 30., 45., 60., 75., ve 90. günlerinde alınan toprak örneklerinin farklı substrat konsantrasyonlarındaki zamana bağlı katalaz enzim aktiviteleri belirlenerek hesaplanmıştır. Topraklara artan düzeylerde ilave edilen 2,4-D herbisitinin katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimlerde dozlar arasında farklılıklar bulunmaz iken, inkübasyon dönemleri arasında önemli farklılıklar ( $P<0,01$ ) saptanmıştır. Her iki toprakta da inkübasyonun 15. gününde en yüksek katalaz aktivitesi seviyesi belirlenmiştir. Kil bünyeli toprakta denemenin 30. gününde, kum bünyeli toprakta ise 45. gününde katalaz aktivitesinde önemli azalmalar meydana gelmiş ve bu dönemlerden sonra katalaz aktivitesindeki değişimler istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Kil bünyeli toprakta  $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  parametrelerinin kontrol, 0.5 ppb, 1 ppb ve 2 ppb 2,4-D uygulamaları için ortalama değerleri sırasıyla 0.785; 1.016; 0.923; 0.888 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> sn<sup>-1</sup>; 2.608; 3.464; 2.953; 2.697 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>; 0.428; 0.410; 0.418; 0.463 sn<sup>-1</sup> olarak, kum bünyeli toprakta ise 0.201; 0.211; 0.298; 0.232 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> sn<sup>-1</sup>; 0.422; 0.355; 0.629; 0.255 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>; 0.839; 1.832; 1.103; 1.462 sn<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** enzim, substrat, pestisit, inkübasyon, kinetik parametreler, Michaelis- Menten denklemi

### INVESTIGATION OF CATALASE ACTIVITY AND KINETIC PARAMETERS OF CLAY AND SAND TEXTURED SOILS WITH 2,4-D (Dichlorophenoxyacetic acid) HERBICIDE APPLIED

**ABSTRACT:** Effects of increasing dose applications (0.5 ppb, 1 ppb and 2 ppb) of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) herbicide on changes in catalase enzyme activity and kinetic parameters ( $V_{max}$ ,  $K_m$  and  $V_{max}/K_m$ ) in clay and sand textured soil were investigated depending on substrate concentrations. Moisture contents of the soils were completed to 40% of maximum moisture holding capacity by weighing them daily. Kinetic parameters of enzyme activity were calculated using the enzyme activities in different substrate concentrations of the soil samples taken 15., 30., 45., 60., 75. and 90. days of the experiment. In increasing applications of 2,4-D herbicide, significant differences ( $P<0,01$ ) were determined among the incubation periods while effect of increasing doses on catalase enzyme activity was not significant. The highest catalase activity in both clay and sand textured soils was determined in 15 days of incubation. Catalase activities in clay and sandy soil decreased after 30 and 45 days of incubation, respectively. After these days, changes in catalase activities were found to be non significant statistically. While the mean values of  $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  parameters in control, 0.5 ppb, 1 ppb and 2 ppb 2,4-D applications for clay soil were 0.785; 1.016; 0.923; 0.888 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> sec<sup>-1</sup>; 2.608; 3.464; 2.953; 2.697 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>; 0.428; 0.410; 0.418; 0.463 sec<sup>-1</sup>, respectively, these values for sandy soil were determined to be 0.201; 0.211; 0.298; 0.232 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> sec<sup>-1</sup>; 0.422; 0.355; 0.629; 0.255 ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>; 0.839; 1.832; 1.103; 1.462 sec<sup>-1</sup>, respectively.

**Key words:** enzyme, substrate, pesticide, incubation, kinetic parameters, Michaelis-Menten Equation

### 1. GİRİŞ

Günümüzde tarım alanında kullanılmakta olan pestisitler büyük ölçüde, sentetik kimyasallar olup, yapısal olarak doğal organik bileşiklerle benzerlikler de göstermektedirler. Bu nedenle, pestisitlerin bir kısmı mikroorganizmalar ve bunlar tarafından sentezlenen enzimlerin aracılık ettiği süreçler ile ayrıştırılabilmektedirler (Mercadier ve ark., 1997; Fuentes ve ark., 2010). Öte yandan bazı pestisitler, yapısal özelliklerinden kaynaklanan farklılıktan dolayı hem mikroorganizmalar tarafından hem de enzimatik süreçler ile parçalanmamakta veya çok az parçalanmaktadır. Aynı zamanda bazı pestisitler ise, toprak mikroorganizmaları tarafından C ve enerji kaynağı olarak kullanılmakta ve CO<sub>2</sub>'e kadar oksitlenmektedirler (Soulas, 1982; Madigan ve Martinko, 2010).

Toprak reaksiyonu, toprak organik madde kapsamı, sıcaklık ve havalanma gibi toprak özellikleri pestisitlerin toprakta parçalanmasında önemli rol oynamaktadır (Bending ve ark. 2006; Larsbo ve ark. 2009). Bu nedenle pestisitlerin toprakta kalış süreleri yaklaşık olarak verilmektedir. Pestisitlerin toprakta parçalanmaları sadece mikrobiyolojik yollar ile olmamakta, aynı zamanda buharlaşma ve yıkanma gibi süreçlerle topraktan uzaklaşmakta veya fotokimyasal ve kimyasal yollar ile de ayrışabilmektedir (Klopffer, 1992; Chiron ve ark. 2000). Bununla beraber, pestisitler toprak içerisinde koloidal kil, organik madde veya kalsit ile demir alüminyum oksitlere tutulabilmektedir (Harris ve ark. 1994; Gaultier ve ark. 2008). Bu durum ise, pestisitlerin organizma içerisine girişini sınırlandırmaktadır (Aurelia, 2009; Wang ve ark., 2009; Demirci ve Elibüyük, 2010). Pestisitlerin toprak mikroorganizmalarının gelişmelerine ve onların

## 2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği

sürdüğü biyokimyasal olaylar ile mikrobiyal orijinli enzimlerin aktiviteleri üzerine olan etkileri ve yan etkileri çok değişik şekilde olabilmektedir. Bu etkiler, mikrobiyal aktivite ile enzimatik reaksiyonları uyarıcı yada engelleyici yönde etkileyebileceği gibi her hangi bir etkide göstermeyebilir (Rath ve ark. 1998). Pestisitlerin toprak mikroorganizmaları ve enzimatik süreçler üzerinde meydana getireceği etkide pestisit molekülünün niteliği (uçuculuk ve çözünürlük özelliği, kimyasal yapısı, formülasyon şekli ve uygulama dozu) ile toprak özellikleri (organik madde kapsamı, bünye, pH ve nem içeriği) belirleyici rol oynamaktadır (Sannino ve Gianfreda, 2001; Spark ve Swift, 2002).

Tarımda yabancı otlar ile mücadele amacına yönelik olarak kullanılan herbisitler de, genel olarak diğer tüm pestisitler gibi hem topraktaki mikrobiyal popülasyonu, bunların aracılık ettiği biyokimyasal süreçleri hem de mikrobiyal orijinli enzim aktivitelerini büyük oranda etkilemektedir. Olson ve Lindwall (1991), toprağa 2, 5, 10, 20, 50 ve 100 ppm düzeylerinde 2,4-D uygulayarak yürüttükleri laboratuvar çalışmasında, toprağa yüksek dozda 2,4-D herbisiti uygulamasının mikrobiyal aktiviteyi azalttığını belirlemişlerdir. Buna karşın, Lewis ve ark. (1978), 2 farklı toprağa uygulanan bazı herbisitlerin toprakların mikrobiyal aktivitesi üzerine etkilerini laboratuvar şartlarında araştırdıkları çalışmada, herbisitlerin (trifluralin, linuron ve metribuzin) toprak solunumu ve dehidrogenaz aktivitesini, hem siltli killi tın hem de kumlu tın bünyeli toprakta etkilemediğini belirlemişlerdir. Denemelerde ayrıca, bu herbisitlerin topraklara ilavesi ile alg popülasyonunu engellemediği buna karşın, topraktaki kükürtün sülfata oksidasyonunun ise arttığı saptanmıştır. Niewiadomska ve Sawicka (2002), bazı pestisitlerin nitrogenaz aktivitesi, toprak mikroorganizma sayıları ile hibrit kaba yonca verimi üzerine etkisini araştırdıkları tarla ve saksı denemelerinde, Sinorhizobium meliloti aktivitesi ile nitrogenaz enzim aktivitesini, nodülasyonu, bitkiye ait kök gelişimi ve bitkisel verimi azalttığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca, herbisit ve fungusit uygulamalarının yonca plantasyonlarındaki toprak mikroorganizma sayısını başlangıçta engellediğini, daha sonraları ise uyardığını belirlemişlerdir.

Toprakların enzimatik reaksiyonlarına ait kinetik ve termodinamik özellikler, hem toprak özelliklerine bağlı olarak değişmekte hem de topraklara ilave edilen pestisit, organik materyal gibi tarımsal pratiklerden büyük ölçüde etkilenmektedirler. Trasar-Cepeda ve ark. (2006), üç farklı bünyeli (tnlı, kumlu-tn ve kumlu-killi-tn) toprakta farklı sıcaklıklardaki (5, 18, 27, 37, 57 ve 70°C) üreaz, BBA-proteaz, kasein-proteaz,  $\beta$ -glukosidaz, invertaz, CM-sellüloz, arilsülfataz, dehidrogenaz ve katalaz enzim aktiviteleri ile bu enzimlere ait termodinamik parametreleri araştırdıkları çalışmada, en düşük enzim aktivitelerinin düşük organik madde içeriğine sahip olan topraklarda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Dehidrogenaz enzimi tarafından katalizlenen reaksiyonda 70°C'ye kadar olan sıcaklık artışıyla birlikte ürün oluşumunda artış olduğunu, katalaz aktivitesinin 37°C' den sonra etkilenmediğini belirlemişlerdir.

Topraktaki enzim aktivitesinin kinetik analizi, toprakların ekoloji genetik özelliklerine bağlı olarak, enzim aktivitesi ile ilgili tepkimelerin yönü ve hızının belirlenmesinde önemlidir. Enzim reaksiyonlarında ürün oluşum hızını ( $V_{max}$ ), enzim-substrat kompleksinin dayanıklılığını ( $K_m$ ), enzim-substrat kompleksinin oluşum ve dağılımını ( $V_{max}/K_m$ ) gösteren kinetik parametreler, toprak özellikleri ile çevresel faktörlerin enzim reaksiyonlarının her bir aşamasındaki etkisini ifade etmektedir (Khaziev, 1982; Dalal, 1985; Huang ve Shindo, 2000; Masciandaro ve ark., 2000; Kızılkaya ve ark., 2007; Kızılkaya ve Ekberli, 2008). Ekberli ve ark. (2006), killi tın bünyeli bir toprak için, farklı substrat konsantrasyonlarında (0, % 1, %2, %4, %6, %8 ve %10), farklı sıcaklıklarda (0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C) ve farklı inkübasyon periyotlarında (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) toprakta belirlenen üreaz aktivitesi ile termodinamik ve kinetik ( $V_{max}$ ,  $K_m$  ve  $V_{max}/K_m$ ) parametreleri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, reaksiyon hızının %10 substrat konsantrasyonuna ulaştığında dengeye geldiği, en yüksek  $V_{max}$ ,  $K_m$  ve  $V_{max}/K_m$  değerlerin 40 ve 50°C'de bulunduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, kil ve kum bünyeli toprağa artan düzeylerde ilave edilen 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) herbisitinin katalaz aktivitesi ve bu enzime ait kinetik parametreler ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$ ) üzerine etkisi laboratuvar koşullarında belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede kullanılan kil bünyeli toprak örneği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinden (N 41°21.881', E 36°11.338'), kum bünyeli toprak örneği ise Samsun iline bağlı Bafra ilçesinin tarım arazisinden (N 41°30.377', E 35°50.249') 0-20 cm'lik toprak derinliğinden alınmıştır. Alınan toprak örneği gölgede kurutulduktan sonra dövülmüş, 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Denemede kullanılan 2,4-D (2,4-Diklorofenoksiasetik asit) herbisiti ise OMÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden temin edilmiştir. Toprağın bünyesi hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1951); toprak reaksiyonu (pH) 1:1 toprak: su karışımında cam elektrodlu pH metre ile (Peech, 1965), elektriksel iletkenlik değerleri ( $EC_{25^\circ C}$ ) EC metre ile (Brower ve Wilcox, 1965); kireç kapsamı ( $CaCO_3$ ) Scheibler kalsimetresinde (Hızalan ve Ünal, 1966); organik madde Walkey-Black (Walkey, 1946); toplam azot (N) ise Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965) belirlenmiştir.

## 2.1. İnkübasyon Denemesi

İnkübasyon denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 paralel olarak kurulmuştur. Bu amaçla, hava kurusu toprak örneğinin 250 gr'lık miktarları plastik saksılara konulmuş, üzerlerine 0.5; 1.0 ve 2.0 ppb dozlarında 2,4-D herbisit ilavesi yapılmıştır. Uygulanan dozlar bu herbisit Türkiye'deki uygulama dozlarına göre seçilmiştir (Anonymous, 2010). Herbisit ilavesi yapılmayan saksılar kontrol olarak kabul edilmiştir. Saksılardan eksilen su miktarı her gün eklenerek nem düzeyi maksimum su tutma kapasitesinin %40'ı seviyesinde tutulmuştur. İnkübasyon denemesi toplam 90 gün sürmüş ve toplam 144 saksıdan [2 (toprak) x 3 (paralel) x 4 (kontrol + 3 doz) x 6 (inkübasyon dönemi)] oluşmuştur.

İnkübasyonun 15, 30, 45, 60, 75 ve 90. günlerinde saksılardan alınan toprak örneklerinin katalaz enzim aktivitesi (EC 1.11.1.6) Beck (1971)' e göre hacimsel olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 5 gr toprak örneği üzerine 10 ml fosfat tampon (pH 7) ve 5 ml %3'lük substrat (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) çözeltisi ilave edilmiştir. 3 dakika sonunda laboratuvar sıcaklığında (20°C) açığa çıkan O<sub>2</sub> miktarı hacimsel olarak belirlenmiştir. Her analiz 3 paralelli yapılmış ve elde edilen bulgular "ml O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup> kuru toprak" olarak ifade edilmiştir.

## 2.2. Kinetik Parametreler

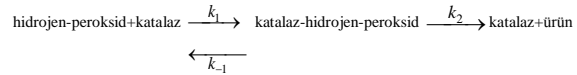
Katalaz enziminin, topraktaki hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalaması,

Katalaz  
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  reaksiyonu ile gerçekleşmektedir. Hidrojen peroksidin katalaz enzimiyle hidrolizinin kinetik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, 90 günlük deneme periyodu boyunca denemenin 15, 30, 45, 60, 75 ve 90. günlerinde saksılardan alınan toprak örneklerinde farklı inkübasyon zamanları (0.25; 0.50; 0.75; 1.0; 2.0;..., 39 dakika) ile substrat olarak kullanılan hidrojen peroksidin (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) %0, %1, %2, %4, %6, %8, %10, %15, %20, %25 ve %30 olmak üzere 11 farklı konsantrasyonunda katalaz aktivitesi tayinleri yapılmıştır. V<sub>max</sub>, K<sub>m</sub> kinetik parametrelerin saptanması amacıyla Michaelis- Menten denkleminin [ $v = V_{\max}[S] / (K_m + [S])$ ] Lineweaver-Burk tarafından linearize edilmiş aşağıdaki ifadesinden kullanılmıştır (Tabatabai ve Bremner, 1971; Tabatabai, 1973; Dalal, 1985; Atkins 1998; Ekberli ve Kızılkaya, 2006 ):

$$1/v = (K_m/V_{\max}) 1/[S] + 1/V_{\max}$$

Burada, v- enzim reaksiyonunun başlangıçtaki hızı, ml O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>sn<sup>-1</sup>; [S] – substrat (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) konsantrasyonu, %; V<sub>max</sub>- reaksiyonun maksimum başlangıç hızı, ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> sn<sup>-1</sup>; K<sub>m</sub>-Michaelis sabiti, ml O<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>dir. 1/v ve 1/[S] arasındaki doğrusal regresyon ilişkisinde 1/[S] = 0'daki başlangıç ordinatı 1/V<sub>max</sub> olup, K<sub>m</sub>/V<sub>max</sub> eğiminden ise K<sub>m</sub> bulunmaktadır.

Michaelis-Menten denkleminde göre enzim reaksiyonunun hızına etki eden faktörler (enzim konsantrasyonu, başlangıç substrat konsantrasyonu, enzim inhibitörleri, sıcaklık, pH, basınç vb.), enzim substrat kompleksi (ESK)'nin oluşumunu (K<sub>m</sub>) ve dağılım hızını (V<sub>max</sub>= k<sub>2</sub>[F]<sub>0</sub>) (burada, [F]<sub>0</sub>- enzim toplam konsantrasyonu, k<sub>2</sub>-ESK'nın ürün ve enzime dağılmasının hız sabitesidir) ifade eden parametrelerin her birine ayrı ayrı etki yapmaktadır. Aynı zamanda, bu faktörler hem K<sub>m</sub> hem de V<sub>max</sub> üzerine birlikte etki edebilmektedir. Bu nedenle K<sub>m</sub> ve V<sub>max</sub> parametreleri, belirli koşullar altında belli enzim-substrat kompleksini karakterize etmektedir. Şematik olarak,



(burada, k<sub>1</sub>- ESK oluşumunun hız sabitesi; k<sub>-1</sub>- ESK'nin tekrar başlangıçtaki maddelere dönüşümünün hız sabitesidir.) biçiminde gösterilen hidrojen peroksidin su ve oksijene dönüşüm sürecinin "sabit kinetik" bakımından irdelenmesi sonucunda, K<sub>m</sub> parametresinin üç hız sabitesinin fonksiyonu olarak ortaya çıkabileceği varsayılmaktadır: K<sub>m</sub>=(k<sub>-1</sub>+k<sub>2</sub>)/k<sub>1</sub>; k<sub>1</sub>/k<sub>-1</sub>). Substrat çok az miktarda bulunduğu zaman k<sub>2</sub><<k<sub>-1</sub> olarak, K<sub>m</sub> parametresi esas itibariyle substrat-enzim kompleksi oluşumunun hız sabitesine (k<sub>1</sub>) bağlı olmaktadır. Bu durumda, V<sub>max</sub> ise enzim konsantrasyonuna bağlı olup, ESK dağılımının hız sabitesini (k<sub>2</sub>) belirlemektedir (Dalal, 1985; Tinoco ve ark., 1995).

Michaelis sabiti (K<sub>m</sub>), ESK'nın dayanıklılığını ifade etmektedir. ESK'nın dayanıklılığı ile K<sub>m</sub> değeri arasında ters bir ilişki vardır. K<sub>m</sub> değeri düşük olduğunda ESK'nın dayanıklılığı yüksek, K<sub>m</sub> değeri büyük olduğunda ise ESK'nın dayanıklılığı düşüktür. V<sub>max</sub>/K<sub>m</sub>, toprakta ESK'nın meydana gelmesi ile bu kompleksten ürün oluşumunun karşılaştırılmasını ifade etmektedir. Bu oranın yüksek oluşu, ESK'nın dağılımının oluşumuna göre daha çabuk olduğunu göstermektedir (Tabatabai ve Bremner 1971; Tabatabai 1973).

Deneme sonucunda elde edilen bulgulara ait istatistiksel analizler SPSS 10.1 paket programında yapılmış ve elde edilen sonuçlar Yurtsever (1984) tarafından bildirildiği şekilde değerlendirilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Kil bünyeli toprak tuzsuz, hafif asit reaksiyonlu, kireçsiz olup, organik madde kapsamı yeterli, toplam azot içeriği çok düşüktür. Kum bünyeli toprak ise tuzsuz, alkalın reaksiyonlu, orta kireçli olup, organik

## 2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği

madde kapsamı ve toplam azot içeriği çok düşük seviyededir.

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Kil (C) bünyeli toprak	Kum (S) bünyeli toprak
Kil (%)	50	1.87
Silt (%)	25	2.76
Kum, %	25	95.37
Organik madde (%)	3.68	0.41
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	-	9.3
pH (1:1)	6.5	8.2
EC (1:1) (dSm <sup>-1</sup> )	0.24	0.10
Toplam azot (N) (ppm)	450	150
C/N	47.55	16

### 3.2. Topraklara 2,4-D Herbisitinin Uygulanmasında Katalaz Enzim Aktivitesinin Değişimi

Farklı bünyeye sahip topraklara 2,4-D herbisitinin uygulanmasında, toprakların katalaz aktivitesindeki değişimlerin toprakların tekstürüne bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Kil bünyeli toprağa artan düzeylerde ilave edilen 2,4-D herbisitinin farklı inkübasyon dönemlerinde toprakların katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimler de, dozların katalaz aktivitesine etkisi önemsiz seviyede iken, inkübasyon dönemleri arasında önemli farklılıklar ( $P<0.01$ ) belirlenmiştir (Şekil 1A). İnkübasyonun 15. gününde en yüksek katalaz aktivitesi seviyesi belirlenmiş iken, denemenin 30. gününde katalaz aktivitesinde önemli azalmalar meydana gelmiş, bu dönemden sonra katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimler ise, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde, kum bünyeli toprağa artan düzeylerde ilave edilen 2,4-D herbisitinin katalaz aktivitesinde meydana getirdiği etkilerde ise, dozlar arasında farklılıklar bulunmaz iken, inkübasyon dönemleri arasında önemli farklılıklar ( $P<0.01$ ) saptanmıştır (Şekil 1B). En yüksek katalaz aktivitesi inkübasyonun 15. gününde saptanmış iken inkübasyonun ilerleyen dönemlerinde katalaz aktivitesinde azalmalar meydana gelmiş ve inkübasyonun 45. gününe değin bu azalmalar devam etmiştir. 45. günden sonra katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimlerin istatistiksel açıdan önemsiz seviyede bulunduğu belirlenmiştir. Genel olarak her iki toprakta en yüksek katalaz aktivitesi seviyesinden sonra meydana gelen değişimler stabil olmamaktadır.

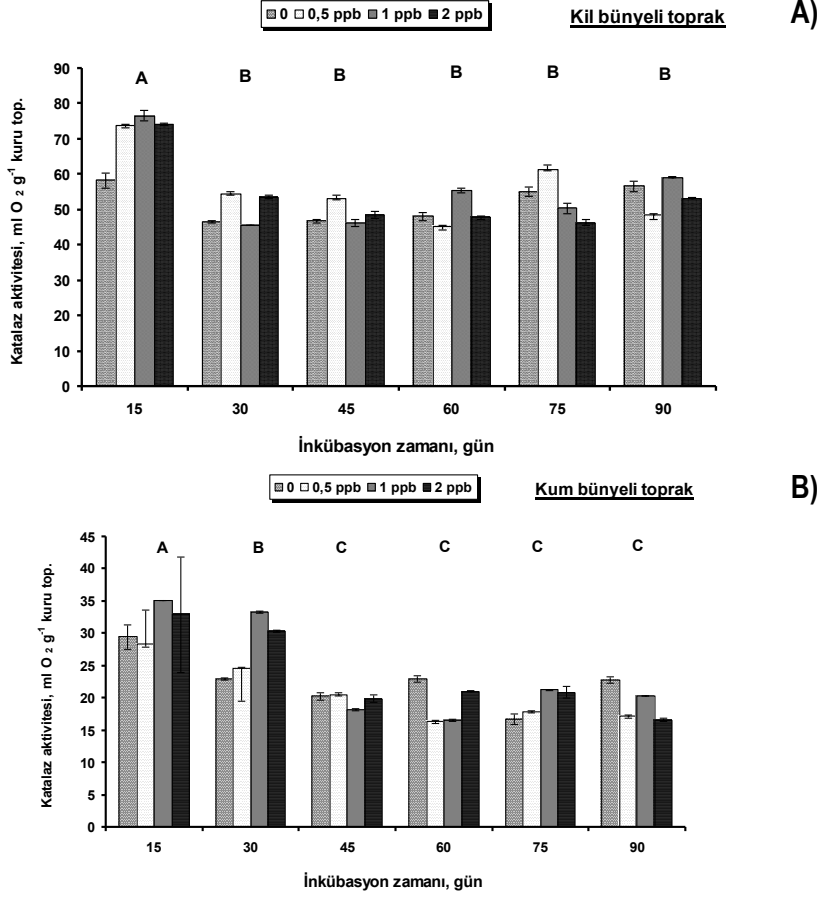
Topraklara 2,4-D herbisitinin uygulanmasında bu topraklardaki katalaz aktivitesindeki değişimlerde önemli farklılıklar belirlenmiş, tüm inkübasyon dönemleri ile tüm uygulama dozlarında en yüksek katalaz aktivitesi seviyeleri kil bünyeli toprakta ortaya çıkmış iken, en düşük katalaz aktivitesi seviyeleri ise kum bünyeli toprakta olduğu saptanmıştır. Bu durum kuşkusuz toprağın hem kil içeriğindeki farklılıklardan hem de besin maddesi ve ortamdaki mevcut mikrofloradan kaynaklanabilmektedir. Toprakların kil içeriğindeki artış o toprağın yüzey alanının fazlalığı ve

kilin taşıdığı negatif elektrik yükünden dolayı çok çeşitli materyalleri daha sıkı bir şekilde tutabileceğini de ortaya koymaktadır (Nichols and Grismer, 1997). Ancak, sorbsiyon kapasitesi yüksek olan kil bünyeli toprakta metal iyonları ile diğer organo-mineral bileşikler tutulabilmesine karşın 2,4-D herbisitinin kil tarafından adsorbsiyonu oldukça sınırlıdır. Özellikle uygulanan herbisit konsantrasyonu arttıkça toplam içerisinde adsorbe olan miktar azalmaktadır (Johnson ve ark., 1995). Dolayısıyla, kil bünyeli topraklar genellikle, gübreleme gibi her hangi bir kültürel işlemin yapılmadığı durumda besin maddelerinin alınabilir konsantrasyonlarını daha fazla içermektedir. Ayrıca, denemede kullanılan kil bünyeli toprak aynı zamanda kum bünyeli toprağa oranla daha yüksek seviyede organik madde içermektedir. Kil bünyeli topraktaki bu durum, hem topraklarda bulunan mikroorganizmalar için besin maddesi kaynağının bu toprakta daha fazla bulunduğunu hem de aerob organizmaların değerlendirilmesinde önemli bir kriter olan katalaz aktivitesinin (Glinsky ve ark., 1986; Kızılkaya ve ark., 2004) daha fazla bulunduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalar toprakların mikroorganizma popülasyonunun artışına bağlı olarak katalaz aktivitesinin (Kızılkaya ve ark., 1998) ve artan mikrobiyal faaliyete bağlı olarak 2,4-D'nin mikrobiyal bozulmasının da arttığını ortaya koymuştur (Foster ve Mckercher, 1973).

Özellikle kil bünyeli toprakta 30. gün ve kum bünyeli toprakta 45. günden sonra katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimlerin önemsiz olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar (Que Hee ve Sutherland, 1981; Ou 1984; Han ve New, 1994) 2,4-D herbisitinin toprakta kalıcılık süresinin toprak ve çevre şartlarına göre değişmekle beraber çok kısa olduğunu ortaya koymuştur. Tu ve ark. (2001), iklimsel koşullara göre değişmekle beraber, 2,4-D herbisitinin yarılanma ömrünün toprakta ortalama 10 gün olduğunu, soğuk havalarda ve toprak neminin yetersizliği durumunda bu sürenin uzayabileceğini bildirmiştir. Denemede hem kil hem de kum bünyeli toprağa artan düzeylerde uygulanan 2,4-D herbisitinin özellikle inkübasyonun başında kontrole göre katalaz aktivitesini artırdığı, inkübasyonun ilerleyen dönemlerinde ise azalttığı saptanmış, ancak meydana gelen bu değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Tu ve ark. (2001), 2,4-D'nin düşük konsantrasyonları canlı organizmanın RNA, DNA ve protein sentezini uyarabildiğini, kontrolsüz hücre bölünmesine ve gelişmesine yol açabildiğini, diğer taraftan yüksek konsantrasyonları ise hücre bölünmesini ve gelişmesini engelleyerek organizmanın ölümünün meydana gelebileceğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalar ile pestisitlerin toprak mikrobiyal popülasyonu ile mikroorganizmaların katalazlediği süreçler üzerinde meydana getirdiği etkilerin çok değişkenlikler gösterdiği saptanmıştır (Olson ve Lindwall, 1991; Kızılkaya, 2000). Pestisitler, toprak mikroorganizmaları üzerinde uyarıcı veya engelleyici yönde etki gösterebileceği gibi her

hangi bir etki de göstermeyebilmektedir. Pestisitlerin mikrobiyal populasyon ve aktivite üzerinde meydana getireceği etkiler, pestisitlerin uygulama dozuna, formülasyonuna, uygulama şekline bağlı olarak değişebileceği gibi, toprak özelliklerine göre de büyük oranda farklılıklar gösterebilmektedir (Sylvestre ve

Fournier, 1979; Haktanır, 1989). Bu çalışmada, kil ve kum bünyeli iki farklı toprağa artan dozlarda uygulanan 2,4-D herbisitinin katalaz aktivitesi üzerine oluşturduğu etkide, uygulama dozları arasında önemli farkların bulunmadığı saptanmıştır.



Şekil 1. Topraklara uygulanan 2,4-D herbisitinin artan dozlarının 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca farklı bünyeli topraklarda katalaz enzim aktivitesinin değişimi (Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında  $P < 0.01$  olasılıkla farklılık yoktur). A) Kil bünyeli toprak B) Kum bünyeli toprak

### 3.3. Farklı Substrat Konsantrasyonları İle Katalaz Aktivitesi Arasındaki İlişkiler

Topraklara artan dozda uygulanan 2,4-D herbisitinin 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca katalaz enziminin kinetiği üzerine etkilerinin saptanması amacıyla, artan substrat konsantrasyonlarında ve belirli zamanlardaki katalaz aktivitesindeki değişimler belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Herbisit tüm uygulama dozlarında her bir toprakta substrat konsantrasyonu arttıkça katalaz aktivitesinin de arttığı saptanmıştır. Kil bünyeli toprakta maksimum katalaz aktivitesi inkübasyon dönemleri arasında değişkenlik gösterir iken, kum bünyeli toprağa uygulanan 1 ve 2 ppb'lik 2,4-D uygulamasında tüm  $H_2O_2$  konsantrasyonlarında maksimum katalaz aktivitesi 15. günde belirlenmiştir. Bu durum denemede kullanılan toprakların kil kapsamı, havalanma durumu, ortamdaki mevcut mikroflora ve toprakların kilden kaynaklanan adsorpsiyon kapasitesi ile ilgili olabilir.

### 3.4. Topraklara 2,4-D Herbisitini Uygulanmasında Katalaz Enzimine Ait Kinetik Parametrelerin Değişimi

Kil ve kum bünyeli toprağa artan düzeylerde 2,4-D herbisiti uygulanmasında farklı substrat konsantrasyonları ile başlangıç reaksiyon hızları ( $v$ ,  $mlO_2 g^{-1} sn^{-1}$ ) arasındaki ilişki Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Her iki kontrol toprağı ve 2,4-D'nin tüm uygulama dozlarında, hidrojen-peroksidin başlangıç reaksiyon hızı substratın fonksiyonu olup, bu ilişki hiperbolik biçimdedir. Aynı zamanda, substrat konsantrasyonunun artışına bağlı olarak reaksiyonun başlangıç hızının arttığı saptanmıştır. Khaziev ve Agafarova (1976); Khaziev (1982); Kızılkaya ve Ekberli (2008), toprak enzimlerine ait kinetik parametrelerin değerlendirilmesinde, reaksiyonun başlangıç hızı ile substrat konsantrasyonu arasındaki ilişkinin hiperbolik biçimde olduğunu belirlemişlerdir.

Kontrol ve farklı düzeylerde 2,4-D uygulanmış kil ve kum bünyeli toprakların kinetik parametrelerinin

## 2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği

belirlenmesinde kullanılan Michaelis-Menten eşitliğinin lineerize edilmiş biçimi olan Lineweaver-Burk eğrileri ve doğrusal regresyon ilişkileri uygun olarak Şekil 4 ve 5' de, katalaz + hidrojen-peroksit reaksiyonunun bu ilişkilere göre hesaplanan kinetik parametreleri ise Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir.

Kil ve kum bünyeli toprakta kontrol uygulamasında en yüksek  $V_{max}$ , inkübasyonun 30. gününde ortaya çıkmış ve sırasıyla 0.724 ve 0.291  $mlO_2 g^{-1}sn^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Kum bünyeli toprakla karşılaştırıldığında, daha yüksek organik maddeye sahip olan kil bünyeli toprakta  $V_{max}$  değerinin yüksek olması gösterir ki, reaksiyonun ikinci aşaması, yani, ESK'nin enzim ve ürüne dağılması düşük organik maddeye sahip topraklarda daha düşük hızla gerçekleşmektedir. Tüm inkübasyon döneminde kil bünyeli toprakta  $K_m$  değerleri daha yüksek olmaktadır. Bu ise kil bünyeli toprakta ESK'nin dayanıklılığının daha düşük olduğunu göstermektedir.  $V_{max}/K_m$  değerleri kil bünyeli toprakta dar, kum bünyeli toprakta ise geniş aralıkta

değişmektedir. Bu durum, killi toprakta ESK'nin dayanıklılığının düşük olmasından kaynaklanabilir.

Kil bünyeli toprağa 2,4-D herbisitinin uygulanmasında,  $V_{max}$  önemli oranda değişiklikler göstermiş, 0.5 ppb dozunda en yüksek  $V_{max}$  inkübasyonun 75. gününde, 1 ppb dozunda 60. gününde ve 2 ppb dozunda ise 15. gününde elde edilmiştir. İnkübasyon dönemlerine ait  $V_{max}$  değerlerinin ortalamasına göre ise, 2,4-D herbisiti uygulamasının kontrol ile karşılaştırıldığında  $V_{max}$  'ı artırdığı, ancak doz artışına bağlı olarak  $V_{max}$  'da genel olarak azalmaların olduğu belirlenmiştir. En yüksek  $V_{max}$  0.5 ppb dozunda elde edilir iken en düşük  $V_{max}$  kontrol uygulamasında saptanmıştır. Bu durum, kontrol ile karşılaştırıldığında kil bünyeli toprağa 2,4-D herbisiti uygulanması sonucunda reaksiyon hızı ve ürün oluşum hızının daha çabuk olduğunu, buna karşın toprağa uygulanan 2,4-D herbisitinin uygulama dozunun artması durumunda ürün oluşum hızının azaldığını ortaya koymaktadır.

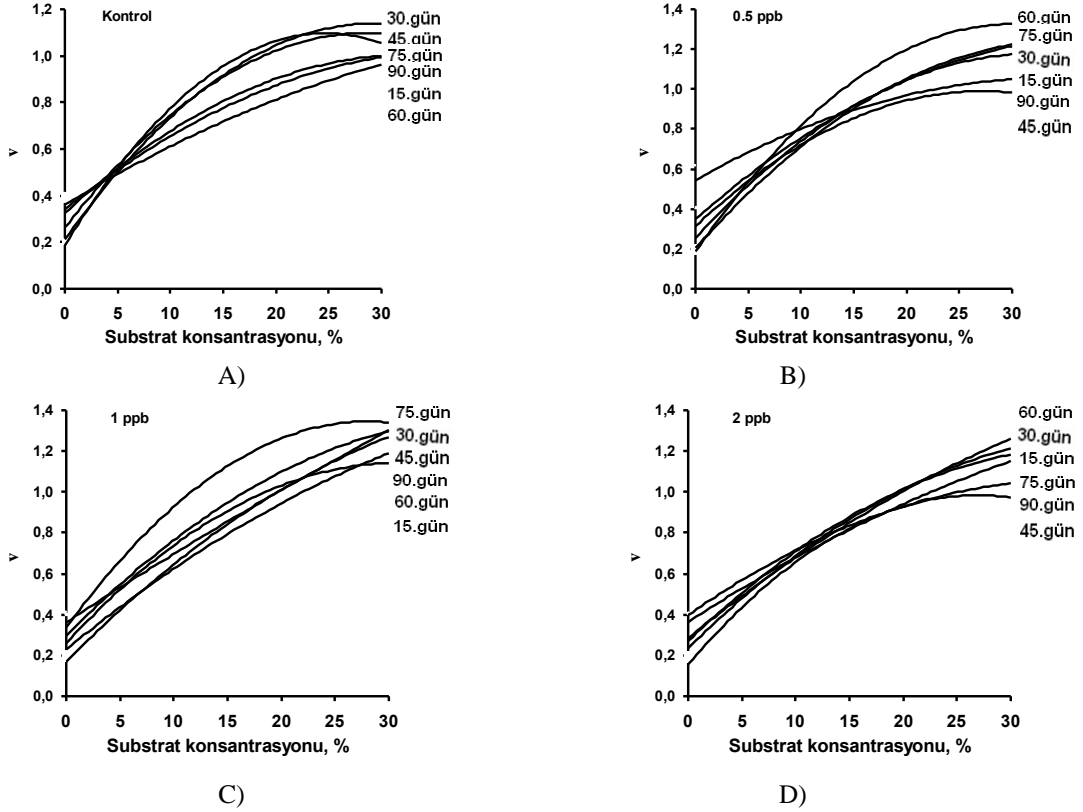
Çizelge 2. Kil bünyeli toprağa 2,4-D herbisit uygulamasında 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca farklı substrat konsantrasyonlarındaki katalaz aktivitesi

[S]	Katalaz aktivitesinin değişim aralığı, $ml O_2 g^{-1}$				Maksimum katalaz aktivitesinin elde edildiği inkübasyon dönemi, gün			
	0 ppb	0,5 ppb	1 ppb	2 ppb	0 ppb	0,5 ppb	1 ppb	2 ppb
0	3.0-45.0	5.6-49.4	6.0-76.9	5.9-63.3	15.	15.	15.	15.
1	6.1-71.1	6.1-88.3	6.1-101.4	5.9-82.0	15.	15.	15.	15.
2	6.0-95.0	6.0-104.6	5.9-120.1	5.9-117.0	75.	15.	15.	15.
4	8.8-142.0	8.9-138.5	8.9-144.3	8.8-153.6	15.	15.	15.	15.
6	9.0-190.5	11.2-179.8	9.1-187.2	8.8-179.6	30.	60.	15.	15.
8	11.8-223.3	11.9-212.2	11.8-238.9	11.8-233.8	30.	75.	15.	15.
10	15.0-264.8	12.1-279.2	11.9-261.8	14.6-293.7	75.	30.	30.	15.
15	15.4-345.9	12.3-345.0	17.7-362.8	15.2-334.6	45.	75.	60.	45.
20	18.2-429.0	15.3-437.5	18.3-456.5	18.2-437.5	60.	60.	60.	45.
25	19.6-515.1	15.3-521.6	21.2-503.8	16.7-519.9	90.	60.	60.	90.
30	18.4-557.9	15.4-573.1	21.2-579.9	20.2-566.4	90.	60.	15.	60.

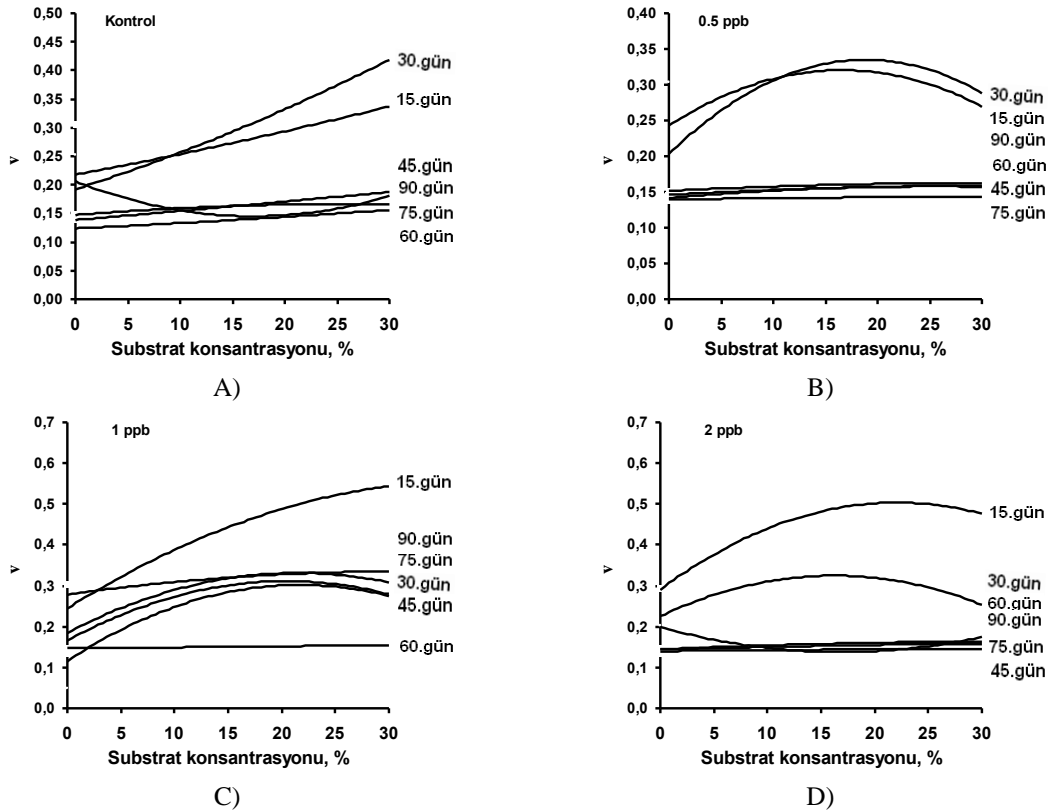
Çizelge 3. Kum bünyeli toprağa 2,4-D herbisit uygulamasında 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca farklı substrat konsantrasyonlarındaki katalaz aktivitesi

[S]	Katalaz aktivitesinin değişim aralığı, $ml O_2 g^{-1}$				Maksimum katalaz aktivitesinin elde edildiği inkübasyon dönemi, gün			
	0 ppb	0,5 ppb	1 ppb	2 ppb	0 ppb	0,5 ppb	1 ppb	2 ppb
0	2.3-30.3	2.2-31.6	2.2-32.5	2.2-29.0	15.	30.	15.	30.
1	4.2-38.1	2.2-41.1	2.2-51.4	2.1-40.8	15.	15.	15.	15.
2	4.2-40.9	2.2-44.8	2.2-61.9	2.8-48.9	15.	15.	15.	15.
4	4.3-46.0	4.3-53.7	4.2-68.9	2.1-69.3	30.	15.	15.	15.
6	4.3-52.8	2.2-63.9	4.3-78.5	2.1-73.7	30.	15.	15.	15.
8	4.3-61.8	4.2-63.1	4.3-72.5	4.4-86.7	30.	15.	15.	15.
10	4.4-64.4	2.2-67.1	4.3-75.8	4.4-91.6	30.	30.	15.	15.
15	4.4-68.8	4.2-70.0	4.3-70.4	4.4-101.0	30.	30.	15.	15.
20	4.5-73.7	4.2-71.3	4.3-81.4	4.4-112.8	30.	15.	15.	15.
25	4.3-77.5	4.3-56.3	4.3-70.9	6.4-109.4	30.	30.	15.	15.
30	4.3-84.6	4.3-61.9	4.3-65.0	6.4-105.3	30.	15.	15.	15.



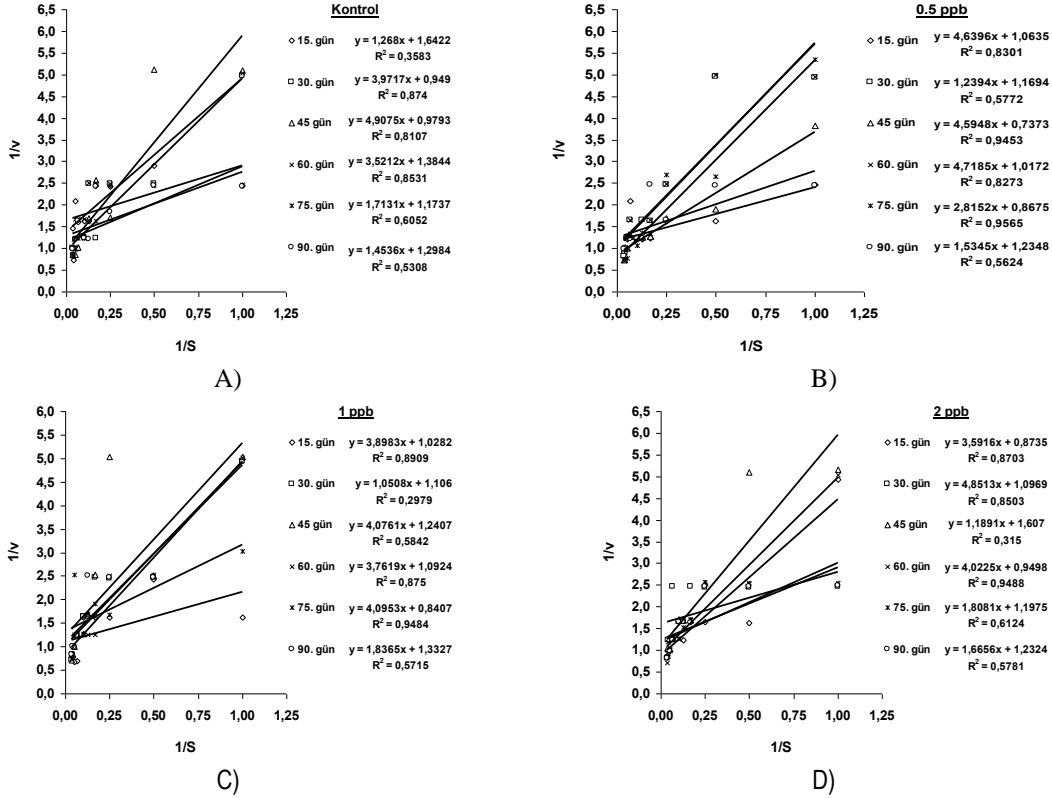


Şekil 2. Kil bünyeli toprağa artan düzeylerde 2,4-D herbisiti uygulamasında katalaz + hidrojen-peroksit reaksiyonunun başlangıç hızı ( $v$ ,  $\text{mL O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ sn}^{-1}$ ) ile substrat konsantrasyonu arasındaki ilişkiler, A) kontrol; B) 0,5 ppb; C) 1 ppb; D) 2 ppb 2,4-D dozu

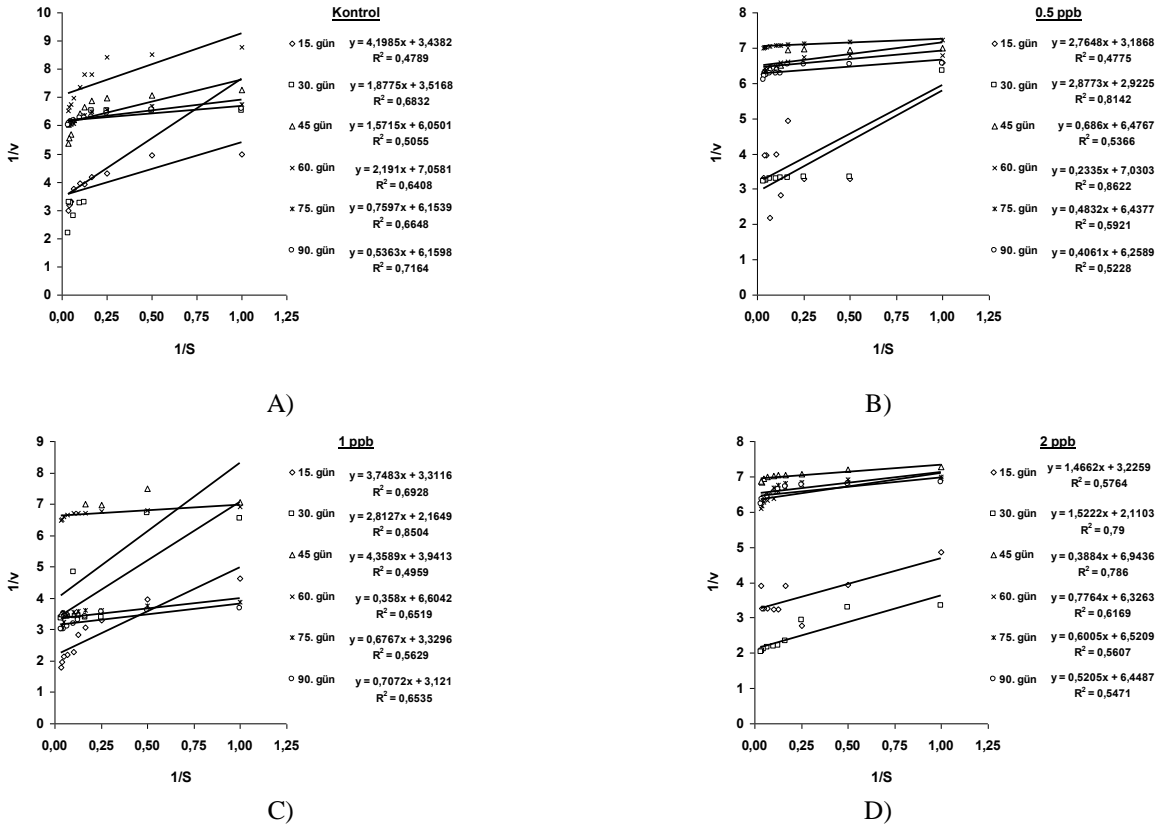


Şekil 3. Kum bünyeli toprağa artan düzeylerde 2,4-D herbisiti uygulamasında katalaz + hidrojen-peroksit reaksiyonunun başlangıç hızı ( $v$ ,  $\text{mL O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ sn}^{-1}$ ) ile substrat konsantrasyonu arasındaki ilişkiler, A) kontrol; B) 0,5 ppb; C) 1 ppb; D) 2 ppb 2,4-D dozu

## 2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği



Şekil 4. Ters koordinatlarda (1/v ve 1/S), kil bünyeli toprağa farklı dozlarda 2,4-D herbisiti uygulamasında, katalaz + hidrojen-peroksit reaksiyonunun başlangıç hızı ile substrat konsantrasyonu arasındaki fonksiyonel ilişkiler, A) kontrol; B) 0,5 ppb; C) 1 ppb; D) 2 ppb 2,4-D dozu



Şekil 5. Ters koordinatlarda (1/v ve 1/S), kum bünyeli toprağa farklı dozlarda 2,4-D herbisiti uygulamasında, katalaz + hidrojen-peroksit reaksiyonunun başlangıç hızı ile substrat konsantrasyonu arasındaki fonksiyonel ilişkiler, A) kontrol; B) 0,5 ppb; C) 1 ppb; D) 2 ppb 2,4-D dozu

Çizelge 4. Farklı dozlarda ve 90 günlük inkübasyon periyodunda 2,4-D herbisiti uygulanmış kil bünyeli toprağın kinetik parametrelerinin değerleri

2,4-D Uygulama Dozu	Kinetik Parametreler	İnkübasyon dönemi, gün						Ortalama
		15	30	45	60	75	90	
Kontrol	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.724	1.054	1.021	0.722	0.867	0.770	0.785
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	1.275	4.185	5.011	2.544	1.513	1.120	2.608
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.568	0.252	0.204	0.284	0.573	0.688	0.428
0.5 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.855	0.940	1.153	0.983	1.356	0.810	1.016
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	1.060	4.363	3.245	4.639	6.232	1.243	3.464
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.807	0.216	0.355	0.212	0.218	0.652	0.410
1 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.904	0.973	0.806	1.190	0.750	0.915	0.923
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	0.950	3.791	3.285	4.871	1.378	3.444	2.953
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.952	0.257	0.245	0.244	0.544	0.266	0.418
2 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	1.145	0.622	0.912	1.053	0.835	0.759	0.888
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	4.112	0.740	4.423	4.235	1.510	1.164	2.697
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.279	0.841	0.206	0.249	0.553	0.652	0.463

Çizelge 5. Farklı dozlarda ve 90 günlük inkübasyon periyodunda 2,4-D herbisiti uygulanmış kum bünyeli toprağın kinetik parametrelerinin değerleri

2,4-D Uygulama Dozu	Kinetik Parametreler	İnkübasyon dönemi, gün						Ortalama
		15	30	45	60	75	90	
Kontrol	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.284	0.291	0.165	0.142	0.162	0.162	0.201
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	0.534	1.221	0.260	0.310	0.121	0.087	0.422
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.532	0.238	0.635	0.458	1.339	1.832	0.839
0.5 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.314	0.342	0.154	0.155	0.142	0.160	0.211
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	0.868	0.985	0.106	0.075	0.033	0.065	0.355
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.362	0.347	1.453	2.067	4.303	2.462	1.832
1 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.462	0.302	0.254	0.151	0.300	0.320	0.298
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	1.054	1.132	1.106	0.054	0.203	0.227	0.629
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.438	0.267	0.230	2.796	1.478	1.410	1.103
2 ppb	$V_{max}$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> sn <sup>-1</sup> )	0.310	0.474	0.144	0.158	0.153	0.155	0.232
	$K_m$ (mlO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	0.455	0.721	0.056	0.123	0.092	0.081	0.255
	$V_{max}/K_m$ (sn <sup>-1</sup> )	0.681	0.657	2.571	1.285	1.663	1.914	1.462

Benzer şekilde, tüm inkübasyon dönemlerinin ortalama verileri dikkate alındığında, 2,4-D herbisiti uygulamasının  $K_m$  değerlerini artırdığı ve en yüksek  $K_m$ 'nin 0.5 ppb uygulama dozunda, en düşük  $K_m$ 'nin ise kontrolde elde edildiği belirlenmiştir.  $V_{max}$ 'da olduğu gibi, 2,4-D uygulama dozu arttıkça  $K_m$ 'nin ortalama değerlerinde de azalmalar meydana gelmektedir. Bu durum ise, kil bünyeli toprağa 2,4-D uygulanması sonucunda katalaz enzimine ait enzim-substrat kompleksinin dayanıklılığının kontrole göre daha düşük olduğu, bunun sonucunda da ürün oluşumunun daha fazla olduğunu ifade etmektedir. Yani, topraklara araştırmada kullanılan düzeylerde 2,4-D uygulanması sonucunda, daha fazla ürün elde edilmekte, en yüksek ürün ise 0,5 ppb düzeylerinde olmaktadır.

$V_{max}/K_m$  oranları ise tüm inkübasyon dönemlerinin ortalama verilerine göre, en yüksek 2 ppb uygulama düzeyinde elde edilmiş iken, bunu sırası ile 0.5 ppb 2,4-D uygulama dozu, kontrol ve 1ppb 2,4-D uygulama dozu takip etmektedir. Bu durum ise, 2 ppb uygulama dozunda enzim-substrat kompleksinin dağılımının oluşumuna göre daha çabuk olduğunu göstermektedir.

Kum bünyeli toprağa 2,4-D herbisitinin uygulanması sonucunda,  $V_{max}$  önemli oranda değişiklikler göstermiş, en yüksek  $V_{max}$  2 ppb uygulama dozunda inkübasyonun 30. gününde, 1 ppb uygulama dozunda 15. gününde ve 0.5 ppb uygulama dozunda ise 30. gününde elde edilmiştir. İnkübasyon dönemlerine göre,  $V_{max}$  değerlerinin ortalama dikkate alındığında, 2,4-D herbisiti uygulamasının kontrole göre  $V_{max}$  'ı artırdığı, fakat 2 ppb dozunda  $V_{max}$  değerlerinin genellikle azaldığı saptanmıştır. Ancak, tüm 2,4-D uygulamalarındaki  $V_{max}$  düzeyleri kontrole göre daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. En yüksek  $V_{max}$  2 ppb dozunda elde edilirken en düşük  $V_{max}$  kontrol uygulamasında saptanmıştır. Bu ise, kontrol ile karşılaştırıldığında kum bünyeli toprağa 2,4-D herbisiti uygulanması sonucunda reaksiyon hızı ve ürün oluşum hızının daha çabuk olduğunu ifade etmektedir.

Tüm inkübasyon dönemlerine ait ortalama  $K_m$  değerleri dikkate alındığında, 2,4-D herbisiti uygulaması ile kontrol değerleri arasında farklıklar belirlenmiş, en yüksek  $K_m$  1 ppb uygulama dozunda, en düşük  $K_m$  ise 2 ppb uygulama dozunda belirlenmiştir. Bu ise, kum bünyeli toprağa 1 ppb 2,4-

## 2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği

D herbisit uygulanması sonucunda katalaz enzimine ait enzim-substrat kompleksinin dayanıklılığının kontrole göre daha düşük olduğunu ve ürün oluşumunun daha fazla olduğunu ifade etmekte olup, en az ürün 2 ppb uygulama dozunda elde edilmiştir.

İnkübasyon dönemlerinin ortalama verilerine göre, tüm 2,4-D uygulama düzeylerinde belirlenen  $V_{max}/K_m$  oranlarının kontrolden daha yüksek olduğu saptanmış, en yüksek  $V_{max}/K_m$  0.5 ppb uygulama dozunda, en düşük  $V_{max}/K_m$  oranı ise kontrolde elde edilmiştir. Bu ise, 0.5 ppb uygulama dozunda enzim-substrat kompleksinin dağılımının, bu kompleksin oluşumuna göre daha çabuk olduğunu ortaya koymaktadır.

## 4. SONUÇ

Tarımsal alanda herbisitlerin sürekli olarak kullanımı, herbisitleri makro ve mikro biyolojik ortamın oluşumuna ve değişimine devamlı olarak etki edebilen ekolojik faktöre dönüştürmüştür. Bu nedenle, herbisitlerin topraktaki biyolojik olaylara etkisinin incelenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada, artan dozlarda 2,4-D herbisitinin kil ve kum bünyeli toprağa uygulanmasında, katalaz enzim aktivitesi ile kinetik parametrelerdeki değişimler 90 günlük inkübasyon denemesi ile belirlenmiştir. 2,4-D herbisitinin topraklara uygulanması sonucunda hem katalaz aktivitesi hemde kinetik parametrelerin önemli düzeyde etkilendiği, bu duruma 2,4-D uygulama dozu ve toprak bünyesinin etki sağladığı saptanmıştır.

2,4-D herbisitinin katalaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisinin toprak tekstürü ile önemli ilişkisinin olduğu belirlenmiş, en yüksek katalaz enzim aktivitesi kil bünyeli toprakta saptanmıştır. Katalaz enzim aktivitesinin yüksek olması kil bünyeli toprakta aerob mikroflora populasyonundaki fazlalığı göstermektedir. 2,4-D uygulama dozunun ise katalaz aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Katalaz enzim aktivitesini 2,4-D herbisitinin başlangıçta her iki toprakta artırdığı, ilerleyen inkübasyon dönemlerinde ise azalttığı saptanmıştır. Kil ve kum bünyeli toprağın her birinde maksimum katalaz enzim aktivitesi inkübasyonun 15. gününde belirlenmiştir. Bu durum 2,4 D'nin toprak mikroorganizmaları tarafından C ve enerji kaynağı olarak kullanılmasından, CO<sub>2</sub>'e kadar oksitlenmeye imkan veren elektron vericisi olmasından dolayı aerob mikrobiyal aktiviteyi artırmasıyla ilgili olabilir. İnkübasyonun ilerleyen dönemlerinde katalaz aktivitesinde meydana gelen azalmalar 2,4-D herbisitinin mineralizasyonu sonucu ortaya çıkan toksiditeden kaynaklanabilir.

Enzim reaksiyonu kinetik parametrelerinin değerlendirilmesi enzim-substrat kompleksi ve ürün oluşumu arasındaki ilişkilerin gösterilmesine imkan sağlamaktadır. Kil ve kum bünyeli toprağa 2,4-D herbisit uygulamasının, inkübasyon süresinin ve substrat konsantrasyonunun  $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  gibi kinetik parametreleri etkilediği belirlenmiştir. İnkübasyon döneminde hem kontrolde hem de herbisit

uygulanmasında, kinetik parametrelerdeki değişimlerin stabil olmadığı saptanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, topraklara 2,4-D uygulamasının aerob organizma populasyonunda meydana getirdiği etkiden dolayı ürün oluşum hızı da artmaktadır. Bu durum, 2,4-D herbisitinin sadece aerob organizmaları etkilemediği, bunun yanı sıra bunların faaliyetleri sonucu açığa çıkan O<sub>2</sub>'nin oluşum hızını da etkilediğini ortaya koymaktadır. Böylece 2,4-D'nin önerilen dozda kullanılması durumunda hem katalaz aktivitesi hem de bunun sonucu olarak O<sub>2</sub> oluşum hızı da artmaktadır. Bu ise tarımsal açıdan, özellikle yüzey topraklarında kök solunumu için gerekli O<sub>2</sub>'nin temini açısından önemlidir.

## 5. TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezinin bir kısmı olan bu araştırmanın yürütülmesine yapmış olduğu katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA'ya teşekkür ederiz.

## 6. KAYNAKLAR

- Atkins, P.W. 1998. Physical Chemistry, Sixth Edition. Oxford University Press UK.
- Anonymous, 2010. Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, s: 82-93.
- Aurelia, O. 2009. Study of the effect of some pesticides on soil microorganisms. Proceedings of International Symposia Risk Factors for Environment and Food Safety & Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Environmental Protection, November 6-7, 2009, Oradea. pp. 1086-1089.
- Beck, T.H. 1971. Die messung der katalasen aktivität von böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 130: 68-81.
- Bending, G.D., Lincoln, S.D., Edmondson, R.N. 2006. Spatial variation in the degradation rate of the pesticides isoproturon, azoxystrobin and diflufenican in soil and its relationship with chemical and microbial properties. Environmental Pollution, 139(2): 279-287.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration oh hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In C.A. Black, D.D.Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds). Method of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 1149-1176.
- Brower, C.A., Wilcox, L.V. 1965. Soluble salts. In C.A. Black, D.D.Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds). Method of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 933-951.
- Chiron, S., Fernandez-Alba, A., Rodriguez, A., Garcia-Calvo, E. 2000. Pesticide chemical oxidation: state-of-the-art. Water Research, 34(2): 366-377.
- Dalal, R.C. 1985. Distribution, salinity, kinetic and thermodynamic characteristics of urease activity in a

- vertisol profile. Australian Journal of Soil Research, 23(1): 49 – 60.
- Demirci, F., Elibüyük İ., Ö. 2010. Degradation of pesticides in soil. International Soil Science Congress on “Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality”. May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey. pp. 989-998.
- Ekberli, İ., Kızılkaya, R. 2006. Catalase enzyme and its kinetic parameters in earthworm *L. terrestris* casts and surrounding soil. Asian Journal of Chemistry, 18(3): 2321 - 2328.
- Ekberli, İ., Kızılkaya, R., Kars, N. 2006. Urease Enzyme and Its Kinetic and Thermodynamic Parameters in Clay Loam Soil. Asian Journal of Chemistry, 18 (4): 3097-3105.
- Foster, R.K., Mc Kercher, R.B. 1973. Laboratory incubation studies of chlorophenoxyacetic acids in chernozemic soils. Soil Biology and Biochemistry 5, 333-337.
- Fuentes, M.S., Benimeli, C.S., Cuzzo, S.A., Amoroso, M.J. 2010. Isolation of pesticide-degrading actinomycetes from a contaminated site: Bacterial growth, removal and dechlorination of organochlorine pesticides. International Biodeterioration & Biodegradation, 64(6): 434-441.
- Gaultier, J., Farenhorst, A., Cathcart, J., Goddard, T. 2008. Degradation of [carboxyl-<sup>14</sup>C] 2,4-D and [ring-U-<sup>14</sup>C] 2,4-D in 114 agricultural soils as affected by soil organic carbon content. Soil Biology and Biochemistry, 40(1): 217-227.
- Glinsky, J., Stepniewska, Z., Brzezinska, M. 1986. Characterization of the dehydrogenase and catalase activity of the soils of two natural sites with respect to the soil oxygenation status. Polish Journal of Soil Science 2, 47–52.
- Haktanır, K. 1989. Pestisitlerin ve ağır metallerin topraktaki biyolojik olaylar üzerine etkileri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, s.5-15, Ankara.
- Han, S.O., New, P.B. 1994. Effect of water availability on degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) by soil microorganisms. Soil Biology and Biochemistry 26, 1689-1697.
- Harris, G.L., Nicholls, P.H., Bailey, S.W., Howse, K.R., Mason, D.J. 1994. Factors influencing the loss of pesticides in drainage from a cracking clay soil. Journal of Hydrology, 159(1-4): 235-253.
- Hızalan, E., Ünal, H. 1966. Toprakta önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 278: 5-7.
- Huang, Q., Shindo, H. 2000. Effects of copper on the activity and kinetics of free and immobilized acid phosphatase. Soil Biology & Biochemistry, 32: 1885–1892.
- Johnson, W.G., Lavy, T.L., Gbur., E.E. 1995. Sorption, mobility, and degradation of triclopyr and 2,4-D and four soils. Weed Science 43, 678-684.
- Kızılkaya, R. 2000. The effects of herbicides 2,4-D on total bacteria and *Bacillus cereus* var. *mycoides* growth in soil. Proceedings of International Symposium on Desertification. 13-17 June 2000. Konya-Turkey. p. 541-546.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M. 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. European Journal of Soil Biology 40, 95-102.
- Kızılkaya, R., Ekberli, İ. 2008. Determination of the effects of hazelnut husk and tea waste treatments on urease enzyme activity and its kinetics in soil. Turk. J. Agric. For., 32 (4): 299-310.
- Kızılkaya, R., Ekberli, İ., Kars, N., 2007. Tütün Atığı ve Buğday Samanı Uygulanmış Toprakta Üreaz Aktivitesi ve Kinetiği. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(3): 186-194.
- Kızılkaya, R., Kızılgöz, İ., Arcaç, S., Kaptan, H., Rakıcioğlu, S., 1998. Microbiological properties of soils of Harran Plain. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. 21-24 September 1998. Menemen-İzmir-Turkey. p. 569-574.
- Khaziev F. K. 1982. Ecological research of soil enzyme activity. Nauka Press, Moscow. 203 pp.
- Khaziev, F.Kh., Agafarova, Y.M. 1976. Michaelis constant of soil enzymes. Soviet Soil Science, 8: 150-157.
- Klöpffer, W. 1992. Photochemical degradation of pesticides and other chemicals in the environment: a critical assessment of the state of the art. Science of The Total Environment, 123-124: 145-159.
- Larsbo, M., Stenström, J., Etana, A., Börjesson, E., Jarvis, N.J. 2009. Herbicide sorption, degradation, and leaching in three Swedish soils under long-term conventional and reduced tillage. Soil and Tillage Research, 105(2): 200-208.
- Lewis, J.A., Papavizas, G.C., Hora, T.S. 1978. Effect of some herbicides on microbial activity in soil. Soil Biology and Biochemistry, 10 (2): 137-141.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M. 2010. Mikroorganizmaların biyolojisi (Çeviri editörü: Cumhuriyet Çökmüş). Palme yayınları: 532: 647-655.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Bauer, C. 2000. Kinetic parameters of dehydrogenase in the assessment of the response of soil to vermicompost and inorganic fertilisers. Biol. Fertil. Soils, 32:479–483.
- Mercadier, C., Vega, D., Bastide, J. 1997. Iprodione degradation by isolated soil microorganisms. FEMS Microbiology Ecology, 23(3): 207-215.
- Nichols, J.R., Grismer, M.E. 1997. Measurement of fracture mechanics parameters in silty-clay soils. Soil Science 162, 309-322.
- Niewiadomska, A., Sawicka A. 2002. Effect of Carbendazim, Imazetapir and Thiram on Nitrogenase Activity, Number of Microorganisms in Soil and Yield of Hybrid Lucerne (*Medicago media*). Polish Journal of Environmental Studies, 11(6): 737-744.
- Olson, B.M., Lindwall, C.W. 1991. Soil microbial activity under chemical fallow conditions: effects of 2,4-D and glyphosate. Soil. Biol. Biochem., 23(II): 1071-1075.
- Ou, L.T., 1984. 2,4-D degradation and 2,4-D degrading microorganisms in soils. Soil Science 137, 100-107.
- Peech, M. 1965. Hydrogen activity. In C.A. Black, D.D.Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds). Method of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 914-925.
- Que Hee, S.S., Sutherland, R.G. 1981. The Phenoxyalkanoic Herbicides, Volume I: Chemistry, Analysis, and Environmental Pollution. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 319 pp.
- Rath, A.K., Ramakrishnan, B., Rath, A.K., Kumaraswamy, S., Bharati, K., Singla, P., Sethunathan, N. 1998. Effect of pesticides on microbial biomass of flooded soil. Chemosphere, 37(4): 661-671.
- Sannino, F., Gianfreda, L. 2001. Pesticide influence on soil enzymatic activities. Chemosphere, 45: 417-425.
- Soulas, G. 1982. Mathematical model for microbial degradation of pesticides in the soil. Soil Biology and Biochemistry, 14(2): 107-115.

## **2,4 D'nin topraktaki katalaz aktivitesi ve kinetiği**

- Spark, K.M., Swift R.S. 2002. Effect of Soil Composition and Dissolved Organic Matter on Pesticide Sorption. *The Science of the Total Environment*, 298: 147-161.
- Syvestre, G.S., Fournier, J.C. 1979. Effects of pesticides on the soil microflora. *Advances in Agronomy*. Academic Press. Inc. 31, 63-72.
- Tabataba, M.A. 1973. Michaelis constant of urease in soils and soil fraction. *Soil Science Society America Proceedings*, 37: 707-710.
- Tabataba, M.A., Bremner, J.M. 1971. Michaelis constant of soil enzymes. *Soil Biol. and Biochem.*, 3:317-323.
- Tinoco, Jr.I., Sauer, K., Wang J.C. 1995. *Physical chemistry: principles and applications in biological sciences*, 3rd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, s. 418-456.
- Trasar-Cepeda, C., Gil-Sotres, F., Leiros, M.C. 2007. Thermodynamic parameters of enzymes in grassland soils from Galicia, NW Spain. *Soil Biol. and Biochem.*, 39: 311-319.
- Tu, M., Hurd, C., Randall, M.J. 2001. *Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas, Wildland Invasive Species Program*, The Nature Conservancy.
- Walkey, A. 1946. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.*, 63: 251-263.
- Wang, Y., Wu, C., Wang, X., Zhou, S. 2009. The role of humic substances in the anaerobic reductive dechlorination of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid by *Comamonas koreensis* strain CY01. *J. of Hazardous Materials*, 164: 941-947.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel İstatistik Metodlar*. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizm. Genel Müd. Yayınları, Ankara.

## ARITMA ÇAMURUNUN TOPRAĞIN BAZI TEMEL VERİMLİLİK PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet Arif ÖZYAZICI\*      Gülen ÖZYAZICI

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-SAMSUN  
\*arifozyazici@hotmail.com

Geliş Tarihi: 17.02.2012

Kabul Tarihi: 27.03.2012

**ÖZET:** Bu çalışma, arıtma çamurunun toprağın bazı temel verimlilik parametreleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme deseni ve “buğday+beyaz baş lahana+domates” münavebe sistemi esas alınarak yürütülen çalışmada, arıtma çamurunun 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 t ha<sup>-1</sup> dozları ile optimum kimyasal gübreleme (N+P) uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, artan dozlardaki arıtma çamuru uygulaması ile toprağın; pH'sında azalma, EC, organik madde, toplam N ve alınabilir P değerlerinde artış, kireç ve alınabilir K içeriklerinde ise herhangi bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Arıtma çamuru, organik madde, toprak kimyasal özellikleri

### EFFECTS OF SEWAGE SLUDGE ON SOME BASIC PRODUCTIVITY PARAMETERS OF SOIL

**ABSTRACT:** This study was carried out in order to determine the effects of sewage sludge on some basic productivity parameters of soil. The research was conducted essentially by using “wheat + white head cabbage + tomato” crop rotation system and planned according to randomized blocks trial design. 0, 10, 20, 30, 40 and 50 t ha<sup>-1</sup> doses of sewage sludge and optimum recommended doses of chemical fertilizer composed of nitrogen (N) and phosphorus (P) were applied. It was determined that the pH of the soil decreased whereas EC, organic matter, total N and receivable P values increased with the increasing rates of sewage sludge. However, there was no variation on lime and receivable potassium (K) contents of the soil.

**Keywords:** Sewage sludge, organic matter, soil chemical characteristics

### 1. GİRİŞ

Endüstrileşmenin yaygınlaşması, nüfusun artışı ve kent merkezlerinin büyük bir hızla büyümesi sonucu topluluklar tarafından üretilen evsel ve endüstriyel kökenli atık su miktarı hızla artmış, bu durum önemli sağlık ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ancak, günümüzde çevre bilincinin artmasıyla birlikte gerek birçok sanayi tesislerinde, gerekse şehircilik planlamalarında arıtma tesislerinin kurulması ve çalışması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu tesislerde arıtma sonucu açığa çıkan ve sistemin önemli bir parçasını teşkil eden arıtma çamurlarının tekrar çevre kirliliği oluşturmaması için uygun yöntemlerle ortadan kaldırılması gerekmektedir. Çamurun ortadan kaldırılması konusunda uzun yıllardan beri çeşitli yöntemler denenmiş ve çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Bu yöntemler arasında arıtma çamurlarının toprağa verilerek ortadan kaldırılması ekonomiyeye katkısı bakımından üzerinde önemle durulan bertaraf tekniklerinden birisidir. Organik gübre ve toprak düzenleyici olarak uygun özellikler taşıyan arıtma çamurlarının tarımda kullanılmaları ile hem çamur bertarafı gerçekleştirilmekte hem de tarımsal üretimde ekonomik kazanç sağlanabilmektedir.

Arıtma çamurları; bölgeden bölgeye, tesise giren hammadde ve işlem proseslerine göre miktarı değişmekle birlikte yüksek oranda organik madde, makro ve mikro bitki besin maddeleri ile değişebilir katyonlar içerdiği ve kontrollü olarak toprağa verilebileceği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Hakerlerler, 1980; Anaç ve ark., 1993; Kyle ve McClintock, 1995; Navas ve ark., 1998;

Bozkurt ve ark., 2000; Martinez ve ark., 2002; Shober ve ark., 2003; Dolgen ve ark., 2007). Bunların yanı sıra arıtma çamurları ağır metaller, organik kirleticiler ve patojen mikroorganizmalar da içerebilmekte ve farklı amaçlı kullanımları esnasında çevreye zarar verebilmektedir (McBride, 1995; Çimrin ve ark., 2000; Singh ve Agrawal, 2007).

Larson ve ark. (1974) şehir arıtma çamurlarının tarımsal ürünün ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve mikro besin elementlerini sağlayabildiği ve uygun şekilde ele alındığı taktirde tarımsal arazilerde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Williams (1979) arıtma çamurlarının ve organik gübrelerin tarım arazilerindeki faydalı kullanımını belirlemek için havada kurutulmuş ham çamur, havada kurutulmuş çürük çamur ve çiftlik gübrelerinin bitki besin düzeylerini belirlemiş, bu atıkları tarım alanlarına uygulayarak ürün verimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacı, arıtma çamurlarının azot (N) ve fosfor (P) yönünden yararlanılabilir bir kaynak olduğunu ancak potasyum yönünden fakir kaldığını, özellikle sulu haldeki çürütülmüş çamurların bitkiye yararlı N ve P bakımından oldukça değerli bir kaynak olduğunu vurgulamıştır.

Turalhoğlu ve Acar (1996), arıtma çamurlarının çevreye en az zarar verecek şekilde bertaraf edilmesi ve içerdikleri besin elementlerinden de yararlanılabilmesi için tarım topraklarında kullanmanın en iyi yol olduğunu ancak uygulamadan önce ağır metal, tuz, azot ve patojen mikroorganizma miktarlarının tespit edilerek verilebilecek maksimum yüklerin belirlenmesi gerektiğini bildirmektedir.

Atık su arıtma tesislerinden ortaya çıkan arıtma çamurlarının tarımsal açıdan değerlendirilmesi

düşünüldüğünde, bu çamurların öncelikle bitki besin elementi içeriği, tuzluluk, pH ve ağır metal içeriği bakımından detaylı araştırmalarının yapılması, toprağa uygulandığında, toprak yapısına, toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri dikkate alınmalı ve uygulamaların bu doğrultuda yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, Bafra Atık Su Arıtma Tesisi'nden çıkan arıtma çamurunun toprağın bazı verimlilik öğeleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra Deneme İstasyonu arazisinde 2002-2005 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmada “buğday + beyaz baş lahanaya + domates” ekim nöbeti sistemi ele alınmış ve ekim nöbeti 2 yıl tekrarlanmıştır. Her yıl kurulan bu denemeler, I. Periyot (2002 yılında ilk kurulan münavebe denemesi) ve II. Periyot (2003 yılında kurulan münavebe denemesi) münavebe denemeleri şeklinde isimlendirilmiştir. Buna göre her iki deneme yerine ait münavebe öncesi/buğday ekim öncesi alınan toprakların bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde araştırma yeri toprakları genel tanımlamaya göre; killi bünyeye sahip, hafif alkali, tuzsuz, orta kireçli, organik madde içeriği orta, alınabilir fosfor kapsamı çok az veya az, alınabilir potasyum kapsamının ise yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)\*

Özellik	Değeri	
	I. periyot münavebe denemesi	II. periyot münavebe denemesi
Kil (%)	56.3	57.1
Silt (%)	36.2	35.6
Kum (%)	7.6	8.2
Tekstür sınıfı	Killi	Killi
Ph	7.80	7.93
Elektriksel iletkenlik (EC) (dS m <sup>-1</sup> )	2.638	1.953
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	5.5	5.8
Organik madde (%)	2.77	2.76
Alınabilir fosfor (P) (kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	30	30
Alınabilir potasyum (K) (kgK <sub>2</sub> Oha <sup>-1</sup> )	990	900

\*Analizler (Mülga) Samsun Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü laboratuvarında yapılmıştır.

Bafra İlçesinin uzun yıllar ortalamalarına ait iklim verileri incelendiğinde; uzun yıllar (54 yıllık) sıcaklık ortalaması 13.8°C olup, araştırma yılları yıllık sıcaklık ortalaması ise 13.4-14.3°C arasında değişmiştir. Uzun yıllar ve araştırma yıllarında en yüksek sıcaklık ortalaması ağustos ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise şubat ayında kaydedilmiştir. Bafra’da 54 yıllık ortalama nispi nem oranı % 74.8 olarak gerçekleşmiştir. Araştırma yıllarında aylık toplam yağış miktarı 710.2-1124.7 mm arasında değişiklik

göstermiş olup, 54 yıllık ortalama yağış miktarı ise aylık 737.4 mm olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

Araştırmada, Samsun-Bafra Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi’nden çıkan kek halindeki arıtma çamuru kullanılmış olup, çamur materyalinin bazı özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde; arıtma çamuru materyali % 4.50-5.25 arasında N, % 1.95-2.23 P ve % 0.36-0.64 arasında da K (potasyum) içermektedir. Türkiye’de 2010 yılında yürürlüğe giren “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmeliği”ne göre toprakta kullanılacak stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal muhtevaları sınır değerleri; kurşun için 750 ppm, kadmiyum için 10 ppm, krom için 1000 ppm, bakır için 1000 ppm, nikel için 300 ppm, çinko için 2500 ppm ve civa için 10 ppm (fırın kuru toprakta) olarak bildirilmektedir (Anonim, 2010). Buna göre; araştırmada kullanılan arıtma çamurunun ağır metal içerikleri gözden geçirildiğinde, yönetmelikte belirtilen sınır değerlerinin altında ağır metal içerdiği saptanmıştır. Arıtma çamurunun mikrobiyolojik analizleri sonucu kullanımını sınırlandıracak Fekal coli seviyesi de tespit edilmemiştir.

Araştırmada buğday çeşidi olarak “Panda”, beyaz baş lahanaya tohumu olarak yörede yaygın olarak yetiştirilen yerli çeşit ve domates tohumluğu olarak ise “5656 F1” domates çeşidi kullanılmıştır.

“Buğday+beyaz baş lahanaya+domates” münavebesi esas alınmak üzere, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak planlanan araştırmanın konusunu, arıtma çamurunun 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 t ha<sup>-1</sup> dozları ile optimum kimyasal gübreleme (N+P) uygulaması teşkil etmiştir. Parsel ölçüleri 5.64m x 10m (56.40 m<sup>2</sup>) olarak düzenlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan arıtma çamurunun fiziko-kimyasal özellikleri

Özellik	Birim	Değeri	
		I. periyot münavebe denemesi	II. periyot münavebe denemesi
Katı madde	%	40	87
Yanma kaybı	%	61	73
pH		7.55	6.49
EC 25°C	dS m <sup>-1</sup>	7.11	8.00
Toplam N*	%	4.50	5.25
Toplam P	%	2.23	1.95
Toplam K	%	0.64	0.36
C/N		8	8
Cu	ppm	136	120
Zn	ppm	718	926
Cd	ppm	1.5	1.1
Cr	ppm	45	39
Ni	ppm	57	42
Pb	ppm	35±9	37
Hg*	ppm	<0.001	<0.001

(\*): Düzen Laboratuvarında yapılmıştır.



Aritma çamuru her bir münavebe periyodunda bir kez olmak üzere münavebenin ilk bitkisi olan buğdayın ekim öncesinde, hava kurusu hale geldikten sonra 65°C sabit ağırlığa getirilmiş kuru madde üzerinden hesaplanarak, araştırmada ele alınan dozlar itibariyle pulluk altına verilerek toprağa uygulanmıştır. Buna göre arıtma çamuru uygulaması Ekim ayı ortalarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada optimum N+P konusundaki uygulamada; toprak analiz sonuçlarına dayanan azotlu ve fosforlu gübre uygulaması yapılmış olup, azotlu gübre miktarlarının uygulamasında yörenin iklim ve toprak koşullarında daha önce yapılmış araştırma sonuçlarına göre, buğday için 20 kg/da N (Özdemir ve Güner, 1983a), beyaz baş lahana ve domates için 13 kg/da N (Deniz ve Özdemir, 1980; Özdemir ve Güner, 1983b) esas alınmıştır. Buna göre; azotlu gübrenin (% 21 N) yarısı ile fosforlu gübrenin (triple süper fosfat-% 43-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) tamamı buğday ekiminden, beyaz baş lahana ve domates dikiminden önce, azotlu gübrenin kalan yarısı ise buğday için kardeşlenme ortalarında, beyaz baş lahanada 2. çapada sıralara, domateste ise meyveler görülmeye başladığında sıralar arasına serpmeye uygulanmıştır. Araştırma yeri toprakları potasyumca zengin olduğu için potasyumlu gübre uygulaması yapılmamıştır.

Buğday, beyaz baş lahana ve domates ekim/dikimlerinden önce, toprak derin sürülmüş, diskaro ve tırmık çekilmek suretiyle tarla hazırlıkları yapılmıştır. Buğday ekimi havalı kombine mibzerle 10-18 Kasım tarihlerinde yapılmış olup, dekara 18 kg tohum atılmıştır. Buğday hasadından sonra aynı parsellere 100cm x 75cm sıra arasısıra üzeri mesafede Temmuz sonu/Ağustos başlarında beyaz baş lahana dikimi gerçekleştirilmiştir. Lahana hasatları tamamlandıktan sonra münavebenin son bitkisi olan domates 140cm x 60cm sıra arasısıra üzeri mesafe

esas alınarak Mayıs ayında deneme parsellerine şaşırtılmıştır. Eylül ayında domates hasadı da tamamlanarak bir münavebe periyodu sonlandırılmıştır.

“Buğday+beyaz baş lahana+domates” münavebe sisteminde arıtma çamuru uygulamalarının, toprağın bazı kimyasal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla her bir münavebe periyodu sonunda (domates hasat sonrası), her parselden genel kurallara uygun olarak (Jackson, 1958) paslanmaz çelik kürek ile 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin suyla doyunluk (%), toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik (dSm<sup>-1</sup>), kireç (%), organik madde (%), alınabilir fosfor (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) ve alınabilir potasyum (kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) kapsamları Tüzüner (1990) tarafından bildirilen esaslar dahilinde belirlenmiştir. Toplam azot, Bremner (1965) tarafından esasları belirtilen “Semimikro Kjeldahl Yöntemi” ile, C/N oranı ise organik karbon ile toplam azotun oranlanmasından (Tüzüner, 1990) belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar (iki münavebe periyodu ayrı ayrı değerlendirilerek), “Jamp” istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, F testi sonuçlarına göre farklı grupları tespit etmede çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan Testi (Yurtsever, 1984) kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Aritma çamurunun farklı dozları ve kimyasal gübre uygulaması yapılan topraklarda münavebe periyodu sonucunda belirlenen bazı temel verimlilik parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Arıtma çamuru uygulamalarının toprağın bazı özellikleri üzerine etkisi

Konular	pH*	Elektriksel İletkenlik (EC)** (dS m <sup>-1</sup> )	Kireç (%)	Organik madde* (%)	Toplam N* (%)	Alınabilir fosfor* (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Alınabilir potasyum (kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> )
I. periyot münavebe denemesi							
0 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.88 a	2.009 bc	6.2	2.69 d	0.194	30.5 d	730
10 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.85 ab	2.139 bc	6.2	2.75 cd	0.209	80.4 c	620
20 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.83 ab	1.985 bc	6.1	2.97 bc	0.209	100.9 bc	670
30 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.80 bcd	1.718 c	6.0	3.05 b	0.212	130.3 b	730
40 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.75 d	2.015 bc	5.9	3.05 b	0.217	200.8 a	740
50 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.77 cd	2.205 b	5.8	3.31 a	0.225	220.4 a	840
Optimum N+P	7.82 bc	2.704 a	5.9	2.70 d	0.211	80.4 c	720
II. periyot münavebe denemesi							
0 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.93 a	1.891	5.7	2.65	0.131 d	80.0 e	650
10 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.89 a	1.896	5.4	2.95	0.146 bc	120.0 d	670
20 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.87 ab	1.915	6.0	2.92	0.138 cd	160.0 c	630
30 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.82 bc	2.002	5.8	3.23	0.154 ab	240.0 b	660
40 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.79 c	1.949	5.4	3.15	0.162 a	240.8 b	610
50 t ha <sup>-1</sup> arıtma çamuru	7.79 c	1.993	5.1	3.21	0.163 a	290.9 a	640
Optimum N+P	7.91 a	1.973	5.4	2.97	0.131 d	80.5 e	650

(\*): P<0.01 seviyesinde aynı sütundaki aynı harfli değerler arasında istatistik farklılık yoktur.

(\*\*): P<0.05 seviyesinde aynı sütundaki aynı harfli değerler arasında istatistik farklılık yoktur.

### **3.1. Arıtma Çamurunun Toprak pH'sı Üzerine Etkisi**

Araştırmada, arıtma çamuru uygulanmış toprakların pH değerleri ele alınan konuların ve münavebe periyotlarının ortalaması olarak 7.75-7.93 arasında değişim göstermiştir. Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, gerek deneme kurulmadan önceki toprak analizi sonucunda (Çizelge 1), gerekse arıtma çamurlarının uygulandığı parsellerde toprak reaksiyonunun hafif alkali sınıfında yer aldığı görülmüştür. Ancak, birinci periyot münavebe denemesinin 50 t ha<sup>-1</sup> arıtma çamuru dozunda -istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber- bir miktar artış olmasına rağmen, artan miktarlarda uygulanan arıtma çamurunun dozlarına paralel olarak toprak pH'sının azaldığı tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak araştırmada, arıtma çamuru uygulamasının toprak pH'sı üzerine olan etkisi her iki münavebe periyodu sonunda da istatistiksel olarak P<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek pH değeri her iki münavebe periyodunda da kontrol (0 t ha<sup>-1</sup> arıtma çamuru) konusunda belirlenirken (sırasıyla 7.88 ve 7.93), bunu azalan sırayla aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı 10 ve 20 t ha<sup>-1</sup> arıtma çamuru dozları takip etmiştir. İkinci periyot münavebe denemesinde, kimyasal gübreleme (optimum NP) uygulanan parsellerde belirlenen toprak pH'sı da istatistiki olarak birinci grupta yer almıştır (Çizelge 3). Samaras ve ark. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, toprağa artan oranlarda (0, 10, 30, 50 Mg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) arıtma çamuru ve inorganik gübreleme (160 kg NH<sub>4</sub>-N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> ve 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) uygulanarak, 0-25 ve 25-50 cm toprak derinliğinde bazı verimlilik parametreleri analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda; 0-25 cm toprak derinliğinde kontrol ve inorganik gübre uygulanan parsellerin pH değeri sırası ile 7.89 ve 7.88 iken, arıtma çamuru dozlarının artışına paralel olarak toprak pH'sının azaldığı ve en yüksek çamur dozunda pH 7.65 değeri ile istatistiksel olarak da en düşük değeri gösterdiği, 25-50 cm toprak derinliğindeki analiz sonuçlarının benzer göstergeler verdiği belirtilmiştir.

Arıtma çamurunun artan dozlarına bağlı olarak toprak pH'sında meydana gelen düşme iki şekilde ortaya çıkabilir; birincisi, arıtma çamuru nötr bir reaksiyon (Çizelge 2) göstermesine karşın deneme arazisi ise hafif alkali (Çizelge 1) reaksiyon göstermektedir. Bu nedenle daha düşük pH'ya sahip materyallerin topraklara uygulanması sonucu toprak pH'sında göreceli olarak düşme meydana gelmesi kaçınılmazdır; ikincisi ise, Kütük ve ark. (2000), Veeresh ve ark. (2003) ve Türkmen (2004) tarafından da bildirildiği üzere, arıtma çamuru gibi organik materyallerin topraklara uygulanması sonucu bu materyallerin parçalanma ve ayrışması ile açığa çıkan organik asitler, arıtma çamurlarının kapsadığı yüksek organik madde ve besin elementlerinin toprak ortamında biyolojik aktiviteyi artırması sonucu

üretilen CO<sub>2</sub>'in sulu ortamda karbonik asit oluşturması, mikroflora tarafından gerek organik ve gerekse inorganik asitlerin üretilmesi toprak pH'sında önemli oranda düşmeleri beraberinde getirmiş olabilmektedir. Benzer şekilde; Alloway ve Jackson (1991), Jackson ve Alloway (1991), Basta ve Tabatabai (1992), Alloway (1995), Henning ve ark. (2001), Ünal ve Katkat (2003), Aşık ve Katkat (2004), Türkmen (2004), Akdeniz ve ark. (2006), Casado-Vela ve ark. (2007), Khan ve ark. (2007), Angin ve Yağanoğlu (2009 ve 2011) tarafından yapılan çalışmalarda, topraklara arıtma çamurları uygulanması sonucu toprak pH'sında önemli düşmelerin olduğu bildirilmektedir.

Arıtma çamuru uygulanmış topraklarda ağır metallerin biyoalınabilirliğinin kontrolünde pH hızlı ve en etkili toprak parametresidir (Jackson ve Alloway, 1992). Arıtma çamurlarının uzun vadeli kullanımı ile içerdikleri ağır metaller toprak ve bitkide fitotoksik seviyelerde birikebilir ve özellikle düşük pH değerine sahip topraklarda bitkilerde artan metal konsantrasyonları meydana gelebilir. Nötr ve az olarak alkalın pH'da atıksu çamuruyla iyileştirilen topraklarda toksik maddelerin hareketi nispeten daha azdır. Toprağa uygulanacak arıtma çamurlarındaki metallerin çözünmesini kontrol etmek için çamurun ve toprağın pH'sının sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Nitekim, Yönetmeliklece arıtma çamuru uygulanacak toprağın pH'ının 6.5 veya daha yüksek olması istenir. Böylece ağır metallerin toprak içerisindeki hareketleri sınırlanmış olur.

### **3.2. Arıtma Çamurunun Toprağın Elektriksel İletkenliği (EC) Üzerine Etkisi**

Arıtma çamuru uygulanan toprakların EC değerleri ortalama olarak 1.718-2.704 dSm<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Yapılan varyans analiz sonucunda; birinci periyot münavebe denemesinde EC değerleri yönünden konular arasındaki farklılık istatistiksel açıdan P<0.05 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci periyot münavebe denemesinde istatistiki bakımdan farklılık görülmemiştir. Birinci periyot münavebe denemesinde, istatistiki bakımdan önemsiz olmakla beraber 20 ve 30 t ha<sup>-1</sup> arıtma çamuru dozlarında bir miktar azalma görülmesine rağmen, artan çamur uygulamasına bağlı olarak toprağın EC değerleri kontrole göre artmış ve bu artış istatistiki bakımdan P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek EC değeri 2.704 dS m<sup>-1</sup> ile geleneksel sistemde kimyasal gübre uygulanan (optimum NP) parsellerde tespit edilmiş olup, bunu arıtma çamurunun en yüksek dozu olan 50 t ha<sup>-1</sup> uygulaması takip etmiştir. İkinci periyot münavebe denemesinde ise; her ne kadar araştırma konuları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemesine karşın, arıtma çamurunun artan dozlarına paralel olarak genelde EC değerlerinin arttığı ve kontrol konusundan daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprak EC'sindeki bu artışlar arıtma çamurunun nispeten

yüksek EC değeri (Çizelge 2) ihtiva etmesi ile ilgilidir. Samaras ve ark. (2008) tarafından yapılan araştırmada, toprağa artan oranlarda uygulanan arıtma çamurunun toprağın EC değerini artırdığı, arıtma çamurunun en yüksek dozunda ( $50 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ) istatistiksel açıdan da birinci grubu oluşturan en yüksek EC değerinin ( $0.30$  ve  $0.26 \text{ mS cm}^{-1}$ ) belirlendiği bildirilmektedir. Yapılan birçok araştırmalarda da çamur uygulamalarıyla birlikte tuzluluğun arttığı belirtilmektedir (Navas ve ark., 1998; Wong ve ark., 2000, Ünal ve Katkat, 2003; Aşık ve Katkat, 2004; Türkmen, 2004; Casado-Vela ve ark., 2007; Angın ve Yağanoğlu, 2011; Ünal ve ark., 2011).

Saturasyon ekstraktında  $2-4 \text{ dS m}^{-1}$  arasındaki EC değerleri organik materyaller için en uygun değerler olarak kabul edilmektedir (Kirven, 1986). Buna karşın, Wong ve ark. (2001), arıtma çamurunun kendisinin elektriksel iletkenliğinin  $<2 \text{ dS m}^{-1}$  olması durumunda tuzluluk etkisinin ihmal edilebileceğini, fakat bu miktarın  $2-4 \text{ dS m}^{-1}$  olması durumunda ise çok hassas ürünler için tuzluluğun sınırlandırılabilirliğini ileri sürmüşlerdir. Bu verilere göre, araştırmada kullanılan arıtma çamurunun EC değeri tuzluluğa yol açacak değerin çok üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Ancak, arıtma çamuru uygulamaları sonucu araştırma topraklarının tuzluluk miktarlarındaki artışlarda toprağın tuzsuz sınıftan hafif tuzlu sınıfa kaymasına henüz neden olmadığı, Richards (1954) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprakların tuzsuz sınıfında olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen, çamur uygulamalarında yıllık birikimler göz önüne alınarak toprak ve çamur tuzluluğu sürekli kontrol edilmelidir.

### 3.3. Arıtma Çamurunun Toprağın Kireç Kapsamı Üzerine Etkisi

Araştırmada ele alınan konular itibarıyla “buğday+beyaz baş lahanaya+domates” münavebesi sonunda analiz edilen toprakların kireç değerleri %  $5.1-6.2$  arasında değişim göstermiştir. Orta kireçli sınıfta (Ülgen ve Yurtsever, 1995) yer alan araştırma topraklarının kireç içeriğine arıtma çamuru ile birlikte kimyasal gübre uygulamasının etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte her iki münavebe periyodunda artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru dozlarına paralel olarak toprakların kireç içeriklerinin genelde düşüş gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulgular, arıtma çamuru miktarı arttıkça toprağın kireç miktarının azaldığı yönündeki Ünal ve Katkat (2003)’ın bulguları ile uyum içerisinde.

### 3.4. Arıtma Çamurunun Toprağın Organik Madde Kapsamı Üzerine Etkisi

Arıtma çamuru ve optimum kimyasal gübre uygulanan toprakların organik madde miktarları %  $2.65-3.31$  arasında değişim göstermekte olup, artan çamur dozlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Bunun sonucu olarak, birinci periyot münavebe denemesinde, arıtma çamurunun kontrol ( $0 \text{ t ha}^{-1}$  arıtma çamuru)

düzeyi ile optimum NP konusu ve çamur dozları arasında istatistiksel açıdan  $P<0.01$  derecesinde önemli farklılık bulunmuştur. Birinci periyot münavebe denemesinde hasat sonunda alınan toprakların en yüksek organik madde içeriği %  $3.31$  ile  $50 \text{ t ha}^{-1}$  arıtma çamuru uygulanan parsellerde tespit edilmiş olup, istatistiksel olarak birinci grubu oluşturmuştur. Aynı periyotta en düşük organik madde miktarı ise arıtma çamuru uygulanmayan kontrol konusunda tespit edilmiş (%  $2.69$ ) olup, geleneksel sistemde optimum kimyasal gübreleme yapılan parsellerde belirlenen değer (%  $2.70$ ) ile istatistiksel açıdan aynı grubu oluşturmuştur. İkinci periyot münavebe denemesinde ise, istatistiksel açıdan konular arasında farklılık görülmemesine rağmen, arıtma çamuru uygulamaları sonucunda kontrol ve optimum NP uygulamalarına göre daha yüksek miktarlarda organik madde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Samaras ve ark. (2008), artan oranlarda uygulanan arıtma çamurunun toprağın organik madde içeriğini artırdığını,  $0-25 \text{ cm}$  toprak derinliğindeki verilerine göre arıtma çamuru dozlarının ve gübre uygulamasının toprak organik madde kapsamına etkisinin istatistiksel açıdan çok önemli olduğunu, kontrol ( $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  arıtma çamuru) ve gübreleme konularında en düşük organik madde değeri (sırasıyla %  $2.37$  ve  $2.48$ ), arıtma çamurunun  $50 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  dozunda ise en yüksek değer (%  $3.11$ ) belirlendiğini bildirmektedirler. Vasconcelos ve Cabral (1993), Mohammad ve Battikhi (1997), Albiach ve ark. (2001), Ünal ve Katkat (2003), Aşık ve Katkat (2004), Türkmen (2004), Tsadilas ve ark. (2005), Casado-Vela ve ark. (2007), Cheng ve ark. (2007), Wang ve ark. (2008), Angın ve Yağanoğlu (2009, 2011) ve Ünal ve ark. (2011) yaptıkları benzer çalışmalarda da arıtma çamuru dozları arttıkça toprakta organik madde miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Arıtma çamuru yüksek organik madde içeriğinden (Çizelge 2) dolayı toprağın organik madde içeriğini kontrol uygulamasına göre artan dozlara bağlı olarak yükseltmiştir. Bunun neticesinde Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprağın organik madde içeriği orta sınıftan iyi sınıfa kaymasına neden olmuştur. Sommer (1977), arıtma çamurlarının yüksek organik madde içeriklerinden dolayı özellikle toprakların başlıca sorunlarından olan organik madde azlığının çözümünü yönünde kullanılabileceğini, Johanson ve ark. (1999), arıtma çamurunun toprak için bitki besin elementi ve organik madde kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir.

### 3.5. Arıtma Çamurunun Toprağın Toplam Azot Kapsamı Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda arıtma çamuru ve kimyasal gübre uygulanan araştırma topraklarının toplam N kapsamları %  $0.131-0.225$  değerleri arasında belirlenmiştir. Birinci münavebe periyodu sonuçlarında, arıtma çamurlarının farklı dozları ile kimyasal gübre uygulamalarının toprakların toplam azot kapsamına istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmezken,

ikinci münavebe periyodunda araştırma faktörlerinin etkisi  $P < 0.01$  seviyesinde önemli olmuştur. Buna göre ikinci periyot münavebe denemesinde; en yüksek toplam N değeri  $50 \text{ t ha}^{-1}$  arıtma çamuru uygulamasında (% 0.163) tespit edilmiş olup, 30 ve  $40 \text{ t ha}^{-1}$  uygulama konusu ile aralarındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Aynı periyotta en düşük toplam N değeri ise % 0.131 ile kontrol ve optimum gübre uygulamalarında belirlenmiştir. Bununla birlikte ikinci periyotta, araştırma faktörlerinin bu etkileşimi toprakların toplam N yönünden sınıflandırılmasında sınıf atlamasına neden olmadığı ve elde edilen değerlerinin FAO (1990) tarafından bildirilen sınıflamaya göre yeterli grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Her iki münavebe periyodu verilerine göre, arıtma çamurunun artan dozlarına bağlı olarak hasat sonunda alınan toprakların toplam azot değerlerinin arttığı görülmüştür (Çizelge 3). Arıtma çamuru uygulamasının toprak azot içeriğine olan bu etkileri, toprak organik madde içeriğinde meydana getirdiği değişime benzerlik göstermiştir. Şüphesiz ki söz konusu etki, toplam azot içeriği % 4.50-5.25 arasında olan (Çizelge 2) arıtma çamuru ilavesinden kaynaklanmıştır.

Navas ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, arıtma çamuru uygulamalarındaki artışla birlikte azot miktarında bir artışın olduğunu ve bu artış oranının % 0.05'ten,  $320 \text{ t ha}^{-1}$  uygulamasında % 0.20'ye çıktığını bildirmişlerdir. Samaras ve ark. (2008), artan oranlarda uygulanan arıtma çamurunun toprağın organik madde içeriğinde olduğu gibi toplam azot içeriklerini de arttırdığını, arıtma çamuru dozlarının ve gübre uygulamasının toprakların toplam N kapsamına etkisinin istatistiki açıdan çok önemli olduğunu, kontrol ( $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  arıtma çamuru) ve gübreleme konularında en düşük değer (% 0.13), arıtma çamurunun  $50 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  dozunda ise en yüksek toplam N değerinin (% 0.18) belirlendiğini bildirmektedirler. Arıtma çamuru uygulamalarının topraktaki makro besin maddelerini (N, P, K) ve toplam azotu arttırdığına yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Utsching ve ark., 1986; Soon ve ark., 1987; Hernandez ve ark., 1991; Menelik ve ark., 1991; Arcak ve ark., 2000; Ünal ve Katkat, 2003; Aşık ve Katkat, 2004; Bilgin ve ark., 2004; Türkmen, 2004; Mantovi ve ark., 2005; Casado-Vela ve ark., 2007; Weber ve ark., 2007; Angın ve Yağanoğlu, 2009 ve 2011; Ünal ve ark., 2011).

### **3.6. Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Fosfor Kapsamı Üzerine Etkisi**

"Buğday+beyaz baş lahan+domates" münavebesinde arıtma çamurunun farklı dozları ile kimyasal gübre uygulamasının münavebe sonunda alınan toprakların alınabilir fosfor miktarları üzerine etkisi her iki münavebe periyodu denemesinde istatistiksel olarak  $P < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna göre arıtma çamuru dozlarının artışına paralel olarak toprağın alınabilir fosfor içeriği

belirgin bir artış göstermiştir. Her iki münavebe periyodunda da en yüksek alınabilir fosfor miktarı  $50 \text{ t ha}^{-1}$  arıtma çamuru dozunda (sırasıyla  $220.4$  ve  $290.9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ), en düşük miktar ise kontrol konusunda (sırasıyla  $30.5$  ve  $80.0 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ) tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre az/orta seviyede olan araştırma topraklarının alınabilir fosfor içeriği (Çizelge 1); arıtma çamuru uygulamaları sonucu, araştırma faktörlerinin ortalaması olarak  $30.5$ - $290.9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  arasında değişmiş (Çizelge 3) ve dozlara bağlı olarak çok yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu durum, arıtma çamuru materyalinin içerdiği fosfor (Çizelge 2) miktarı ile açıklanabilir. Öte yandan, toprakların alınabilir fosfor kapsamlarına arıtma çamurunun doğrudan içerdiği miktara bağlı artış etkisi yanında, çamurun özellikle ortam pH'sını düşürmekle fosforun yararlılığını da artırması etkili olmuştur. Nitekim, O'Riordan ve ark. (1987), Alloway (1993), Lopez-Mosquera ve ark. (2000), Korbulewsky ve ark. (2002) yaptıkları araştırma sonuçlarında da bu duruma vurgu yapmışlardır. Hernandez ve ark. (1991), artan dozda arıtma çamuru uygulamasının toprakta alınabilir fosforu artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmada bunun nedeni olarak, toprak+çamur kapsamında fosforun bir kısmının humifikasyon periyodu boyunca mineralizasyona bağlı olarak alınabilir forma dönüşmesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çimrin ve ark (2000), tarımda bitki fosfor ihtiyacının karşılanmasında fosfor kaynağı olarak, TSP (Triple Süper Fosfat) fosforu ile arıtma çamuru kombinasyonlarının mısır bitkisinin gelişimi ve bazı bitki besin maddelerine etkisini belirlemek amacı ile kireçli bir toprakta saksı denemesi halinde yürüttükleri araştırmalarında, arıtma çamuru dozlarının artışına paralel olarak hasat sonrası toprakların yararlı fosfor miktarının arttığını belirlemişlerdir. Samaras ve ark. (2008), artan oranlarda uygulanan arıtma çamurunun toprağın alınabilir P içeriğini arttırdığını, bu artışın istatistiki açıdan çok önemli olduğunu, en düşük alınabilir fosforun kontrol ( $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  arıtma çamuru) ve gübreleme konularında (sırasıyla  $4.3$ - $7.0$  ve  $5.9$ - $7.9$  ppm), en yüksek değer ise arıtma çamurunun en yüksek dozu olan  $50 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  dozunda ( $27.7$ - $44.2$  ppm) belirlendiğini bildirmektedirler.

Araştırmada elde edilen bulgular, toprağa uygulanan arıtma çamurları ile toprağın alınabilir fosfor içeriğinin arttığı yönündeki Pedreno ve ark. (1996), Navas ve ark. (1998), Johanson ve ark. (1999), Ünal ve Katkat (2003), Aşık ve Katkat (2004), Casado-Vela ve ark. (2007), Ünal ve ark. (2011)'nin bulgularıyla da paralellik göstermektedir.

Krogstad ve ark. (2005), sadece arıtma çamurunun arıtım şekli değil aynı zamanda toprak tipi ve içeriğinin de alınabilir fosfor miktarını etkilediğini bildirmişlerdir. Lundin ve ark. (2004), arıtma çamurunun tarım arazilerinde kullanılmasında ana avantaj fosforun ve diğer tarımsal değeri olan

bileşiklerin geri dönüşümünün sağlanmasında bir alternatif yol olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.7. Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Potasyum Kapsamı Üzerine Etkisi

Yüksek düzeyde (900-990 K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) alınabilir potasyuma sahip toprağa % 0.36-0.64 düzeyinde potasyum içeren arıtma çamuru ilavesi, toprakların alınabilir K içeriğinde istatistiksel olarak bir değişime neden olmamıştır. Arıtma çamurunun farklı dozları ile kimyasal gübre uygulanan toprakların alınabilir potasyum kapsamı 610-840 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup, Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre hasat sonrası alınan toprakların deneme kurulmadan önce olduğu gibi yine yüksek düzeyde alınabilir K içerdiği saptanmıştır (Çizelge 1, 2 ve 3).

Ünal ve ark. (2011) yaptıkları araştırmalarında; farklı dozlarda (0, 30, 60, 90, 180 ton ha<sup>-1</sup>) arıtma çamuru uygulanmış olan deneme topraklarının değişebilir potasyum kapsamının % 0.984 (kontrol)-1.048 (60 t ha<sup>-1</sup>) değerleri arasında değiştiğini, topraktaki değişebilir K miktarı bakımından çamurun kontrol seviyesi ile diğer dozları arasında P<0.05 derecesinde farklılıklar olduğunu, ancak, yüksek dozlardaki çamur uygulamaları ile değişebilir K seviyelerinde azalma eğilimi olduğunu ve sonuçta çamur uygulamalarının başlangıç seviyeleri ile en yüksek seviyeleri arasındaki farkın önemsiz kaldığını bildirmektedirler. Benzer durum Türkmen (2004) tarafından ASKİ arıtma çamuru kullanarak yapılan çalışmada da görülmüştür.

Çamur miktarının artışına bağlı olarak toprakların alınabilir K miktarının artış gösterdiğini belirten araştırmalar (Pedreno ve ark., 1996; Pinamonti ve ark., 1997; Navas ve ark., 1998; Johanson ve ark., 1999; Kunwar ve ark., 2003; Ünal ve Katkat, 2003; Aşık ve Katkat, 2004; Angın ve Yağanoğlu, 2011) bulunmakla beraber, araştırmamız sonuçlarında olduğu gibi arıtma çamurunun topraktaki K kapsamına etkisinin önemsiz olduğu bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da (Bozkurt ve ark., 2000; Lopez-Mosquera ve ark., 2000; Korbulewsky ve ark., 2002; Samaras ve ark., 2008) belirtilmiştir.

Türkiye topraklarının yarayıklı K kapsamı oldukça yüksek değerler göstermekte olup, topraklarımızın % 90'dan fazlası potasyumca yeterli durumdadır (Eyüpoğlu, 1999). Arıtma çamurunun yüksek dozlarda uygulanması halinde ülkemiz tarım toprakları açısından bunun ne kadar olumlu yada olumsuz etki yaratabileceği uzun vadeli yapılacak araştırmalarla ortaya konmalıdır (Türkmen, 2004).

Araştırma sonuçlarına göre, organik madde ve azot içeriği yüksek arıtma çamurunun toprağa uygulanması, toprağın kimyasal özelliklerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurları toprağın pH değerini istatistiksel olarak p<0.01 seviyesinde önemli derecede azaltmış, ancak bu azalmalar pH bakımından

toprağın sınıf atlamasına neden olmamıştır. Artan arıtma çamuru miktarına bağlı olarak çamurun içerdiği tuzlar nedeniyle toprak tuzluluğunda artma eğilimi meydana gelmiştir.

Araştırmada, arıtma çamuru toprağın organik madde, toplam N ve alınabilir P miktarlarını artırmış, çamur uygulamaları toprağın içerdiği kireç ve alınabilir K miktarlarını etkilememiştir. Organik madde ve bitki besin elementleri düşük olan topraklara, toprak tuzluluğunun sürekli ölçülerek drenaj kanallarıyla kontrol altına alınması koşuluyla arıtma çamuru uygulamaları önerilebilir. Ancak, arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanımı için; çamurun uygulanma miktarı, çamurun özellikleri, uygulanan toprağın özellikleri, uygulanan topraktaki tuzluluk ve ağır metal içeriklerindeki değişimler, yetiştirilmesi düşünülen bitki çeşidi, yeraltı suyunda meydana gelmesi muhtemel kirlilik ihtimali gibi durumlar göz önüne tutulmalıdır.

Arıtma çamurları araziye uygulanmadan önce, analizleri yapılamayan çeşitli bakteri ve virüs gibi patojenlerin azalması için çamurun bir süre bekletilmesi uygun olacaktır. Çamurun toprakta yıllık birikiminin fazla olmasını engellemek amacı ile düşük dozlarda (20 t ha<sup>-1</sup>) Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'ndeki hükümler yerine getirilerek çevre düzenlemelerinde, tarla tarımında ise belirli bir ekim nöbeti çerçevesinde, meyvesi ve yaprağı tüketilen ürünlere direkt olarak verilmemesi şeklinde kullanımı önerilebilir. Ancak arıtma çamurunun özellikle toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile ağır metal kapsamı üzerine etkilerinin tarla koşullarında incelenmesi, bu konuda daha ayrıntılı ve güncel sonuçların elde edilmesi bakımından fayda sağlayacaktır.

## 4. KAYNAKLAR

- Akdeniz, H., Yılmaz, I., Bozkurt, M.A., Keskin, B. 2006. The effects of sewage sludge and nitrogen applications on grain sorghum grown (*Sorghum vulgare* L.) in Van-Turkey. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 15, No. 1, 19-26.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelmo, F. 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. Bioresource Technology 77, 109-114.
- Alloway B.J., Jackson, A.P. 1991. The behaviour of heavy metals in sewage sludge amended soils. The science of the total environment, 100;151-176. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.
- Alloway, B.J. 1993. Heavy metals in soils. Blackie, London. Pp:40-80.
- Alloway, B.J. 1995. Heavy metals in soils. Blackie, London. Pp: 122-152.
- Anaç, D.A., Hakerlerler, H., İrget, M.E. 1993. Yağ fabrikası arıtma tesisi atıklarının zeytinliklerde organik gübre olarak kullanılması. E.Ü.Z.F.Derg., 30 (3): 25-32.
- Angın, İ., Yağanoğlu, A.V. 2009. Arıtma çamurlarının fiziksel ve kimyasal toprak düzenleyicisi olarak kullanımı. Ekoloji 19, 73, 39-47.

- Angın, İ., Yağanoğlu, A.V. 2011. Effects of sewage sludge application on some physical and chemical properties of a soil affected by wind erosion. *J. Agr. Sci. Tech.*, Vol. 13:757-768.
- Anonim, 2010. Evsel ve kentsel arıtma çamurlarının toprakta kullanılmasına dair yönetmelik. Resmi Gazete, 03 Ağustos 2010, Sayı: 27661.
- Anonim, 2008. Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtları.
- Arcak, S., Türkmen, C., Karaca, A., Erdoğan, E. 2000. A Study on potential agricultural use of sewage sludge of Ankara wastewater treatment plant. *Proceeding of International Symposium on Desertification*, 13-17 June 2000, p.345-349, Konya.
- Aşık, B.B., Katkat, A.V. 2004. Gıda sanayi arıtma tesisi atığının (arıtma çamuru) tarımsal alanlarda kullanım olanakları. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(2): 59-71.
- Basta, N.T., Tabatabai, M.A. 1992. Effect of cropping systems on adsorption of metals by soils. I. Single-metal adsorption. *Soil Sci.*, 153(2):108-114.
- Bilgin, N., Eyüpoğlu, H., Üstün, H. 2004. İkinci kademe arıtım yapan kentsel nitelikli atıksu arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurlarının (biyokatıların) tarım alanlarında kullanıma olanakları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları 2003, Yayın No: 124, s.202-220, Ankara.
- Bozkurt, M.A., Erdal, İ., Çimrin, K.M., Karaca, S., Sağlam, M. 2000. Kentsel arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısır bitkisinin besin elementi ve ağır metal kapsamına etkisi. *A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bil. Der.* 6(4): 35-43.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen. In C.A. Black (Ed). *Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy Series, No:9, ASA, Medison Wis, 53711, USA, 1171-1175.*
- Casado-Vela, J., Selles, S., Diaz-Crespo, C., Navarro-Pedreno, J., Mataix-Beneyto, J., Gomez, I. 2007. Effect of composted sewage sludge application to soil on sweet pepper crop (*Capsicum annuum var. annuum*) grown under two exploitation regimes. *Waste Management* 27:1509-1518.
- Cheng, H., Xu, W., Liu, J., Zhao, Q., He, Y., Chen, G. 2007. Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. *Ecological Engineering* 29, 96-104.
- Çimrin, K.M., Bozkurt, M.A., Erdal, İ. 2000. Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 10 (1):85-90.
- Deniz, Y., Özdemir, O. 1980. Bafra ovası koşullarında beyaz baş lahananın ticaret gübreleri gereksinimi. *Samsun Bölge TOPRAKSU Araş. Ens. Müd. Yay., Genel Yayın No: 8, Rapor Yayın No: 7, Samsun.*
- Dolgen, D., Alpaslan, M.N., Delen, N. 2007. Agricultural recycling of treatment-plant sludge: A case study for a vegetable-processing factory. *J Envir. Manag.* 84:274-281.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the Country level: An International Study. *FAO Soil Bulletin* by Mikko Sillanpaa, Rome.
- Hakerlerler, H. 1980. Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. *E.Ü.Z.F.Derg.*, 17:3, 113-131.
- Henning, B.J., Snyman, H.G., Aveling, T.A.S. 2001. Plant-soil interactions of sludge borne heavy metals and the effect on maize (*Zea mays L.*) seedling growth. *Water S.A. Vol.27, No. 1, P;71-78. ISSN 0378-4738.*
- Hernandez, T., Moreno, J.I., Costa, F. 1991. Influence of sewage sludge application on crop yields and heavy metal availability. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 37:201-210.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis.* Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Jackson, A.P., Alloway, B.J. 1991. The bioavailability of cadmium to lettuce and cabbage in soils previously treated with sewage sludges. *Plant and Soil*, 132; 179-186.
- Jackson, A.P., Alloway, B.J. 1992. The transfer of cadmium from agricultural soils to the human food.
- Johanson, M., Stenberg, B., Torstensson, L. 1999. Microbiological and chemical changes in two arable soils after long-term sludge amendments. *Bio. Fertil. Soils*, 30: 160-167.
- Khan, M.A., Kazi, T.G., Ansari, R., Muhtaba, S.M., Khanzada, B., Khan, M.A., Shirazi, M.U., Mumtaz, S. 2007. Effects of un-treated sewage sludge on wheat yield, metal uptake by grain and accumulation in the soil. *Pak. J. Bot.*, 39(7):2511-2517.
- Kirven, D.M. 1986. "An industry viewpoint: Horticultural Testing is Your Language Confusing" *Proc. of the Sym. Interpretation of Extraction and Nutrient Determination Procedures for Organic Potting substrates*, pp 215-217.
- Korbulewsky, N., Dupouyet, S., Bonin, G. 2002. Environmental risk of applying sewage sludge compost vineyards; carbon, heavy metal nitrogen and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* 31:1522-1527.
- Krogstad, T., Sogn, T.A., Adsal, A., Sæbø, A. 2005. Influence of chemically and biologically stabilized sewage sludge on plant-available phosphorous in soil. *Ecol. Eng.* 25: 51-60.
- Kunwar, P.S., Mohan, D., Sarita, S., Dalwani, R. 2003. Impact assessment of treated/untreated wastewater toxicants discharged treatment plants on health, agricultural and environmental quality in the wastewater disposal area. *Chemosphere* 10.050. Published by Elsevier Ltd.
- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., Başkan, O. 2000. Bira fabrikası atıklarının tarımsal amaçlı kullanım olanaklarının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi Kesin Raporu*, 98-11-10-01,35 s.
- Kyle, M.A., McClintock, S.A. 1995. The availability of phosphorus in municipal wastewater sludge as a function of the phosphorus removal process and sludge treatment method. *Water Environment Research*, 67:3,282-289.
- Larson, W.E., Susag, R.H., Dowdy, R.H., Clappa, C.E., Larson, R.E. 1974. Use of sewage sludge in agriculture with adequate environmental safeguards, *Sludge Handling and Disposal Seminar*, 18-19 September 1974, Toronto, *Sludge Handling and Disposal Seminar Proceedings*, 27-46, Toronto.
- Lopez-Mosquera, M.E., Moiron, C., Carral, E. 2000. Use of dairy-industry sludge as fertilizer for grassland in Northwest Spain; heavy metal levels in the soil and plants. *Resource Conservation and recycling*, 30:95-109.
- Lundin, M., Olofsson M., Pettersson G.J., Zetterlund H. 2004. Environmental and economic assessment of sewage sludge handling options. *Resources, Conservation and Recycling* 41 p.255-278.

- Mantovi, P., Baldoni, G., Toderi, G. 2005. Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: Effects of long-term application on soil and crop. *Water Res.*, 39: 289-296.
- Martinez,F., Cuevas, C., Teresa, Walter, Iglesias I. 2002. Urban organic wastes effects on soil chemical properties in degraded semiarid ecosystem.In: Seventeenth WCSS, Symposium No. 20, Thailand, pp.1-9.
- McBride, M.B. 1995. Toxic metal accumulation from agricultural use of sewage sludge: USEPA Reg.24, pp.5-18.
- Menelik, G., Reneau, R.B., Martens, Jr.D.C., Simpson, T.W. 1991. Yield and elemental composition of wheat grain as influenced by source and rate of nitrogen. *Journal Of Plant Nutrition*, 14:2, 205-217.
- Mohammad, A.M., Battikhi, A.M. 1997. Effect of sewage sludge on some soil properties and barley plant in muwagar area. *Agricultural Sciences*, 24(2): 204-216.
- Navas, A., Bermudez, F., Machin J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. *Geoderma* 87:123-135.
- O'Riordan, E.G., Dodd, V.A., Tunney, H., Fleming, G.A. 1987. The fertiliser nutrient value of activated sewage sludge under grassland field conditions. *Ir. J. Agric. Res.* 26:213-229.
- Özdemir, O., Güner, S. 1983a. Samsun yöresinde buğdayın azotlu ve fosforlu gübre isteği ile olşen fosfor analiz metodunun kalibrasyonu. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hiz. Gen. Müd. Samsun Bölge TOPRAKSU Araş. Ens. Müd. Yay., Genel Yayın No: 30, Rapor Yayın No: 25, Samsun.
- Özdemir, O., Güner, S. 1983b. Bafra ve Çarşamba Ovalarında domates ve biberin azotlu ve fosforlu gübre isteği. Samsun Bölge TOPRAKSU Araş. Ens. Müd. Yay., Genel Yayın No: 23, Rapor Yayın No: 19, Samsun.
- Pedreno, J.N., Gomez, I., Moral, R., Mataix, J. 1996. Improving the agricultural value of a semi-arid soil by addition of sewage sludge and almond residue, utilisation of waste organic matter. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58 (2-3):115-119.
- Pinamonti, F., Stringari, G., Zari, G. 1997. The use of compost; It's effects on heavy metal levels in soil and plants. *Resources, Conversation and Recycling*. 21:129-141.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement saline and alkaline soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Samaras, V., Tsadilas, C.D., Stamatiadis, S. 2008. Effects of repeated application of municipal sewage sludge on soil fertility, Cotton Yield, and Nitrate Leaching. *Agronomy Journal*, Volume 100, 3:477-483.
- Shober, A.L., Stehouwer, R.C., Macneal, K.E. 2003. On-farm assessment of biosolids effects on soil and crop tissue quality. *J Environ. Qual.*, 32: 1873-1880.
- Sing, R.P., Agrawal, M. 2007. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management* (2007).Doi:10.1016/j.wasma pp 1-12.
- Sommer, L.E. 1977. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential as fertilizers. *J. Environ. Quality*, 6:225-239.
- Soon, Y.K., Bates, T.E., Moyer, L.R. 1987. Land application of chemically treated sewage sludge; II. Effect on plant and soil phosphorus, potassium, calcium and magnezyum and soil pH. *J. Environ. Qual.*, 7:269-273.
- Tsadilas, C.D., Mitsios, I.K., Golia, E. 2005. Influence of biosolids application on some soil physical properties. *Communications in Soil and Plant Analysis* 36, 709-716.
- Turalioğlu, F.S., Acar, F.N. 1996. Çeşitli atıkların toprak ortamına etkileri. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, 13-15 Mayıs 1996, Mersin, Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı Bildiri Kitabı, 52-62, Mersin.
- Türkmen, C. 2004. Kireçli toprak sisteminde kentsel arıtma çamurunun arpa bitkisinin gelişimi bazı ağır metallerin alımı üzerine etkisi (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, s. 207, Ankara.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hiz. Genel Müd., Ankara, 375 s.
- Utsching, J.M., Barbarick, K.A., Westfall, D.G., Follett, R.H., McBride, T.M. 1986. Evaluating crop response liquid sludge vs. Nitrogen-fertilizer. *Biocycle.*, 27(7), 30-33.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Ünal, M., Karaca, A., Çetin Camcı, S., Çelik, A. 2011. İçme suyu tesisi arıtma çamurunun arpa zambağı (*freesia* spp.) bitkisi gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi25 (2): (2011) 46-56.
- Ünal, M., Katkat, A.V. 2003. Bisküvi ve şekerleme sanayii arıtma çamurunun toprak özelliklerine ve mısır bitkisinin kimi mineral madde içeriği üzerine etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 17(1): 107-118.
- Vasconcelos, E., Cabral, F. 1993. Use and environmental implications of pulp-mill sludge as an organic fertilizer. *Environmental Pollution*, 80: 159-162.
- Veeresh, H., Tripathy, S., Chaudhuri, D., Ghosh, B.C., Hart, B.R., Powell, M.A. 2003. Changes in physical and chemical properties of three soil types in india as a result of amendment with fly ash and sewage sludge. *Environ. Geol.*, 43: 513-520.
- Wang X., Chen Tao., Ge Y., Jia Y. 2008. Studies on land application of sewage sludge and its limiting factors. *Journal of Hazardous Materials*. 160 (2-3):554-558.
- Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E., Kocowicz, A. 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biol. Biochem.*, 39: 1294-1302.
- Williams, J.H. 1979. Utilization of sewage sludge and other organic manures on agricultural land, First European Symposium: Treatment and Use of Sewage Sludge, 13-15 February 1979, Cadarache, First European Symposium: Treatment and Use of Sewage Sludge Proceedings, 227-242, Cadarache.
- Wong, J.W.C., Lai K.M., Fang M., Ma K.K. 2000. Soil biology of low grade landfill soil with sewage sludge amendment. *Envir. Tec.*, 21 (11): 1233-1238.
- Wong, J.W.C., Li, K., Kure, L.K., Su, D.C. 2001. Toxicity evaluation of sewage sludges in Hong Kong, *Envir. Inter.*, 27: 373-376.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel istatistik metotları. Köy Hiz. Genel Müd.Yay.,Genel Yay. No: 121, Ankara, 623s.

## ÇİLEKLERDE (*Fragaria*) ÇİÇEKLENME İLE FOTOPERİYOT ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Leyla DEMİRSOY<sup>1\*</sup> Ahmet ÖZTÜRK<sup>1</sup> Sedat SERÇE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay

\*demirsoy@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.05.2011

Kabul Tarihi:24.01.2012

**ÖZET:** Çilekler fotoperiyot isteklerine göre kısa gün, uzun gün ve gün-nötr çilekleri olarak sınıflandırılırlar. Günümüz modern çilek çeşitlerinin çoğu kısa gün çeşitleridir. Ancak derim periyodunu uzatmadaki önemleri nedeniyle son yıllarda gün-nötr çeşitlerinin de ticari yetiştiricilikte kullanımı artmaya başlamıştır. Kültür çileklerinin karmaşık çiçeklenme karakterleri bunların çiçeklenme fizyolojisinin öğrenilmesini geciktirmiş, bu konu günümüzde bile halen merak edilen ve üzerinde durulan bir konu olmuştur. Kısa, uzun ve gün-nötr çileklerinin çiçeklenme fizyolojilerinin ve buna etki eden faktörlerin iyi bilinmesi bunların yetiştiriciliklerindeki başarıyı artıracak, çilek yetiştiriciliğinin gelişimine katkıda bulunacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Çilek, *Fragaria*, fotoperiyot, sıcaklık, çiçeklenme, vegetatif büyüme

### RELATIONSHIP BETWEEN PHOTOPERIOD AND FLOWERING IN STRAWBERRIES (*Fragaria*)

**ABSTRACT:** Based on photoperiodic requirements for flower induction, strawberries are classified as short-day, long-day and day-neutral. Currently, most cultivated strawberries are short-day cultivars. In recent years, utilization of day-neutral cultivars increased in commercial strawberry growing because of their importance for extending production season length. Complex flowering habits of the cultivated strawberries delayed to obtain knowledge on their flowering physiology. Some aspects of flowering physiology of strawberries still remain unclear. Therefore, even today this subject is being emphasized. Comprehensive knowledge on flowering physiology of short-day, long-day and day-neutral strawberries and factors affecting flowering physiology will increase growing achievement of them and make important contribution to the development of strawberry production.

**Key Words:** Strawberry, *Fragaria*, photoperiod, temperature, flowering, vegetative growth

### 1. GİRİŞ

Rosaceae familyasının *Fragaria* cinsine ait olan çileğin son kaynaklara göre dünya üzerinde ploidi seviyeleri  $2n = 2x$ 'ten  $2n = 10x$ 'e kadar değişen 20 farklı türü tanımlanmıştır (Hancock ve ark., 2008). Günümüzde yetiştiriciliği yapılan kültür çilekleri (*F. ×ananassa* Duch.), Kuzey (*F. virginiana* Miller) ve Güney Amerika'dan (*F. chilioensis* (L.) Miller) gelen iki oktoploid türün Avrupa'da melezlenmesi sonucu oluşan melez bir türdür.

Genel olarak bitkilerin bazı fizyolojik olaylarını gün uzunluğuna göre düzenlemelerine fotoperiyodizm denir. Fotoperiyodik sınıflamada üç grup yer almaktadır. Fizyolojik olaylarını belirli bir gün uzunluğunun altında gösteren bitkilere kısa gün (KG); belirli bir gün uzunluğunun üstünde gösteren bitkilere uzun gün (UG); ve gün uzunluğundan bağımsız olarak tepki gösterenlerine ise gün-nötr (GN) denilmektedir. KG ve UG bitkilerinde fizyolojik tepkinin eşik değerini oluşturan gün uzunluğuna kritik gün uzunluğu (KGU) denilmektedir. KGU, UG bitkilerinde 12 h üstü, KG bitkilerinde 12 h altı olmayıp tür ve çeşitler arasında genelde 8-16 h (saat) arasında değişmektedir. KG ve UG bitkileri fizyolojik tepkilerine göre obligat (zorunlu) ya da fakültatif olabilmektedir. Zorunlu bitkilerde fizyolojik tepki sadece ilgili koşullar mutlak olarak sağlandığında gözlenirken, fakültatif bitkiler istenilen gün uzunluğu koşullarının sağlanması durumunda en hızlı ve en

birörnek şekilde tepki göstereceklerdir. Ancak, koşulların sağlanmaması durumunda da daha uzun sürede ve bir örnek olmayan bir şekilde de olsa tepki vereceklerdir. Örnek olarak, zorunlu bir UG tütün çeşidi ile fakültatif KG bir çilek çeşidi çiçeklenme bakımından irdelendiğinde, tütünün sabit KG (örneğin 8 h), çileğin de sabit UG koşullarında (örneğin 18 h) iki yıl süreyle yetiştirildiğini varsayarsak, tütün bitkisi hiçbir zaman çiçeklenmezken çilekte KG koşullarına göre çok daha uzun süre sonra ve çok daha az sayıda da olsa çiçeklenmenin gerçekleştiği gözlenecektir.

Çilekler, farklı fotoperiyotlarda çiçeklenme bakımından gösterdikleri farklılıklara göre genel olarak KG, UG ve GN çilekleri olmak üzere üç tipe incelenirler. Pek çok araştırmacı çileklerin çiçeklenme karakterinde görülen geniş varyasyonu araştırmıştır. Çilekte çiçeklenmenin, obligat KG'den fakültatif KG, UG veya GN'un farklı derecelerinden sürekli çiçek açan genotiplere kadar değişim gösterdiği ileri sürülmüştür (Darrow, 1966). Bazı araştırmacılar çileklerde çiçeklenme kontrolünde sıcaklığın da önemli olduğunu; hatta sıcaklığın fotoperiyodizmden daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. En son kaynaklarda çiçeklenme karakterlerine göre çilekler KG çilekleri ve birden fazla çiçeklenen anlamına gelen *remontant* çilekler olarak gruplanmıştır. Bu grup içerisinde Alp çilekleri, UG ve GN çilekleri yer alır. *Fragaria vesca*'nın bir mutanti olan ve sürekli çiçeklenebilen Alp çilekleri (*F. vesca* var. *semperflorens*) ilk kültüre alınan tipler arasında



olmasına rağmen şu anda nadiren kültüre alınmakta ve bunların ticari olarak pek önemi bulunmamaktadır (Stewart ve Folta, 2010).

Fotoperiyot ve sıcaklığa tepkileri çok değişken iki türün melezi (*F. chiloensis* x *F. virginiana*) olan kültür çileklerinin (*F. ×ananassa* Duch.) karmaşık çiçeklenme davranışları, bu üründe çiçeklenmeyi anlamayı geciktirmiştir. Ürün değeri yüksek bir ürün olan çilekte, ıslah çalışmalarını kolaylaştırmak ve üretimi optimize etmek için çiçeklenme davranışının ayrıntılı olarak anlaşılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çilek bitkilerinde generatif büyümeye geçişi düzenleyen çevresel faktörlerden esas olarak fotoperiyot üzerine dikkat çekilmekle birlikte çiçeklenmeye geçişte fotoperiyot kadar sıcaklığın da önemli değiştirici etkisi bulunmaktadır. Fotoperiyot ve sıcaklıktaki değişimler çileklerde çiçek oluşumu, kol üretimi ve dinlenme gibi olaylara yön verir. Bu derleme makalesinin amacı esas olarak fotoperiyot isteklerine göre çilekleri sınıflandırmak, çilekte çiçeklenmenin kontrolünde fotoperiyodun etkisini ilgili literatürün ışığında incelemek, kısmen de fotoperiyotla vegetatif büyüme arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

## **2. ÇİLEKLERİN FOTOPERİYODİK SINIFLANDIRILMASI**

Çilek bitkilerinin fotoperiyoda tepkilerini ilk olarak belirleyen Darrow ve Waldo (1934) ile Darrow (1936), çiçek tomurcuğu oluşumu esas alınarak fotoperiyoda tepkilerine göre çilekleri KG-haziran çilekleri (*june-bearing*), UG çilekleri (*everbearing*) ve GN çilekleri (*day-neutral*) şeklinde sınıflandırmışlardır. Oktoploid ticari çilek çeşitlerinin (*F. ×ananassa*) çoğu kısa veya GN çeşitleridir. UG çeşitleri ise günümüzde ticari olarak güney Kaliforniya'da önemlidirler (Hancock ve ark., 2008). Bazı araştırmacılar GN genotiplerini UG çileklerinin bir sınıfı olarak kabul ederken (Nicoll ve Galletta, 1987); bazıları bunları fizyolojik ve genetik olarak diğer sınıflardan farklı tutmakta (Ahmadi ve ark., 1990), Durner ve ark. (1984) da GN genotiplerinin tek bir grup olup, diğerlerinden ayrı sınıflanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu üç tip arasındaki esas farklılık, sıcağa hassasiyetlerindeki farklılıktır. Hassastan dayanıklıya doğru KG, UG ve GN şeklinde sıralanırlar (Galletta ve Bringhurst, 1990).

Aynı fotoperiyot sınıfına dahil olan çeşitlerin fotoperiyoda tepkilerinin değişken olabildiği, bu yüzden fotoperiyodik tepkilerine göre çilekleri sınıflandırmanın zor olduğu ileri sürülmektedir (Durner ve ark., 1984). Çilek çeşitlerinin mevcut sınıflaması, sınıflamada kullanılan parametre yalnızca çiçek oluşumu ise yeterli olmakla birlikte, bir çeşit veya tipin KG, UG veya GN çeşidi olduğunu belirtmek gerektiği zaman dikkatli olmalıdır. Örneğin, KG çilekleri düşük sıcaklıklarda GN olarak sınıflandırılabilir veya GN çilekleri yüksek

sıcaklıklarda UG bitkisi olarak sınıflandırılabilir. Bu nedenle çilek çeşitlerini tek veya çift ürün verenler diye sınıflamak daha doğru olabilir. KG çilekleri tek, UG çilekleri iki, GN çilekleri de üç ürün veren çilekler olarak sınıflandırılabilir (Durner ve ark., 1984).

Çileklerde çiçeklenmenin fotoperiyot ile kontrolü konusundaki karmaşanın bir kısmı da konunun değerlendirme şekline kaynaklanmaktadır. Örneğin, KG, UG ve GN ayrımı genetik, fizyoloji ve bahçe bitkileri açısından değişik şekillerde değerlendirilebilir. Örneğin Kaliforniya'da ıslah edilmiş 'Aromas' fizyolojik olarak GN; 'Chandler' ise fizyolojik olarak KG çeşididir. Ancak bahçe bitkileri açısından sınıflandırma farklı olabilir. Örneğin, 'Aromas' çeşidini Akdeniz kıyı şeridinde yetiştirdiğimiz zaman sadece ilkbaharda çiçeklenir. Dolayısıyla 'Aromas' fizyolojik olarak her ne kadar DN olsa da, bahçe bitkileri açısından durum böyle değildir. 'Chandler' ise KG çeşidi olmasına karşın kritik gün uzunluğu düşük olduğundan serin geçen bazı yıllarda Akdeniz kıyı şeridinde sonbaharda çiçeklenebilir. Bu bakımdan 'Chandler' bahçe bitkileri açısından UG ya da GN olarak değerlendirilebilir.

### **2.1. KG Çilekleri**

Çilek çeşitlerinin büyük bir kısmı KG çilekleri veya haziran çilekleri (*junebearers*) olarak bilinen tek ürün veren çileklerdir. Bunlar genel olarak fakültatif KG bitkileri olarak sınıflandırılırlar. Yani çiçek tomurcuklarını 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda KG şartları altında (<14 h), 15°C'den düşük sıcaklıklarda ise fotoperiyottan bağımsız olarak meydana getirirler (Darrow, 1936; Guttridge, 1985). Ancak 'Fairfax' gibi çiçek oluşumu için mutlaka KGe ihtiyaç duyan obligat KG çeşidi de bulunmaktadır (Darrow, 1966). Çeşitlere göre büyük ölçüde değişimle birlikte, 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çiçek oluşumu için genel olarak 8-12 h fotoperiyotlara ihtiyaç duyulur (Darrow, 1936; Ito ve Saito, 1962). Son yıllarda KG çilekleri içinde 'infra KG' çilekleri adında bir grup daha tanımlanmıştır (Izhar, 1997). Bunlar diğer KG genotiplerine göre nispeten daha uzun fotoperiyotlarda (13.5-14 h) çiçek oluştururlar ve düşük bir soğuklama ihtiyacına sahiptirler.

KG çilekleri çiçek tomurcuklarını yaz sonu veya sonbahar başında oluştururlar ve takip eden ilkbaharda meyve verirler. Ayrıca şartlandırma (*forcing*) kültürü ile ekimden hazirana kadar da meyve üretirler. Bunlarda hazirandan-eylüle kadar meyve üretimi zordur. Çünkü yazın UG ve yüksek sıcaklıklar çiçek tomurcuğu oluşumu için istenmeyen şartlardır. Büyüme büyük ölçüde sıcaklık ve fotoperiyot ile kontrol edilir. Yazın sıcak ve UGlerde kol üretimi olur. Sonbahardaki serin günler kol oluşumunu durdurup bitki gövdesinde çiçek tomurcuğu oluşumunu teşvik eder. Kuzey Amerika'da Maryland'de çiçek tomurcuğu oluşumu eylül başında başlar ve kasım ortasına kadar hemen hemen

tamamlanır. Florida gibi daha ılımlı kış iklimine sahip yerlerde ise ilkbahar başına kadar veya gün uzunluğu 12-13 h oluncaya kadar devam eder (Darrow, 1966). Böylece KG çilekleri ılıman kışa sahip alanlarda ılımlı düşük sıcaklıklar sağlandığında UG ve GN çilekleri gibi fazla sayıda çiçeklendirilebilirler (Galletta ve Bringham, 1990).

KG çileklerinde çiçek oluşumu gerçek bir fotoperiyodik cevaptır, yani çiçek oluşumu günlük aydınlık periyodun uzunluğundan ziyade karanlık periyodun uzunluğuna bağlı bir cevaptır (Durner ve ark., 1984).

## 2.2. UG Çilekleri

Yabancı literatürde 'everbearers' diye ifade edilen UG çilekleri uzun yaz günlerinde yoğun bir şekilde çiçek oluşturan, genel olarak bir erken yaz ürününden ziyade bir sonbahar ürünü veya bazı durumlarda iki ayrı ürün veren çileklerdir (Stewart ve Folta, 2010). Bazı araştırmacılar tarafından GN bitkileri olarak da isimlendirilmektedirler (Galletta ve Bringham, 1990). Son kaynaklarda günümüz oktoploid UG çileklerinin gen kaynakları olarak *F. virginiana* ve *F. ×ananassa* gösterilmektedir (Stewart ve Folta, 2010). Diploid *F. vesca*'nın bir formu olan Alp çileklerinde (*F. vesca* var. *semperflorens*) çiçeklenme sürekli iken kültüre alınan oktoploid UG çileklerinde çiçeklenme ve meyve verme karakteri bakımından varyasyonlar görülür (Galletta ve Bringham, 1990). Bazıları bir bahar ve bir sonbahar ürünü; bazıları yaz ortasında tek bir ürün, bazıları tek tük düzensiz bir yaz ürününün arkasından iyi bir sonbahar ürünü veya bazıları da az fakat büyüme mevsimi boyunca sürekli meyve verirler (Galletta ve Bringham, 1990). Toplam verimleri genellikle KG çileklerinin veriminden azdır (Darrow, 1936). Genel olarak kol verimleri zayıf olduğu için çoğaltımları da nispeten zordur (Dennis ve ark., 1970). UG çilekleri haziran çileklerinin aksine yaz üretimi için uygundurlar. Çünkü bunlar uzun yaz günlerinde çiçek tomurcuğu oluşturup meyve verebilmektedirler.

UG çileklerinde çiçek oluşumu genel olarak yalnız UG şartlarında meydana gelir (Darrow ve Waldo, 1934). Ancak bu grubun bazı çeşitlerinde hem uzun hem kısa fotoperiyotlarda çiçeklenme meydana gelebilmektedir (Downs ve Piringer, 1955; Smeets, 1979). Bunlarda salkım gelişimi ise KG çileklerine benzer şekilde yalnız uzun fotoperiyotlarda gerçekleşmektedir (Downs ve Piringer, 1955; Kono ve Tusunematsu, 1990). Dennis ve ark. (1970) ile Durner ve ark. (1984) UG çileklerinde, 12 h kesintisiz fotoperiyot uygulamaları ile 10 h fotoperiyoda ek olarak karanlık gün uzunluğunda yapılan 2 h ilave aydınlatma uygulamalarının (10 + 2) çiçeklenme seviyeleri bakımından benzer sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlara göre Stewart ve Folta (2010) UG çileklerinin çiçek oluşumunda karanlık veya aydınlık periyodun sürekliliği değil, ışık miktarının kritik faktör olduğunu ileri sürmektedir.

UG çileklerinde çiçeklenme üzerine sıcaklık ve fotoperiyodun birlikte etkilerini inceleyen araştırmalar

sınırlıdır. Bunlarda, 26°C'ye kadar olan sıcaklıklarda UG'ler çiçeklenmeyi teşvik etmekte, 26°C'nin üzerindeki sıcaklıklar ise çiçeklenmeyi engelleyebilmektedir (Smeets, 1979; Durner ve ark., 1984). UG çileklerinde çiçek tomurcuğu oluşum ve gelişimini yüksek sıcaklıklar, özellikle KG altında engellemektedir (Durner ve ark., 1984; Oda ve Yanagi, 1990; Taimatsu, 1993; Kumakura ve Shishido, 1995). Japonya'da ıslah edilmiş olan 'Summerberry' çeşidinde 30/25°C'de çiçek oluşumunu KG (8 h) engellerken UG (24 h) önemli ölçüde teşvik etmiştir (Nishiyama ve ark., 1998, 1999, 2003). Bu çilek çeşidi yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirildiğinde çiçek tomurcuğu oluşumu ve salkım üretimi bakımından KGU 13-14 h olarak belirlenmiştir (Nishiyama ve ark., 2006). Sonstebey ve Heide (2008) de UG çeşitlerinde çiçeklenmenin 27°C gibi yüksek sıcaklıklarda yalnızca UG şartlarında meydana geldiğini bildirmiştir. Sonuç olarak, UG çeşitleri yüksek sıcaklıklarda (27-30°C) kalitatif (obligat), orta derecedeki sıcaklıklarda kantitatif UG bitkileri olarak değerlendirilmiştir (Nishiyama ve Kanahama, 2002; Sonstebey ve Heide, 2008). UG çileklerinin yalnızca 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda GN oldukları ileri sürülmüştür (Sonstebey ve Heide, 2008).

Bu gruba giren çeşitlerde UG çiçeklenmeyi artırmakta (Dennis ve ark., 1970; Durner ve ark., 1984), fakat KG de çiçeklenmeyi toplam olarak engellememektedir (Durner ve ark., 1984). UG çeşitlerinde çiçeklenme gerçek bir fotoperiyodik cevap değildir. Çünkü bunların çiçeklenmesinde karanlık periyodun uzunluğu değil, aydınlık periyodun uzunluğu önemlidir (Dennis ve ark., 1970).

## 2.3. GN Çilekleri

Çiçek tomurcuğu oluşumu bakımından fotoperiyoda duyarlı olup çok geniş bir fotoperiyot aralığında hemen hemen aynı oranda meyve verirler. GN karakterinin esas kaynağı olarak *F. virginiana* var. *glauca* gösterilmektedir. Günümüz oktoploid ticari GN çeşitleri *F. virginiana* var. *glauca*'nın, kültür çeşitleri ile geriye melezlemelerinden elde edilmiştir (Ahmadi ve ark., 1990; Stewart ve Folta, 2010). Pek çok araştırmacı GN çilekleri ile UG çileklerini birbirinden ayırt etmekte zorlanmakta ve karışıklığa yol açacak şekilde bu terimleri birbirinin yerine kullanmaktadır. GN çilekleri UG çileklerine göre sığağa daha toleranslıdır ve daha uzun bir hasat periyoduna sahiptirler (Stewart ve Folta, 2010). Kültür çileklerinde GN özelliği, ilkbahar ve yazın UGlerinde çiçek tomurcuğu farklılaşmasına izin verir ve böylece yaz ve sonbahar boyunca meyve üretimi devam eder. Böylece çileğin üretim sezonunu uzatmada GN karakteri kritik bir rol oynamaktadır (Shaw ve Famula, 2005). GN çilekleri 3-4 ay gibi kısa periyotta meyve verebildiklerinden, kışları sıcak yerlerde kış üretimi için boş geçen aylarda ve yazları serin yerlerde yaz ve sonbaharda meyve üretimi için uygundurlar (Galletta ve Bringham, 1990). Kültürü

yapılan mevcut GN çeşitlerinin karasal iklimlere uygun olmaması (Dale ve ark., 2002), 30/26°C'de çiçek tomurcuğu oluşumunun tümüyle engellenmesi (Durner ve ark., 1984) sebebiyle Akdeniz iklimlerinde yaz sıcaklarından zarar görmeleri ve nispeten verim ve meyve iriliklerinin düşük olması, bu çeşitlerin günümüz çilek yetiştiriciliğinde kullanımını sınırlamıştır. Fakat hasat periyodunu uzatmaları nedeniyle son yıllarda ticari çilek yetiştiriciliğinde GN çileklerinin popülaritesi artmaya başlamıştır. Bu nedenle araştırmacılar farklı özelliklere sahip GN karakteri gösteren yabancı hatları bulma ve tanımlama; GN karakterinin değerlendirilmesi ve kalıtımı üzerinde yoğun çalışmalar yapmaktadırlar (Sakin ve ark., 1997; Hancock ve ark., 2001; Hancock ve ark., 2002; Serçe ve Hancock, 2003; Serçe ve Hancock, 2005a; Serçe ve Hancock, 2005b; Shaw ve Famula, 2005). Son yıllarda Kaliforniya'da dikilen çilek çeşitlerinin önemli bir kısmını GN çeşitleri oluşturmaktadır (Hancock, 1999).

GN çilekleri, KG çileklerine göre sıcağa daha az hassas olmalarına rağmen, muhtemelen yüksek sıcak ve UG kombinasyonu nedeniyle bunlarda yaz ortasından sonbahar başına kadar çiçek üretimi azalmaktadır (Durner ve ark., 1984). 21°C sabit sıcaklıkta GN çileklerinin gün uzunluğuna duyarlı olmadığı, daha yüksek sıcaklıklarda ise nötr olmayıp UG bitkisi gibi davrandıkları bildirilmektedir. Yani GN çileklerinin çiçeklenmeyle alakalı olarak yüksek sıcaklıklarda gerçek GN olmadıkları görülmektedir (Durner ve ark., 1984).

### **3. GENERATİF BÜYÜMENİN FOTOPERİYODİK KONTROLÜ**

Çileklerde çiçeklenme ve meyve verme, çiçek yerlerinin oluşumu ve bitki gelişimini sağlayan bir dizi büyüme adımına bağlı çok karmaşık işlemlerdir. Gözlerin vegetatifden generatif evreye dönüşümü fotoperiyot ve sıcaklıktan ibaret karmaşık bir kontrol sistemine bağlıdır (Galletta ve Bringhurst, 1990).

Çilekte çiçek tomurcuğu oluşumu ve buna etki yapan faktörler üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Işık, sıcaklık, besin maddeleri ve sulamayı ayarlamak suretiyle istenilen zamanda çiçek tomurcuğu oluşturma olanakları bulunmuştur. Çileklerde çiçek tomurcuğu oluşumu kesin olarak günlük ışıklanma süresine bağlı bulunmakla birlikte bu olayda sıcaklığın da değiştirici etkisi olmaktadır.

Fotoperiyot ve sıcaklık sadece çiçek tomurcuğu oluşumunu değil, oluşan çiçek gözlerinin gelişimini de etkiler. Durner ve Poling (1987) KG çeşitlerinde, uzun fotoperiyotların oluşmaya başlamış tomurcukların gelişimini hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Buna göre fizyolojistler çilekleri çiçek tomurcuğu oluşumu bakımından KG, çiçek gelişimi bakımından UG bitkileri olarak tanımlamayı önermişlerdir (Salisbury ve Ross, 1992). Uzun fotoperiyotlar giberellin uygulaması ve üşümenin

etkilerine benzer şekilde, daha uzun çiçek salkımları ve salkım başına daha fazla sayıda çiçeğe yol açarlar (Guttridge, 1969). Benzer bir ilişki sıcaklık için de ileri sürülmektedir. Hartman (1947 b) dalgalanan gündüz gece sıcaklıklarının (26.7/15.6), 21°C'lik sabit sıcaklığa göre çiçek gelişimini hızlandırdığını göstermiştir. Genel olarak 15.6°C'nin altındaki sıcaklıklar yüksek sıcaklıklarla kıyaslandığında çilekte çiçek gelişimini geciktirmektedir (Darrow, 1966).

Burada başlıca KG çileklerinde olmak UG ve GN çileklerinde de çiçeklenme üzerine fotoperiyot, sıcaklık ve fotoperiyot x sıcaklık interaksyonunun etkileri tartışılacaktır.

#### **3.1. Işık**

Çilekte çiçek oluşumunda fotoperiyot (günlük ışıklanma süresi) ve ışığın kalitesi büyük önem taşımakta, ışık şiddeti ise daha az etkili olmaktadır.

##### **3.1.1. Fotoperiyot**

Çilekte vegetatif büyümeden generatif büyüme geçişi kontrol eden başlıca çevresel faktör fotoperiyottur. Çiçek tomurcuğu oluşturmak için genellikle KG çeşitleri 14 h'den az; UG çeşitleri ise 12 h'den fazla fotoperiyoda ihtiyaç duyarlar (Darrow, 1936). Genel olarak KG çileklerinin ihtiyaç duyduğu fotoperiyot (KGU) çeşitlere göre 8-12 h arasında değişmektedir. Üç farklı UG çeşidinde fotoperiyodun 11 h'den 17 h'e yükseltilmesinin çiçek tomurcuğu oluşumunu 2,5 ile 20 kata kadar artırdığı belirlenmiştir (Downs ve Pringer, 1955). UG ve KG çilek çeşitlerinin aksine GN çeşitlerinde çiçek oluşumu günlük ışıklanma süresinden bağımsız olarak meydana gelir. İki GN çeşidine uygulanan 9 ve 16 h fotoperiyotlarda, meydana gelen çiçek salkım sayısı aynı olmuştur (Durner ve ark., 1984).

KG çileklerinde çiçek oluşumu için gerekli KG sayısı sıcaklık ve çeşide bağlı olarak 7-24 gün arasında değişmektedir (Hartmann, 1947 b; Heide, 1977; Hancock, 1999). 'Missionary' çeşidinde çiçek oluşumu için 21°C ve 10 h fotoperiyotta 4-7 güne ihtiyaç duyulurken, maksimum çiçeklenme aynı şartlarda 21 günlük KG şartlarında gerçekleşmiştir (Hartmann, 1947 a). 'Marshall' çeşidinde çiçek oluşumu için 17-23°C'de 9-15 (Went, 1957), 'Sparkle'da 21/18°C ve 8 h fotoperiyotta 12-15 KG döngüsü çiçeklenmeye neden olmuştur (Moore ve Hough, 1962). Genellikle sıcaklığın artmasıyla ihtiyaç duyulan KG sayısı da artmaktadır. Genel olarak çiçeklenme için yaklaşık 2 haftalık kısa fotoperiyotlara ihtiyaç duyulur (Ito ve Saito, 1962; Jonkers, 1965).

##### **3.1.2. Işık Şiddeti**

Işık şiddetinin etkisi, esas olarak CO<sub>2</sub> asimilasyonu üzerine etkisi yoluyla dolaylı bir etkidir. Işık şiddetinin 500'den 700 µmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>'ye ulaşmasıyla çilekte yaprak CO<sub>2</sub> asimilasyonunun arttığı belirlenmiştir (Chabot, 1978; Ceulemans ve ark.,

1986). Bir GN çilek çeşidinde ışık şiddetinin 220'den 430  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'e yükselmesiyle çiçek salkım sayısı artmıştır (Dennis ve ark., 1970). *F. vesca*'da kuru madde üretimi ışık şiddetinin 22'den 150  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'e yükselmesiyle önemli ölçüde artmış; 650  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ışık şiddetinde bitki başına çiçek sayısı da önemli ölçüde artmıştır (Chabot, 1978). Arazi şartlarında büyüme mevsiminde yapılan %60 oranındaki gölgeleme, ürünü %20-45 oranında azaltmıştır (Ferree ve Strang, 1988). 'Hapil' çilek çeşidinde bitkilere yapılan gölgeleme oranı %0'dan %70'e çıkartıldığında gövde sayısı azalmış, %25'den fazla gölgeleme verimde azalmaya yol açmıştır (Wright ve Sandrang, 1995). Plastik serada yetiştirilen 'Camarosa' (Öztürk ve Demirsoy, 2004) ve 'Sweet Charlie' (Demirsoy ve ark., 2007) çeşitlerinde %50 oranında yapılan sürekli gölgelemenin bitki başına çiçek salkımı ve çiçek sayısı ile verimi azalttığı belirlenmiştir. Çiçek tomurcuğu oluşum periyotlarında (15 Ağustos–15 Eylül; 1-30 Eylül) yapılan %50 gölgeleme ise 'Camarosa' çeşidinde bitki başına çiçek salkımı, çiçek sayısı ve verimi artırmıştır (Öztürk ve Demirsoy, 2004). Araştırmacılar 'Camarosa'daki bu durumun, gölgelemenin ışıklanmayı azaltıp gün uzunluğunun kısalmasına katkıda bulunmasından ileri gelebileceğini tartışmışlardır. 'Sweet Charlie' çeşidinin ise aynı periyotlardaki gölgelemeye cevabı olumsuz olmuştur (Demirsoy ve ark., 2007). Bu çeşitte gölgelemenin verimde azalmaya yol açması son literatürde (Yanagi ve ark., 2006; Stewart ve Folta, 2010) bildirilen 'Sweet Charlie' ve 'Sparkle' gibi KG çeşitlerinin, sürekli aydınlık şartlarda bile çiçek oluşturabilmeleri nedeniyle bilinen kısa, uzun ve GN genotiplerinden farklı bir çiçeklenme karakteri göstermelerıyla izah edilebilir

KG çileklerinde yüksek ışık çiçek oluşumundan ziyade kol üretimine yardım etmektedir (Smeets, 1955; Went, 1957). Işık şiddetinin 1200 fc (foot candle)'dan 2400 fc'a yükselmesiyle UG çeşitlerinde ('Geneva') çiçek salkımı sayısı artarken, KG çeşitlerinde ('Catskill' ve 'Frontenac') kol üretimi artmıştır (Dennis ve ark., 1970). Işık şiddeti çiçek gelişimini de doğrudan etkilemektedir. Tam çiçeklenme öncesinde birkaç gün süreyle çok düşük ışık şiddetine ( $\sim 10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'den daha az) maruz bırakılan 'Glasa' çeşidinde stamen aborsiyonu meydana gelmiş ve ürün azalmıştır (Smeets, 1976).

### 3.1.3. Işık Kalitesi

Çileklerde çiçek tomurcuğu oluşumu üzerine günlük ışıklanma süresinin etkisi ayrıntılı olarak belirlendiği halde ışık kalitesinin etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir. Vince-Prue ve Guttridge (1973) 'Cambridge Favourite' KG çilek çeşidinde kırmızı ışık, kızılötesi ışık ve 1:1 oranında kırmızı:kızılötesi ışık karışımıyla 8 h fotoperiyodu 16 h'e uzatma uygulamaları yapmışlardır. Kırmızı ışık çiçek tomurcuğu oluşumunu engellememiş, kırmızı+kızılötesi ışık floral oluşumu azaltmış; kızılötesi ışık floral oluşumu engellemiştir. Ancak

kızılötesi ışık, 16 h karanlık periyodun ikinci yarısında uygulandığında bu engelleme gözlemlenmemiştir. Kırmızı ışık ise, 16 h karanlık periyodun ilk yarısında uygulandığında hiçbir etkiye sahip olmazken, ikinci yarısında uygulandığında çiçek tomurcuğu oluşumu tamamen engellenmiştir. Sonuç olarak, karanlık ilerledikçe kızılötesi ışığın engelleyici etkisi azalırken kırmızı ışığın engelleyici etkisi artmıştır. Bu cevap şekli diğer KG bitkilerinin çoğundan farklıdır ve daha çok UG bitkilerinin cevap modeline benzemektedir. Kızılötesi ışığın çilekte çiçek oluşumunu engelleyici etkisiyle ilgili başka bilgiler de vardır (Kadman-Zahavi ve Ephart, 1974; Guttridge, 1985). 'Nyoho' KG çeşidinin fidelerini, 15 günlük depolama (15°C ve 8 h gün uzunluğunda) periyodunda 20  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  kırmızı ışığa maruz bırakma yaprakların klorofil düzeyini artırmış, vegetatif büyümeyi azaltmış, sürekli karanlıkta tutulan bitkilere göre daha erken çiçeklenme sağlamıştır (Shishido ve ark., 1990; Nishizawa ve ark., 1998, 1999).

### 3.2. Sıcaklık

Çileklerde sıcaklık ve gün uzunluğunun karşılıklı etkileşimleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, generatif gelişme üzerine doğrudan sıcaklığın etkisini inceleyen çalışma pek yoktur. UGlerin hâkim olduğu yüksek enlemler ve KGlerin hâkim olduğu tropikal, ekvatorial bölgelerde sıcaklık çilekte çiçeklenmeye etki eden en önemli faktördür. ABD'nin güneyi ve Merkez Amerika'da KG çeşitlerinin yetiştiriciliği için fotoperiyot dominant faktör olurken Norveç gibi 69°N enlemlerinde Ağustos ayında 21 h'i geçen UG şartlarında sıcaklık, çiçek oluşumunu belirleyen dominant faktör olmaktadır (Galletta ve Bringham, 1990). Yüksek enlemlere adapte olan bazı çilek çeşitlerinde KGU sıcaklığa göre değişerek, 12°C'de 16 h, 18°C'de 14 h ve 24°C'de 13 h olarak belirlenmiştir (Heide, 1977). UG şartları altında çiçek oluşumu için gereken düşük sıcaklıklar çeşitlere göre büyük ölçüde değişmektedir (Heide, 1977). Ancak 'Korona' ve 'Elsanta' gibi KG çeşitleri UG şartları altında 9°C kadar düşük sıcaklıklarda bile çiçek oluşturmaya başlamamaktadırlar (Sonstebly ve Heide, 2006). Sıcaklık KG şartları altında çiçek oluşumu için de önemlidir. KG'lerde çiçek oluşumu için ihtiyaç duyulan optimum sıcaklık 15-18°C olup, 10°C'nin altındaki ve 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklar çiçek oluşumu için etkisiz olmaktadır (Ito ve Saito, 1962; Heide, 1977; Verheul ve ark., 2007). Çiçeklenmede gece sıcaklıklarının da etkili olduğunu gösteren bulgular vardır. Bazı KG çeşitlerinde 10°C'lik gece sıcaklıkları, 5 ve 13°C'lere göre çiçek tomurcuğu oluşumunu ilerletmiştir (Kawakami ve ark., 1990). Sonstebly ve Heide (2008) optimum 18°C gündüz sıcaklıklarında, gece sıcaklığının 9°C'den 18°C'ye artışıyla 'Florence' ve 'Korona' çeşitlerinde çiçek oluşumunun arttığını bildirmiştir.

KG genotiplerinde yüksek sıcaklıklar çiçeklenmeyi engeller. Bunlar GN genotiplerine göre yüksek

sıcaklara çok daha fazla hassastırlar. Genellikle 28-30°C sıcaklıklar *F. ×ananassa*'nın KG ve GN çeşitleri ile *F. vesca*'da çiçeklenmeyi engellemektedir (Ito ve Saito, 1962; Chabot, 1978; Durner ve Poling, 1988; Okimura ve Igarashi, 1997). *F. vesca*'da çiçeklenmeyi 30/20 ve 40/30°C'lik daha yüksek sıcaklıklar engellerken (Chabot, 1978); *F. ×ananassa*'nın KG ve GN genotiplerinde 26/22°C'lik sıcaklıklar bile çiçek tomurcuğu oluşumunu engellemektedir (Durner ve ark., 1984; Zhang ve ark., 2000). Japon çeşitleri olan 'Nyoho' ve 'Toyonoka'da yüksek sıcaklıkların generatif gelişmeyi olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Ledesma ve ark., 2008). Yüksek sıcaklığın engelleyici etkisi, UG ve GN çeşitlerinde de görülmekte ve bu durum kısa fotoperiyotlarda daha bariz olmaktadır. Fakat yüksek sıcaklığın çiçek oluşumuna engelleyici etkisi UG ve GN çeşitlerinde, KG çeşitlerindeki kadar belirgin değildir. Yüksek sıcaklık UG ile sinergistik olarak hareket ederek bir çiçek inhibitörünün biyosentezini teşvik etmektedir (Heide, 1977).

### 3.3. Işık ve Sıcaklık İnteraksiyonu

Daha çok KG çileklerini kapsayan octoploid *F. ×ananassa* türünün çiçek oluşumunda sıcaklık x fotoperiyot ilişkisi üzerinde çok durulmuştur. İlk olarak Darrow ve Waldo (1934) çiçek oluşumu için 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 10 h veya daha KGLere ihtiyaç duyulduğunu, daha düşük sıcaklıklarda daha UGLerde de çiçek tomurcuğunun oluşabileceğini ifade etmiştir. 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda pek çok KG çeşidi zorunlu olarak KGe ihtiyaç duyar, daha düşük sıcaklıklarda ise çiçek oluşumunda fotoperiyodun uyarıcı etkisi azalır (Ito ve Saito, 1962; Guttridge, 1985). Bu yüzden KG çilekleri yüksek sıcaklıklarda kalitatif veya obligat, düşük sıcaklıklarda kantitatif veya fakültatif KG bitkileri olarak sınıflandırılırlar (Salisbury ve Ross, 1992). Çiçek tomurcuğu oluşumu için değişik çalışmalarda büyük oranda farklı eşik sıcaklık (5-17°C) ve gün uzunluğu (11-16 h) bildirilmiştir. Ancak başarılı bir çiçek oluşumu için düşük sıcaklıklardan ziyade, yüksek sıcaklıklarda (15°C'nin üzerinde) daha KGLere ihtiyaç duyulmaktadır. Çiçek oluşumu için sıcaklık x fotoperiyot'un önemi çeşide bağlıdır. Sonstebly ve Heide (2006) 'Korona' ve 'Elsanta' çeşitlerinde böyle bir interaksiyon bulamamışlar, bu çeşitlerde çiçeklenmenin 9-21 °C arasındaki sıcaklıklarda yalnız KGLerde meydana geldiğini, yüksek (27 °C) veya düşük (<9 °C) sıcaklıklarda çiçek oluşumunun engellendiğini bulmuşlardır. Son yıllarda Kuzey Avrupa'da yaygın olarak yetiştirilen bu iki çeşitte sera şartlarında çiçek oluşumu için en uygun fotoperiyot ve sıcaklık 12-13 h ve 18/12°C olarak belirlenmiştir (Verheul ve ark., 2007).

Pek çok KG çeşidinde çiçek tomurcuğu oluşum için gerekli olan KG, düşük sıcaklıklar tarafından karşılanabilir. 9 KG çeşidinin üç farklı sıcaklık (12, 15.5 ve 21°C) ve gün uzunluğu (>13.5, 14 ve 16 h)

kombinasyonuna maruz bırakıldığı bir çalışmada maksimum çiçek sayısı, en KG uzunlukları ve en düşük iki sıcaklık seviyesinde meydana gelmiştir (Darrow, 1936). Maksimum çiçek miktarı için, gün uzunluğu ne kadar uzunsa o kadar fazla düşük sıcaklığa ihtiyaç duyulur (Darnell ve ark., 2003).

15.5 ve 21°C sıcaklıklar ile 10 ve 15 h gün uzunluğuna maruz bırakılan bazı KG çeşitlerinde çiçeklenmenin 21°C'de sadece KG, 15.5°C' de ise fotoperiyoda aldirmaksızın gerçekleştiği tespit edilmiştir (Hartmann, 1947 a,b). 'Talisman' çeşidinde KG şartlarında 15°C'de 21°C'den daha fazla çiçek elde edilmiş, fakat UG şartlarında 15°C'de çiçek oluşmadığı belirlenmiştir (Jonkers, 1965). Bazı KG çeşitlerinde optimum çiçek oluşumu 18°C'de 12 h gün uzunluğunda meydana gelmiş; sıcaklık 12°C'ye düştüğünde 16-20 h gün uzunluğunda bile çiçek oluşumu gerçekleşmiştir (Heide, 1977). Bir KG çeşidi olan 'Marshall' farklı sıcaklık (6-20°C) ve gün uzunluğu (8-24 h) kombinasyonlarına maruz bırakıldığında 8 h gün uzunluğunda tüm sıcaklıklarda çiçek oluştururken, 16 ve 24 h gün uzunluğunda sadece 6 ve 10°C'de çiçek oluşturmuştur (Went, 1957). KG çeşitlerinde çiçeklenmenin, KG uzunlukları (örneğin 9 h) ve serin sıcaklıklarda (18/14°C) gerçekleştiği, daha yüksek sıcaklıklarda (22/18°C, 26/22°C ve 30/26°C) fotoperiyottan etkilenmeksizin hiç çiçek oluşmadığı tespit edilmiştir (Durner ve ark., 1984). Bu çalışmalar, çilekte çiçek oluşumunun düşük (~10-15°C) ve yüksek (~25°C) sıcaklıklarda fotoperiyoda duyarız olduğunu göstermiştir. KG çeşitlerinin yanı sıra UG ve GN çeşitlerinin de farklı fotoperiyot ve sıcaklıklarda çiçeklenmeye tepkileri incelendiğinde (Çizelge 1) (Darnell ve ark., 2003) pek çok genotipin düşük sıcaklıklarda fotoperiyoda aldirmaksızın çiçek oluştuğu, ancak yüksek sıcaklıklarda çiçek tomurcuğu oluşumunun tamamen engellendiği görülmektedir .

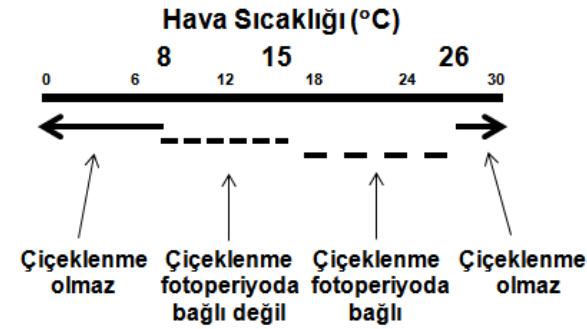
Çizelge 1. Kısa, Uzun ve Gün-nötr Çilek Genotiplerinin Farklı Sıcaklık ve Fotoperiyotlara Çiçek Oluşumu Bakımından Tepkisi (Darnell ve ark., 2003).

Fotoperiyot Tipi	Çiçeklenme Tepkisi		
	Düşük	Orta	Yüksek
Kısa gün genotipleri			
Kısa gün	+	+	-
Uzun gün	+	-	-
Uzun gün genotipleri			
Kısa gün	+	-	-
Uzun gün	+	+	-
Gün-nötr genotipleri			
Kısa gün	+	+	-
Uzun gün	+	+	-

+: çiçek oluşumu var; -: çiçek oluşumu yok.

Çileklerde çiçek tomurcuğu ayrımı için KGlerin gerekli olması yanında çeşitler, ışık şiddeti, sıcaklık dereceleri ve bitkilerin taze kol bitkisi veya frigo bitki olma durumunun da önemli olduğu ileri sürülmüştür. Frigo bitkilerde 6°C gibi düşük sıcaklıklarda UGlerde de çiçek tomurcuğu oluştuğu, 20°C'de ise 'Tufts' ve 'Vista' çeşitlerinin frigo bitkilerinin yeterli düzeyde tomurcuğ oluşturabilmeleri için en az 5 hafta KG koşullarına ihtiyaç duyduğu, 'Pocahontas' çeşidinin ise fotoperiyoda öteki çeşitler kadar duyarlı olmadığı ortaya konmuştur (Paydaş ve Kaşka, 1991).

Yukarıda da belirtilen önceki araştırmaları kullanarak Hancock (1999) çileklerde çiçek tomurcuğu oluşumunu fotoperiyot ve sıcaklık ilişkilerine göre modellemiştir (Şekil 1). Bu modele göre sıcaklık çiçeklenmenin düzenlenmesinde temel etkidir. 8°C'nin altında ve 26°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çiçek tomurcuğu oluşumu gerçekleşmemektedir. 8-15°C arasındaki sıcaklıklarda gün uzunluğuna bağlı olmaksızın tüm fizyolojik sınıflar (KG, UG ve GN) tüm gün uzunluklarında çiçek tomurcuğu oluştururlar. 15-26 °C arasındaki sıcaklıklarda ise çiçek tomurcuğu oluşumu fotoperiyot ile kontrol edilmektedir.



Şekil 1. Hancock'a (1999) göre çileklerde fotoperiyot ve sıcaklık ilişkilerine göre kontrol edilen çiçek tomurcuğu oluşumu modeli.

## 4. VEGETATİF BÜYÜMENİN FOTOPERİYOT KONTROLÜ

### 4.1. Kol Oluşumu

Çileklerin kol üretiminde soğuklama, sıcaklık ve fotoperiyot gibi birkaç çevresel faktör etkili olmaktadır. KG çileklerinde kol üretimi KGlerle engellenmekte, UG (>14-16 h) ve yüksek sıcaklıklarla (>17-20 h) teşvik edilmektedir (Darrow, 1936; Heide, 1977; Durner ve ark., 1984; Guttridge, 1985). KG çileklerinde kol oluşumunun daha çok UGLük aydınlık periyoda bir cevap olduğu, bu nedenle gerçek bir fotoperiyodik cevap olmadığı vurgulanmaktadır (Hartmann, 1947a,b; Smeets ve Kronenberg, 1955). Benzer şekilde KG çileklerinde kol üretiminin fotoperiyottan ziyade fotosenteze bağlı olduğu, yüksek fotosentetik aktif radyasyon seviyelerinin fotosentezi ve kol üretimini artırdığı ileri sürülmektedir (Hartmann, 1947 a; Smeets ve Kronenberg, 1955; Durner ve ark., 1984).

UG çilekleri muhtemelen sürekli çiçeklenme nedeniyle (Sonstebly ve Heide, 2007 a) haziran çileklerine göre daha az sayıda kol oluştururlar. UG çileklerinde de genel olarak yüksek sıcaklıklar ve UG kol oluşumunu artırmakla birlikte (Darrow ve Waldo 1934; Downs ve Piringer, 1955; Smeets, 1955; Heide, 1977; Smeets, 1979; Durner ve ark., 1984), bu konuda bazı tutarsız sonuçlar da vardır (Sonstebly ve Heide, 2007 a, b).

GN çileklerinin, çiçeklenme bakımından fotoperiyoda duyarlı olmalarına karşın kol üretimi bakımından duyarlı olduğu, 21°C'lik sabit sıcaklıkta uzun fotoperiyotların kol üretimini artırdığı, dolayısıyla fotoperiyot ve sıcaklık etkileşiminin GN çileklerinde kol verimini etkileyebileceği ileri sürülmektedir (Durner ve ark., 1984).

### 4.2. Gövde Oluşumu

Çilekte gövde oluşumu içsel ve çevresel faktörler tarafından düzenlenir. KG şartlarında ana gövdedeki aksillar gözler yan gövdeler halinde farklılaşırlar (Hytönen, 2009). Konsin ve ark. (2002) 'Korona' KG çeşidinde 15 h gün uzunluğu ana gövdenin yan (aksillar) gözlerinden yan gövde oluşumunun gerçekleştiğini ancak bu konuda en etkili gün uzunluklarının 12 h KG olduğunu, 18 h gün uzunluğunda ise yan gövde oluşmadığını bildirmiştir. Gövde oluşumu ile ışık şiddeti de pozitif olarak ilişkilidir. Gölge şartlar gövde oluşumunu engellemektedir (Wright ve Sandrang, 1995; Öztürk ve Demirsoy, 2004; Wagstaffe ve Battey, 2006).

### 4.3. Yaprak Sapı Uzaması

Çileklerde vejetatif büyümenin azalmasını belirleyici en önemli kriter yaprak sap uzunluğudur. Yaz sonlarındaki sıcaklık ve fotoperiyottaki azalmalara bağlı olarak yaprak sap uzunlukları azalmakta, ancak bu duruma çeşit tepkileri farklı olmaktadır (Robert ve ark., 1999).

### 4.4. Karbonhidrat Birikimi

Çilek bitkilerinin kök, gövde ve yapraklarında karbonhidrat birikimine fotoperiyodun etkilerini Durner ve ark. (1984) farklı çilek genotiplerinde ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Bu çalışmalarda kök karbonhidrat birikimine GN çeşitlerinde fotoperiyodun etkisi olmamış; UG çileklerinde kök karbonhidrat seviyesi KG şartlarında en yüksek olmuş ancak artan karbonhidrat miktarına karşılık fazla çiçek salkımı oluşmamış; kök karbonhidrat seviyesi KG çileklerinde ise KG şartlarında diğer çilek tiplerine göre oldukça fazla olmuş ve bunlar KGlerde en fazla çiçek üretmişlerdir. Sonuç olarak, eğer köklerdeki karbonhidrat seviyelerinin artmasının çiçeklenmeyle alakası olsa, her bir tipte çiçek oluşumunu teşvik eden gün uzunluğunda karbonhidrat seviyelerinin de en yüksek olması gerekirdi. Fakat bu durum KG çileklerinde böyle olmakla birlikte UG çileklerinde böyle değildir. Aynı çalışmalarda gövde karbonhidrat seviyeleri fotoperiyottan etkilenmemiş; sadece çilek

tiplerine göre değişim göstermiş, KG çileklerinde %13.3, UG ve GN çileklerinde %6.1 olmuştur. Yapraklardaki karbonhidrat miktarı ise fotoperiyottan etkilenmiş; UGlerde %9, KGlerde %6.6 olmuş; çilek tiplerine göre değişiklik göstermemiştir. Yaprak karbonhidrat seviyelerinin UG şartlarında artması, bunların günlük ışıklı periyodun uzunluğuna bağlı olduğunu ve gerçek bir fotoperiyodik cevap olmadığını ortaya koymaktadır.

#### **4.5. Toplam Kuru Ağırlık**

Bazı KG çileklerinde toplam kuru ağırlığın fotoperiyot ve sıcaklıkla etkilenmediği, ancak toplam kuru ağırlıkta kol kuru ağırlığının da bulunması durumunda, UG ve yüksek sıcaklıklarda (24°C) kuru ağırlığın fazla olacağı ima edilmiştir (Heide, 1977).

Çileklerde yaz sonunda sıcaklık ve fotoperiyodun azalması vejetatif büyümenin azalmasına, çiçek tomurcuğu oluşumuna ve dinlenmeye neden olur. Vejetatif büyümenin azalmasının en önemli işareti olan yaprak sapı (petiol) uzamasındaki azalma ilk KG döngüsünden iki gün sonra hücre uzamasındaki azalmayla başlar ve iki hafta sonra hücre bölünmesi de azalır (Wisemann ve Turnbull, 1999). Uzun süre KGe maruz kalmalarından sonra çilek bitkileri dinlenmeye girer ve yarı uyur (dormant) bir durumda kalırlar. Dinlenme durumunda yaprak üretim hızı azalır, yeni çıkan yapraklar küçük kalır, yaprak sapları kısalmır ve sonuçta büyüme durur (Jonkers, 1965; Verhoven ve Bodson, 2003; Sonstebey ve Heide, 2006). Normal olarak bitkiler bu devrede, büyümeyi teşvik edici şartlar sağlansa bile kuvvetli büyümeye başlamazlar. Ancak çilek bitkisinin dinlenmesi diğer bitkilerden farklıdır ve bitkiler elverişli çevreye taşınırlarsa yeniden büyüme başlayabilirler. Ancak büyüme yavaş olur ve bitki bodur bir görünüm sürdürür (Jonkers, 1965). Bitkiler uygun şartlarda çiçek oluşturmaları ancak çiçekler yavaş bir şekilde meydana gelir (Kronenberg ve Wassenaar, 1972) ve çoğunlukla zayıf gelişirler (Nestby, 1989; Lieten, 1997).

Seralarda kış üretiminde KG çileklerinin yetiştiriciliğinde, KGler bitkilerde çiçek oluşumuna neden olmakta, fakat aynı zamanda vejetatif büyümenin azalması problem olabilmektedir. Optimum çiçeklenme için ihtiyaç duyulan 8-12 h KGlerde vejetatif büyüme azalmaktadır. Çileklerde dinlenme durumundan kaçınarak vejetatif büyümeyi devam ettirmek için UGlerde çiçeklenmeyi teşvik etme olasılığı pek araştırılmamıştır. Konsin ve ark. (2002) 'Korona' KG çeşidinde bitkileri çiçek oluşumuna sevk eden fakat aynı zamanda vejetatif büyümeyi azaltmayan fotoperiyodu belirlemek amacıyla 12, 13.5 ve 15 h gün uzunluğu ile bunların farklı uygulama sürelerini denemişlerdir. 12 ve 13.5 h gün uzunluğu çiçek oluşumu açısından başarılı olmuş; uygulama süresi uzadıkça çiçek sayısı ve verim artmıştır. KG gövde sayısını artırmış, kol üretimini azaltmış ve bu etkiler uygulama süresinin uzunluğuyla artmıştır. 12 ve 13.5 h gün uzunluğu verim açısından

aynı etkiye sahip olup, 13.5 h gün uzunluğu daha kuvvetli bir vejetatif gelişme sağlamıştır.

#### **5. SONUÇ**

Çiçeklenmeye geçiş, üretim işleminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu yüzden üreticiler çiçeklenmeyi gözlemlemekte ve bu olayı teşvik etmek için değişik kültürel işlemler denemektedirler. Örneğin Hollandalı çilek üreticileri mayıs ayının sonlarına doğru seralarda karartma uygulamalarıyla günleri kısaltarak çiçek tomurcuğu oluşturup yaz boyu meyve elde etmeye çalışmışlardır. Dolayısıyla çileklerde çiçeklenmenin fizyolojisinin anlaşılması üzerine elde edilen teorik bilgiler çilek yetiştiriciliğinin gelişimine önemli katkı sağlamıştır.

Kültür çilekleri sıcaklık ve fotoperiyoda tepkileri son derece değişken iki türün melezlenmesiyle meydana gelmiştir. Bu yüzden büyük bir gen birikimine sahiptirler. Bunlar içerisinde yerel şartlara en iyi uyum sağlayabilecek çeşitlerin seçimi mümkündür. Genellikle bir çeşit en iyi adaptasyonu, onun özel gün uzunluğu ve sıcaklık isteğini en iyi karşılayan bölgede gösterecektir.

Çilekte çiçek oluşumu esas olarak çeşit, sıcaklık ve fotoperiyodun etkileşimi ile kontrol edilir. Bu faktörlerin çiçeklenme üzerine etkileri ortaya konulmuş olup vejetatif ve generatif gelişme bu bilgilerle düzenlenebilmektedir. Gün uzunluğu çalışmalarının yoğun yapıldığı Kuzey Avrupa ülkelerinde cam seralarda sıcaklık ve fotoperiyot ayarlanarak yılda birden fazla ürün alma pratikleri yapılmaktadır. Çiçeklenmenin fizyolojisine ait bilgiler bu şekilde çilek üretiminin gelişimine katkıda bulunmaktadır.

#### **6. KAYNAKLAR**

- Ahmadi, H., Bringhurst, R.S., Voth, V. 1990. Modes of inheritance of photoperiodism in *Fragaria*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 115: 146-152.
- Ceulemans, R., Baets, W., Vanderbruggen, M., Impens, I. 1986. Effects of supplemental irradiation with HID lamps, and NFT gutter size on gas exchange, plant morphology and yield of strawberry plants. Sci. Hort. 28: 71-83.
- Chabot, B.F. 1978. Environmental influences on photosynthesis and growth in *Fragaria vesca*. New Phytol. 80: 87-98.
- Dale, A., Hancock, J.F., Luby, J.J. 2002. Breeding day-neutral strawberries for Northern North America. Acta Hort. 567: 133-136.
- Darnell, R.L., Cantliffe, D.J., Kirchbaum, D.S., Chandler, C.K. 2003. The physiology of flowering strawberry (edt. J., Janick) Hort. Rev. 28: 325-349.
- Darrow, G.M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds on runners in the strawberry. Proc. Amer. Hort. Sci. 34: 360-363.
- Darrow, G.M. 1966. The strawberry. Holt, Rinehart and Winston, New York.

- Darrow, G.M., Waldo, G.F. 1934. Responses of strawberry varieties and species to the duration of the daily light period. USDA Tech. Bul. 453.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Uzun, S., Öztürk, A. 2007. The effects of different periods of shading on growth and yield in 'Sweet Charlie' Strawberry. *Europ. J. Hort. Sci.*, 72. S. 26–31.
- Dennis, F.G., Lipecki, J.Jr., Kiang, C.L. 1970. Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 95: 750-754.
- Downs, R.J., Piringer, A.A. 1955. Differences in photoperiodic responses of everbearing and June-bearing strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66: 234-236.
- Durner, E.F., Barden, J.A., Himelrick, D.G., Poling, E.B. 1984. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing and everbearing strawberries. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109: 396-400.
- Durner, E.F., Poling, E.B. 1987. Flower bud induction, initiation, differentiation and development in the 'Earliglow' strawberry. *Sci. Hort.* 31: 61-69.
- Ferree, D.C., Stang, E.J. 1988. Seasonal plant shading, growth and fruiting in 'Earliglow' strawberry. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 113: 322-327.
- Galletta, G.J., Bringham, R.S. 1990. Strawberry management. In: Galletta, G.J., Himelrick, D. (eds.), *Small Fruit Crop Management*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Guttridge, C.G. 1969. *Fragaria*, p. 247-267. In: L.T. Evans (ed.). *The induction of flowering*. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York.
- Guttridge, C.G. 1985. *Fragaria ×ananassa*, p. 16-33. In: A. H.Halevy (ed.). *Handbook of flowering*. Vol. III. CRC Pres, Boca Raton, FL.
- Hancock, J. F., Luby, J. J., Dale, A., Callow, P. W., Serçe, S., El-Shiek, A. 2002. Utilizing wild *Fragaria virginiana* in strawberry cultivar development: Inheritance of photoperiod sensitivity, fruit size, gender, female fertility and disease resistance. *Euphytica* 126: 177–184.
- Hancock, J.F. 1999. *Strawberries*. New York: CABI Publishing.
- Hancock, J.F., Callow, P.W., Dale, A., Luby, J.J., Finn, C.E., Hokanson, S.C., Hummer, K.E. 2001. From the Andes to the Rockies: Native strawberry collection and utilization. *Hort. Sci.* 36: 221–225.
- Hancock, J.F., Sjulín, T.M., Lobos, G.A. 2008. *Strawberries*. In: James F. Hancock (Edt.). *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*. p: 393-438.
- Hartmann, H.T. 1947a. The influence of temperature on the photoperiodic response of several strawberry varieties grown under controlled environment conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 50: 243-245.
- Hartmann, H.T. 1947b. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. *Plant Physiol.* 22: 407-420.
- Heide, O. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiol. Plant.* 40: 21-26.
- Ito, H., Saito, T. 1962. Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. *Tahoku J. Agri. Res.* 13: 191-203.
- Izhar, S. 1997. Infra short-day strawberry types. *Acta Hort.* 439: 155–160.
- Jonkers, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. *Meded. Landbouwhoges. Wageningen* 65-6: 1-59.
- Kamdan-Zahavi, A., Ephart, E. 1974. Opposite response groups of short-day plants to spectral composition of the main light period and end-of-day red and far red irradiation. *Plant Cell Physiol.* 15: 693-699.
- Kawakami, T., Aoki, H., Toki, T. 1990. Method of early fruit maturing using low night temperatures and short-day conditions during the propagation of strawberries. *Bul. China Pref. Agri. Expt. Sta.* 31: 55-72.
- Kono, H., Tsunematsu, S. 1990. Studies on cultivation type of everbearing strawberry. 1. Effect of lighting on flower budding and yield in annual plant. *J. Japan soc. Hort. Sci.* 59: 438-439.
- Konsin, M., Voipio, I., Palonen, P. 2001. Influence of photoperiod and duration of short-day treatment on vegetative growth and flowering of strawberry (*Fragaria ×ananassa* Duch.). *J. Hort. Sci. Biotechn.* 76: 77-82.
- Kronenberg, H.G., Wassenaar, L.M. 1972. Dormancy and chilling requirement of strawberry varieties for early forcing. *Euphytica* 21: 454-459.
- Kumakura, H., Shishido, Y. 1995. Effect of temperature and light condition on flower initiation and fruit development in strawberry. *Jarq- Jpn. Agr. Res. Q.* 29: 241-250.
- Ledesma, N.A., Nakata, M., Sugiyama, N. 2008. Effect of high temperature stress on reproductive growth of strawberry cvs. 'Nyoho' and 'Toyonoka'. *Sci. Hort.* 116: 186–193.
- Lieten, F. 1997. Effects of chilling and night-break treatment on greenhouse production of 'Elsanta'. *Acta Hort.* 439: 633-639.
- Moore, J.N., Hough, L.F. 1962. Relationships between auxin levels, time of floral induction and vegetative growth of the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 81: 255-264.
- Nestby, R. 1989. Forcing of 18 strawberry cv. related to two cold storage periods. *Acta Hort.* 265: 393-398.
- Nicoll, M.F., Galletta, G.J. 1987. Variation in growth and flowering habits of Junebearing and everbearing strawberries. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 112: 872-880.
- Nishiyama, M., Ohkawa, W., Kanayama, Y., Kanahama K. 2006. Critical photoperiod for flower bud initiation in everbearing strawberry 'Summerberry' plants grown at high temperatures. *Tohoku J. Agri. Res.* 56: 1-8.
- Nishiyama, M., Kanahama, K. 2002. Effect of temperature and photoperiod on flower bud initiation of day-neutral and everbearing strawberries. *Acta Hort.* 567: 253- 255.
- Nishiyama, M., Ohkawa, W., Kanahama, K. 1998. Induction of reproductive growth of everbearing strawberry plants in dormant condition controlled by temperature and photoperiod. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67: 228-235.
- Nishiyama, M., Ohkawa, W., Kanahama, K. 1999. Interaction between temperature and photoperiod on inflorescences in everbearing strawberry 'Summerberry' plants grown at high temperature. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 68: 192-194.
- Nishiyama, M., Ohkawa, W., Kanahama, K. 2003. Effect of photoperiod on the development of inflorescences in everbearing strawberry 'Summerberry' plants grown at high temperature. *Tohoku J. Agri. Res.* 53: 43-52.
- Nishizawa, T., Ito, A., Shishido, Y. 1999. Effects of light intervals on flower-bud formation, leaf growth, and chlorophyll and carbohydrate concentrations in 'Nyoho'



- strawberry runner plants during storage under cool conditions. *Environ. Control Biol.* 37: 43–48.
- Nishizawa, T., Shishido, Y., Kudo, M., Kumakura, H., Hamamoto, H. 1998. Petiole length, chlorophyll and carbohydrate levels, and photosynthetic rates of June-bearing strawberry plants as influenced by red-light irradiation during storage under cool conditions. *Sci. Hort.* 72: 25-33.
- Oda, Y., Yanagi, T. 1990. Studies on propagation by using runner apex tissue culture in everbearing strawberry. *Abstr. 23<sup>rd</sup> Inter. Hort. Congress*, 1:143.
- Okimura, M., Igarashi, I. 1997. Effects of photoperiod and temperature on flowering in everbearing strawberry seedlings. *Acta Hort.* 439:605-607.
- Öztürk, A., Demirsoy, L. 2004. Değişik gölgeleme uygulamalarının Camarosa çilek çeşidinde verim ve büyüme üzerine etkileri. *Bahçe* 33: 39–49.
- Paydaş, S., Kaşka, N. 1991. Sıcaklık ve gün uzunluğunun çileklerde çiçek tomurcuğu oluşumuna etkileri. *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi* 6: 1-16.
- Robert, F., Risser, G., Petel, G. 1999. Photoperiod and temperature effect on growth of strawberry plant (*Fragaria ×ananassa* Duch.): development of a morphological test to assess the dormancy induction. *Sci. Hort.* 80: 217-226.
- Sakin, M., Hancock, J.F., Luby, J.J. 1997. Identifying new sources of genes that determine cyclic flowering in rocky mountain populations of *Fragaria virginiana* ssp. *glauca* Staudt. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122: 205–210.
- Salisbury, F. B., Ross, C. W. 1992. *Plant Physiology*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Co.
- Serce, S., Hancock, J.F., 2003. Assessment of day-neutrality scoring methods in strawberry families grown in greenhouse and fields environments. *Tur. J. Agric. For.* 27:191-198.
- Serce, S., Hancock, J.F. 2005a. Inheritance of day-neutrality in octoploid species of *Fragaria*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130: 580–584.
- Serce, S., Hancock, J.F. 2005b. The temperature and photoperiod regulation of flowering and rendering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F.virginiana*, and *F. ×ananassa*. *Sci. Hort.* 103: 167–177.
- Shaw, D. V., ve Famula, T.R. 2005. Complex segregation analysis of dayneutrality in domestic strawberry (*Fragaria ×ananassa* Duch.). *Euphytica* 145: 331–338.
- Shishido, Y., Kumakura, H., Arab, K. 1990. Studies on flower bud formation and fruit development in strawberry, I. Effects of continuous dark and short-day on flower bud formation and development during low temperature treatment. *Bulletin of The National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea Series C No. 1p.* 45-61.
- Smeets, L. 1955. Runner formation on strawberry plants in autumn and winter. II. Influence of the light intensity on the photoperiodical behavior. *Euphytica* 4: 240-244.
- Smeets, L. 1976. Effects of light intensity on stamen development in the strawberry cultivar “Glasa”. *Sci. Hort.* 4: 255-260.
- Smeets, L. 1979. Effects of temperature and day-length on flower initiation and runner formation in two everbearing strawberry cultivars. *Sci. Hort.* 12: 19-26.
- Smeets, L., Kronenberg, H.G., 1955. Runner formation on strawberry plants in autumn and winter. *Euphytica* 4: 53-57.
- Sonsteby, A., Heide, O.M. 2006. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. *Sci. Hort.* 110: 57-67
- Sonsteby, A., Heide, O.M. 2007a. Quantitative long-day flowering response in the perpetual-flowering F<sub>1</sub> strawberry cultivar Elan. *J. Hort. Sci. Biotech.* 82: 266-274.
- Sonsteby, A., Heide, O.M. 2007b. Long-day control of flowering in everbearing strawberries. *J. Hort. Sci. Biotech.* 82: 875-884.
- Sonsteby, A., Heide, O.M. 2008. Temperature responses, flowering and fruit yield of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. *Sci. Hort.* 118: 49-54.
- Stewart, P.J., Folta, K.M. 2010. A review of photoperiodic flowering research in strawberry (*Fragaria* spp.). *Crit. Rev. Plant Sci.* 29:1-13.
- Taimatsu, T. 1993. Horticultural characteristics and cultivation of everbearing strawberries for different harvest period. *Spec. Res. Bull. Nara Agric. Exp. Stat.* 1-206.
- Verheul, M.J., Sonsteby, A., Grimstad, S.O. 2007. Influences of day and night temperatures on flowering of *Fragaria x ananassa* Duch., cvs. Korona and Elsanta. *Sci. Hort.* 112: 200–206.
- Vince-Prue, D., Guttridge, C.G. 1973. Floral initiation in strawberry: spectral evidence for the regulation of flowering by long-day inhibition. *Planta* 110: 165-172.
- Wagstaffe, A., Battey, N.H. 2006. The optimum temperature for long-season cropping in the everbearing strawberry ‘Everest’. *Acta Hort.* 708: 45-49.
- Went, F.W., 1957. *Environmental control of plant growth*. Chron. Bot., Waltham, MA.
- Wiseman N.J., Turnbull, C.G.N. 1999. Effects of photoperiod and paclobutrazol on growth dynamics of petioles in strawberry (*Fragaria ×ananassa*). *Australian J. Plant Physiol.* 26: 353-358.
- Wright, C.J., Sandrang, A.K. 1995. Efficiency and light utilization in the strawberry (*Fragaria ×ananassa*) cv. ‘Hapil’. *J. Hort. Sci.* 70: 705-711.
- Yanagi, T., Yachi, T., Okuda, N., Okamoto, K. 2006. Light quality of continuous illuminating at night to induce floral initiation of *Fragaria chiloensis*. *Chi-24-1. Sci. Hort.* 109: 309-314.
- Zhang, X., Himelrick, D.G., Woods, F.M., Ebel, R.C. 2000. Effect of temperature, photoperiod and pretreatment growing condition on floral induction in springbearing strawberry. *Small Fruits Review* 1: 113-123.