

TURUNÇGİL ARAŞTIRMALARINDA BİYOTEKNOLOJİ ÇALIŞMALARI

Osman GÜLŞEN * Aydın UZUN

Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Melikgazi 38030, Kayseri

* e-mail: o_gulsen@yahoo.com

Geliş Tarihi: 01.04.2010

Kabul Tarihi: 02.01.2011

ÖZET: Tarımsal alanda abiyotik ve biyotik stresler ve yeni çeşitlere olan taleplerin artması daha etkili araçların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak tarımsal araştırmalarda biyoteknolojinin kullanımı son dönemlerde hızla artmış ve bu alana önemli katkılar sunmuştur. Turunçgil araştırmalarında biyoteknoloji yaygın olarak taksonomik çalışmalar, hastalıktan arındırılmış ve hızlı bitki materyali üretimi, genetik çeşitliliğin tespiti, genetik haritalama, transformasyon ve gen kaynaklarının etkili korunması amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada söz konusu konularda yapılan çalışmalar gözden geçirilmekte ve önemli konular vurgulanmaktadır. Ana başlıklar üretim ve ıslah, taksonomi, gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi ile sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

Anahtar Sözcükler: turunçgil, taksonomi, genetik haritalama, mikroçoğaltım, gen kaynakları

BIOTECHNOLOGICAL STUDIES IN CITRUS RESEARCH

ABSTRACT: Abiotic and biotic stress and demand to new cultivars force to develop more efficient tools in agricultural industry. Related to these topics, the use of biotechnology in agricultural research have made significant contribution. Biotechnology is commonly used in Citrus research for taxonomic studies, rapid production of disease-free plant material, detection of genetic diversity, genome mapping, transformation and germplasm resources. As a result, biotechnology brought great opportunities to improve citrus fruits. In this review, the results of studies done in this area were reviewed and critical issues were emphasized. Main titles are production and breeding, conservation and utilization of genetic resources, and conclusion.

Key Words: Citrus, taxonomy, mapping, micropropagation, germplasm

1. GİRİŞ

Turunçgil (*Citrus* spp.) meyveleri tarım ve dünya ekonomisinde geniş coğrafyalara dağılan üretim alanları ve büyük miktardaki üretimiyle önemli yer tutmaktadır. Dünyanın 40° kuzey ve güney enlemleri arasında soğuk olmayan alanlarda yetiştirilir. Ancak en önemli bölgeler 20°'nin daha kuzey ve güneyinde kalan bölgelerdir. Toplam üretim alanı yaklaşık 7.45 milyon ha, üretim miktarı ise yıllara göre değişmekle birlikte 110 milyon ton civarındadır (FAO, 2008). Bunun yaklaşık % 62'sini portakallar (*C. sinensis* (L.) Osbeck), geri kalan % 38'ini ise mandarin (*C. reticulata* Blanco), limon (*C. limon* (L.) Burm. F.) ve altıntoplar (*C. paradisi* Macf.) oluşturmaktadır.

Turunçgil meyveleri çok küçükten çok büyüğe kadar farklılık gösterir. Ticari değer taşıyan *Citrus* cinsine ait türler içerisinde en küçük meyveler laymlarda (*C. aurantifolia* (Christm) bulunur ve bazen çapları 3 cm'yi geçmez. En büyük meyveler ise şadok (*C. maxima* (Burm.) Merrill) ve ağaç kavunu (*C. medica* L.)'nda bulunur ve 30 cm'ye kadar ulaşabilir. Turunçgiller diğer karakterler açısından da büyük varyasyon göstermektedir. Meyve kabuğu limon ve laymlardaki gibi yeşilden mandarinlerdeki kırmızımsı turuncuya kadar çeşitli renklerde olabilir. Meyveleri çok asitli veya çok tatlı olabilir. Turunçgil ağaçlarında taç büyüklüğü ile taç yapısında büyük farklılık göstermektedir.

Günümüzde kültürü yapılan turunçgil tür ve çeşitlerinin tamamına yakını diploid kromozom yapısına sahip olup $2n = 18$ kromozom içermektedir. Bunun yanında ıslah yöntemleri kullanılarak triploid yapıda turunçgil çeşitlerinin elde edilmesi ve bu

şekilde çekirdeksizliğin sağlanmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (Kobayashi ve ark., 1997). Turunçgillerde toplam genom uzunluğunun 1500–1700 cM (santimorgan) olduğunu bildirilmiştir (Jarrell ve ark., 1992).

Turunçgillerde ıslahçıların çalışabileceği çok büyük varyasyon ve geniş çaplı gen kaynakları mevcuttur. İslahta amaca uygun özelliklerin veya bireylerin seçilebilmesi için çalışılan populasyonun mutlaka varyasyon göstermesi gerekmektedir. Bu nedenle ıslah çalışmaları için varyasyon olmazsa olmaz kriterlerden biridir. Ancak bu varyasyonun yararlı bir şekilde kullanılabilmesi için hala bazı engeller bulunmaktadır. Bu engelleri aşmak üzere çok farklı metodlarla çalışılmaktadır ve bunun sonucunda önemli gelişmeler kaydedilmiş; pek çok sorun çözüme kavuşturulmuş, ancak hala bazı sorunlar mevcuttur. Bu çalışmada, bu alanda yapılan çalışmalar gözden geçirilmekte ve özellikle konuyla ilgili literatürler gösterilmektedir.

2. ÜRETİM VE ISLAH

Turunçgiller (*Citrus* spp.) anaç üzerine aşılardan gözlerin uyarılmasıyla çoğaltılır ve bu yöntem uzun yıllardır gerek ıslah programlarında gerekse de yetiştiricilikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında daha küçük bitki dokularının kullanılabilmesine imkan sağlayan doku kültürü teknikleri, klasik yöntemlerle çoğaltmada sorun yaşanan durumlarda seri ve hızlı üretim için kullanılmaktadır. *In vitro* turunçgil çoğaltımı çeşitli açılardan incelenmiştir. Bitki dokusu (ekspant) olarak ise genellikle boğumlardan alınan parçacıklar ana

bitkiye benzer bireyler ortaya çıkarmasına rağmen, boğum arasından alınan parçacıklar daha fazla varyasyon gösterebilmektedir (Barlass ve Skene, 1986). Mandarin ve Meksika laymında genç fidanların sürgünlerinin boğum aralarından uzunlamasına alınan parçalarla başarılı bir şekilde mikroçoğaltım yapılabilmektedir (Perez-Molphe-Balch ve Ochoa-Alejo, 1997). Bu çalışmada boğum aralarının yaralı bölgelerinden alınan parçaların mikroçoğaltımında daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Genç fidanlara ait parçacıklar yetiştirilmiş ve yaşlı ağaçlardan alınan parçalara göre daha hızlı yeni bitkiler oluşturabilirler. Sürgün ucu ve kök parçacıkları da mikroçoğaltımında kullanılır (Sim ve ark., 1989). Nesli tükenmekte olan bitkilerin hızlı bir şekilde çoğaltılmasında mikroçoğaltım son derece başarılı bir şekilde kullanılabilir (Grewal ve ark., 1994). Ticari olarak yetiştiriciliği yapılmayan turuncgil türlerinden *C. assamensis*, *C. latipes* ve *C. indica* mikroçoğaltım yöntemiyle çoğaltılabilmektedir (Baruah ve ark., 1996). Almeida ve ark. (2002), portakal ve 'Rangpur' laymında epikotil kısımlarını kullanarak organogenesis yoluyla *in vitro* çoğaltımı başarıyla uygulamışlardır. Ali ve Mirza (2006), kaba limon (*Citrus jambhiri* Lush.) eksplantlarından mikroçoğaltım çalışmalarında kallus oluşumu için en uygun ortamı 1.5 mg/l 2,4 D içeren Murashige ve Skoog (MS), köklenme için ise 3 mg/l BA içeren MS ortamı olarak saptamışlardır.

Somatik embriyogenesis turuncgillerde genellikle daha avantajlıdır, çünkü pek çok turuncgil türü nuseller embriyonu gösterme eğilimindedir. Bu yüzden ovüller öyle bir yapıya sahiptir ki embriyogenesis için gerekli pek çok özellik nuseller embriyonu gösteren genotiplerde çoktan oluşmuştur. Bununla birlikte, endosperm kallusları (Gmitter ve ark., 1990), usare kesecikleri ve gelişmemiş ovüller (Coelho ve ark., 1998), gövde parçaları (Chatuvedi ve Mitra, 1975) mikroçoğaltımında kullanılmaktadır.

Turuncgillerde her ne kadar klonal varyasyon görülse de ağırlıklı olarak ana bitkiye benzer bitkicikler elde edilebilmektedir (Tapati ve ark., 1995). *In vitro* tekniklerde kullanılan ortamlar son derece detaylı çalışılmış ve ideal ortamda bulunması gerekli maddeler ve konsantrasyonlar belirlenmiştir (Wu ve ark., 2008). Örneğin, ovülden elde edilen kalluslardan somatik embriyo elde edilmesi amacıyla en uygun gliserol konsantrasyonu % 4-5 olarak bildirilmiştir (Kayim ve Koç, 2006). Ayrıca, pratik olarak hızlı ve sağlıklı turuncgil fidanı üretmeye yönelik olarak *in vitro* aşılama tekniği mandarinlerde başarıyla uygulanmaktadır (Parthasarathy ve ark., 1997).

2.1. Genetik haritalama

Turuncgillerde genetik haritalar pek çok üniversite ve araştırma enstitülerinde geliştirilmeye çalışılmaktadır. Genetik bağlantı (linkage) haritaları moleküler markırların kalıtımı temeline dayanır. İlk amaç ilgilenilen bitkisel özelliği temsil eden markırları

geliştirmek ve ikinci olarak belki de uzun vadeli amacı bu haritalara dayalı olarak önemli bitkisel karakterleri kontrol eden genleri klonlamaktır. Roose (2007) bugüne kadar turuncgillerde yürütülen genetik haritalama çalışmalarını incelemiştir. Bugüne kadar elde edilen genetik haritalama çalışmalarında haritalanan markır sayısı yetersiz, haritalar eksik, markır yoğunluğu düşüktür. Markır olarak daha çok izoenzimler, RFLP, RAPD ve SSR markırları kullanılmaktadır. Çalışılabilen ve haritalarda kullanılan izoenzim sistemi sayısı oldukça sınırlıdır. SSR markırları açısından da benzer bir durum söz konusudur. Çünkü SSR primerlerini geliştirmek oldukça masraflıdır, uzun zaman ve çok dikkatli çalışmayı gerektirir. RFLP ve RAPD markırları ise sayısal açıdan bir problem teşkil etmez. Ancak, RFLP markırlarında farklı populasyonlarda kullanılan problemler birden fazla sayıda lokusa yapışabilmektedir ki bu o markırın değerlendirilmesini imkansız hale getirmektedir (Roose, 1993). Ülkemizde de turuncgillerde genetik haritalama çalışmaları yapılmakta olup, son çalışmalarda altı farklı markır sistemi kullanılarak Klemantin mandarini X Orlando tanelo melezlerinde genetik haritalama çalışmaları yapılmış ve şimdiye kadar elde edilen haritalara göre daha yoğun bir şekilde genom taranarak haritalar elde edilmiştir (Gülşen ve ark., 2010). Genellikle farklı laboratuvarlar tarafından geliştirilen haritalar arasında farklılıklar bulunmasına rağmen büyük oranda benzerlik bulunmaktadır. Farklı laboratuvarlarda geliştirilen turuncgil genetik haritaları. Farklı laboratuvarlarda geliştirilen haritalar bir bilgisayar programı olan JOINMAP ile tek bir linkage haritasına dönüştürülebilmektedir (Stam, 1993). Ancak burada en büyük sorun farklı haritaların ortak markırlar içermemesidir.

Önemli karakterleri kontrol eden birkaç turuncgil geni klonlanmış ve izole edilmiş durumdadır (Deng ve ark., 1997; Canel ve ark., 1996; Fang ve ark., 1997; Garcia ve ark., 1999). Turuncgil genomu hem kromozom sayısı bakımından hem de DNA miktarı bakımından yüksek bitkiler arasında en küçüklerden birisidir (Guerra, 1984). Bu nedenle spesifik genleri gen kütüphanelerinden izole etmek eğer prob varsa oldukça kolaydır. Önemli karakterlerin kalıtımının bilinmemesi klonlama ve karakterizasyonun önündeki en büyük engeldir.

Eğer ilgilenilen gen bölgelerine ait klon mevcutsa, ki bu daha önceden çeşitli bitkilerde çalışılmıştır, bu durumda çalışılacak bitkinin RNAları izole edilerek ters transkripsiyon ile cDNA kütüphaneleri hazırlanır ve bu kütüphane içerisinde daha önceden temin edilmiş klon veya prob ile söz konusu gen veya genler kütüphane içerisinde tespit edilir (Komatsu ve ark. 1996).

Turuncgillerde en yaygın görülen Tristeza (CTV) virüsüne karşı dayanıklılığı sağlayan gen SCAR markırlarıyla tanınmıştır (Deng ve ark. 1997). Özellikle bulk segregant analiziyle 20 dayanıklı bitkide görülen markırlar kullanılarak daha uzun

primerler üretilmiş ve bunlarda daha güvenilir markırlar olan SCAR markırlarına dönüştürülmüştür. SCAR markırları markır yardımıyla seleksiyonda etkili bir şekilde kullanılabilir. Tanımlanan genlere ait DNA dizinler kullanılarak o gen veya genlerin yeni formları tespit edilebilmektedir (Cepeda-Nieto ve Barera-Soldana ve ark., 1997). Bu çalışma için kullanılan PCR reaksiyonlarında primerle tespit edilmeye çalışılan DNA dizininin mutlak surette aynı olması gerekmediğinden yeni formlar tespit edilebilir. Diğer markır metodu olan AFLP (amplified fragment length polymorphism) markırlarının bulk segregant analizi yöntemiyle turunçgillerde poliembriyoninin mekanizması tespit edilmiş ve dominant tek bir gen ile küçük etkiye sahip modifiye edici genlerin olabileceğİ belirtilmiştir (Kepiro ve Roose, 2010).

Turunçgillerde asitlik son derece önemli bir konudur. Genelde şeker/asit oranı son derece önemli olmakla birlikte limonlarda olduğu gibi tek başına asit konsantrasyonunda son derece önemlidir. Bulk segregant analiziyle elde edilen asitliği belirleyen 3 RAPD markırı tespit edilmiş ve daha etkili markır olan SCAR markırlarına dönüştürülmüştür (Fang ve ark., 1997).

Son yıllarda genomik araştırmaların bilgiye ulaşmada kısmen yetersiz kaldığı durumlarda proteomik çalışmaları öne çıkmış durumdadır. Genom, aynı organizmanın tüm hücrelerinde sabitken, proteom nitelik ve nicelik bakımından bir hücre tipinden diğerine ve hatta aynı hücre tipinin değişik metabolik safhaları veya koşulları için farklılık gösterebilmektedir. Genlerin nihai ürünlerinin proteinler olduğu ve sentez sonrası protein modifikasyonları göz önüne alındığında kantitatif proteomik, gen ifadesi çalışmaları için çok önemli bir araçtır (Gauss ve ark. 1999; Gygi ve ark., 2000). Görüldüğü gibi proteom çalışmaları diğer genomik araştırmalarla alınamayan sonuçların alınabilmesine imkan vermektedir. Bu yöntem, turunçgillerde meyve eti kırmızı ve sarı portakallar arasındaki protein farklılıklarının belirlenmesi (Muccilli ve ark., 2009), stres koşulları altında protein düzeyinde değişimleri saptanması (Shi ve ark., 2008) ve somatik embriyogenesis çalışmalarında (Pan ve ark., 2009) kullanılmıştır.

2.2. Doku kültürü çalışmaları

Nuseller kalluslardan üretilen turunçgil bitkilerinde nadir olsa da somaklonal varyasyon görülmektedir (Vardi ve Gallun, 1988). Spigel-Roy ve Ben-Hayyim (1985) ve Ben-Hayyim ve Goffer (1989) tarafından yapılan çalışmalarda kültür ortamında oluşan kalluslarda bazı hücre hatları tuza tolerans açısından seçilmiş ve daha sonra bitkiciklere dönüştürülmüştür. Ancak, elde edilen bitkicikler boğum arasına sahip olmadığından daha sonra çoğaltılamamıştır. Öte yandan, uçkurutan etmenine karşı limon kalluslardan seleksiyon yapılmış ve dayanıklı hatlar izole edilmiştir (Nadel ve Spigel-Roy 1987). Hatlardan birisi üç kültürde de arka arkaya

dayanıklılık göstermiş ancak bu kallus hatlarından elde edilen bitkiciklerde dayanıklılığa raslanmamıştır. *Phytophthora citrophora*'ya dayanıklılıkla ilgili yapılan bir çalışmada herhangi bir hücre hattına raslanmamıştır (Vardi ve ark., 1986).

Çalışılan pek çok turunçgil tipi ve birkaç akraba cinsine ait bitkiler protoplaslarla çoğaltılabilmüştür (Oliveira ve ark., 1994; Kaneyoshi ve ark., 1994; Grosser ve ark., 1996). Çoğunlukla ovullardan elde edilen protoplastlar kullanılmasına rağmen yapraklardan elde edilen protoplastlardan da bitkicikler elde edilebilmiştir (Moriguchi ve ark., 1996).

Çok yıllık bitkilerde ışlah programları çok uzun olduğundan ve hastalıkla beraber diğer stres koşullarına dayanıklılık gibi önemli karakterleri kontrol eden genlerin hızlı bir şekilde yabancı formlardan kültür formlarına transferi biyolojik olarak kromozom çiftleşmesindeki bariyerler nedeniyle zor olduğundan somatik hibridizasyon gittikçe önem kazanmaktadır. Turunçgiller, kamkatlar, üç yapraklılar ve diğer 4 akraba cinsi içeren bitki protoplastlarının füzyonuyla canlı allotetraploid bitkiler üretebilmiştir (Grosser ve ark., 1996). Bir diğer benzer çalışma mandarin, altıntop ve portakal arasında gerçekleştirilmiştir (Mourao ve ark., 1996). Somatik hibridizasyonda kullanılan en yaygın stratejiler embriyogenik olmayan yaprak ve genç fidan protoplastlarıyla embriyojenik kallusların PEG (polyethylene glicol) kullanılarak füzyonunu içerir. Füzyon sonucu elde edilen bitkiler tamamen veya kısmen somatik hibrit olabilir. Eğer elde edilen bireylerin hepsi somatik hibrit değilse bu durumda gözlem suretiyle seleksiyon yapılabilir (Grosser ve Gmitter, 1990) veya bir kültür ortamında füzyon olmamış bir parente embriyogenesisi ve çoğalmayı engelleyen bir metod kullanılarak seçilebilir (Ohgawara ve ark., 1985). Elde edilen yeni bireylerin hibrit olup olmadığı kromozom sayıları, izoenzim testleri, ribozomal DNA ve morfoloji analizleriyle anlaşılabilir. Moriguchi ve ark. (1996) ise füzyon yapılacak genotiplerin somatik hibridizasyonun başarısını etkilediğini bulmuşlardır. Örneğin turunçgillere akraba cins olan *Severinia* turunçgil nematodlarına karşı bağışıklılığa sahiptir ve *Phytophthora*'ya dayanıklıdır. Somatik hibritlerin melezleme ışlahında kullanımı ise kromozom sayılarındaki ve her çekirdekdeki DNA miktarındaki farklılıklar nedeniyle sınırlayıcı bir etken oluşturabilecektir.

Somatik hibridizasyon çalışmaları ile çekirdeksiz turunçgil çeşitlerinin elde edilmesi amacıyla Satsuma mandarini (*Citrus unshiu* Marc.) stoplazması ile Murcott mandarini protoplastı füzyon yoluyla birleştirilmiş ve başarılı bir şekilde somatik hibrit kalluslar elde edilmiştir (Xu ve ark., 2006a). Kaneyoshi ve ark. (1997) diploid Satsuma mandarini ile tetraploid Ponkan mandarini melezleyerek elde ettikleri çekirdeksiz meyve verebilecek triploid embriyoyu *in vitro* olarak çoğaltılabilmüşlerdir. Somatik

hibridizasyon çalışmaları aynı zamanda hastalıklık ve zararlılara dayanıklı yeni çeşit ve anaçların elde edilmesi amacıyla da kullanılmıştır. Bu yolla turunçgil kanseri (*Xanthomonas axonopodis* Starr & Garces pv. *Citri*) ve turunçgil varigated klorosis-CVC (*Xylella fastidiosa*) hastalıklarına dayanıklı bitkilerin elde edilmesinde başarılı sonuçlar alınmıştır (Pavan ve ark., 2007). Öte yandan mandarin ve şadok protoplastları füzyon yoluyla birleştirilerek nematoda dayanıklı yani anaçların geliştirilmesi çalışmaları yapılmış ve dört adet ümitvar somatik hibrit elde edilmiştir (Grosser ve ark., 2007).

Bir diğer genetik iyileştirmede kullanılan metod da haploid bitkilerin üretimidir. Jain ve ark. (1997) turunçgillerinde içinde bulunduğu Aurantioideae familyasıyla beraber pek çok bitki familyasında haploid bitki dokularından yeni bitkiler elde edebilmiştir. Bilindiği gibi anter veya pollen gibi haploid sayıda kromozom bulunduran bitki dokularından yeni bitki elde edilmekte ve bu yolla elde edilen saf hatlar ebeveyn olarak kullanıldığında gerek melezleme ıslahında gerek genetik haritalama çalışmalarında büyük avantajlar sağlamaktadır. Öte yandan anter kültürü çalışmaları ile Nules klemantininde tri haploid bitkiler de elde edilebilmiştir (Chiancone ve ark., 2006). Tri haploid çeşitler çekirdeksiz olduklarından bu yöntem çekirdeksiz çeşit ıslahında kullanılabilir önemli bir uygulamadır.

Turunçgillerde doku kültürü yolu ile elimine edilebilen pek çok virüs ve mikoplazma benzeri organizma görülür. Bu patojenlerin bazıları tohumla taşınmaz ve bu yüzden nuseller orijine sahip genotipler yaygın olarak kullanılır. Son yıllarda bunun yerine sağlıklı anaçlar üzerine mikro aşılama suretiyle elde edilen virüslerden ari bitkiler kullanılmaktadır. Turunçgillerde virüs hastalıklarının kontrolü çok zor hatta genellikle imkansız olduğundan hastalıktan ari fidanlarla üretimin yapılması büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında virüslerle bulaşık materyallerden bir sonraki üretim aşaması için temiz materyal sağlanması da virüslerin elimine edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu konuda en çok kullanılan yöntem sürgün ucu aşılama yöntemidir. Zarei ve Rahimian (1997)'nin yaptığı çalışmada Tristeza virüsünden ari Satsuma (*C. unshiu* Marc.) mandarini bir üç yapraklı melez anacı üzerine başarıyla mikro aşı yöntemiyle aşılanmıştır. Yine 'Mosambi' çeşidi portakalda hastalıklı bitkiler kullanılarak sürgün ucu aşılama yöntemi ile virüsten ari bitkiler elde edilmiştir (Abbas ve ark., 2006). Ayrıca, termoterapi de alternatif metod olarak kullanılmaktadır. Sharma ve ark. (2007), 'Kinnow' mandarininde *Indian citrus ringspot virus* (ICRSV) hastalığından ari bitkilerin elde edilmesi için sürgün ucu aşılama tekniğini kullanmışlar ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Bunun yanında ovullardan veya nuseller orijinli kalluslardan elde edilen bitkicikler virüslerin elimine edilmesi konusunda alternatif metodlar sunmaktadır (Huang ve ark., 1988). Ayrıca turunçgil psorosis virüsü ile bulaşık mandarin, portakal ve tangorda

somatik embriyogenesis yöntemi ile virüs eliminasyonu yapılmıştır. Bu türlerde hastalıklı stigma ve dışık borusu dokularından rejenerasyon ile elde edilen bitkiciklerde sonra hastalık bulunmadığı tespit edilmiştir (D'Onghia ve ark., 2001).

2.3. Transformasyon

Genetik transformasyon, klasik yöntemlerin eksik yönlerini tamamlayıcı olarak istenen yönde materyal ıslahı sağlayan ümitvar bir metod olarak görülmektedir (Singh ve Rajam, 2009). Transformasyon bir organizmada bulunmayan ve istenen bir özelliği sağlayan genin başka bir organizmadan farklı yöntemler kullanılarak hedef organizmaya aktarılmasıdır. Turunçgillerde yüksek düzeydeki heterozigoti oranı ve nuseller embriyoni klasik yöntemlerin uygulandığı ıslah programlarındaki başarı şansını azaltmaktadır. Transformasyon çalışmaları bu konuda istenen karakterlerin elde edilmesi adına önemli avantajlar sunabilmektedir (Yang ve ark., 2000). Bu konudaki ilk çalışmalarda odunsu bitkilerde metodoloji oluşturmak amacıyla 'Trovita' portakalından elde edilen protoplastlar kanamisin dayanıklılık geni ve bakteriden izole edilen yabancı gen [(aminoglycoside phosphotransferase II [APH(3'')II] içeren DNA konstraktı ile transforme edilmiş ve transformasyon Southern Hibridizasyonu ile doğrulanmıştır (Kobayashi ve Uchimiya, 1989). Transforme edilen turunçgillerin üretimi üç farklı araştırmacı grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Vardi ve ark. (1990) kaba limon protoplastlarına PEG ortamı direk DNA alımıyla NPT II geni aktarmış ve NPT II geni içeren iki bitkicik elde etmiştir. Hidaka ve ark. (1990) tatlı portakala ait embriyojenik kallus süspansiyon kültürlerini *Agrobacterium* kullanarak transforme etmiş ve bir bitki üretmiştir. Embriyojenik turunçgil kalluslarında partikül bombardımanı yolu ile tranformasyon gerçekleştirmiştir (Kayım ve ark., 1994; Yao ve ark., 1996). Metodoloji üzerinde yapılan çalışmalardan biriside Gutierrez ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışma ile *Agrobacterium* ortamı transformasyon üzerine etki eden faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır. Partikül bombardımanı sırasında oluşturulan yaralar transformasyonu etkilememesine rağmen *in vitro* ortamda kullanılan benzil adenin konsantrasyonu elde edilen sürgün sayısını ve köklenmeyi etkilemiştir. Pena ve ark. (1997) tarafından yapılan metodoloji ile ilgili bir başka çalışmada bitki eksplantlarının karanlıkta bir süre bırakılmasının transformasyon başarısını etkilediğini tespit edilmiştir. Son dönemlere kadar yapılan transformasyon çalışmaları ile daha çok metodoloji üzerinde durulmuş transformasyon yolu ile bitki elde edilmesi uzun bir süreç almıştır. Bunun nedeni olarak da turunçgillerin *Agrobacterium* için doğal bir konukçu olmaması gösterilmiştir (Pena ve ark., 2004).

Transformasyon çalışmaları ile son yıllarda turunçgillerde transgenik bitkiler elde edilebilmiştir. Portakal, laym, limon, turunç ve Kleopatra mandarinin

de başarılı bir şekilde transgenik bitkiler elde edilmiştir (Pena ve ark., 2004). Gençlik kısırlığı döneminin kısaltılması amacıyla Cervera ve ark. (2008) tarafından bu metod kullanılmıştır. Transformasyon yöntemi turunçgillerde daha çok hastalıklara dayanıklılık çalışmalarında kullanılmaktadır. (evik ve ark., 2006; Ananthkrishnan ve ark., 2007; Febres ve ark., 2008; Zaneck ve ark., 2008; Barbosa-Mendes ve ark., 2009). Bu çalışmalarda ümitvar bitkiler elde edilmiş ve sonraki denemelere alınmışlardır. Turunçgillerde transformasyon amacıyla pek çok bitki eksplanti kullanılmış ve en başarılı bulunan eksplant *in vitro* imlendirilen tohumlardan elde edilen epikotil parçaları olarak saptanmıştır (Singh ve Rajam, 2009). Bu çalışmaların yanında turunçgillerde daha başarılı bir transformasyon amacıyla metodun optimizasyonu çalışmaları devam etmektedir (Mendes ve ark., 2008; Dutt ve Grosser, 2009).

3. TAKSONOMİ

Turunçgillerde en yaygın olarak kullanılan iki taksonomik sistem tarafından ağaçların bazı morfolojik ve çok az sayıda kimyasal özellikleri kullanarak tür sayısının 16 (Swingle ve Reece, 1967) veya 162 (Tanaka, 1977) olduğu kabul edilmesine rağmen, Barret ve Rhodes (1976) sayısal taksonomi metoduyla 48 turunçgil türü ve akrabasıyla yaptıkları çalışma sonucu turunçgillerde gerçek tür sayısının sadece 3 olduğunu, diğer turungillerinde bu 3 türün ikili veya cl melezlemesi sonucunda oluşmuş olabileceğini ortaya atmıştır. Gerçekten de moleküler (Federici ve ark., 1998; Gülşen ve Roose, 2001a, Seker, 1999; Nicolosi ve ark., 2000, Barkley ve ark., 2006; Pang ve ark., 2007; Uzun ve ark., 2009) ve biyokimyasal markırlar (Fang ve ark., 1993; Herrero ve ark., 1996) kullanılarak yapılan çalışmalarda bu tez desteklenmiştir. Limon, portakal ve altıntop gibi kültürü yapılan pek çok turunçgil türünün gerçek tür olarak önerilen şadok (*Citrus maxima*), mandarin (*C. reticulata*) ve ağaç kavunu (*C. medica*) ile üç yapraklı (*Poncirus spp.*), kamkat (*Fortunella spp.*) ve bazı yakın cinslerden doğal hibridizasyonlar veya bazı hibritlerden nusellar embriyoni yoluyla ortaya çıkan bazı küçük fenotipik farklılıklarla oluştuğu tespit edilmiştir.

Gülşen ve Roose (2001a) nükleer markırlar olan ISSR (inter-simple sequence repeats), SSR (simple sequence repeats) ve izoenzimleri kullanarak çoğu ticari açıdan önemli 58 adet limon, 25 mandarin, portakal, tatlı limon, şadok, ağaç kavunu ve üç akraba cins arasındaki çeşitlilik ve bunların birbirleriyle ilişkisini saptamıştır. Çalışılan limonların 2/3' arasında çok düşük oranda varyasyon bulunurken, 5 kaba limon (*C. jambhiri*) arasında da yüksek düzeyde benzerlik bulunmuştur. RAPD (randomly amplified polymorphic DNA) oğu İtalyan orijinli *in vivo* ve *in vitro* ortaya çıkarılan 15 tip limonda genetik çeşitliliği ortaya çıkarmak amacıyla çalışılmıştır (Deng ve ark.,

1995). Otuzaltı adet 10-baz primerlerle yapılan PCR (polymerase chain reaction) sonucu 22 primerin polimorfik bantlar oluşturduğu tespit edilmiştir. Genel olarak varyasyon çok düşük bulunmuştur. Benzer sonuçlar, çalışılan 6 ticari limon eşitdi arasında da tespit edilmiştir (Fang ve Roose, 1997).

Spesifik markır olan RFLP (restriction fragment length polymorphism) markırlar cDNA problemleriyle turunçgil ve yakın akraba cinsler arasındaki filogenetik ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla çalışılmıştır (Liou ve ark., 1996). Bu araştırmada genel olarak laym, limon ve kaba limonlar ağaç kavunlarıyla aynı gurupta yer alırken mandarin ve şadokların bu gruptan çok farklı oldukları tespit edilmiştir. Bu alışmalar aynı zamanda polimorfizm veren prob kaynakları konusunda da turunçgil araştırmacılarına imkanlar hazırlamıştır.

Ana ve babadan geçen karakterlerin aksine, sadece ya anadan ya da babadan geçen karakterlerle (uniparental) yapılan çalışmalar çok daha farklı sonuçlar ortaya koymuştur (Green ve ark., 1986; Yamamoto ve ark., 1993; Gülşen ve Roose, 2001b; Cheng ve ark., 2005). Ana-baba tarafından kalıtılan karakterlerle mitokondri ve kloroplast gibi genellikle sadece anadan geçen karakterlerin taksonomi çalışmalarında kombinasyon halinde kullanımı muhtemel hibrit orijinli türlerin ortaya çıkarılabilmesi için daha etkili bir metod olmaktadır. Kloroplast SSR çalışmalarında elde edilen sonuçlarda, nükleer DNA çalışmalarında birbirlerinden ayırt edilebilen portakal, altıntop ve şadok tamamen aynı kloroplast yapısına sahip bulunmuş olup bu durum portakal ve altıntopun hibrit orijinli ve ebeveynlerinden birinin şadok olduğunu göstermektedir. Yine aynı çalışmada mandarinler aynı kloroplast yapısına sahip bulunmuşlardır (Cheng ve ark., 2005). Bu organellere ait DNA'lar iki yolla çalışılabilir. İlk metod ile toplam DNA (total) 'niversal' yani fotosentez yapan bütün bitkilerde çalışan primerlerle PCR ve ardından, güçlendirilen DNA'nın restriksiyon enzimleriyle kesilmesinden sonra elektroforezle polimorfizm tespit edilir (Cipriani ve ark., 1998). İkinci metod ile daha önce enzimle kesilerek elektroforezle boylarına göre ayrılmış DNA'ların spesifik radyoaktif problemlerle hibridizasyonu ile polimorfizm tespit edilmektedir (Yamamoto ve ark., 1993). İki metodu karşılaştıracak olursak, birinci metod çok az miktarda DNA gerektirirken ikincisi çok büyük DNA'yı gerektirir ki bu önemli bir olumsuz özelliktir.

Özellikle orijini kesin olarak bilinmeyen hibrid genotiplerde ebeveynlerin belirlenmesi amacıyla ITS (Internal Transcribed Spacer) bölgeleri için geliştirilen markırlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu metod kullanılarak doğal bir hibrid olan Huyou (*C. changshanensis*) için ebeveynler turunç ve şadok olarak belirlenmiştir (Xu ve ark., 2006b).

4. GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Monokültür sonucunda önemli gen kaynakları zamanla kaybedilmekte ıslah açısından önemli olan karakterlerin kolayca kültürü yapılan çeşitlere aktarılmasında sorunlar çıkabilmektedir. Bu nedenle hastalık ve çevresel stres nedeniyle oluşabilecek olumsuz koşullara dayanıklı bitkiler elde edebilmek için gerekli ebeveynler korunmalıdır. Bu amaçla çok çeşitli bitki dokuları ve metodlar geliştirilmiştir. Dondurarak koruma ki genellikle tohumlar bu yolla muhafaza edilir (Normah ve ark., 1997) bitkiciklerin *in vitro* muhafazası (Quan ve ark., 1996) ve *in vitro* kallus kültürlerinin dondurularak muhafazası (Chen-Zhen ve ark., 1995; Deka ve Thakur, 1996; Perez ve ark., 1997) en yaygın kullanılan metodlardır. Bunların yanında embriyo olarak ultra soğuk koşullarda (cryopreservation) saklama yöntemi de başarılı olarak uygulanmıştır (Malik ve Chaudhury, 2006). Gerek kallus kültüründe gerekse de doku kültürü kullanılarak yapılan çalışmalarda en önemli sorun muhafazaya alınan bitkilerde oluşan varyasyondur.

C. aurantifolia, *C. halimi* ve *C. hytrix* tohumlarının su içerikleri %12'lere düşürülerek dondurularak muhafaza edilebilmişlerdir. Ancak, su içerikleri ile dondurulduktan sonra yaşayabilen bitki sayısı turunçgil genotipleri arasında farklılık gösterebilmektedir (Normah ve ark., 1997). *C. hytrix* tohumlarında kurutmaya karşı aşırı hassasiyet gözlenmiş ve azalan su oranıyla birlikte azalan sayıda canlı bitki elde edilmiştir. Portakalın embriyogenik kallusları dondurularak muhafaza edilebilmiştir. Dondurarak muhafaza yönteminde ön soğutma ve zeatin gibi bazı kimyasal maddelerle ön muamele işleminin bazı Kore turunçgil tiplerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Oh, 1997). Varyasyon koruma altına alındıkça yeni varyasyonlar oluşmaya devam etmekte, sonuç olarak koleksiyon bahçelerinde artan maliyetlere neden olmaktadır. Bunu engellemek için çekirdek koleksiyon üzerinde durulması gelecekte kaçınılmaz olacaktır. Uzakdoğu ve Latin Amerika'nın değişik turunçgil bölgelerinden getirilmiş 300 civarında turunçgil tipinin ISSR markırlarıyla incelenmesi sonucunda gerçekte ancak 1/3'nün farklı genetik yapılar da olduğu tespit edilebilmiş, dolayısıyla koleksiyonda muhafaza edilmesi gerekli tip sayısı 1/3'e düşürülmüş, bu yolla önemli oranda tasarruf sağlanabilmiştir (Kruger ve ark., 2000). Çekirdek koleksiyonlarda mümkün olduğunca az sayıda bitki korunurken bütün farklı genlerin korunması hedeflenir. Ancak gen bankası oluşturulması için her bitkinin detaylı gen haritalarının ve DNA dizinlerinin ortaya çıkarılması gereklidir. Bu da büyük mali harcamaları gerektirir. Bu nedenle şimdilik bu kavramın yakın gelecekte gerçekleşmesi mümkün görülmemektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Klasik metodların eksik yönlerini tamamlama, süreci hızlandırma ve yeni teknolojilerin ortaya konulması adına tarımsal çalışmalarda yaygın olarak

kullanılan biyoteknolojik yöntemler araştırmacılara önemli fırsatlar sunmaktadır. Turunçgiller alanında, materyallerin çoğaltılması, yeni çeşitlerin ıslah edilmesi, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı sağlamak ve genetik kaynakların muhafazası ve değerlendirilmesi konularında geniş bir şekilde kullanılan bu teknolojiler istenen sonuçlara ulaşma noktasında bundan sonra da araştırmacıların başvuracakları başlıca yöntemlerden biri olmayı sürdürecektir. Şimdiye kadar bu alanda sonuçlar alınmamış olmasına rağmen önemli oranda bilgi birikimi sağlanmıştır. Ekonomik açıdan önemli limon, mandarin, portakal ve altıntop gibi turunçgil gruplarının genetik orijinleri tespit edilmiş olup bu bilgilerden günümüzde ıslah programlarında yararlanılmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abbas, M., Khan, M.M., Mughal, S.M., Jaskani, M.J., Abbas, H., 2006. Propagation of ctv-free sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] plants through microbudding technique. Pak. J. Bot., 38: 583-587.
- Ali, S., Mirza, B., 2006. Micropropagation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.): Effect of explant type and hormone concentration. Acta Bot. Croat., 65:137-146.
- Almeida, W.A.B., Filho, F.A.A.M., Mendes, B.M.J., Rodriguez, A.P.M., 2002. *In vitro* organogenesis optimization and plantlet regeneration in *Citrus sinensis* and *C. limonia*. Sci. Agric., 59:35-40.
- Ananthkrishnan, G., Orbovic, V., Pasquali, G., Calovic, M., Grosser, J.W., Newton, R.J., 2007. Transfer of citrus tristeza virus (CTV)-derived resistance candidate sequences to four grapefruit cultivars through Agrobacterium-mediated genetic transformation. *In vitro* Cell & Dev. Biology-Plant, 43:593-601.
- Barkley, N.A., Roose, M.L., Krueger, R.R., Federici, C.T., 2006. Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). Theor. Appl. Genet., 112: 1519-1531.
- Barbosa-Mendes, Jm., Filho, F.A.A.M., Filho, A.B., Harakava, R., Beer, S.V., Mendes, B.M.J., 2009. Genetic transformation of *Citrus sinensis* cv. Hamlin with *hrpN* gene from *Erwinia amylovora* and evaluation of the transgenic lines for resistance to citrus canker. Sci. Hort., 122:109-115.
- Barlass, M., Skene, G.M., 1986. *Citrus* (*Citrus* species). P. 207-219. In: Y.P.S. Bajaj (eds.). Biotechnology in agriculture and forestry. Vol. 1: trees I. Springer.Berlin.
- Barrett, H.C., Rhodes, A.M., 1976. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated *Citrus* and its close relatives. Sys. Bot. 1:105-136.
- Baruah, A., Nagaraju, V., Parthasaraty, V.A., 1996. Micropropagation of three endangered *Citrus* species. 1. Shoot proliferation *in vitro*. Annals Plant Physiology 10:124-128.
- Ben-Hayyim, G., Goffer, Y., 1989. Plantlet regeneration from a NaCl-selected salt-tolerant callus culture of Shamouti orange (*Citrus sinensis* L. Osb.). Plant Cell. Rep., 7: 680-683.
- Canel, C., Bailey-Serres, J.N., Roose, M.L., 1996. Molecular characterization of the mitochondrial citrate synthase gene of an acidless pummelo (*Citrus maxima*). Plant Molecular Biology, 31: 143-147.

- Cepeda-Nieto, A.C., Barera-Saldana, H.A., 1997. Cloning and sequencing of the coat protein gene of a new isolate of citrus tristeza virus from Mexico. *Plant Disease* 81: 693.
- Cervera, M., Juárez, J., Navarro, L., Pena, L., 2008. Genetic transformation of mature *Citrus* plants. *Transgenic Plants: Methods and Protocols*, 286: 177-187.
- Chaturvedi, H.C., Mitra, G.C., 1975. A shift in morphogenetic pattern in *Citrus* callus tissue during prolonged culture. *Ann. Bot.*, 39: 683-687.
- Chen-Zhen, G., Jia, F.W., Chen, Z., Wang, J.F., 1995. Study on storage of *Citrus* germplasm in vitro (brief report). *J. Fujian Agricultural Univ.*, 24: 376.
- Cheng, Y., De Vicente, M.C., Meng, H., Guo, W., Tao, N., Deng, X.X., 2005. A set of primers for analyzing chloroplast DNA diversity in *Citrus* and related genera. *Tree Physiology*, 25: 661-672.
- Chiancone, B., Tassoni, A., Bagni, N., Germana, M.A., 2006. Effect of polyamines on in vitro anther culture of *Citrus clementina* Hort. ex Tan. *J. Plant Biotech.*, 87:145-153.
- Cipriani, G., Testolin, R., Gardner, R., 1998. Restriction-site variation of PCR-amplified chloroplast DNA regions and its implication for the evolution and taxonomy of *Actinidia*. *Theor. Appl. Genet.*, 96: 389-396.
- Coelho, S., Da, A.F., De, D.L., Siqueira-Bruckner, C.L., De Oliveira, A.B., Cardoso, A.A., Da Silva-Coelho, A.F., De Siqueira, D.L., De Oliveira, A.B., 1998. Plant regeneration from ovule culture of *Citrus reticulata* cv. Dancy. 33: 29-35.
- Çevik, B., Lee, R.F., Niblett, C.L., 2006. Genetic Transformation of Citrus paradisi with Antisense and Untranslatable RNA-dependent RNA Polymerase Genes of Citrus tristeza closterovirus. *Turk. J. Agric. For.*, 30: 173-182.
- Deka, P.C., Thakur, A.C., 1996. Tissue culture techniques for improvement and conservation of genetic resources. *Proc Seminar Problems and Prospects Agric Res Development in North-East India, Assam Agricultural University, Jorhat, India* pp 27-28.
- Deng, Z.N., Gentile, A., Nicolosi, E., Vardi, A., Tribulato, E., 1995. Identification of in vivo and in vitro lemon mutants by RAPD markers. *J. Hort. Sci.*, 7: 117-125.
- Deng, Z.N., Shu, H., Shun, Y.X., Gmitter, F.G., Deng, Z.N., Shu, H., Xiao, S.Y., 1997. Development and characterization of SCAR markers linked to the citrus tristeza virus resistance gene from *Poncirus trifoliata*. *Genome* 40: 697-704.
- D'Onghia, A.M., Carimi, F., De Pasquale, F., Djelouah, K., Martelli, G.P., 2001. Elimination of Citrus psorosis virus by somatic embryogenesis from stigma and style cultures. *Plant Pathol.*, 50: 266-269.
- Dutt, M., Grosser, J.W., 2009. Evaluation of parameters affecting *Agrobacterium*-mediated transformation of citrus. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 98: 331-340.
- Fang, D.Q., Zhang, W.C., Xiao, S.Y., 1993. Studies on taxonomy and evolution of *Citrus* and its related genera by isozyme analysis (in Chinese with English abstract). *Acta Phytotaxon Sin* 31: 329-352.
- Fang, D.Q., Federici, C.T., Roose, M.L., 1997. Development of molecular markers linked to a gene controlling fruit acidity in *Citrus*. *Genome*, 40: 841-849.
- FAO. 2008. Food and Agricultural Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org>
- Febres, V.J., Lee, R.F., Moore, G.A., 2008. Transgenic resistance to *Citrus tristeza virus* in grapefruit. *Genetic Transformation and Hybridization*, 27:93-104.
- Federici, C.T., Fang, D.Q., Scora, R.W., Roose, M.L., 1998. Phylogenetic relationships within the genus *Citrus* (*Rutaceae*) and related genera as revealed by RFLP and RAPD analysis. *Theor. App. Genet.*, 96: 812-822.
- Garcia, A., Asins, A.J., Forner, J., Carbonell, E.A., 1999. Genetic analysis of apomixis in *Citrus* and *Poncirus* by molecular markers. *Theor. Appl. Genet.* 99: 511-518.
- Gauss, C., Kalkum, M., Löwe, M., Lehrach, H., Klose, J., 1999. Analysis of the mouse proteome (I) Brain proteins: Separation by two-dimensional electrophoresis and identification by mass spectrometry and genetic variation. *Electrophoresis*, 20: 575-600.
- Gmitter, F.G., Ling, X.B., Deng, X.X., 1990. Induction of triploid *Citrus* plants from endosperm calli in vitro. *Theor. Appl. Genet.*, 80: 785-790.
- Grewal, H.S., Dhatt, A.S., Gosal, S.S., 1994. In vitro shoot-tip grafting in Citrus. *Annals Biology Ludhiana*, 10: 1-6.
- Green, R.M., Vardi, A., Galun, E., 1986. The plastome of *Citrus*, physical map, variation among *Citrus* cultivars and species and comparison with related genera. *Theor. Appl. Genet.*, 72: 170-177.
- Grosser, J.W., Gmitter Jr., F.G., 1990. Protoplast fusion and citrus improvement, *Plant Breed. Rev.*, 8:339-374.
- Grosser, J.W., Mourao, F.A.A., Gmitter, F.G., Louzada, E.S., Jiang, J., Baergen, K., Quiros, A., Cabasson, C., Schell, J.L., Chandler, J.L., 1996. Allotetraploid hybrids between *Citrus* and seven related genera produced by somatic hybridization. *Theor. Appl. Genet.*, 92: 577-582.
- Grosser, J.W., Chandler, J.L., Duncan, L.W., 2007. Production of mandarin + pummelo somatic hybrid citrus rootstocks with potential for improved tolerance/resistance to sting nematode. *Sci. Hort.*, 113: 33-36.
- Guerra, M.S., 1984. Cytogenetics of *Rutaceae*, II: nuclear DNA content. *Caryologia*, 37: 219-226.
- Gülşen, O., Roose, M.L., 2001a. Lemons: diversity and relationships with selected Citrus genotypes as measured with nuclear genome markers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 126: 309-317.
- Gülşen, O., Roose, M.L., 2001b. Chloroplast and Nuclear Genome Analysis of the Parentage of Lemons. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 126:210-215.
- Gülşen, O., Uzun, A., Canan, I., Seday, U., Canihos, E., 2010. A new citrus linkage map based on SRAP, SSR, ISSR, POGP, RGA and RAPD markers. *Euphytica* 173: 265-277.
- Gutierrez, E.M.A., Luth, D., Moore, G.A., 1997. Factors affecting *Agrobacterium*-mediated transformation in *Citrus* and production of sour orange (*Citrus aurantium* L.) plants expressing the coat protein gene of citrus tristeza virus. *Plant Cell. Reports*, 16: 745-753.
- Gygi, S.P., Rist, B., Aebersold, R., 2000. Measuring gene expression by quantitative proteome analysis, *Curr Opin Biotechnol.*, 11: 396- 401.
- Herrero, R., Asins, M.J., Carbonell, E.A., Navarro, L., 1996. Genetic diversity in the orange subfamily Aurantioideae. I. Intraspecies and intragenus genetic variability. *Theor. Appl. Genet.*, 92: 599-609.
- Hidaka, T., Omaru, M., Ugaki, M., Tomiyama, M., Kato, A., Oshima, M., Motoyoshi, F., 1990. *Agrobacterium*-mediated transformation and regeneration of *Citrus* spp. From suspension cells. *Jpn. Breed.*, 40: 199-207.

- Huang, L.C., Chen, W.L., Chiu, D.S., 1988. In vitro graft-enhanced nucellar plant development in the monoembryogenic *Citrus grandis* L. J. Hort. Science, 63: 705-709.
- Jain, S.M., Sopory, S.K., Veilleux, R.E., 1997. In vitro haploid production in higher plants. Volume 5: oil, ornamental and miscellaneous plants. Mohan Jain, S., Sopory, S.K., Veilleux, R.E. (eds.) Curr. Plant Science Technology in Agric., 29:256.
- Jarrell, D.C., Roose, M.L., Traugh, S.N., Kupper, R.S., 1992. A genetic map of citrus based on the segregation of isozymes and RFLPs in an intergeneric cross. Theor. Appl. Genet., 84: 49-56.
- Kaneyoshi, J., Kanou, T., Kuwata, Y., Hirao, A., Nakatani, S., Kobayashi, S., 1994. Breeding of triploid citrus cultivars I. Production of triploids from satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) X tetraploid ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) crosses. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 66: 9-14.
- Kaneyoshi, J., Kanou, T., Kuwata, Y., Hirao, A., Nakatani, S., Kobayashi, S., 1997. Breeding of triploid citrus cultivars I. Production of triploids from satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) X tetraploid ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) crosses. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 66: 9-14.
- Kayim, M., Koc, N.K., Tor, M., 1994. Gene transfer into citrus (*Citrus limon* L.) nucellar cells by particle bombardment and expression of GUS activity. Turkish J. Agric. Forestry, 20: 349-352.
- Kayim, M., Koc, N.K., 2006. The effects of some carbohydrates on growth and somatic embryogenesis in citrus callus culture. Sci. Hort., 109: 29-34.
- Kepiro, J.L., Roose, M.L., 2010. AFLP markers closely linked to a major gene essential for nucellar embryony (apomixis) in *Citrus maxima* × *Poncirus trifoliata*. Tree Genetics and Genomes, 6:1-11.
- Kobayashi, S., Uchimiya, H., 1989. Expression and integration of a foreign gene in orange (*Citrus sinensis* Osb.) protoplasts by direct DNA transfer. Jpn. J. Genet., 64: 91-97.
- Komatsu, A., Takanokura, Y., Omura, M., Akihama, T., 1996. Cloning and molecular analysis of cDNAs encoding three sucrose phosphate synthase isoforms from a citrus fruit (*Citrus unshiu* Marc). Mol. Gen. Genet. 252: 346-351.
- Krueger, R., Gülşen, O., Roose, M.L. (Abs). 2000. Use of Molecular Markers in Management of Citrus Germplasm Resources. 9. Int. Soc. Citriculture Meeting, Orlando, USA.
- Liou, P.C., Gmitter, F.G., Moore, G.A., 1996. Characterization of the *Citrus* genome through analysis of restriction fragment length polymorphisms. Theor. Appl. Genet., 92: 425-435.
- Malik, S.K., Chaudhury, R., 2006. The cryopreservation of embryonic axes of two wild and endangered *Citrus* species. Plant Genetic Resources, 4: 204-209.
- Mendes, A.F.S., Cidade, L.C., Manzoli, G.N., Otoni, W.C., Filho, W.S.S., Costa, M.G.C., 2008. Tissue culture parameters in sweet orange cultivars. Pesq. Agropec. Bras., 43:1093-1096.
- Moriguchi, T., Hidaka, T., Omura, M., Motomura, T., Akihama, T., 1996. Genotype and parental combination influence efficiency of cybrid induction in *Citrus* by electrofusion. HortScience, 31: 275-278.
- Mourao-Fo, F.A.A., Gmitter, F.G., Grosser, J.W., 1996. New tetraploid breeding parents for triploid seedless citrus cultivar development. Fruit Varieties Journal, 50: 76-80.
- Muccilli, V., Licciardello, C., Fontanini, D., Patrizia-Russo, M., Cunsolo, V., Saletti, R., 2009. Reforgiato Recuperato, G., Foti, S., Proteome analysis of *Citrus sinensis* L. (Osbeck) flesh at ripening time. J. Proteom., 73: 134-152.
- Nadel, B., Spiegel-Roy, P., 1987. Selection of *Citrus limon* cell culture variants resistant to the Mal secco toxin. Plant Sci. 53: 177-182.
- Nicolosi, E., Deng, Z.N., Gentile, A., La Malfa, S., Continella, G., Tribulata, E., 2000. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. Theor. Appl. Genet., 100: 1155-1166.
- Normah, M.N., Siti Dewi Serimala, M.N., Ellis, R.H., Black, M., Murdoch, A.J. (eds.), Hong, T.D., 1997. Cryopreservation of seeds and embryonic axes of several *Citrus* species. Basic and applied aspects of seed biology. Proc Fifth International Workshop on Seeds, UK, pp 817-823.
- Oh, S., 1997. The effect of prefreezing treatment and cryoprotectants on the survival of cryopreserved somatic embryos and plant regeneration in Korean native citrus species. Altman, A., Ziv, M., (eds.) 3th Int. Symp. on *In vitro* Culture and Hort. Breed., Jerusalem, Israel. Acta Horticulturae, 447: 499-505.
- Ohgawara, T., Kobayashi, S., Ohgawara, E., Uchimiya, H., Ishii, S., 1985. Somatic hybrid plants obtained by protoplast fusion between *Citrus sinensis* and *Poncirus trifoliata*. Theor. Appl. Genet., 71: 1-4.
- Oliveira, R.P., Mendes, B.M.J., Tulmann Neto, A., De-Oliveira, R.P., 1994. Cell suspension culture of two citrus rootstocks. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 6: 141-144.
- Pan, Z., Guan, R., Zhu, S., Deng, X.X., 2009. Proteomic analysis of somatic embryogenesis in Valencia sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). Plant Cell Rep., 28: 281-289.
- Pang, X.M., Hu, C.G., Deng, X.X., 2007. Phylogenetic relationship within *Citrus* and related genera as inferred from AFLP markers. Genet. Res. Crop Evol., 54: 429-436.
- Parthasarathy, V.A., Nagaraju, V., Rahman, S.A.S., 1997. In vitro grafting of *Citrus reticulata* Blanco. Folia-Horticulturae, 2: 87-90.
- Pavan, A., Calixto, C., Cardoso, S.C., Mendes, B.M.J., Filho, A.B., Lopes, J.R.S., Carvalho, C.R., Filho, F.A.A.M., 2007. Evaluation of 'Hamlin' sweet orange + 'Montenegrina' mandarin somatic hybrid for tolerance to *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* and *Xylella fastidiosa*. Sci. Hort., 113: 278-285.
- Pena, L., Cervera, M., Juarez, J., Navarro, A., Pina, J.A., Navarro, L., 1997. Genetic transformation of lime (*Citrus aurantiifolia* Swing.): factors affecting transformation and regeneration. Plant Cell Rep., 16: 731-737.
- Pena, L., Cervera, M., Fagoaga, C., Perez, R., Romero, J., Juarez, J., Pina, J.A., Navarro, L., 2004. Agrobacterium mediated transformation of Citrus. Transgenic crops of the world: essential protocols (eds: Curtis, I.S.). Kluwer Academic Publisher. pp: 454.
- Perez-Molphe-Balch, E., Ochoa-Alejo, N., 1997. In vitro plant regeneration of Mexican lime and mandarin by direct organogenesis. HortScience, 32: 931-934.
- Perez, R.M., Navarro, L., Duran-Vila, N., 1997. Cryopreservation and storage of embryonic callus

- cultures of several *Citrus* species and cultivars. Plant Cell Reports, 17: 44-49.
- Quan, Y., Zhu, S.C., Tian, C.G., Jin, R.R., Shan, C.C., Quan, Y., Chen, Z.S., Guo, T.C., Zhang, J.R., Chen, S.C., 1996. *Citrus* germplasm preservation in vitro. South China Fruits, 25: 3-5.
- Roose, M.L., 1993. Genetic Mapping in Citrus. Proc. of Int. Mandarin Festival. Azuma-cho. Kagoshima 899-14, Japan. October 29-31.
- Roose, M.L., 2007., Mapping and marker assisted selection in Citrus. In: Khan IA (ed) Citrus genetics, breeding and biotechnology. CAB International, Wallingford, UK, pp 275-286
- Sharma, S., Singh, B., Rani, G., Zaidi, A.A., Hallan, V., Nagpal, A., Virk, G.S., 2007. In vitro production of *Indian citrus ringspot virus* (ICRSV) free kinnow plants employing phytotherapy coupled with shoot tip grafting. In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant., 43: 254-259.
- Singh. S., Rajam, M.V., 2009. Citrus biotechnology: Achievements, limitations and future directions. Physiol. Mol. Biol. Plants, 15: 3-22.
- şeker, M., 1999. Aurantioideae altfamilyasındaki önemli turunçgil genotiplerinin tanılanmasında genom büyüklükleri ve izoenzim analizlerinden yararlanma olanakları. ukurova Üniv. Fen. Bil. Ens. Adana.
- Shi, J.X., Chen, S., Gollop, N., Goren, R., Goldschmidt, E.E., Porat, R., 2008. Effects of anaerobic stress on the proteome of citrus fruit. Plant Science, 175: 478-486.
- Sim, G.E., Goh, C.J., Loh, C.S., 1989. Micropropagation of *Citrus mitis* Blanco: multiple bud formation of from shoot and root explants in the presence of 6-benzylaminopurine. Plant Sci., 69: 203-210.
- Spiegel-Roy, P., Ben-Hayyim, G., 1985. Selection and breeding for salinity tolerance in vitro. Plant Soil, 89: 243-252.
- Stam, P., 1993. Constraction of integrated genetic linkage maps by means of a new computer package: JOINMAP. Plant Journal, 3: 739-744.
- Swingle, W.T., Reece, P.C., 1967. The botany of *Citrus* and its wild relatives. In: Reuther W, Webber HJ, Batchelor DL (eds). The Citrus Industry, vol. 1. University of California, Berkeley, pp.190-430.
- Tanaka, T., 1977. Fundamental Discussion of *Citrus* Classification. Stud. Citrol., 14: 1-6
- Tapati, D., Mitra, G.C., Chatterjee, A., Das, T., 1995. Micropropagation of *Citrus sinensis* var. mosambi - an important scion. Phytomorphology, 45: 57-64.
- Uzun, A., Yesiloğlu, T., Aka-Kacar, Y., Tuzcu, O., Gülşen, O., 2009. Genetic diversity and relationships within Citrus and related genera based on sequence related amplified polymorphism markers (SRAPs). Scien. Hortic., 121: 306-312.
- Xu, X.Y., Liu, J.H., Deng, X.X., 2006a. Isolation of cytoplasts from Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) and production of alloplasmic hybrid calluses via cytoplast-protoplast fusion. Genetic Transformation and Hybridization, 25: 533-539.
- Xu, C.J., Bao, L., Zhang, B., Bei, Z.M., Ye, X.Y., Zhang, S.L., Chen, K.S., 2006b. Parentage analysis of huyou (*Citrus changshanensis*) based on internal transcribed spacer sequences. Plant Bred., 125: 519-522.
- Vardi, A., Epstein, E., Breiman, A., 1986. Is the Phytophthora citrophthora culture filtrate a reliable tool for the in vitro selection of resistant *Citrus* variants. Theor. Appl. Genet., 72: 596-574.
- Vardi, A., Gallun, E., 1988. recent advances in protoplast culture in horticultural crops-citrus. Scientia Horticulturæ 37: 217-230.
- Vardi, A., Bleichman, S., Aviv, D., 1990. Genetic transformation of *Citrus* protoplasts and regeneration of transgenic plants. Plant Sci., 69: 199-206.
- Wu, X.B., Wang, J., Liu, J.H., Deng, X.X., 2008. Involvement of polyamine biosynthesis in somatic embryogenesis of Valencia sweet orange (*Citrus sinensis*) induced by glycerol. J. Plant Phys., 166: 52-62.
- Yamamoto, M., Kobayashi, S., Nakamura, Y., Yamada, Y., 1993. Phylogenic relationships of *Citrus* revealed by diversity of cytoplasmic genomes. In: Hayashi T, Omura M, Scott NS (eds). Techniques on gene diagnosis and breeding in fruit trees. Fruit Trees Research Station, Okitsu, Japan, pp.39-46.
- Yang, Z.N., Ingelbrecht, I.L., Louzada, E., Skaria, M., Mirkov, T.E., 2000. Agrobacterium-mediated transformation of the commercially important grapefruit cultivar Rio Red (*Citrus paradisi* Macf.). Plant Cell Reports, 19:1203-1211.
- Yao, J., Jin, H.W., Gleave, A.P., Morris, B.A.M., Yao, J.L., Wu, L.U., 1996. Transformation of citrus embryogenic cells using particle bombardment and production of transgenic embryos. Plant Science Limerick, 113: 175-183.
- Zanek, M.C., Reyes, C.A., Cervera, M., Pena, E.J., Velázquez, K., Costa, N., Plata, M.I., Grau, O., Pena, L., García, M.L., 2008. Genetic transformation of sweet orange with the coat protein gene of *Citrus psorosis virus* and evaluation of resistance against the virus. Plant Cell Reports, 27: 57-66.
- Zarei, A., Rahimian, H., 1997. Elimination of citrus tristeza virus from two cultivars of satsuma mandarin through shoot-tip grafting. Iranian J. Plant Pathology., 33: 84-89.

FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.)' DE BEAN COMMON MOSAIC VIRUS VE BEAN COMMON MOSAIC NECROSIS VIRUS'E DAYANIKLILIK

İlyas DELİGÖZ¹

Miray ARLI SÖKMEN^{2*}

¹ Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun

² O.M.Ü, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

*e-mail: mirays@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 18.03.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de çok sayıda viral etmen enfeksiyona neden olmakta ve önemli ürün kayıplarına yol açmaktadır. Bunlar arasında *Bean common mosaic virus* (BCMV) ve *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV) tüm dünyada en yaygın olan virüs türleridir. Bu virüslerle mücadelede en etkili yol dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. BCMV ve BCMNV'ye karşı pek çok dayanıklı çeşit geliştirilmiş ve günümüzde de halen geliştirilmesi yönündeki çalışmalar devam etmektedir. Dayanıklılık mekanizmasının ve patojen ile konukçu bitki arasındaki ilişkilerin iyi bilinmesi dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında önemlidir. Fasulyede dayanıklılık genleri ile BCMV ve BCMNV' nin patojenisite genleri arasında gene karşı gen ilişkisinin var olduğu ortaya konmuş ve bu bilgiler sayesinde dayanıklılık ıslahı çalışmalarının başarısı artmıştır. Fasulyede dayanıklılık yanıtı oluşumu esnasında dominant *I* geni BCMV ve BCMNV'ye karşı hipersensitif (aşırı hassasiyet) reaksiyonunda, resesif *bc* genleri ise bitki dokularında virüs çoğalmasının sınırlandırılması ya da engellenmesinde rol oynamaktadır.

Anahtar Sözcükler: : BCMV, BCMNV, Resesif, Dominant, Dayanıklılık, Islah

RESISTANCE TO BEAN COMMON MOSAIC VIRUS AND BEAN COMMON MOSAIC NECROSIS VIRUS IN COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

ABSTRACT: Several viruses have been known to infect common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cause yield losses. *Bean common mosaic virus* (BCMV) and *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV) are the most widespread virus species infecting common bean in all over the world. The use of resistant varieties has been considered to be most effective approach to control these viruses. There are several varieties developed resistant to BCMV and BCMNV, and efforts in breeding new varieties are continuing around the world. It is important to know resistance mechanism and plant-virus interactions for breeding resistant varieties. It has been shown that there is gene-for-gene interactions between resistance genes and the pathogenesis-related genes of BCMV and BCMNV in common bean, and this information has improved the success of resistance breeding studies. The dominant *I* gene and recessive *bc* genes play roles in regulation of hypersensitive reaction and limiting the spread of the virus through plant, respectively, in common bean.

Key Words: BCMV, BCMNV, Recessive, Dominant, Resistance, Breeding.

1.GİRİŞ

Bean common mosaic virus (BCMV) ve *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV) fasulyede enfeksiyona neden olan ve *Potyviriidae* familyası *Potyvirus* cinsinde yer alan viral etmenlerdir. Bu virüslerin doğada bitkiden bitkiye bulaşmasında birçok yaprak biti (afit) türü etkili olmaktadır (Jordan ve Hammond, 2008). BCMV ve BCMNV yaprak bitleri ile non-persistent şekilde taşınmakta, ayrıca mekanik olarak bitki öz suyu ile, tarımsal ekipmanlarla, tohumla ve polenle yayılabilmektedir. Tohumla taşınma, bu virüslerin hem primer enfeksiyon oluşturmaları hem de bölgeler hatta ülkeler arası yayılmasını sağladığı için önemlidir (Galvez ve Morales, 1989).

Önceleri BCMV ve BCMNV aynı virüsün iki farklı streyni (strain) olarak değerlendirilmiştir (Drijfhout ve ark., 1978). Konukçu reaksiyonları, serolojik testler ve genom dizi analizleri farklılıklarına göre daha sonra bu virüsler iki ayrı virüs türü olarak kabul edilmişlerdir (McKern ve ark., 1992; Vetten ve ark., 1992; Mink ve ark., 1994).

BCMV ve BCMNV, enfekte ettikleri fasulye bitkileri eğer dominant *I* geni içermiyorsa benzer semptomlara (genellikle mozayik) sebep olurlar. BCMV ve BCMNV'nin semptomatolojik olarak ayırımı, bitki *I* genine sahipse mümkün olabilmektedir. Çünkü *I* geni içeren bitkiler 30° C'nin altındaki sıcaklıklarda BCMV'ye dayanıklılık gösterirken, BCMNV bu bitkilerde sistemik nekroz (black root) semptomu oluşturmaktadır (Gilbertson ve ark., 2001). Diğer taraftan bazı BCMV streynleri, *I* genine sahip bitkilerde ancak 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda sistemik nekroza (sıcaklığa bağlı) sebep olmaktadır (Wang ve ark., 1984; Vetten ve ark., 1992).

BCMV ve BCMNV aynı fasulye alanında enfeksiyon oluşturabildiği gibi, bazen de aynı bitkiyi birlikte enfekte edebilmektedir. Doğada BCMV ve BCMNV aynı bitkide beraber enfeksiyona sebep olduklarında, genetik rekombinasyon sonucu yeni streynler hatta yeni patotipler oluşturabilmektedir (Silbernagel ve ark., 2001). Bugüne kadar BCMV' nin NL1, NL7, US5, NL6, US2, NL2, NL4 ve RU-1 streynleri, BCMNV' nin ise NL3, NL5 ve NL8 streynleri tespit edilmiştir (Drijfhout, 1994; Silbernagel ve ark., 2001).

Sağlıklı tohum kullanılması ve yaprak bitleri ile mücadele edilmesi bu virüsler nedeni ile meydana gelebilecek kayıpların azalmasını sağlasa da, mücadelede en etkili yöntem dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır (Galvez ve Morales, 1989; Drijfhout, 1994). Dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında dayanıklılığın mekanizmasının ve patojen-konukçu ilişkilerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. BCMV ve BCMNV enfeksiyonlarına karşı fasulyede hipersensitif reaksiyonun ortaya çıkmasına neden olan dominant *I* geninin Ali (1950) tarafından belirlenmesinden sonra, BCMV'nin streynlerine karşı dayanıklılık islahında bu gen günümüze kadar etkili olarak kullanılmıştır. Drijfhout (1978), fasulye bitkisinde dayanıklılığın ortaya çıkmasında rol oynayan genler ile, BCMV ve BCMNV patojenisite genleri arasında gene karşı-gen (gene for gene) ilişkisinin bulunduğunu belirlemiştir. Bu ilişkinin ortaya çıkması ile bu alandaki çalışmalar hızlanmış ve fasulyedeki dayanıklılık genleri ve dayanıklılığın mekanizması ile ilgili çok önemli veriler ortaya konmuştur. Son yıllarda BCMV ve BCMNV'ye dayanıklı çeşit geliştirme çalışmaları yoğun bir şekilde sürmektedir (Miklas ve ark., 1997; Vishawa ve ark., 1998; Myers ve ark., 2001; Kelly ve ark., 2001; Miklas ve Kelly., 2002; Kimani ve ark., 2004). Dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarının dışında dayanıklılıkta rol oynayan genler ve kalıtımı ile ilgili de çok sayıda araştırma mevcuttur (Strausbaugh ve ark., 2003; Larsen ve ark., 2005; Vallejos ve ark., 2006).

Bu makalede BCMV ve BCMNV'ye karşı fasulyede dayanıklılığın ortaya çıkmasında rol oynayan genler, etki mekanizmaları ve bu genlerin dayanıklılık islahında nasıl kullanılabileceği hakkında bilgiler verilecektir.

2. FASULYEDE BCMV VE BCMNV' YE KARŞI DAYANIKLILIKTA ROL OYNAYAN GENLER

Fasulyede BCMV ve BCMNV'ye karşı dayanıklılıkta rol oynayan genler streyn-spesifik ve streyn-spesifik olmayan şeklinde ayrılmaktadır.

2.1. Streyn-Spesifik Olmayan Konukçu Dayanıklılık Genleri:

I: Dominant bir gendir. BCMV'nin streynlerine karşı sıcaklığa duyarlı dayanıklılığın ya da sistemik nekroz yanıtının ortaya çıkmasından sorumludur (Ali, 1950; Fisher ve Kyle, 1996).

bc-u: Resesif özellikte ve virüs streynine spesifik olmayan tamamlayıcı gendir. Tek başına dayanıklılığın oluşumunda rolü bulunmamaktadır. Ancak, diğer resesif genlerle birlikte bulunduğu BCMV ve BCMNV'nin streynlerine karşı resesif dayanıklılığın oluşmasında rol oynamaktadır (Drijfhout, 1978).

2.2. Streyn-Spesifik Konukçu Dayanıklılık Genleri:

Streyn-spesifik konukçu genleri resesiftir ve BCMV ve BCMNV'nin konukçu hücrelerinde

çoğalmalarının önlenmesinden sorumludurlar. Etkilerini gösterebilmeleri için mutlaka *bc-u* geni ile birlikte bulunmaları gereklidir. Ancak *bc-1²* ve *bc-3* genleri ise dominant *I* geni ile birlikte bulduklarında, *bc-u* geninin yokluğunda da dayanıklılık oluşturabilmektedirler (Drijfhout, 1978).

bc-1: BCMV'nin NL1, BCMNV'nin NL8 streynlerine karşı dayanıklılığı sağlamaktadır.

bc-1²: BCMV'nin NL1, NL7, US2, NL2 ve BCMNV'nin NL8 streynlerine karşı dayanıklılığı sağlamaktadır.

bc-2: BCMV'nin NL1, NL4, NL6, NL7 ve US5 streynlerine karşı dayanıklılığı sağlamaktadır.

bc-2²: BCMV'nin NL1, NL2, NL6, NL7 ve RU1, BCMNV'nin NL3, NL5 ve NL8 streynlerine karşı dayanıklılığı sağlamaktadır.

bc-3: BCMV ve BCMNV'nin bilinen tüm streynlerine karşı dayanıklılığı sağlamaktadır (Drijfhout, 1978; Silbernagel ve ark., 2001).

3. BCMV VE BCMNV'YE AİT PATOJENİSİTE GENLERİ

Fasulye, BCMV ve BCMNV enfeksiyonlarına karşı dayanıklılık reaksiyonu oluşturmada rol oynayan genlere sahipken, buna karşılık BCMV ve BCMNV fasulyede enfeksiyon oluşturmada sorumlu patojenisite genlerine sahiptir. Patojenisite genlerinin varlığı ve streyn ayırım setindeki konukçuların reaksiyonlarına göre BCMV ve BCMNV streynleri 7 patojenisite gurubuna (PG) ayrılmıştır (Çizelge 1). Buna göre PG (1), PG (2) ve PG (3) yalnızca 1 patojenisite geni içermekte, PG (4) ve PG (5) grupları 2 patojenisite geni, PG (6) ve PG (7) ise 3 patojenisite geni içermektedir (Drijfhout ve ark., 1978). Bu gruplandırma, BCMV'nin streynleri PG (1), PG (2) PG (4), PG (5), PG (6) ve PG (7)' de, BCMNV' nin streynleri ise PG (3) ve PG (6) ' da sınıflandırılmıştır (Silbernagel ve ark., 2001) (Çizelge 1).

4. GENE KARŞI-GEN İLİŞKİSİ

Drijfhout (1978) fasulyenin sahip olduğu streyn spesifik dayanıklılık genleri (*bc-1*, *bc-1²*, *bc-2*, *bc-2²*) ve BCMV ve BCMNV'nin patojenisite genleri (*P1*, *P1²*, *P2*, *P2²*) arasında gene karşı gen ilişkisi bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu teoriye göre konukçuda bulunan dayanıklılık genlerine karşı patojende de patojenisite genleri bulunmakta, dayanıklılık veya hassaslık bu genlerin interaksiyonları sonucu oluşmaktadır (Çizelge 1). Eğer virüs streyni uygun patojenisite geni veya genlerine sahipse her bir streyn-spesifik konukçudaki dayanıklılık genlerinin üstesinden gelebilmekte ve hastalık oluşturabilmektedir. Virüs streynine spesifik bitkideki dayanıklılık genlerinden *bc-3* geni ile virüs patojenisite genleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır. Her iki virüsün şu ana kadar tespit edilmiş bütün streynleri için bu genin dayanıklılık etkisini ortadan kaldıracak bir *P3* patojenisite geni

Çizelge 1. Konukçu-Patojen Gen İnteraksiyonları

	Patojenite Gurupları ve Patojenisite Genleri										
	1	2	3	4	5	6	7				
	P0	P1	P2	P1.P1 ²	P1.P2	P1.P1 ² .P2	P1.P1 ² .P2 ²				
BCMNV ve BCMNV Streynerleri											
Konukçu Genleri	NL1	NL7	NL8	US5	NL6	US2	NL2	NL3	NL5	RU1	NL4
	i	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
bcu+bc1	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
bcu+bc1 ²	R	R	R	S	S	R	R	S	S	S	S
bcu+bc2	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R
bcu+bc1+bc2	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	R
bcu+bc1 ² +bc2 ²	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
bcu+bc2+bc3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
I	R	R	S*	R	S**	R	S**	S*	S*	S*	R
I+bc1	R	R	R*	R	S**	R	S**	S*	S*	R	R
I+bc1 ²	R	R	R*	R	S**	R	R	S**	S*	R	R
I+bcu+bc1 ² +bc2 ²	R	R	R*	R	R	R	R	R*	R*	R	R

R: Dayanıklı, S: Hassas, S+: Hassas Sistemik mozaik

S*: Hassas, genellikle bütün bitkiler sıcaklığa bağlı olmaksızın damar nekrozu ve sistemik nekrozu gösterir

S**: Hassas, sistemik nekroz sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık artışı ile birlikte sistemik nekrozlu bitki sayısı artar

R*: Dayanıklı, sistemik nekroz yok, lokal lezyon olarak toplu iğne başı büyüklüğünde lezyon var.

bulunmadığından dolayı, yalnızca *bc-3* geni BCMV ve BCMNV'nin bilinen bütün streynerlerine dayanıklılığı sağlamaktadır. *P0* patojenisite geni taşıyan virüs streynerleri ise yalnızca dayanıklılık geni içermeyen fasulye bitkilerini enfekte edebilmektedir (Drijfhout, 1994).

5. FASULYEDE BCMV VE BCMNV' YE KARŞI DAYANIKLILIK TİPLERİ

5.1. Dominant Dayanıklılık

Fasulyede *I* geni, BCMV enfeksiyonuna karşı hipersensitif reaksiyona neden olan dominant dayanıklılık geni olarak hareket etmektedir. BCMNV streynerlerine karşı fasulyede ortaya çıkan hipersensitif reaksiyon, sistemik tepe nekrozu olarak da adlandırılmaktadır. (Cooper ve Jones, 1983). Dominant *I* geni, virüs enfeksiyonuna karşı bitki sürgün ucunda ve enfekteli yaprakların iletim dokularında hızlı bir biçimde ve yüksek miktarlarda *phaseolin* üretilmesine neden olarak yanıt vermektedir. *Phaseolin*, fasulye dokularında virüs replikasyonunun engellenmesi amacıyla üretilen bir fitoaleksinin türüdür (Lamb ve ark., 1989). Bitkinin iletim sistemi yoluyla fitoaleksinin aşağıya doğru taşınması sonucunda, iletim sisteminde renk değişimi (kararma) ve sonunda bitkide ölüm meydana gelmektedir. İletim sistemindeki bu renk değişimi

siyah kök (black root) olarak adlandırılmaktadır (Grogan ve Walker, 1948). *I* geni dayanıklılık yanıtı oluşturmasının dışında BCMNV'nin tohumla taşınabilmesini de engelleme özelliğine sahiptir (Kelly, 1997).

Dominant *I* geni BCMV'nin birçok streynerine karşı dayanıklılık oluşturmasına rağmen, 30°C ve üzerindeki sıcaklıklarda BCMV'nin nekroza neden olan streynerleri (NL2, NL6 ve RU1) ve bütün sıcaklıklarda BCMNV'nin bütün streynerleri *I* geni dayanıklılığını kırarak bitkide hipersensitif reaksiyon sonucu sistemik öldürücü nekroza neden olabilmektedir. Bu reaksiyon korunmamış *I* geni dayanıklılığı olarak adlandırılmakta ve büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Tek başına *I* geni dayanıklılığının diğer bir dezavantajı da kırmızı ya da sarı renkli tohumlardaki karartıcı etkisidir (Drijfhout, 1994). Buna rağmen, dominant *I* geni dayanıklılığı, BCMNV'nin enfeksiyon oluşturmadığı pek çok ülkede BCMV'ye karşı etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

5.2. Resesif Dayanıklılık

Drijfhout (1978), fasulye bitkilerinde dominant *I* geninden bağımsız streyner-spesifik, BCMV ve BCMNV'ye dayanıklılıkta rol oynayan *bc* genlerini tanımlamıştır. Bunlar *bc-1*, *bc-1²*, *bc-2*, *bc-2²* ve *bc-3* genleridir. Resesif *bc* genlerinin dayanıklılığın

oluşumundaki rolleri, enfeksiyon başlangıcında fasulye bitkilerinde hipersensitif yanıtın oluşmasında rol oynayan dominant *I* geninden tamamen farklıdır. Dayanıklılık yanıtı oluşumu esnasında *bc* genleri, bitki dokularında virüs çoğalmasının sınırlanmasında ya da engellenmesinde rol oynamaktadır (Fraser, 1992).

Resesif dayanıklılık, streyn-spesifiktir ve ortaya çıkabilmesi için *bc* genleri ile *bc-u* geninin birlikte bulunması gerekmektedir. Resesif *bc-u* geni tek başına BCMV ve BCMNV'nin hiçbir streynine karşı dayanıklılıkta etkili olmamakla birlikte, streyn-spesifik *bc* genlerinin fasulye bitkilerinde dayanıklılık yanıtını oluşturabilmelerinde rol oynamaktadır (Drijfhout, 1978; Kelly ve ark., 1995).

Her streyn-spesifik resesif dayanıklılık geni, BCMV ve BCMNV streynlerinde mevcut olan patojenite genlerinin varlığına göre resesif dayanıklılığı sağlamaktadır. Örneğin *bc-1* geni yalnızca BCMV'nin NL1 ve BCMNV'nin NL8 streynine karşı resesif dayanıklılığı sağlamaktadır. Çünkü bu ikisi dışındaki streynlerin hepsi *bc-1* geninin etkisini kıran *PI* patojenite genine sahipken, NL1 ve NL8 streyni *PI* genine sahip değildir (Çizelge 1). BCMV ve BCMNV'nin hiçbir streyninde *bc-3* geninin etkisini kırabilecek bir patojenite geni bulunmaması nedeniyle yalnızca *bc-3* geni her iki virüsün bilinen bütün streynlerine karşı resesif dayanıklılığı sağlamaktadır (Drijfhout, 1978 ve 1994).

Tek başına resesif dayanıklılık, yeni streynlerin ortaya çıkabilmesi ve bu streynlerin bu tür dayanıklılığın etkisini kırabilmesi ihtimalinden dolayı günümüzde fasulye ıslahçıları tarafından tercih edilmemektedir.

5.3. Uzun Süreli Dayanıklılık (Korunmuş *I* Geni Dayanıklılığı)

Resesif *bc* genleri, fasulye dokularındaki virüs replikasyonunun önlenmesinde veya sınırlandırılmasında rol oynarken, dominant *I* geni virüs enfeksiyonlarına karşı tipik fitoaleksinin yanıtı oluşmasında rol oynamaktadır. Bununla birlikte *I* geninin dayanıklılığın oluşmasındaki etkisi, *bc* genlerinin bitki dokularındaki virüs konsantrasyonunu sınırlaması ile daha da artmaktadır. Resesif dayanıklılık genleri ile bir arada bulunan dominant *I* geni hipersensitif yanıtın sınırlanmasını, gecikmesini veya önlenmesini sağlamaktadır (Kelly, 1997).

Eğer bir çeşitte dominant *I* geni streyn-spesifik *bc*- genleri ile kombine edilirse bu tip dayanıklılık, **Korunmuş *I* Geni Dayanıklılığı** olarak adlandırılır ve bu durumda ne BCMV, ne de BCMNV streynleri fasulyede sistemik nekroza yani siyah kök oluşumuna sebep olmaz (Coyne ve ark., 2003). Örneğin, BCMNV NL-3 ırkı ile inokule edilen $I+bc-1^2$ gen kombinasyonuna sahip fasulye çeşidinde inokule edilen yaprakta ortaya çıkan nekroz damarlar ile sınırlandırılırken, $I+bc-2^2$ gen kombinasyonuna sahip fasulye çeşidinde virüs sadece inokule edilen yapraklarda küçük toplu iğne başı büyüklüğünde lekelerde sınırlı kalır. $I+bc3$ gen kombinasyonuna

sahip çeşitlerde ise hiçbir nekrotik belirti oluşmaz (Çizelge 2) (Kelly, 1997).

Çizelge. 2. BCMNV NL3 Streyni ile İnokule Edildiğinde Farklı Genotiplere Sahip Bitkilerin Reaksiyonları

Bitki Genotipi	Semptomlar
<i>Ii</i>	mozayik
<i>II</i>	tepe nekrozu
$ii+bc-1^2 bc-1^2$	hafif mozayik veya simptomsuz
$II+bc-1^2 bc-1^2$	damar nekrozu veya simptomsuz
$ii+bc-2^2 bc-2^2$	reaksiyon yok
$II+bc-2^2 bc-2^2$	nekrotik lokal lezyon
$ii+bc-3 bc-3$	reaksiyon yok
$II+bc-3 bc-3$	reaksiyon yok

Korunmuş *I* Geni dayanıklılığında *I* geni ile kombine edilmesi gereken streyn-spesifik *bc* genlerinin seçimi dayanıklılıkta önemli rol oynamaktadır. BCMV ve BCMNV enfeksiyonlarına karşı en dayanıklı genotipin $I,+bc-u+bc-2^2+bc-3$ olduğu bildirilmesine rağmen (Drijfhout, 1978), bu genlerin aynı bitkide bir araya getirilmesi çok zor olmaktadır. Bu nedenle günümüzde ıslahçıları BCMV ve BCMNV'nin bilinen bütün streynlerine karşı uzun süreli dayanıklılığı sağlayabilmek için daha çok $I+bc-3$ ya da $I+bc-2^2$ genlerine sahip olan fasulye çeşitlerini ıslah etmeye çalışmaktadırlar.

6. FASULYEDE BCMV VE BCMNV'YE KARŞI DAYANIKLILIKTA ROL OYNAYAN GENLERİN BELİRLENME YÖNTEMLERİ

Fasulyede BCMV ve BCMNV'ye karşı dayanıklılıkta etkili olan genlerin tespit edilmesi için farklı yöntemler bulunmaktadır. Fasulye bitkilerinde *bc-3* geni taşıyanlar hariç, diğer resesif dayanıklılık genlerinin *I* geni ile bütün kombinasyonlarını bulunduranlar, BCMNV NL3 streyninin fasulye bitkilerine inokule edilmesi ve daha sonra bitkilerde ortaya çıkan semptomlara göre tanımlanabilmektedir (Çizelge. 2) (Kelly, 1997). Ancak, bazı fasulye genotiplerinde bulunan dayanıklılık genlerinin Çizelge 2'de açıklandığı gibi fenotipik olarak belirlenmesi, bazı zayıf resesif genlerin epistatik olarak maskelenmesinden dolayı her zaman mümkün olmamaktadır. Çünkü, BCMNV NL3 streyni fasulye bitkilerine inokule edildiğinde *bc-3* geni, *bc-2^2* ve *bc-1^2* geninin etkisini; *bc-2^2* geni ise *bc-1^2* geninin etkisini maskeleymektedir. Ayrıca, *bc-3* geni, *I* geni ile birlikte aynı genotipte bulunduğu *I* geninin etkisini maskeleymektedir. Bu nedenle *bc3-1* ve *bc3-i* gen kombinasyonuna sahip bitkileri ayırt etmek yalnızca melezlemeler (test crossing) ve DNA markör seleksiyon yöntemi kullanılarak mümkün olmaktadır (Kelly ve ark., 1995). Markör yardımıyla seleksiyon yöntemi, virüsün yokluğunda dahi dayanıklılık genlerinin bitkilerde belirlenebilmesine olanak sağlayabilmesi nedeniyle günümüzde yoğun olarak kullanılan bir yöntemdir. Fasulye dayanıklılık genlerine spesifik bazı markörler çeşitli araştırmacılar

tarafından geliştirilmiştir. Bunlardan *I* dayanıklılık geni (Haley ve ark., 1994a; Melotto ve ark., 1996), *bc-3* (Haley ve ark., 1994b; Johnson ve Gepts, 1994; Miklas ve ark., 1996) ve *bc-1²* (Myers ve ark., 1996; Miklas ve ark., 2000) dayanıklılık genlerine spesifik moleküler markörler günümüzde BCMV ve BCMNV'ye dayanıklılık ıslahı çalışmalarında kullanılmaktadır.

7. SONUÇ

Tek başına *I* geni dayanıklılığı BCMV'ye dayanıklılık ıslahında etkili bir şekilde kullanılmaktayken, BCMNV nekrotik streynlerinin ortaya çıkması ve bu streynlerin dominant *I* geni taşıyan bitkilerde sistemik öldürücü nekrozlara neden olması nedeniyle günümüzde geçerliliğini kaybetmiş durumdadır. Buna karşın sadece streyn-spesifik dayanıklılık genlerini (resesif genleri) taşıyan fasulye çeşitleri yetiştirildiğinde ise BCMV'nin yeni streynlerinin oluşabileceği bildirilmektedir. Bu nedenle son yıllarda araştırmacılar yeni streynlerin oluşma riskini ortadan kaldırabilmek ve BCMV'nin yanı sıra BCMNV'ye karşı da dayanıklılığı sağlayabilmek için dominant *I* geni ile streyn-spesifik resesif *bc* genlerini aynı bitkide toplamaya çalışmaktadırlar.

8. KAYNAKLAR

- Ali, M.A. 1950. Genetics of resistance to the common bean mosaic virus in the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Phytopath., 40: 69-79.
- Cooper, L.I., Jones, A.T. 1983. Responses of plants to viruses: Proposals for the use of terms. Phytopath., 73: 127-128.
- Coyne, D.P., Steadman, J.R., Godoy-Lutz, G., Gilbertson, R., Arnaud-Santana, E., Beaver, J.S. Myers, J.R. 2003. Contributions of the Bean/Cowpea CRSP to management of bean diseases. Field Crop Res., 82: 155-168.
- Drijfhout, E. 1978. Genetic interaction between *Phaseolus vulgaris* L. and bean common mosaic virus with implications for strain identification and breeding for resistance. Agriculture Research Report 872, 1-98, Centre for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands.
- Drijfhout, E., Silbernagel, M.J., Burke, D.W., 1978. Differentiation of strains of *Bean common mosaic virus*. Neth. J. Plant Pathol., 84: 13-26.
- Drijfhout, E. 1994. *Bean common mosaic virus* (In: Compendium of Bean Diseases, Second Edition. Ed: R. Hall). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Fisher, M.L., Kyle, M.M. 1996. Inheritance of resistance to potyviruses in *Phaseolus vulgaris* L. 4. Inheritance, linkage relations and environment effects on systemic resistance to four potyviruses. Theor Appl. Genet., 92: 204-212.
- Fraser, R.S.S. 1992. The genetics of plant-virus interactions: implications for plant breeding. Euphytica 63: 175-185.
- Galvez, G.E., Morales, F.J. 1989. Aphid-transmitted viruses. p.333-361. In H.F. Shawartz and M.A. Pastor-Corrales (ed). Bean production problems in the Tropics, 2nd. Ed. Cent.Int. Agric.Trop. (CIAT), Cali, Colombia
- Gilbertson, R.L., Guzman, P., Rojas, M., Crnov, R., Mkandawire, A. 2001. Detection of bean-infecting viruses in California with an emphasis on the CRSP-facilitated work. Bean/Cowpea Collaborative Research Support Program-East Africa Proceedings: Bean Seed Workshop Arusha, Tanzania. pp. 4.
- Grogan, R.G., Walker, J.C. 1948. The relation of common bean mosaic to black root of beans. J. Agric. Res., 77: 315-331.
- Haley, S.D., Afanador, L., Kelly, J.D. 1994a. Identification and application of random amplified polymorphic DNA marker for the *I* gene (potyvirus resistance) in common bean. Phytopath., 84: 157-160.
- Haley, S.D., Afanador, L.K., Kelly, J.D. 1994b. Selection for monogenic resistance traits with coupling and repulsion phase RAPD markers. Crop Sci., 34: 1061-1066.
- Johnson, W.C., Gepts, P. 1994. Two molecular markers linked to *bc3*. Bean Imp. Coop. Annu. Rep., 37:206-207.
- Jordan, R., Hammond, J. 2008. Bean common mosaic virus and bean common mosaic necrosis virus. Encyclopedia of Virology, 3rd Ed. (B.W.J. Mahy and M.H.V. Van Regenmortel, Eds). 1:288-295.
- Kelly, J.D., Afanador, L., Haley, S.D. 1995. Pyramiding genes for resistance to *bean common mosaic virus*. Euphytica 82: 207-212.
- Kelly, J.D. 1997. A review of varietal response to *Bean common mosaic potyvirus* in *Phaseolus vulgaris*. Plant Var. Seeds, 10: 1-6.
- Kelly, J.D., Hosfield, G.L., Varner, G.V., Uebersax, M.A., Taylor, J. 2001. Registration of Jaguar Black Bean. Crop Sci. 41:1647-1648.
- Kimani, P.M., Wagara, I., Blair, M. 2004. Selection of climbing bean lines to Common Bacterial Blight, Bean Common Mosaic and Web Blight. The XLVII Report of the bean improvement cooperative. 47: 309-310.
- Lamb, C.J., Lawton, M.A., Dron, M., Dixon, R.A. 1989. Signals and transduction mechanisms for activation of plant defenses against microbial attack. Cell 56, 215-224.
- Larsen, R.C., Miklas, P.N., Druffel, K.L., Wyatt, S.D. 2005. NL3-K Strain Is a Stable and Naturally Occurring Interspecific Recombinant derived from Bean Common Mosaic Necrosis Virus And Bean Common Mosaic Virus. Phytopath., 95: 1037-1042.
- McKern, N.M., Mink, G.I., Barnett, O.W., Mishra, A., Whittaker, L.A., Silbernagel, M.J., Ward, C.W., Shukla, D.D. 1992. Isolates of bean common mosaic virus comprising two distinct potyviruses. Phytopath., 82: 923-929.
- Meletto, M., Afanador, L., Kelly, J.D. 1996. Development of SCAR marker linked to the *I* gene in common bean. Genome. 39: 1216-1219.
- Miklas, P.N., Afanador, L., Kelly, J.D. 1996. Recombination facilitated RAPD marker assisted selection for disease resistance in common bean. Crop Sci. 36: 86-90.
- Miklas, P.N., Beaver, J.S., Steadman, J.R., Silbernagel, M.J., Freytag, G.F. 1997. Registration of three bean common mosaic virus-resistant navy bean germplasms. Crop Sci. 37:1025.
- Miklas, P.N., Kelly, J.D. 2002. Registration of Two Cranberry Bean Germplasm Lines Resistant to Bean Common Mosaic and Necrosis Potyviruses: USCR-7 and USCR-9. Crop Sci. 42: 673-674.
- Miklas, P.N., Larsen, R.C., Riley, R., Kelly, J.D. 2000. Potential marker-assisted selection for *bc-1²* resistance

- to common bean mosaic potyvirus in common bean. *Euphytica* 116: 211-219.
- Mink, G.I., Vetten, J., Ward, C.W., Berger, P., Morales, F., Myers, J.R., Silbernagel, M.J., Barnett, O.W., 1994. Taxonomy and classification of legume infecting potyviruses. A proposal from the Potyvirus Study Group of the Plant Virus Subcommittee of ICTV. *Arch. Virol.*, 139:231–235.
- Myers, J.R., Strausbaugh, C.A., Forster, R.L., McClean, P.E. 1996. Resistance and tolerance to bean common mosaic virus (BCMV) and bean common mosaic necrosis virus (BCMNV) in bean. *Bean Imp. Coop. Annu. Rep.*, 39:94-95.
- Myers, J.R., Stewart-Williams, K.D., Hayes, R.E, Kolar, J.J., Singh, S.P. 2001. Registration of UI 320 Pinto Dry Bean. *Crop Sci.* 41: 1642-1643.
- Silbernagel, M.J., Mink, G.I., Zhao, R.L., Zheng, G.Y., 2001. Phenotypic recombination between *Bean common mosaic* and *Bean common mosaic necrosis* potyviruses in vivo. *Arch. Virol.*, 146: 1007-1020.
- Strausbaugh, C.A., Miklas, P.N. Singh, S.P., Myers, J.R., Forster, R.L. 2003. Genetic characterization of differential reactions among host group 3 common bean cultivars to NL-3 K strain of *Bean common mosaic necrosis virus*. *Phytopath.*, 93: 683-690.
- Vallejos, E.C., Monge, G.A., Jones, V., Plyler, T.R., Sakiyama, N.S., Mackenzie, S.A. 2006. Genetic and Molecular Characterization of the *I* Locus of *Phaseolus vulgaris*. *Genetics*; 172(2): 1229–1242.
- Vetten, H.J., Lesemann, D.E., Maiss, E. 1992. Serotype A and B strains of *Bean common mosaic virus* are two distinct potyviruses. *Arch. Virol.*, (Suppl. 5):415-431.
- Vishawa, D., Gurha, S.N., Dhar, V. 1998. Sources of Resistance to *Bean common mosaic virus* In French Bean. *Indian J. of Pulses Research.* 11:138-139.
- Wang, WY., Mink, G.I., Silbernagel, M.J., Davis, W.C. 1984. Production of hybridoma lines secreting specific antibodies to Bean common mosaic virus (BCMV) strains. *Phytopath.*, 74: 1142.

KÜRESEL ISINMANIN BÖCEKLERE ETKİLERİ

Ekrem ÖGÜR¹ Celal TUNCER^{2*}

¹ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 42250, KONYA
² Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 55139, SAMSUN
*e-mail: ekremogur@hotmail.com

Geliş Tarihi: 29.04.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET: Bugün insanoğlunun karşı karşıya kaldığı en önemli ekolojik sorunlardan biri “Küresel Isınma”dır. Küresel ısınmanın dünya üzerindeki bütün canlıları etkilemesi yanında böcekleri de etkilemesi kaçınılmazdır. Böcekler 1 milyondan fazla tür sayısı ile yeryüzünün en büyük canlı grubudur. Böceklerin doğrudan veya dolaylı olarak insanlara ve ekosisteme yararlı ve zararlı birçok etkisi vardır. Küresel ısınma nedeniyle sıcaklık, nem ve CO₂’te meydana gelecek değişikliklerin böcekler üzerine de etkili olması beklenmektedir. Böcekler soğukkanlı organizmalardır ve vücut sıcaklıkları yaklaşık olarak çevre sıcaklığı ile aynıdır. Bu nedenle nem, CO₂ ve özellikle sıcaklıkta meydana gelecek değişimlerin böceklerin davranışı, dağılımı, gelişim, çoğalma ve üremesini etkilemesi kuvvetle muhtemeldir. Küresel ısınma nedeniyle meydana gelecek değişimlerin genelde böceklerin lehine olması beklenmektedir. Sıcaklıkların artmasıyla birlikte böceklerin gelişmesi hızlanacak, döl sayısı artacak, coğrafik yayılma alanları genişleyecek, kışların daha ılık geçmesi nedeniyle kışı canlı geçiren böcek sayısında artış olacak ve yüksek popülasyon artışları gözlenebilecektir. Bu durum, bitki zararlısı böceklerden kaynaklanan tarımsal üretim sorunlarında da artışa neden olabilecektir. Ayrıca insanlar üzerinde beslenme ve hastalık taşıma yoluyla etkili olan böceklerin sayısında artış olabilecektir. Diğer taraftan küresel ısınmanın neden olacağı aşırı yağış ve kuraklık gibi etkenlerin ise böcekleri olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Küresel ısınma, Böcekler, Sıcaklık, Biyoloji, Göç

THE EFFECTS OF GLOBAL WARMING ON INSECTS

ABSTRACT: Today, one of the most important ecological issues of mankind is “Global Warming”. It is unavoidable that global warming will affect the insects besides all living creatures on the world. Insects are the biggest living group of the world with over 1 million species. Insects have many detrimental and beneficial effects on humans and ecosystems, directly or indirectly. It is expected that the changes in temperature, humidity and CO₂ as a result of global warming will also affect the insects. Insects are cold-blooded organisms and the temperatures of their body are approximately at the same temperature as their environment. Therefore, the changes in humidity, CO₂ and especially in temperature may influence the insect behaviour, distribution, development and reproduction. Generally, it is expected that the changes caused by global warming seem to favour insects. As the temperature increase, the development of insects may accelerate and the number of generation in a year may increase, their geographic range may extend, the number of insects surviving at the end of winter may increase because of warm winter, and consequently the insect populations may increase. This situation may provoke the problems caused by insects in agriculture. Also, the population of the insects feeding on human and diseases transmitted by insects may be enhanced. On the other hand, it is expected that the factors like heavy rains and drought as a result of global warming may affect the insects negatively.

Key Words: Global warming, insects, temperature, phenology, migration

1. GİRİŞ

Küresel ısınma “atmosfer, okyanuslar ve kara kütleleri yüzeyindeki sıcaklıktaki yükselme” olarak tanımlanabilir. Geçtiğimiz yüzyıl boyunca dünyanın yüzey sıcaklığı ortalaması yaklaşık olarak 0,6 °C’lik bir artış göstermiştir ki bu son 1000 yıl süresince gerçekleşen en yüksek yüzyıl ortalamasıdır. Yine, IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change)’nin üçüncü raporuna göre 2100 yılına kadar dünya yüzey sıcaklığı ortalamasının 1,4-5,8 °C arasında artacağı ve atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun da 540-970 ppm arasında olacağı tahmin edilmektedir (Bale ve ark., 2002). Bütün bunlara ilave olarak küresel ısınma kutuplardaki buzların erimesine ve okyanuslardaki su seviyesinin yükselmesine neden olmuştur. Küresel ısınmanın başlıca sebebi atmosfere salınan sera gazı miktarlarındaki artıştır. Bu gazlardan en önemlisi de küresel ısınmadaki etki payı %50 olan CO₂’dir. CO₂ ve diğer sera gazlarının ısıyı tutabilme özelliklerinden

dolayı dünyaya gelen ve yansıması gereken güneş ışınlarının büyük bir kısmı tutulmakta ve bu da dünyamızın ısınmasına sebep olmaktadır (Karl and Trenbeth 2003; Johansen 2002; Collins et al.2007).

Sonuçta ilkbaharda sıcak havaların erken görülmesi ve sonbaharda ise kış koşullarındaki gecikmeye paralel olarak daha kısa bir kış ve daha uzun bir yaz dönemi yaşanır olmuştur (Salinger et al. 2005; Houghton et al. 2001; Collins et al. 2007). Bunlara paralel olarak bitkilerde tomurcukların patlaması gibi olaylar her on yılda 5 gün erken gerçekleşmeye başlamış (Root et al.2003), Avrupa’daki bazı ağaçların 50 yıl öncesine göre 16 gün erken yaprak açtığı ve 13 gün daha geç yaprak döktüğü belirlenmiştir (Penuelas and Filella 2001; Querlus,2007).

Böcekler tür sayısı bakımından Dünyada çok üstün bir konuma sahip soğukkanlı organizmalardır. Vücut sıcaklıkları yaklaşık olarak çevre sıcaklığı ile aynıdır. Bu nedenle sıcaklık böceklerin davranışlarını, dağılımını, gelişimini, hayatta kalmalarını ve

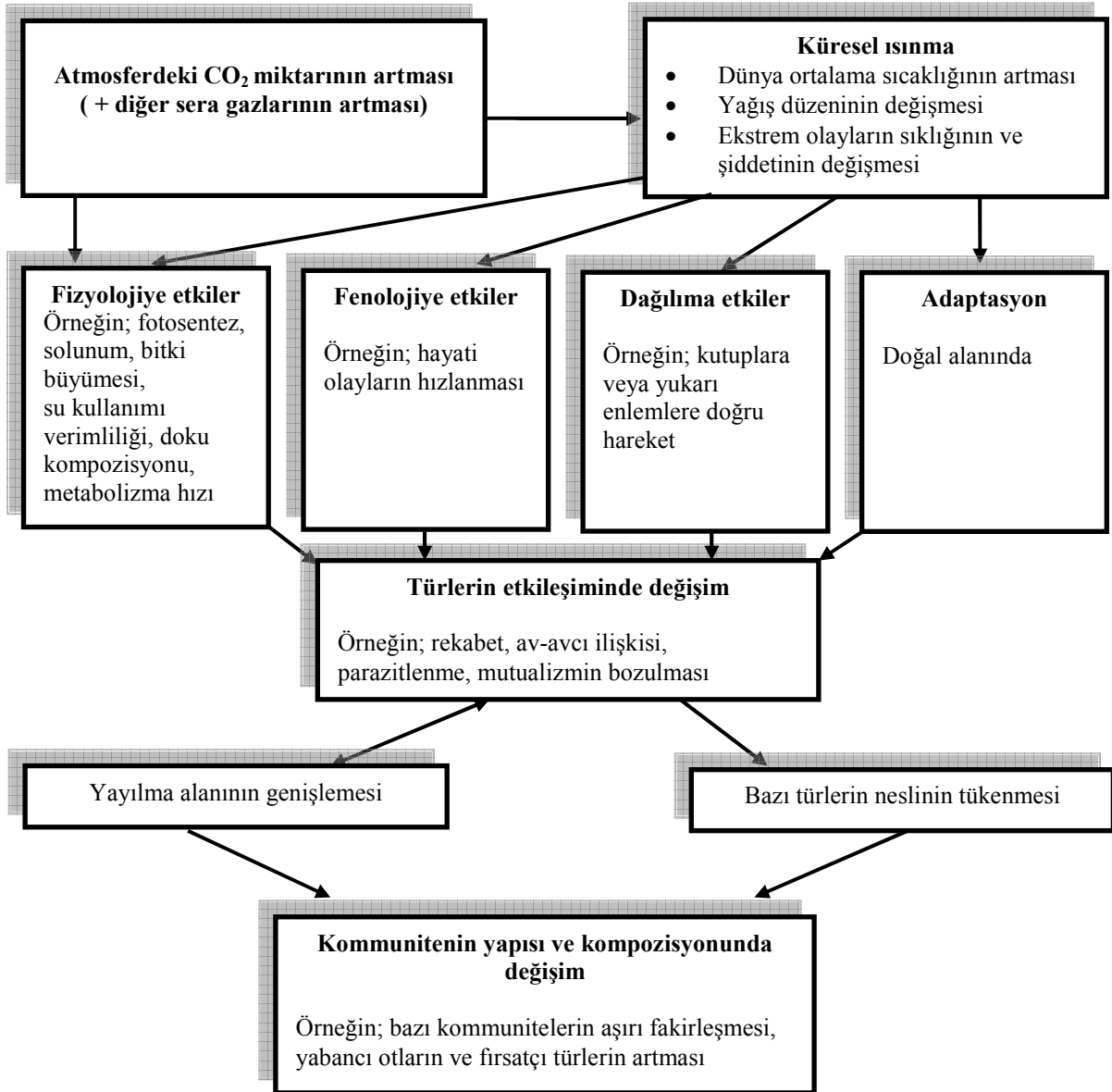
üremelerini etkileyen en önemli çevresel faktörlerdendir. Dolayısı ile küresel iklimde görülen değişikliklerin en fazla etkili olması beklenen canlı gruplarının başında böcekler gelmektedir (Harrington ve ark., 2001). Ayrıca araştırmacılar, sıcaklığa ilave olarak küresel iklim değişiminde nemin ve CO₂'de görülen değişimlerin de böcekler üzerine önemli etkilerinin olabileceğini ifade etmektedirler (Petzoldt ve Seaman, 2007). Küresel ısınmanın böcekler üzerine etkilerini inceleyen bir araştırmaya göre ele alınan 1600 böcek türünden 940 tanesinin küresel ısınmadan etkilendiği gözlenmiştir. Böcek türlerinin yayılma sınırlarının her on yıl için 6.1 km kuzeye ve 6.1 m yüksekliğe doğru hareket ettiği belirlenmiştir (Quarles,2007). Buna bağlı olarak Avrupa'da bulunan 35 kelebek türünün yayılışının 35-240 km kuzeye kaydığı gözlenmiştir (Parmesan et al.1999). Kaliforniya'da bazı kelebeklerin geçmiş yıllara göre daha erken mevsimlere uçmaya başladığı görülmüştür

(Parmesan and Yohe 2003; Parmesan 2007). Ekolojik sistemin değişmesi sistemde var olan besin zincirlerini ve bu besin zincirlerinin önemli bir ögesi olan böcekleri de doğal olarak etkileyecektir (**Şekil 1**).

Bu makalede küresel ısınma sonucu ortaya çıkan değişimlerin böcek popülasyonları üzerine olan etkileri üzerinde durulacaktır.

2. KÜRESEL ISINMA NEDENİYLE ARTAN SICAKLIĞIN BÖCEKLERE ETKİSİ

İklimin, özellikle sıcaklığın böceklerin gelişmesi, üremesi, coğrafik alanı, hayatta kalması ve popülasyon büyüklüğü üzerine kuvvetli ve doğrudan bir etkisi vardır. Sıcaklıktaki artış böceklerin gelişmesini hızlandıracak ve muhtemelen bir yılda verdikleri döl sayısı ve zarar miktarı da artacaktır.



Şekil 1: Artan sera gazı etkisiyle komitedeki muhtemel değişimler (Samways, 2005).

Özellikle sıcaklık ve nemde meydana gelecek değişiklikler böceklerin beslenme alışkanlıklarını ve bunlara bağlı olarak da yayılışlarını etkileyecektir. Hayatının büyük bir kısmını toprak altında geçiren böcekler, hayatını toprak üzerinde geçiren böceklere göre sıcaklıktaki değişimden daha yavaş etkileneceklerdir. Çünkü toprak, havaya göre sıcaklıktaki değişimi tamponlayan daha iyi bir yalıtkan ortam sağlamaktadır ve sıcaklıktaki değişim havaya göre daha az olmaktadır (Petzoldt ve Seaman, 2007). Yapılan çalışmalar göstermektedir ki diğer çevresel faktörlerle kıyaslandığında sıcaklığın canlılar üzerindeki etkisi daha geniş alanlarda ve daha yüksek derecede olmaktadır. Ayrıca sıcaklığın direkt etkisi ılıman ve tropikal alanlara göre kutuplarda daha fazla olacaktır (Bale ve ark., 2002). Sıcaklıktaki artışın, böcek metabolizmasının hızlanmasına ve lokal böcek popülasyonlarının artmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

2.1. Küresel Isınmanın Böcek Fenolojisine Etkisi

Sıcaklıktaki artışın böceklerin biyolojisini hızlandırması ve böceklerin faaliyet periyodunu uzatması beklenmektedir (**Çizelge 1**). Ancak böceklerin besinlerden yararlanma süreleri artmadıkça sıcaklığın tek başına artması böceklerin bu avantajdan yararlanması için yeterli olmayacaktır (Harrington ve ark., 2001). Avrupa ve Kuzey Amerika'da uzun yıllara dayalı olarak bazı böceklerden elde edilen sonuçlar, yıllık ortalama sıcaklıkların artmasıyla ergin böceklerin çıkış tarihlerinin daha erken gerçekleştiği ortaya çıkmıştır (Parmesan et al.1999; Parmesan and Yohe 2003; Parmesan 2007;FAO,2008).

İngiltere'de yıllık sıcaklık ortalamasındaki 2 °C'lik bir artışın, bazı böceklerin gelişme süresinde 2-3 haftalık bir kısalmaya neden olacağı öngörülmektedir. Örneğin *Neophilaenus lineatus* (Homoptera.: Cercopidae) bu sıcaklık artışından dolayı yayılma alanını genişletecek ve hayat döngüsünü 2-3 hafta daha erken tamamlayacaktır. Sıcaklık ortalamasındaki 3 °C'lik bir artış *Delia radicum*' un (Diptera: Anthomyiidae) 1 ay önce aktif hale gelmesine, aynı zamanda kelebeklerin ilk görülme tarihlerinin daha erken olmasına neden olacaktır (Cannon, 1998). Başta lepidopterler olmak üzere çok sayıda böcek türü üzerinde yapılan incelemeler, küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkacak sıcaklık artışının böcek türlerinin gelişme süresini kısaltacağı, döl sayısını artıracığı ve uçuş periyotlarında değişime sebep olacağı sonucunu ortaya koymuştur (Menendez, 2007; FAO,2008).

2.2. Küresel Isınmanın Böcek Fizyolojisine Etkisi

Küresel ısınma nedeniyle sıcaklığın artması sonucu böceklerin fizyolojisinin hızlanması ve daha çabuk gelişmeleri, bir yıl içinde daha fazla döl vermeleri, daha hızlı hareket etmeleri ve abiyotik faktörlerden dolayı ölümlerinin azalması beklenmektedir. Sıcaklıkta meydana gelecek 2 °C'lik

bir artışın böceklerin bir yılda vereceği döl sayısını 1 ile 5 arasında artıracığı tahmin edilmektedir. Bu bakımdan en çok etkilenecek böcekler, düşük gelişme eşikleri ve kısa sürede gelişmelerini tamamlamaları nedeniyle yaprak bitleridir. Yaprak bitlerinin bir yılda fazladan 4 veya 5 döl vereceği tahmin edilmektedir (Harrington ve ark., 2001).

Düşük sıcaklıklar nedeniyle meydana gelen kış ölümleri, özellikle diyapoz girmeyen ve sıcaklığın izin verdiği sürece kışın da faaliyetlerine devam eden türler için anahtar faktördür. Daha ılık kışlar veya çok soğuk periyotların azalması daha fazla böceğin hayatta kalmasına imkan verecektir. Bu da, böcek popülasyonlarının ve verecekleri zararın artması anlamına gelmektedir (Harrington ve ark., 2001; Sharma,2010).

Kışı durgun, hareketsiz halde geçiren böcekler için alışılmamış kış sıcaklıkları bir dezavantaj olarak da ortaya çıkabilir. Çünkü sıcaklık nedeniyle aktiviteleri artacak olan böcekler o dönemde uygun besin bulamayacaklar ve depolamış oldukları besin maddelerini de yeterli besin bulana kadar tüketmiş olacaklardır. Bu da onların ölümüne sebep olacaktır (Harrington ve ark., 2001).

2.3. Küresel Isınmanın Böceklerin Yayılımı Üzerine Etkisi

Böcek türlerinin çoğu için coğrafik yayılma alanlarının bir en alt ve en üst enlem derecesi ve yayılma yüksekliğinin de bir en alt ve en üst sınırı vardır. Bu coğrafik alanların sınırları genellikle bölgesel iklimler tarafından belirlenir.

Böcekler soğukkanlı organizmalar olduklarından sıcaklık ve nemdeki dalgalanmalara karşı oldukça hassastırlar ve bu nedenle dağılımları ve habitatları çoğu zaman iklimle yakından ilişkilidir (Stewart ve ark., 2007). Bazı bilim adamlarına göre sıcaklıktaki artış nedeniyle böceklerin yaşam ortamları hem yatay hem de dikey yönde değişecektir. Sıcaklıktaki artışın, şu an için düşük sıcaklık nedeniyle yayılımı sınırlı olan böcek türlerinin yayılım alanlarının kutup bölgelerine doğru veya hayatta kalabildikleri yüksek dağlık alanlara doğru ilerlemesine neden olması beklenmektedir. Çünkü bu bölgeler küresel ısınma sonucunda daha sıcak olmaya başlayacaktır (Harrington ve ark., 2001).

Önümüzdeki yüzyıl içinde kuzey ılıman enlemlerinde sıcaklıkta beklenen 2 °C'lik bir artış, enlemlerin şu anki durumuna göre 600 km veya yüksekliğin 330 m kaymasına eşdeğerdir. Bu da her yıl yaklaşık enlemde 6 km, yükseklikte ise 3.3 m kaymaya eşdeğerdir. Birçok böcek bu değişikliklere göre konumunu değiştirebilir, fakat böceklerin konukçusu olan bitkiler bunu gerçekleştiremeyebilirler. Bu nedenle bazı böceklerin yayılımı konukçu bitkilerin yayılımı tarafından sınırlandırılacaktır (Harrington ve ark., 2001). Bitkilerin böcekler kadar hızlı bir biçimde yayılım

göstermeleri beklenemez. Bu nedenle ileride muhtemelen ılıman bölgelerde bulunan bitkiler daha Çizelge 1: Küresel ısınmaya bağlı olarak böceklerin yıllık ilk görünme tarihlerindeki değişiklikler (Stewart ve ark., 2007)

TAKIM	YER	ZAMAN PERİYODU	SICAKLIK ARTIŞI	GÖRÜNME TARİHİNDEKİ DEĞİŞİKLİK	KAYNAK
Lepidoptera	Britanya	1976-1998	1.5 °C (Şubat-Nisan ort.) 1 °C (Mayıs-Temmuz ort.)	Erken çıkma, 26/35 tür (13 önemli tür, ortalama her 10 yılda 8 gün)	Roy & Sparks (2000)
Lepidoptera (<i>Pieris rapae</i>)	İspanya	1952-2000	1.4 °C (Yıllık ort.)	Erken çıkma, (11.4 gün)	Penuelas et al. (2002)
Lepidoptera	İspanya	1988-2002	1-1.5 °C (Şubat-Mart-Haziran ort.)	Erken çıkma, 17/17 spp. (5 önemli, ortalama 4.1 hafta)	Stafanescu et al. (2003)
Hymenoptera (<i>Apis mellifera</i>)	Avusturya	1951-1998	1.3 °C (Şubat-Nisan ort.)	Gecikme, (3-7 gün)	Scheifinger et al. (2005)

önce subtropik ormanlarda zararlı olan böceklerle karşı karşıya geleceklerdir (Samways, 2005). Sıcaklık artışından dolayı böceklerin yer değiştirmeleri şimdiden görülmeye başlanmıştır. Göçlerle ilgili ilk kayıt Kuzey Amerika'da bulunan ve göç etmeyen bir kelebek türü olan *Euphydryas editha* (Lepidoptera: Nymphalidae)' ya aittir. 1990'lı yıllarda bu kelebeğin larvaları için konukçu bitki ve uygun habitat bulunmasına rağmen birçok bölgede popülasyonu tükenmiştir. Popülasyonun bölgesel tükenmesi daha çok düşük enlemlerde ve düşük yüksekliklerde gerçekleşmiştir. *Euphydryas editha*' nın yeni popülasyonları ise kuzey kutbuna doğru ortalama 92 km ve rakım olarak 124 m yukarıya doğru kaymıştır. Aynı 100 yıllık periyot içinde izotermelerde 105 km kuzey kutbuna doğru ve 105 m yukarı doğru hareket etmişlerdir. Bu da bize bu türde görülen bölgesel popülasyon tükenmelerinin iklimle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Stewart ve ark., 2007). Avrupa'da göç etmeyen 35 kelebek türünün % 63'ü geçtiğimiz yüzyıl içinde sıcaklıktaki sadece 0.8 °C'lik artış nedeniyle kuzeye doğru hareket etmişlerdir. Bu değişikliklerin önümüzdeki yüzyıl içinde de gerçekleşeceği ve birçok türün yok olacağı tahmin edilmektedir. Kommunitedeki dominant veya temel türlerin kaybı, türlerin etkileşimini bozabilecek ve bu da tüm kommunitenin kaybına sebep olabilecektir (Ward ve Master, 2007). Sıcaklık nedeniyle böceklerin göç etmesine başka bir örnek olarak İngiltere'de yaşamaya başlayan *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae)' yı verebiliriz. Uzmanlar daha önce de sıcak iklimleri seven böceklerin İngiltere' ye geldiğini fakat yaşama şansı bulamadıklarını söylemektedir. *Nezara viridula*' da ise durum farklı olmuş ve Londra' da rahatlıkla yaşayan böcek kolonilerine rastlanmıştır. Bilim adamları, bu böceğin burada bulunmasının küresel ısınmaya iyi bir delil olduğunu söylemektedir.

Küresel ısınma nedeniyle sıcaklıkta meydana gelecek olan artış böceklerin uçuşma eşiğine daha erken ulaşmalarını sağlayacak ve bu da erken göçe sebep

olacaktır. Böcek uçuşunu etkileyen rüzgar hızı ve yönü, yağış miktarı, nem, güneşlenme vb. gibi diğer bazı faktörler de vardır. Ancak bunların gelecekte nasıl değişeceği ve böcek uçuşlarına nasıl etki edeceği henüz tam olarak bilinmemektedir. Ayrıca böcek hareketi için bir optimum sıcaklık ve eşik değeri vardır. Optimumun altında, küresel ısınma nedeniyle meydana gelen sıcaklık artışı böcek hareketini artıracak iken eşiğin üzerindeki artışlar ölümcül olacaktır. Yaprak bitleri göz önüne alındığında, hareketlerindeki artışla birlikte virus hastalıklarını daha geniş alanlara yaymaları mümkün olabilecektir (Bale ve ark., 2002).

Küresel ısınmayla birlikte bitkiler de böceklerin yayılmasında etkili olacaktır. Daha yüksek sıcaklık ortalaması muhtemelen bazı bitkilerin daha kuzey bölgelerde yetişmesine imkân sağlayacaktır. Bu durum bu bitki türleri üzerinde beslenen böcek türlerinin bu yeni alanlara yayılmasına neden olacaktır (Reilly, 1996). Böylece böcek türlerinin yüksek enlemlerde ve dağlık alanlardaki çeşitliliği sıcaklığın artışına paralel olarak artış gösterecektir. Bu olası gelişme daha fazla böcek türünün daha fazla konukçu bitkiye saldırması anlamına gelmektedir (Petzoldt ve Seaman, 2007;FAO,2008).

2.4. Küresel Isınmanın Böcek Popülasyonlarına Etkisi

İklimin, özellikle sıcaklığın böceklerin gelişmesi, üremesi, coğrafik alanı, hayatta kalması ve popülasyon büyüklüğü üzerine kuvvetli ve doğrudan bir etkisi vardır. Küresel ısınma sonucu artan sıcaklık böcek popülasyonlarını birkaç yönden etkilemektedir. Sıcaklıktaki artışın bazı koşullarda böcek popülasyonlarını azaltabileceği düşünülse de, ılıman iklimdeki sıcak havaların daha fazla böcek türü ve daha yüksek böcek popülasyonuna sebep olacağı birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Petzoldt ve Seaman, 2007). Daha ılık geçen kışlar nedeniyle böceklerde daha az kış ölümleri meydana gelmesi

böcek popülasyonlarının artmasında önemli rol oynayabilecektir (Bale ve ark., 2002).

Diyapozda girmeyen ve kışı aktif dönemlerinde geçiren *Myzus persicae* (Homoptera:Aphididae) gibi böceklerin ılık geçen kışlardan dolayı hayatta kalma oranlarının artacağı, yani kış ölümlerinin daha az olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle bu türlerin popülasyon yoğunluklarını artırması ve coğrafik alanlarını daha yüksek enlemlere doğru genişletmesi beklenmektedir (Bale ve ark., 2002). Kışların daha ılık geçmesi kışın hayatta kalan afitlerin sayısında artışa neden olduğu gibi ayrıca ilkbahar göçlerini daha erken yapmaları ve takip eden yazda zarar oranlarını artırmaları için daha çok fırsat vermektedir. Ancak kış yağışlarında meydana gelecek azalma afitlerin gelişmelerinde düşüşe sebep olacaktır. Çünkü kuraklık, kışlamış afitlerin üreme kapasitesini düşürmektedir (Cannon, 1998).

Diğer yandan sıcaklıkların artması böcek popülasyonlarını azaltıcı etki de gösterebilir. Bazı böcekler belirli bitkilerle daha yakın ilişki kurmuşlar ve onlara özelleşmişlerdir. Sıcaklıkların artması nedeniyle çiftçilerin o bitkileri artık yetiştirmekten vazgeçmesi bu bitkilere özelleşmiş olan böcek popülasyonlarının azalmasına neden olabilecektir (Petzoldt ve Seaman, 2007). Ayrıca ortalama sıcaklıklardaki artışlar bazı türlerin tamamen neslinin tükenmesine de neden olabilir(Thomas et al. 2004; Hance et al. 2007).

Ekstrem iklim olaylarının, örneğin kuraklığın ve mevsimsel olmayan fırtınaların şiddeti ve görülme sıklığındaki artış, iklim koşullarının ortalamasına etki ettiği kadar, uzun vadede böcek popülasyonunun hayatta kalması açısından da önemlidir. Kış boyunca devam eden soğuk ve yağmurlu havanın *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danaidae)' un ölüm oranını artırdığı gözlenmiştir. Yağışlardaki aşırı değişkenlik *Euphydryas editha'* nın larvası ile konukçu bitkisi arasındaki zaman uyumunu bozmuş ve bu da kelebeğin neslinin tükenmesine neden olmuştur (Stewart ve ark., 2007).

2.5. Küresel Isınmanın Böceklerde Üreme Üzerine Etkisi

Sıcaklığın böceklerin üreme gücüne olan etkileri iyi bilinen bir husustur. Artan sıcaklıklar (belirli sıcaklık sınırları içerisinde) böceklerde dişilerin daha çok yumurta koymasına ve döl sayısının artmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklığın da böceklerin üreme güçlerini artırması beklenmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak baharın daha erken gelmesiyle beraber, böceklerin gelişmesi için uygun olan periyodun uzayacağı düşünülmektedir. Bu ise multivoltine türlerin bir yıllık hayat döngüsü içinde daha fazla döl vermesi anlamına gelmektedir. Ayrıca daha uzun büyüme sezonu tek bir konukçu üzerinde daha fazla tür böceğin beslenmesine de imkân verebilir (Ward ve Master, 2007).

2.6. Küresel Isınmanın Böceklerin Adaptasyonuna Etkisi

Böcekler adaptasyon yetenekleri oldukça yüksek olan organizmalardır ve küresel ısınmadan dolayı meydana gelecek değişiklikler başta olmak üzere birçok çevresel değişiklikte başa çıkabilirler. Değişikliğe karşı hangi türlerin adapte olabileceği türlerin genetik kapasitesine bağlıdır. Bu kapasitenin türlerin genetik çeşitliliğine, coğrafik alanına, üreme oranına, göç etme kabiliyetine ve biyotik faktörlerle olan rekabetine göre artması veya azalması beklenebilir. Bir tür ne kadar hareketli olursa ve üreme yeteneği ne kadar hızlı olursa adaptasyon yeteneği de o kadar fazla olmaktadır. Ne yazık ki zararlı türler bu karakterleri gösterme eğilimindedirler ve sıcaklıklardaki değişime karşı kolaylıkla adapte olabilmektedirler (Harrington ve ark., 2001).

2.7. Küresel Isınmanın Böceklerle Mücadeleye Etkisi

İklimdeki değişiklik nedeniyle çiftçilerin böceklerle karşı kullandıkları mücadele yöntemlerinde de değişiklikler olacağı öngörülmektedir. Entomologlar böceklerin coğrafik alanlarını genişleteceğini, üreme oranlarını ve kışlama başarılarını artıracaklarını beklemektedirler. Bu da çiftçilerin daha fazla böcek türü ve sayısı ile mücadele edeceği anlamına gelmektedir. Böceklerin daha fazla döl vermesi nedeniyle onları ekonomik zarar eşliğinin altında tutabilmek için daha fazla insektisit kullanmak gerekebilecektir. Ancak bazı pestisit sınıflarının (pyrethroid ve spinosad) yüksek sıcaklıklarda böcekleri kontrol etmede daha az etkili olduğu yapılan çalışmalar neticesinde gösterilmiştir. Çiftçiler tarafından kullanılan birçok kültürel önlemin de iklim değişikliğinden etkileneceği düşünülmektedir. Örneğin, böceklerle mücadele yöntemi olarak kullanılan ürün rotasyonunun, böceklerin daha erken çıkışı veya kışı sağlam olarak geçiren böcek sayısının artmasıyla daha az etkili olacağı düşünülmektedir. Ama bunun da bitkilerin daha erken ekilip dikilmesi, gelişmesi ve hasat edilmesiyle dengelenebileceği sanılmaktadır (Petzoldt ve Seaman, 2007). Küresel ısınmayla sadece zararlı sorunlarımız değişmeyecek ayrıca zararlıları kontrol etme yöntemlerimizin etkinliği de değişecektir. Örneğin kimyasal ilaçlamayı düşünecek olursak, kurak olan yerlerde ilaçlama yapabileceğimiz gün sayısı artarken yağışlı olan yerlerde ise azalacaktır. Çevresel koşulların değişmesi kimyasalın stabilitesini ve uçuculuğunu etkileyebileceği gibi böceğin davranışını ve duyarlılığını da etkileyebilmekte, böylece aktif maddenin toksisitesinin değişmesine neden olabilmektedir (Harrington ve ark., 2001).

Entomopatojen fungusların başarısı genellikle yüksek neme bağlıdır ve kurak koşullar altında etkinlikleri azalmaktadır. Ayrıca radyasyon seviyeleri de bu fungusların etkinliği açısından önemlidir. Bu organizmaların etkinlikleri yüksek güneş radyasyonu altında hızlı bir şekilde azalmaktadır. Bu nedenle,

Zoophthora radicans (Entomophthoraceae: Zygomycotina)' ın *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae) da neden olduğu ölümlerde azalmalar görülmüştür. Benzer şekilde yüksek sıcaklığın *Beauvaria bassiana*' nın bazı *Galleria* türlerinin kontrolündeki etkinliğinin azalmasına sebep olduğu saptanmıştır (Harrington ve ark., 2001).

2.8. Küresel ısınmanın Doğal Düşmanlara Etkisi

Sıcakların artması böcekleri etkilediği gibi onların parazit ve predatörlerini de etkilemektedir. Yüksek sıcaklıklarda parazit ve predatörlerin böcek popülasyonlarına saldırısı artmaktadır. Örneğin afidler yüksek sıcaklıklarda parazit ve predatörler tarafından saldırıya uğradıklarında salgılamış oldukları alarm feromonlarına verdikleri tepki daha az olmaktadır. Büyüme oranlarındaki değişme böcek ve doğal düşmanı arasındaki uyumu bozabilir. Doğal düşmanlar ve konukçu böcek popülasyonları sıcaklıktaki değişime farklı şekilde tepki verebilirler. Eğer konukçu böcek popülasyonları saldırıya açık olan hayat dönemlerini parazitoitler çıkmadan önce tamamlarsa parazitizmin başarısı azalabilir. Çünkü yüksek sıcaklıklar böceklerin saldırıya açık olan hayat dönemlerini daha hızlı tamamlamasını sağlarlar ve böylelikle parazitlenmekten de kurtulurlar (Petzoldt ve Seaman, 2007). Sıcaklıktaki değişim zararlı ile doğal düşmanı arasındaki ilişkiyi de etkilemektedir. Örneğin 11 °C'nin altında bezelye afidinin (*Acyrtosiphon pisum*, Homoptera: Aphididae) üreme oranı *Coccinella septempunctata*' nın tüketemeyeceği kadar artmakta, fakat 11 °C' nin üzerinde durum tam tersine dönmektedir (Harrington ve ark., 2001).

Küresel ısınmada, kuşlar da böceklerin predatörü olarak dikkate alınmaktadır. Sıcaklık artışıyla birlikte birçok kuş türü hem sayısını hem de yayılma alanını artıracak ve böylece yeni yayılma alanlarında böcekleri kontrol etmede büyük öneme sahip olacaklardır (Cannon, 1998).

2.9. Küresel ısınmanın Hastalık Vektörü Böcekler ve İnsan Sağlığına Etkisi

Sıcaklığın yükselmesiyle birlikte böcek sayısında meydana gelecek artışlar sonucu yaz aylarında böceklerin insanlar üzerinde beslenme gücünün artması beklenebilir. Diğer yandan böcek popülasyonlarının artmasının tarım ürünlerine daha fazla zarar vermesi, bunun sonucunda böceklerle karşı daha fazla ilaç kullanılmasının da insan sağlığını tehdit edeceği öngörülmektedir. Ayrıca, böcekler tarafından taşınan sıtma gibi hastalıklar küresel çapta sağlık sorunları yaratacaktır. Küresel ısınma nedeniyle böceklerin hem sayılarının artırması hem de yaşam alanlarının genişlemesi ile önceleri sadece tropikal bölgelerde görülen insan hastalıklarının yeni alanlarda da görülmesi beklenebilir. Örneğin Kolombiya'nın Andes dağlarında sineklerin taşıdığı kas ve eklem ağrılarına sebep olan "Dengue ateşi" isimli bir hastalık önceden 1000 m' ye kadar yüksekliklerde görülürken günümüzde 2200 m' ye kadar

yüksekliklerde görülmeye başlanmıştır. Ayrıca, biyologlar Endonezya' da sıtma taşıyan sineklerin son yıllarda alanlarını genişlettiğini belirlemişlerdir. Sıcaklığın artması böcekleri etkilediği gibi taşıdıkları hastalık etmenlerini de özellikle vektör içerisindeki olgunlaşma süresini azaltmak suretiyle etkileyecektir. Bu da kısa ömürlü olan vektörler, örneğin Afrika, Madagaskar, Nepal, ve Papua Yeni Gine'nin dağlık alanlarında bulunan sinek türleri açısından oldukça önemlidir (Samways, 2005).

2.10. Küresel ısınmanın Böcekler Tarafından Taşınan Bitki Hastalıklarına Etkisi

Küresel ısınma nedeniyle böceklerin neden olabileceği bir başka sorun ise bitki virüs hastalıklarıdır. İngiltere'deki BYDV (barley yellow dwarf virus) bu durum için iyi bir örnek teşkil etmektedir. Bu virus dünya genelinde oldukça yaygındır ve çok sayıda konukçusu bulunmaktadır. Bu virüsün farklı afid türleriyle farklı şekillerde taşınan birçok ırkı bulunmaktadır. Bu virüsün bir ırkı özellikle mısırda çok yaygındır ve *Rhopalosiphum maidis* (Hom.:Aphididae) ile etkili bir şekilde taşınmaktadır. Mısır, İngiltere'de ikincil bir üründür, fakat küresel ısınmayla birlikte muhtemelen daha uygun bir yaşama alanı bulması ve yaygınlaşması söz konusu olacaktır. *Rhopalosiphum maidis*' de İngiltere'nin birçok yerinde uzun yıllardır düşük yoğunluklarda görülmektedir. Fakat mısırın yaygınlaşması bu afidin de yaygınlaşmasını teşvik edecektir. Bu zararlı afidin soğuğa dayanıklı bir yumurta dönemi bulunmamaktadır, fakat kışların artık daha ılık geçmesi bu afidin hayatta kalma oranını artıracaktır. Tüm bu zincirleme olaylar da doğal olarak virusun yayılmasını artıracaktır. Yüksek sıcaklıklarda diğer afid türleri de BYDV' nin mısır ırkını buğday ve arpaya taşıyabilir hale geleceklerdir (Harrington ve ark., 2001).

3. ARTAN CO₂ SEVİYESİNİN BÖCEKLERE ETKİSİ

Genellikle CO₂'nin böcekler üzerine olan etkisinin dolaylı olduğu düşünülmektedir. Yani böcekleri doğrudan etkilemek yerine öncelikle onların konukçusu olan bitkileri etkilemekte ve bu yolla böcekler üzerinde etkili olabilmektedir. Bazı araştırmacılar artan CO₂'nin böcekler üzerine önemli etkilerinin olduğunu saptamışlardır. Yapılan bir çalışmada FACE teknolojisi (free air gas concentration enrichment) kullanılarak 21. yüzyılın ortalarına doğru gerçekleşmesi beklenen CO₂ ve O₂ konsantrasyonuna benzer bir atmosfer modeli yapılmıştır. Bu çalışmada, erken dönemde, yükseltilmiş CO₂ atmosferi altında gelişen soya fasulyelerinde günümüz atmosfer koşulları altında gelişen soya fasulyelerine oranla %57 daha fazla böcek zararı görülmüş ve denemeye devam edebilmek için insektisit uygulanması gerekmiştir. Yapılan ölçümlerde soya fasulyesinin yapraklarındaki basit

şekerlerin seviyesindeki artışın böcekleri daha fazla beslenmeye teşvik etmiş olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan bazen böceklerin düşük nitrojen içeren yapraklarda beslenirken metabolizmaları için gerekli olan nitrojeni elde etmek amacıyla daha fazla beslendiklerini gözlemlemiştir (Petzoldt ve Seaman, 2007).

CO₂ oranının artması bitki dokularındaki C:N oranını yükseltmekte ve bu artış konukçu bitkinin kalitesinde azalmaya sebep olurken, genel olarak larvaların konukçu bitki üzerindeki beslenmesinin artmasına sebep olmakta, yani böceklerin daha fazla beslenmesini teşvik etmektedir. Ancak CO₂'nin sebep olduğu bu tüketim oranının fizyolojik etkileri konukçu ve zararlı arasındaki ilişkiye göre değişiklik göstermektedir. Bazı türler için CO₂'in artması durumunda elde edilen nispi gelişme oranı normal atmosfer koşullarından farklı bulunmamıştır. Diğer bir deyişle bu böcekler yapraklardaki azot oranının azalmasını tamamen tolere edebilmektedirler. Oysa çoğu durumda birçok böcek için bu mümkün gözükmemektedir (Cannon, 1998).

CO₂ seviyesinin artması sonucu bitki dokularındaki karbonun nitrojene göre artması böcek gelişimini yavaşlatabilmekte ve gelişmesinin yavaşlaması da böceklerin parazitotiler tarafından saldırıya maruz kaldığı sürenin uzamasına neden olabilmektedir (Petzoldt ve Seaman, 2007).

Konukçu bitkideki CO₂ miktarının değişimi nedeniyle meydana gelen larva performansındaki farklılığın boyutu genellikle konukçu tür tarafından belirlenmektedir. Örneğin, *Lymantria dispar* (Lepidoptera:Lymantridae) larvasının yüksek CO₂ altında kavak bitkisindeki performansı, tüketim miktarının artmış olmasına rağmen düşmüş fakat meşede ise yükselmiştir (Cannon, 1998). Artan CO₂'in diğer bir etkisi de bitkilerin su kullanımıyla ilgilidir. CO₂ artması sonucu bitki transpirasyonu azaltmak amacıyla stomalarını kapatmakta bu da yaprak yüzey sıcaklığının artmasına ve nisbi nemin azalmasına neden olmaktadır. Bu da bazı böcek türlerinin gelişimi için uygun olmayan koşullar oluşturmaktadır (Samways, 2005).

4. ARTAN YAĞIŞLARIN BÖCEKLERE ETKİSİ

Küresel ısınma nedeniyle dünya yüzeyine düşen ortalama yağışın artacağı ancak bazı bölgelerde ise kuraklığın daha şiddetli olacağı tahmin edilmektedir. Her ne kadar bunlar tahmin gibi görünse de geçtiğimiz yüzyılda dünya yüzeyine düşen ortalama yağış %1 oranında artmıştır. Bu artış daha çok kuzey yarım kürede olmuştur. Örneğin, Amerika'da bu artışlar % 10 civarında olmuş ve ekstrem yağışlar eskiye oranla daha fazla görülmüştür. Bunun yanı sıra subtropik ve tropik bölgeler ise daha kurak geçmiştir. 1980' lerin ortasından itibaren İsviçre Alp'lerindeki kar sezonu ve kar miktarında da önemli düşüşler görülmüştür (Samways, 2005).

Bazı böcekler yağışa karşı duyarlıdır ve şiddetli yağışlarda ya ölmekte ya da bitki üzerinden uzaklaşmaktadırlar. Bu, özellikle Amerika'nın kuzeybatı eyaletlerinde soğan tripsleriyle mücadele açısından oldukça önemlidir. Kışı toprakta geçiren bazı böcekler için örneğin yabanmersini zararlılarıyla mücadelede toprağın su altında bırakılması önemli bir mücadele yöntemidir. Küresel ısınma nedeniyle yağışların daha sık ve daha yoğun olmasının bu tür böcekleri olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Bunun aksine bezelye afidi gibi zararlıları ise kuraklığa hiç toleransları yoktur (Petzoldt ve Seaman, 2007).

Ayrıca sıcaklık gibi yağıştaki değişikliklerin de parazitler, predatörler ve hastalık üzerinde etkili olması öngörülmektedir. Örneğin böceklerin fungal patojenlerinin yüksek nemli bölgelerde etkinlikleri artacak, nemin az olduğu kurak bölgelerde ise etkinlikleri azalacaktır (Petzoldt ve Seaman, 2007).

5. SONUÇ

Küresel ısınmanın dünya üzerindeki bütün canlılar gibi böcekleri de etkilemesi kaçınılmazdır. Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi küresel ısınma nedeniyle meydana gelecek değişimlerin genellikle böceklerin lehine olacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklıkların artmasıyla birlikte böceklerin gelişmesi hızlanacak, bir yılda verdikleri nesil sayısı artacak, coğrafik alanı genişleyecek, kışların daha ılık geçmesi nedeniyle kışı canlı geçiren böcek sayısı ve popülasyon büyüklüğü artacaktır. Genel olarak şu ana kadar yapılan birçok çalışmanın sonucu, gelecekte sıcaklığın artmasıyla birlikte böceklerin sayısının da artacağı ve tarımda daha fazla problem olacağı şeklinde sonuçlansa da, halen birçok belirsizlik bulunmaktadır. Özellikle artan CO₂ ve sıcaklık seviyelerinin birbirleriyle olacak etkileşimlerinin böcekleri nasıl etkileyeceğini önceden tahmin etmek oldukça güçtür. Bu konu yeni olması nedeniyle yapılan çalışma sayısı da oldukça azdır. Bilim adamlarının yapması gereken küresel ısınmanın böcekleri, böceklerle ilişki içinde olan canlıları ve bunların birbirleriyle ilişkilerini nasıl etkileyeceğini inceleyen araştırmalara daha fazla yer vermeleridir.

6. KAYNAKLAR

- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Pres, M.C., Symmioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Cannon, R.J.C., 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non- indigenous species. *Global Change Biology*. 4: 785-796.

- Collins, W., R. Colman, J. Haywood, R.R. Manning and P. Mote. 2007. The physical science behind climate change. *Sci. Amer.* 297 (2): 64-73.
- FAO, 2008. Climate-Related Transboundary Pests and Disease. Technical Background Document from the Expert Consultation Held on 25-27 February, 2008. FAO, Rome.
- Hance, T. J. van Baaren, P. Vernon and G. Boivin. 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annu. Rev. Entomol.* 52:107-126.
- Harrington, R., Fleming, R.A., Woiwod, P., 2001. Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted?. *Agricultural and Forest Entomology.* 3: 233-240.
- Houghton, J.T. et al. 2001. *Climate Change 2001: the Scientific Basis.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Johansen, B.E. 2002. *The Global Warming Desk Reference.* Greenwood Press, Westport, CT. 353 pp
- Karl, T.R. and K.E. Trenbeth. 2003. Modern global climate change. *Science* 302:1719-1723.
- Menendez, R., 2007. How are insects responding to global warming? *Tijdschrift voor Entomologie* 150: 355-365.
- Parmesan, C., N. Ryrholm, C. Stefanescu et al. 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399:579-583.
- Parmesan, C. and G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature.* 421:37-42.
- Parmesan, C. 2007. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecology, Evolution, and Systematics.* 37:637-669.
- Penuelas, J. and I. Filella. 2001. Responses to a warming world. *Science* 294:793-795.
- Petzoldt, C., Seaman, A., 2007. Climate change effects on insects and pathogens. *Climate change and agriculture: promoting practical and profitable responses.* Available from URL: <http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects.Pathogens.pdf> [Erişim: 10 Eylül 2010].
- Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, et al. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421:57-60.
- Quarles, W., 2007. Global Warming Means More Insects. *The IPM Practitioner.* Vol. XXIX. No:9/10. Sept.Oct. 2007.
- Reilly, J., 1996. *Agriculture in a changing climate: Impacts and adaptation. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses.* pp. 427-468. 1996.
- Salinger, M.J., M.V.K. Sivakumar and R. Motha. 2005. Reducing vulnerability of agriculture and forestry to climate variability and change. *Climatic Change* 70(1/2) : 341-342.
- Samways, M. J., 2005. Global climate change and synergistic impacts. *Insect Diversity Conservation.* Cambridge University Press, New York. s: 136-151.
- Sharma, H.C., 2010. *Global Warming and Climate Change: Impact on Arthropod Biodiversity, Pest Management, and Food Security.* In: *Pest management and climate change.* Solan, H P, India: Dr. Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry. 11pp.
- Stewart, A.J.A., Lewis, O.T., New, T.R. 2007. *Insect and climate change: processes, patterns and implications for conservation.* *Insect Conservation Biology.* CABI Publishing, London. s:245-270
- Thomas, C.D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont et al. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature.* 427:145-148.
- Ward, N.L., Masters, G.J., 2007. Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biology.* 13: 1-11.

TOKAT İLİ SEBZE ALANLARINDAKİ KÖK-UR NEMATOD (*Meloidogyne* spp.)'LARININ YAYILIŞLARI VE TÜR TESPİTİ

Faruk AKYAZI^{1*} Osman ECEVİT²

¹ Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 52200 ORDU
² Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi, SAMSUN
*e-mail:farukakyazi@hotmail.com

Geliş Tarihi: 12.03.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET: Araştırma, 2006-2007 yılları arasında Tokat ili sebze alanlarında zararlı olan kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) türlerini teşhis etmek, yayılış alanlarını ve bitkilerdeki bulaşıklık oranlarını saptamak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonucunda Tokat'ın iki bölgesinde kök-ur nematodu türlerinden yalnızca *Meloidogyne incognita* (% 100) türü tespit edilmiştir. Bu çalışmada survey yapılan Merkez, Turhal ve Pazar ilçelerinde kök-ur nematodu ile bulaşıklığa rastlanmamış, Niksar ve Erbaa ilçelerinin ise bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Kök-ur nematodu bulaşıklık oranı Erbaa ilçesinde % 34,5, Niksar ilçesinde % 5,5 olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Meloidogyne incognita*, Kök-ur nematodu, Sebze, Tokat, Yayılış

IDENTIFICATION AND DISTRIBUTION OF ROOT KNOT NEMATODE SPECIES (*Meloidogyne* spp.) IN VEGETABLE FIELDS IN TOKAT PROVINCE

ABSTRACT: This research was conducted to identify the root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp), causing problem in vegetable production areas in Tokat province, and determine their distribution and infestation rates during 2006–2007 growing season. The result of the study showed that *Meloidogyne incognita* (100 %) was the only root-knot nematode species identified in two regions of Tokat. The infestation of this nematode was not appeared in the fields surveyed in Tokat (Center), Turhal and Pazar provinces. The infestation was only appeared in Niksar and Erbaa provinces. The infestation rates were found as 34,5 % and 5,5 % for Erbaa and Niksar respectively.

Key Words: *Meloidogyne incognita*., Root-knot nematode, Vegetable, Tokat, Distribution

1.GİRİŞ

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp. (Goldi 1877)) Dünya'da sebzelerde ekonomik anlamda büyük zararlar oluşturan, geniş alanlara yayılmış bir zararlıdır (Taylor and Sasser, 1978; Whitehead, 1998; Kalaiarasan, 2009). Bugüne kadar *Meloidogyne* cinsine ait değişik konukçular üzerinde 90'dan fazla tür tespit edilmiştir fakat en çok yaygın olarak *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood, 1949, *Meloidogyne arenaria* (Neal 1889) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treib 1885) Chitwood ve *Meloidogyne hapla* Chitwood 1949, türleri gözlenmiştir (Netscher and Sikora, 1990; Eisenback and Triantaphyllou, 1991; Karssen 2000; Hunt *et al.* 2005). Türkiye'de de birçok araştırmacı bu türlere rastladıklarını belirtmişlerdir (Enneli, 1980; Elekçioğlu, 1992; Pehlivan ve Kaşkavalcı, 1992; Elekçioğlu ve Uygun, 1994; Söğüt ve Elekçioğlu, 200; Mennan, 1996; Kaşkavalcı ve Öncüer, 1999; Basım ve ark., 2002; Devran and söğüt, 2009). Taylor (1987), Dünya tarım alanı topraklarının % 52'sinin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğunu belirtmiştir. Bu oranın her geçen gün arttığı düşünülecek olursa, geçen zamanla birlikte zararlının ne kadar tehlikeli olabileceği çok daha iyi anlaşılacaktır. Özellikle sera alanları, sahip oldukları uygun sıcaklık ve nem ile kök-ur nematodlarının için ideal alanları oluşturmaktadır (Pehlivan, 1995). Bu alanlarda kök-ur nematodları önemli zararlar meydana getirmektedir (Özarslan ve Elekçioğlu, 2010). Tehlikeli olan

diğer bir durum da seracılığın açık alana göre avantajlı yönleri nedeni ile Türkiye'de de her geçen gün daha yaygın hale geliyor olmasıdır. Kök-ur nematodlarının polifag zararlılar olması da onları daha önemli ve tehlikeli kılmaktadır. Dolayısı ile bu zararlılar, en önemli konukçu grubu sebzeler olmak üzere geniş bir konukçu dizisinde zararlı olabilecek bir potansiyele sahiplerdir. Kök-ur nematodları konukçusu olan bitkilerde, ürünün gerek miktar gerekse kalitesinde önemli derecede azalmalar meydana gelmesine neden olmaktadır (Eisenback and Triantaphyllou, 1991; Karssen, 2002). Fakat bu zararın şiddeti pek çok faktöre özellikle çevre koşulları ve konukçuya bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle dünyada farklı birçok ülke ve üründe kök-ur nematodlarından dolayı oluşan kayıp oranları farklı değerlerde verilmiştir. Örneğin Johnson *et al.* (1974), Kanada'da sadece sera alanlarında kök-ur nematodlarından dolayı ortaya çıkan ürün kaybının domates bitkisinde % 42, Lamberti (1978) ise İtalya'da % 50 oranında olduğunu ifade etmiştir. Türkiye'de özellikle seralarda kök ur nematodlarından kaynaklanan ürün kayıpları olmaktadır (Devran and Söğüt 2010). Bazı bölgelerde kök-ur nematodlarından kaynaklanan ürün kaybının % 50 - % 60 arasında olduğu tahmin edilmektedir (Johnson *et al.*, 2005). Kaşkavalcı ve Öncüer, (1999) bu oranın domates bitkisinde % 80,1'e kadar ulaşabileceğini belirtmiştir. Yukarıda bahsedilen en yaygın dört tür arasından konukçu sayısı en fazla olan *M. incognita* türüdür. Bu tür dünyanın hemen hemen her ülkesinde mevcuttur ve tek başına oldukça fazla

zarar yapabilme kabiliyetindedir. Örneğin, Reddy (1986), *M. incognita*'nın Hindistan'da patlıcan ve fasulyede % 28 ile % 43 arasında bir oranda ürün kaybına neden olduğunu belirtmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonuç kök-ur nematodu zararının konukçu bitki ve ülkelere göre değişiklik gösterdiğini kanıtlar niteliktedir. Yine çalışmaların hepsinin ortak yanı, bu nematodun oluşturmuş oldukları ürün kayıplarının gerek miktar gerek ise ekonomik anlamda göz ardı edilemeyecek kadar yüksek olduğudur. Ancak kök-ur nematodları ile ilgili kayıtlar ülkemizde az olduğu gibi, Türkiye'nin sebze üretiminde özellikle Erbaa ve Niksar Ovaları ile geniş bir paya sahip olan Tokat ili'nde bu zararlılar ile ilgili herhangi bir kayda rastlanmamıştır. Bu sebeple, ülkemizde özellikle örtü altı yetiştiriciliğinde büyük ekonomik kayıplara neden olan kök-ur nematodlarının Tokat ili sebze üretim alanlarında yayılış durumunun belirlenmesi ve yöre için bulaşıklık haritasının çıkarılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Tokat ili sebze alanlarından alınan bulaşık bitki materyalleri ve kök-ur nematodu oluşturmaktadır.

2.1. Örneklerin Alınması

Sürvey çalışmalarında bitki örneklerinin alınmasına 2006 yılında 31 Mayıs -19 Eylül tarihleri arasında, 2007 yılında ise 15 Mayıs'da başlayıp, 10 Eylül'e kadar sürmüştür. Sürveylerde her bir alandan, alanın büyüklüğüne göre 3 ile 5 arasında bitki örneği alınmıştır. Bitki örnekleri alınırken özellikle solgunluk, gelişme geriliği gibi kök-ur nematodu belirtisi gösteren yerlerden örnekleme yapılmasına ve küçük köklerin zarar görmemesine dikkat edilmiştir. Alınan bitki kökleri polietilen torbalara konularak gerekli etiket bilgileri kaydedildikten sonra inceleme yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Örnekler +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

2.2. Kök-ur Nematodu Yayılış Alanları ve Bulaşıklık Oranlarının Belirlenmesi

Sürvey yapılan alanlar, ekilişi yapılan sebze çeşitlerinin miktarları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Özellikle seracılığın yapıldığı yerlerde daha çok sürvey yapılmasına dikkat edilmiştir. Buna göre çalışma süresince en fazla yetiştiriciliği yapılan domates bitkisi başta olmak üzere toplam 10 farklı sebze çeşidinden örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1). Sürvey alanları sebze tarımının ve seracılığın yoğun olarak yapıldığı Merkez, Pazar, Turhal, Niksar ve Erbaa ilçelerinde olacak şekilde belirlenmiştir. Bu doğrultuda kök-ur nematodlarının yayılışı ve bulaşıklık oranlarının ortaya konulması için çalışma süresince toplam 172 farklı yerde sürvey gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Bitkilerdeki bulaşıklık oranlarının belirlenmesi için sebze köklerindeki ıslanma, Kinloch (1990)'un 0-4 bulaşıklık ıskalasına

göre değerlendirilmiştir. Sürveyler sonucunda bulaşık alanlar tespit edilerek Tokat ilindeki yayılış alanları belirlenmiştir. Yaygınlık aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yaygınlık} = \frac{\text{Kök-ur nematodu ile enfekteli alan sayısı}}{\text{Sürvey yapılan alan sayısı}} \times 100$$

2.3. Tür Tespiti

Araziden getirilen bulaşık bitki köklerinden ergin dişi bireylerin elde edilmesinde Blender-Elek metodu kullanılmıştır (Coolen and D'Herde, 1972). Bulaşık bitki kökleri yıkanarak 1-2 cm boyunda küçük parçalar halinde kesilmiştir. Kesilen bitki kısımları Blender'da 5 sn 3 kez aralıklı çalıştırılarak parçalanmıştır. Solüsyon 30, 60, 100 mesh'lik eleklerden süzülüş 60 ve 100 mesh'lik eleklerde biriken kısımdan dişi bireyler toplanmıştır (Hooper, 1987). Dişi birey bozulmadan saklanabilmesi için TAF fiksatifine (Triethanolamin + % 40'luk Ticari Formalin + Saf su) alınmıştır (Courtney et al., 1955).

Kök-ur nematodlarının teşhislerinin yapılması için ergin dişi kök-ur nematodlarının anal kısımları % 45'lik laktik asit içerisinde bisturi ve pens yardımı ile kesilip, içerisi boşaltılarak gliserin ile preparatları yapılmıştır (Taylor and Netscher, 1974). Teşhisler Thorne (1961), Eisenback et al. (1981), Eisenback, 1985, Jepson (1987) yararlanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Sürvey yapılan sebzelerin familyası, türkçe ve latince adları (Vural ve ark., 2000).

Familya	Türkçe Adı	Latince Adı
Solanaceae	Domates	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>
Solanaceae	Biber	<i>Capsicum annum</i>
Solanaceae	Patlıcan	<i>Solanum melongena</i>
Cucurbitaceae	Hıyar	<i>Cucumis sativus</i>
Cucurbitaceae	Kavun	<i>Cucumis melo</i>
Cucurbitaceae	Karpuz	<i>Citrullus lanatus</i>
Kabaceae	Fasulye	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Asteraceae	Marul	<i>Lactuca sativa</i>
Cruciferae	Lahana	<i>Brassica oleracea</i>
Malvaceae	Bamya	<i>Abelmoschus esculentus</i>

3. BULGULAR

3.1. *Meloidogyne incognita*'nın Tokat İlindeki Yaygınlığı ve Bulaşıklık Oranları

Tokat ili Merkez, Erbaa, Niksar, Pazar ve Turhal ilçelerinde açık alan ve seralardaki sebze üretim alanlarında sürveyler yapılmıştır. Toplam 172 adet sera ve açık alanın sadece 33 tanesinde kök-ur nematoduna rastlanmıştır. Bu da Tokat İli'nin kök-ur nematodları ile bulaşıklık oranının sadece % 19,2 olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Merkez, Turhal ve Pazar İlçe'lerinde kök-ur nematodu ile ilgili herhangi bir nematod varlığına rastlanmamış, yalnızca Niksar ve Erbaa ilçelerinde bulaşık alanlar tespit edilmiştir. Bulaşık olan bu alanlar içinde kök-ur nematodu ile en yüksek bulaşıklık % 34,5 oranı ile Erbaa ilçesi olurken bunu % 5,5 ile Niksar ilçesi takip etmiştir.

Niksar İlçe'sinde hıyar, domates, biber, fasulye, patlıcan, kavun ve karpuz olmak üzere 7 farklı sebze çeşidi yetiştirilen 36'sı açık alan, 19'u sera olmak üzere toplam 55 farklı üretim alanında sürveyler yapılmıştır. Niksar İlçe'sinde örnekleme yapılan açık alanlarda kök-ur nematodu ile bulaşıklık bulunmamıştır. Sera alanlarında ise sadece 3 tanesinde kök-ur nematodu ile bulaşıklık görülmüştür. Böylece zararlının Niksar için bulaşıklık oranı % 5,5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Bulaşık olarak belirlenen 3 seradan 2'si Şahinli, 1 tanesi ise Yolkonak beldesi sınırlarındadır (Şekil 1, Çizelge 3). Niksar'da yetiştirilen 7 farklı sebze çeşidi içerisinde ise, yalnızca hıyar bitkilerinin bulaşık olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Bulaşık 3 serada da çok düşük seviyeyi gösteren ıskala 1 değerindeki bulaşıklık tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Tokat ili sürvey yapılan alanlar ve bulaşıklık oranları

İlçe	İncelenen alan sayısı		Bulaşık alanlar		Oran (%)
	Sera	Açık alan	Sera	Açık alan	
Merkez	-	8	-	0	0
Erbaa	50	37	23	7	34,5
Niksar	19	36	3	0	5,5
Pazar	-	16	-	0	0
Turhal	-	6	-	0	0
TOPLAM	69	103	26	7	19,2

Erbaa ilçesi'nde 37 adedi açık alan, 50 adedi sera olmak üzere 87 farklı alanda sürvey yapılmıştır. Bunlardan 7'si açık alan, 23 tanesi sera olmak üzere toplam 30 alanda % 34,5 oranında kök-ur nematodu varlığı saptanmıştır (Çizelge 2).

Kök-ur nematodu ile bulaşık olarak tespit edilen 23 adet sera'dan 20 sera seracılığın yoğun olarak yapıldığı Erek mahallesinde, 2'si Çandır, 1 tanesi Hacıpazar'da yer almaktadır (Çizelge 4). Bulaşık seraların 15 tanesi hıyar serası olup, bulaşıklık bitkiler arasında ilk sırayı almış ve bunu domates, patlıcan ve fasulye bitkileri takip etmiştir. Sera alanlarındaki bulaşıklık değeri ise açık alana göre daha yüksek olup en yüksek Erek'te hıyar bitkisinde (ıskala 4) tespit edilmiştir. Bulaşık seralardan 11 tanesinde ıskala 3 değeri görülerek ilk sırayı almıştır. Bunu 5 sera ile ıskala 4 değeri, 4 sera ile ıskala 2, 3 sera ile ise ıskala 1 değeri takip etmiştir (Çizelge 4).

Erbaa'da sebze üretimi yapılan 37 açık alandan 7 noktada kök-ur nematodu tespit edilmiştir. Bu alanlardan 4'ü domates, 1'i patlıcan, 1'i Fasulye ve 1 tanesi de marul bitkisi olup en fazla bulaşıklık domates bitkisinde görülmüştür. Açık alan arazilerinin bulaşık olanlarının 2'si Karayaka, 2'si Bölücek, 1'i Kızılcubuk, 1'i Erek ve 1 tanesi de Tepekışla'da yer almıştır (Çizelge 5). Açık alanlar ile ilgili olarak yapılan bulaşıklık değerlendirmelerinde en fazla ıskala 1 değeri bulunmuş olup, en yüksek Erek'te marul

bitkisinde, Tepekışla'da domates bitkisinde ıskala 3 değeri tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Erbaa ve Niksar ilçesinde kök-ur nematodları ile bulaşık alanlar tespit edilerek bu alanlar için çıkartılan bulaşıklık haritasında (Şekil 1 ve 2) haritalar incelendiğinde Erbaa ve Niksar ilçelerinde bulaşık görülen alanlar ırmak suyuna yakın ve bu su ile sulama yapılan alanlar olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Niksar ilçesi kök-ur nematodu bulaşıklık haritası

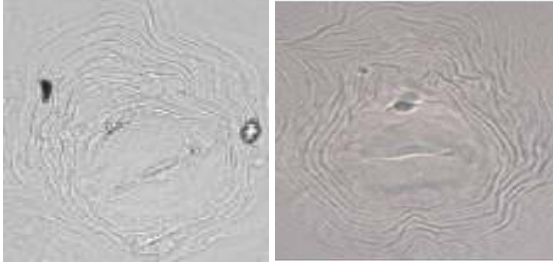


Şekil 2. Erbaa ilçesi kök-ur nematodu bulaşıklık haritası

3.2. Kök-ur Nematodu Tür Tespiti

Tokat ili sebze yetiştirilen alanlarda yapılan sürveyler sonucunda Niksar ve Erbaa ilçelerinde bulunan *Meloidogyne* cinsine ait nematodların tür tespiti yapılmıştır. Bulaşık köklerden alınan kök-ur nematodu ergin dişi bireylerinin anal kesitinden preparatları yapılmıştır. Yapılan preparatlar incelendiğinde daha önce Williams (1973)'in da belirttiği gibi anal kesit stria'ları çok yakın aralıklarla yerleştiği, özellikle dorsal ve lateral olarak çok dalgaldan düze kadar değişen şekillerde olup bazen zikzaklar çizdiği, dorsal arch adı verilen sırtta ait kemer'in oldukça yüksek kare şeklinde olup, bazen yuvarlaklaştığı gözlenmiştir (Şekil 3). Anüs'ün düzgün bir yay şeklinde olması tanımının yapılmasında kolaylık sağlamıştır. Bu türe ait bilgiler

daha önce Thorne (1961), Eisenback et al. (1981), Eisenback (1985), Jepson (1987) tarafından yapılan çalışmalara uyum sağladığından *Meloidogyne incognita* olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Tespit edilen *Meloidogyne incognita* 'nın perineal yapısı

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tokat ilinde yapılan sürvey sonucunda sebze üretim alanlarının % 19,2 oranında kök ur nematodları ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Kök-ur nematodlarına yalnızca Erbaa ve Niksar ilçesinde rastlanmış olup, üretim yapılan diğer yerlerde kök-ur nematoduna rastlanmamıştır. Niksar ilçesinde % 5,5 oranında, Erbaa ilçesinde ise Niksar ilçesinden yaklaşık 7 kat fazla olan % 34,5 oranına rastlanmıştır. Bulaşıklık yoğun olarak sera alanlarında rastlanmıştır. Sebze yetiştirilen seraların % 46'sı kök-ur nematodu ile bulaşık olarak bulunmuştur. Mennan ve ark. (2009) Samsun ilinin sebze seralarının % 65 oranında kök-ur nematodları ile bulaşık olduğunu belirterek yapılan bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Sebze alanlarında kök-ur nematoduna, Erbaa ve Niksar dışındaki ilçelerde bulunmamasının sebebi Tokat ili merkez ve diğer ilçelerde rakım'ın 600 m'den yüksek olması, fakat Erbaa'da 248 m, Niksar'da ise 350 m gibi düşük seviyede olması düşünülmektedir. Niksar ve Erbaa'da incir'in yetişmesi buralarda kök-ur nematodunun bulunabileceğinin bir göstergesidir. Kök-ur nematodlarının yayılma ekolojisi ile incirin yetişme alanları arasında bir paralellik bulunmaktadır (Yüksel, H., 1980 görüşme).

Sürvey sonucunda bulaşık örneklerden alınan dişilerin perineal kısımlarından yapılan teşhisler sonucunda yörede hakim tür'ün tamamının *M. incognita* olduğu tespit edilmiştir. Dünya'da yapılan çalışmalar en yaygın tür'ün *M. incognita* olduğunu vurgulamıştır. Sasser ve Carter (1985)'in 75 farklı ülkeden aldıkları 1000'den fazla örneğin % 52'sinin *M. incognita* ile bulaşık olduğunu belirtmesi bunu doğrular niteliktedir. Ülkemizde bu konuda çalışan araştırmacılardan Enneli (1980) de İç Anadolu bölgesinde bulunan türlerin % 93'nün *M. incognita* olduğunu belirterek çalışma sonuçlarını desteklemektedir. Karadeniz Bölgesi'nde çalışan Yüksel (1966a,b)'in elde ettiği sonuçlar da bu araştırma verileri ile paralellik göstermektedir. Tokat'a komşu il olan Samsun'da çalışma yapan

Mennan ve Ecevit (2001) de, bu ilde örnekleme yaptıkları Bafra ve Çarşamba Ovaları'nda en yaygın tür'ün *M. incognita* olduğunu belirterek bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedirler. Diğer araştırmacılardan Basım ve ark. (2002) ile Ağdacı (1978) seralarda yoğun bir şekilde *M. incognita* türüne rastladıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da kök-ur nematoduna özellikle sera yetiştiriciliği yapılan Erbaa ilçesi ile Erek Mahallesi'nde daha yaygın rastlanmıştır. Yapılan sürveyler kök-ur nematodunun daha çok hıyar ve domates bitkilerinde bulduklarını ve özellikle hıyar bitkilerinde daha zararlı olup, verim kayıpları ve erken ölümlere neden olduklarını da göstermiştir. Bunun sebebinin kök-ur nematoduna karşı hassas çeşitlerin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede diğer kök-ur nematodu türlerine bu alanlarda rastlanmamıştır. Bu durumun Tokat ilinin iklim özelliklerin kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Erbaa ve Niksar ilçelerinin yıllık ortalama 500 mm'den fazla yağış alması ve buralarda yer yer nemli iklim şartları altında oluşan "Terra Roza" denilen kırmızı topraklar bulunması, Yüksel (1974)'in, belirtmiş olduğu *M. javanica* türünün yağışa bağlı olarak toprak neminin yüksek olduğu bölgelerde bulunmadığı bilgisini kanıtlar niteliktedir. Yine Van Gundy (1985), *M. javanica*'nın soğuğa en dayanıksız tür olduğunu belirtmiştir. Tokat ilinde yaz mevsimi yüksek yerlerde serin ve yer yer yağışlı, kış mevsimi ise soğuk ve kar yağışlı olarak geçmesi bunu doğrular niteliktedir. Kök-ur nematodlarının üreme ve gelişmesi 10 °C'nin altındaki düşük sıcaklıklarda negatif etkilendiği bilinmektedir (Tzortzakakis and Trudgill, 2005; Timper et al. 2006). Bunlara bağlı olarak iklimsel şartların diğer türlerden olan *M. javanica*'nın bu bölgede bulunmasını sınırlandırabilecek faktörlerden bir tanesidir. *Meloidogyne hapla* türü ise genellikle Dünya'nın ılıman iklim bölgelerinde yaygın bir tür olduğu Netscher and Sikora (1990) ile Söğüt ve Elekçioğlu, (2000) tarafından bildirilmiştir. Ülkemizde ise Yüksel (1974) bu türün yaygın bir tür olmadığını belirtmiştir. *Meloidogyne javanica*'nın Dünya'da sıcak iklim bölgelerinde yayılış gösterdiği bilinmektedir. Türkiye'de özellikle Akdeniz bölgesinde Söğüt ve Elekçioğlu (2000) ile Devran and Söğüt (2009) tarafından yapılan araştırmalara baktığımızda kök-ur nematodlarının diğer türlerinin de görüldüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile Tokat ili'nde sebze yetiştirilen alanlarda kök-ur nematodu varlığı tespit edilerek, bölgede hangi oranlarda bulaşıklık yaptığı ortaya konularak, bulaşıklık haritası çıkarılmıştır. Bu çalışma bölge için sonraki çalışmalara yol göstermesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Niksar ilçesi sera ve açık alanda yetiştirilen sebzelerin kök-ur nematodu ile bulaşıklık iskalası

Yer	Köy/Mahalle	No	Bitki	Temiz	Bulaşık	Açık	Sera	Iskala	
Niksar	Şahinli	1	Domates	X	-	X	-	0	
		2	Domates	X	-	X	-	0	
		3	Fasülye	X	-	X	-	0	
		4	Patlıcan	X	-	X	-	0	
		5	Biber	X	-	X	-	0	
		6	Fasülye	X	-	X	-	0	
		7	Domates	X	-	X	-	0	
		8	Fasülye	X	-	X	-	0	
		9	Hıyar	-	X	-	-	X	1
		10	Hıyar	X	-	-	-	X	0
		11	Hıyar	X	-	-	-	X	0
		12	Hıyar	-	X	-	-	X	1
		13	Patlıcan	X	-	X	-	-	0
		14	Biber	X	-	X	-	-	0
		15	Biber	X	-	X	-	-	0
		16	Biber	X	-	X	-	-	0
		17	Domates	X	-	X	-	-	0
	18	Domates	X	-	X	-	-	0	
	19	Biber	X	-	X	-	-	0	
	20	Patlıcan	X	-	X	-	-	0	
	21	Domates	X	-	X	-	-	0	
	22	Kavun	X	-	X	-	-	0	
	23	Karpuz	X	-	X	-	-	0	
	24	Fasülye	X	-	X	-	-	0	
	25	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	26	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	27	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	28	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	29	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	30	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	31	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	32	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	33	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	34	Hıyar	-	X	-	-	X	1	
	35	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	36	Biber	X	-	X	-	-	0	
	37	Domates	X	-	X	-	-	0	
	38	Biber	X	-	X	-	-	0	
	39	Fasülye	X	-	X	-	-	0	
	40	Domates	X	-	X	-	-	0	
	41	Domates	X	-	X	-	-	0	
	42	Domates	X	-	X	-	-	0	
	43	Kavun	X	-	X	-	-	0	
	44	Biber	X	-	X	-	-	0	
	45	Hıyar	X	-	-	-	X	0	
	46	Domates	X	-	X	-	-	0	
	47	Biber	X	-	X	-	-	0	
	47	Patlıcan	X	-	X	-	-	0	
	49	Domates	X	-	X	-	-	0	
	50	Biber	X	-	X	-	-	0	
	51	Kavun	X	-	X	-	-	0	
	52	Domates	X	-	X	-	-	0	
	53	Sarıyazı	53	Hıyar	X	-	-	X	0
	54	Yağan	54	Hıyar	X	-	-	X	0
	55	Yağan	55	Domates	X	-	-	X	0

Tokat ili sebze alanlarındaki kök-ur nematod (*Meloidogyne spp.*)' larının yayılışları ve tür tespiti

Çizelge 4. Erbaa ilçesi seralarda yetiştirilen sebzelerin kök-ur nematodu bulaşıklık ıskalası

Yer	Köy/Mahalle	No	Bitki	Temiz	Bulaşık	Açık	Sera	Iskala
Erbaa	Erek	1	Hıyar	-	X	-	X	3
		2	Domates	-	X	-	X	3
		3	Patlıcan	-	X	-	X	3
		4	Domates	-	X	-	X	3
		5	Domates	X	-	-	X	0
		6	Hıyar	-	X	-	X	3
		7	Patlıcan	-	X	-	X	2
		8	Domates	-	X	-	X	3
		9	Hıyar	-	X	-	X	3
		10	Hıyar	-	X	-	X	3
		11	Hıyar	-	X	-	X	4
		12	Domates	X	-	-	X	0
		13	Hıyar	-	X	-	X	4
		14	Domates	X	-	-	X	0
		15	Domates	-	X	-	X	2
		16	Domates	X	-	-	X	0
		17	Fasülye	-	X	-	X	2
		18	Hıyar	-	X	-	X	1
		19	Hıyar	-	X	-	X	4
		20	Biber	X	-	-	X	0
		21	Domates	-	X	-	X	4
		22	Patlıcan	X	-	-	X	0
		23	Domates	X	-	-	X	0
		24	Hıyar	-	X	-	X	1
		25	Domates	X	-	-	X	0
		26	Domates	X	-	-	X	0
		27	Hıyar	X	-	-	X	0
		28	Hıyar	X	-	-	X	0
		29	Hıyar	-	X	-	X	1
		30	Hıyar	X	-	-	X	0
		31	Hıyar	X	-	-	X	0
		32	Domates	X	-	-	X	0
		33	Domates	X	-	-	X	0
		34	Hıyar	X	-	-	X	0
		35	Hıyar	X	-	-	X	0
		36	Hıyar	-	X	-	X	3
		37	Hıyar	-	X	-	X	4
		38	Biber	X	-	-	X	0
		39	Domates	X	-	-	X	0
		40	Hıyar	X	-	-	X	0
		41	Hıyar	-	X	-	X	2
		42	Domates	X	-	-	X	0
		43	Hıyar	X	-	-	X	0
		44	Domates	X	-	-	X	0
		45	Hıyar	-	X	-	X	3
		46	Hıyar	-	X	-	X	3
		47	Domates	X	-	-	X	0
		48	Domates	X	-	-	X	0
		49	Hıyar	X	-	-	X	0
		50	Domates	X	-	-	X	0

Çizelge 5. Erbaa ilçesi açık alanda yetiştirilen sebzelerin kök-ur nematodu ile bulaşıklık ıskalas

Yer	Köy/Mahalle	No	Bitki	Temiz	Bulaşık	Açık	Sera	Iskala	
Erbaa	Erek	1	Biber	X	-	X	-	0	
		2	Domates	X	-	X	-	0	
		3	Bamya	X	-	X	-	0	
		4	Bamya	X	-	X	-	0	
		5	Lahana	X	-	X	-	0	
		6	Biber	X	-	X	-	0	
		7	Patlıcan	X	-	X	-	0	
		8	Fasülye	X	-	X	-	0	
		9	Marul	-	X	X	-	3	
		10	Bamya	X	-	X	-	0	
		11	Karpuz	X	-	X	-	0	
		12	Domates	X	-	X	-	0	
	Karayaka	13	Domates	-	X	X	-	1	
		14	Fasülye	-	X	X	-	1	
		15	Domates	X	-	X	-	0	
		16	Kavun	X	-	X	-	0	
	Salkımören	17	Fasülye	X	-	X	-	0	
	Üzümlü	18	Domates	X	-	X	-	0	
	Ballıbağ	19	Domates	X	-	X	-	0	
	Tepekışla	20	Domates	-	X	X	-	3	
		21	Biber	X	-	X	-	0	
		22	Domates	X	-	X	-	0	
		23	Fasülye	X	-	X	-	0	
		Bölücek	24	Domates	-	X	X	-	1
			25	Patlıcan	-	X	X	-	1
		26	Domates	-	X	X	-	2	
	Kızılçubuk	27	Domates	X	-	X	-	0	
		28	Biber	X	-	X	-	0	
	Çatlı	29	Hıyar	X	-	X	-	0	
	Çevresu	30	Domates	X	-	X	-	0	
		31	Fasülye	X	-	X	-	0	
	Kale köyü	32	Domates	X	-	X	-	0	
		33	Domates	X	-	X	-	0	
	Hacıpazar	34	Fasülye	X	-	X	-	0	
		35	Fasülye	X	-	X	-	0	
	Değirmenli	33	Domates	X	-	X	-	0	
		37	Biber	X	-	X	-	0	

5. TEŞEKKÜR

Bu araştırma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP) tarafından desteklenmiş 2005/59 nolu proje olup, 2008 yılında kabul edilen doktora tezinin bir bölümüdür. Bu çalışmada Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP)'na yapmış olduğu desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- Ağdacı, M., 1978. Güney Anadolu Bölgesi'nde seralarda yetiştirilen kabakgillerde (*Cucurbitaceae*) zarar yapan kök-ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) tespiti ile zarar dereceleri ve yayılış alanları üzerine araştırmalar. Adana Bölge Zir. Müc. Araş. Enst. Md. Teknik Bült. No: 47, Ankara.
- Basım, E., Yardımcı, N., Arıcı, E., Söğüt, M. A., 2002. Isparta ilinde sera sebzelerindeki bakteriyel, viral, ve fungal hastalıklar ile nematod zararlılarının belirlenmesi. S. D. Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 6(3): 153-163.
- Courtney, W. D., Polley, D., Miller, L., 1955. TAF, An improved fixative in nematoda technique. Pl. Dis. Repr., 39(7): 570-571.
- Coolen, W. A., D'Herde, C. J., 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, Belgium.
- Devran, Z., Söğüt, M. A., 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. Journal of Nematology, 41(2):128-133.
- Devran, Z., Söğüt, M. A. 2010. Occurrence of virulent root-knot nematode populations on tomatoes bearing the Mi gene in protected vegetable-growing areas of Turkey. Phytoparasitica, 38:245-251.
- Eisenback, J. D., Hirschmann, H., Sasser, J. N., Triantaphyllou, A. C., 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) with pictorial key. A crop, pub. Dept. Pl. Path. and Genetics North Carolina State University, Raleigh, N.C. USA.
- Eisenback, J. D. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Pp. 95-112 In: J. N. Sasser and C. C. Carter, (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*, vol. 1. Biology and control. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
- Eisenback, J. D., Triantaphyllou, H. H., 1991. *Meloidogyne* species and race. In: W. R. Nickle, Marcel Dekker (Eds). Manual of Agricultural Nematology, Newyork, USA, pp :281-286.
- Elekçioğlu, İ. H., 1992. Untersuchungen zum auftreten und zur verbreitung phytoparasitärer nematoden in den landwirtschaftlichen hauptkulturen des ostmediterranean gebietes der Türkei. (Doğu akdeniz bölgesi önemli kültür bitkilerindeki nematod türleri ve bölgedeki dağılımları üzerine araştırmalar) Plits, 10 (5), 120.
- Elekçioğlu, İ. H., Uygun, N., 1994. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in crash crop in eastern mediterranean region of Türkiye, 9 th congress of the mediterranean Phytopathological Union, September 18-24, Kuşadası/Aydın-Türkiye, s: 409-410.
- Enneli, S., 1980. İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilen domateslerde zararlı kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita* Chitwood)'nın tanımı, biyolojisi, histopatolojisi ve patojenitesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. A. Ü. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Hooper, D. J., 1987. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: J. F., Southey (Ed.). Laboratory methods for work with plant parasitic nematodes. 59-81. Min. Of Agr., Fish. and Food. Reference Book, 402.
- Hunt, D. J., Luc, M., Manzanilla-Lopez, R. H. 2005. Identification, morphology and Biology of Plant Parasitic nematodes. In: Luc, M., Sikora, R. A. and Bridge, J. (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2nd edition, CABI publishing, pp: 11-52.
- Jepson, S. B., 1987. Identification of root-knot nematodes. C. A. B. International.
- Johnson, A. W., Dowler, C. C., Hauser, H., 1974. Seasonal population dynamics of selected plant parasitic nematodes in four monocultured crops. Nematology, 6(4): 187-190.
- Johnson, C. S., Way, J., Barker, K. R. 2005. Nematode parasites of tobacco. In: Luc, M., Sikora, R. A. and Bridge, J. (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 2nd edition. CABI publishing, pp: 675-708.
- Kalaiarasan, P., 2009. Biochemical markers for identification of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) resistance in tomato Karnataka J. Agric. Sci., 22 (3): 471-475
- Kaşkavalcı, G., Öncüer, C., 1999. Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. Türk. Entomol. Derg., 23(2): 149-160.
- Karssen, G. 2000. The plant parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Brill Academic Publishers, Leiden, The Netherlands, pp: 160.
- Karssen, G., 2002. The plant parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goldi, 1892. (Tylenchida) in Europe. Brill Leiden, Boston, Köln. pp: 157.
- Lamberti, F., 1978. Root-knot nematodes in Italy. In: Roc. First IMP Res. Plann. Conf. on root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp Region VII, Cario Egypt.
- Mennan, S., 1996. Çarşamba ve Bafra ovaları yazlık sebze üretim alanlarındaki en yaygın tür olan *Meloidogyne incognita*'nın morfolojisi, domatesteki biyolojisi ve kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın ovalardaki yayılışı ile bulaşıklık oranları üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. O. M. Ü. Fen Bil. Enst., Samsun.
- Mennan, S., Ecevit, O., 2001. Bafra ve Çarşamba ovalarındaki bazı *Meloidogyne incognita* (Nemata : Heteroderidae) populasyonlarının ırk tespiti. Türk. Entomol. Derg., 25(1): 33-39.
- Mennan, S., Katı, T., Aydınli, G., Erper, İ., 2009. Samsun ili sebze seralarında kök-ur nematodlarının doğal düşmanı olan fungal etmen ve predatör nematod türleri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Netscher, C., Sikora, R. A., 1990. Nematode parasites on vegetables. In: Luc, M., Sikora, R. A., Bridge, J., (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CABI publishing. pp: 237-283.
- Özarslandan, A., Elekçioğlu, H., 2010. *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919), *M. arenaria* (Neal, 1889) ve *M. javanica* (Treub, 1885) (Tylenchida: Meloidogynidae) populasyonlarının dayanıklı ve hassas domates çeşitlerinde virülensliğinin araştırılması. Türk. Entomol. Derg., 34(4): 495-502.

- Pehlivan, E., 1995. Sera zararlıları ders notları, E. Ü. Basımevi, Bornova.
- Pehlivan, E., Kaşkavalcı, G., 1992. Sanayi domatesi üretim alanlarında kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) yayılışı ve bulaşıklık oranı üzerine araştırmalar. SWandom Çalışma Raporu, Yayın No:6 , 61-68.
- Reddy, P. P., 1986. Analysis of crop losses in certain vegetables due to *Meloidogyne incognita*. International Nematology Network Newsletter, 3, 3-5.
- Sasser J. N., Carter, C. C., 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol: 1, Biology and Control. North Carolina State Un. Graphics.
- Söğüt, M. A., Elekçioğlu, İ. H. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. Türk. Entomol. Derg. 24(1), 33-40.
- Taylor, D. P., Netscher, C., 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica, 20: 268-269.
- Taylor, A. L., Sasser, N., 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes Raleigh; N. C. State Univ., pp: 111.
- Taylor, A. L., 1987. Identification and estimation of root-knot nematode species in mixed populations. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida, Bulletin 12, pp: 73.
- Thorne, G., 1961. Principles of nematology. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. Newyork, Toronto, London.
- Tzortzakakis, E. A., Trudgill, D. L. 2005. A comparative study of the thermal time requirements for embryogenesis in *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. Nematology 7: 313-315.
- Yüksel, H., 1966a. Karadeniz Bölgesinde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. Bitki Kor. Bült., 6(1): 35-38.
- Yüksel, H., 1966b. Doğu karadeniz kıyı bölgesinde bulunan *Meloidogyne incognita*, *Heterodera crucifera* ve *Tylenchus semipenetrans*'ın bazı önemli devreleri üzerinde morfolojik çalışmalar. Ata. Üniv. Zir. Fak. Ziraat Araşt. Enst Bült. No:15, s: 21.
- Yüksel, H., 1974. Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki durumu ve bunların popülasyon problemleri üzerinde düşünceler. Ata. Üniv. Zir. Fak. Derg., 5(1): 83-105.
- Van Gundy, S. D., 1985. Ecology of *Meloidogyne* spp. "Emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenity". In: Sasser J. N., Carter, C. C. (Eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*: Vol. 1, Biology and Control, North Carolina State University Graphics, pp: 177-182.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). E. Ü. Zir. Fak. Bah. Bitk. Böl., Bornova, İzmir.
- Whitehead, A. G. 1998. Plant nematode control. Wallingford, UK: CABI publishing, pp: 384.
- Williams, K. J. O., 1973. *Meloidogyne incognita* C. I. H. Description of Plant parasitic Nematodes. Set 2, No: 18.

GENOTİP × ÇEVRE ETKİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN KARARLILIK ANALİZİ YÖNTEMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI¹

Mehmet TOPAL* Necati YILDIZ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı, Erzurum.
*e-mail: mtopal@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.09.2010

Kabul Tarihi: 20.01.2011

ÖZET: Bitki ve hayvanların verimi çevre ile genotipin birlikte etkisinin sonucudur. Fenotipik varyasyon genotip, çevre ve Genotip × Çevre etkileşiminden meydana gelmektedir. Bitki ve hayvan ıslahında Genotip × Çevre etkileşimi oldukça önemli bir konudur. Genotip × Çevre etkileşiminin tespitinde kullanılan parametrik ve parametrik olmayan yöntemler genotiplerin her bir çevredeki verim değerlerine ve bunların ranklarına dayanmaktadır. Kararlılık yöntemleri ile Genotip × Çevre etkileşimleri bireysel olarak tespit edilmektedir. Bu çalışmada normal ve kesikli üniform dağılışa göre türetilen verilerde etkileşimi tespit etmek için ilk önce varyans analizi, daha sonra parametrik olmayan yöntemlerden $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$, $S_i^{(6)}$, L_i , R_i ve Kang yöntemi uygulanmıştır. Yöntemlerin normal ve kesikli üniform dağılış gösteren verilerde uygulanmasında yöntemler arasında ilişki yönünden dağılışlar arasında bir fark olmadığı gözlenmiştir. Her iki dağılışta varyans analizine göre Genotip × Çevre etkileşiminin önemsiz olduğu durumda parametrik olmayan kararlılık yöntemlerine göre elde edilen katsayı değerleri önemsiz bulunurken, Genotip × Çevre etkileşiminin önemli olduğu durumlarda kararlılık katsayı değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Normal ve kesikli üniform dağılış gösteren verilerde parametrik olmayan yöntemlerde en yüksek korelasyonlar S1 ile S2, S3 ile S6 ve L, R, S1 ile S2 yöntemleri arasında belirlenmiştir. KSM yöntemi S3 ve S6 yöntemleri ile yüksek ve önemli ilişki göstermiştir. KSM yöntemi genotip ortalama değerleriyle negatif yönde önemli ilişki göstermiştir. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler arasında en yüksek korelasyonlar CV, VK, EV ve SSV yöntemleri ile S1, S2, L ve R yöntemleri arasında bulunmuştur. Regresyon yöntemleri ile parametrik olmayan yöntemler arasında önemli ilişki tespit edilememiştir. Genotip × Çevre etkileşiminin tespitinde aralarında korelasyonun yüksek olduğu yöntemlerden herhangi biri kullanıldığında benzer sonuçların alınabileceği gözlenmiştir. **Anahtar Sözcükler:** Genotip × Çevre etkileşimi, kararlılık yöntemleri, sıra korelasyon

EXAMINATION OF RELATIONSHIP AMONG PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC STABILITY ESTIMATION METHODS USED IN DETERMINATION OF GENOTYPE × ENVIRONMENT INTERACTION

ABSTRACT: Plant and animal yields are the result of the effect of genotype and environment. Phenotypic variation originates from genotype, environment and Genotype × Environment interaction. Genotype × Environment interaction is the most important issue for animal and plant breeding. Parametric and nonparametric methods used in determination of Genotype × Environment interaction are based on the yield values of genotypes and their ranks in each environment. Genotype × Environment interactions are individually established by stability methods. At the beginning of this research, variance analysis was applied to determine the interactions related to data simulated according to normal and discrete uniform distribution, and then $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$, $S_i^{(6)}$, L_i , R_i and Kang's yield – stability statistics from nonparametric methods were applied to present data. It was observed that differences among the methods applied for the data displaying normal and discrete uniform distribution were not significant. When the interactions obtained according to variance analysis in both normal and discrete uniform distribution were insignificant, coefficient values from nonparametric stability estimation methods were also found to be insignificant. In addition, when interaction was determined to be significant, difference among the coefficient values was significant. The highest correlation in nonparametric methods for normal and discrete uniform distributions was found between S1 and S2, S3 and S6, L, R, S1 and S2 methods. KSM method showed high and significant correlation with S3 and S6. KSM method had significant and negative correlation with the mean of genotype values. The highest correlations were found among the CV, VK, EV, SSV with S1, S2, L and R methods of parametric and nonparametric methods. A significant correlation was not determined between regression and nonparametric methods. It was observed that similar results may be obtained when any method showing high correlation with other methods was used to determine the Genotype × Environment interaction.

Key Words: Genotype × Environment interaction, stability methods, rank correlation

¹ Doktora Tezinden Özetlenmiştir

1. GİRİŞ

Genel manada genotip, canlının fenotipini belirlemesine rağmen çevre faktörleri bu organizmanın fenotipini önemli bir şekilde değiştirebilir. Canlının performansı çevre ile genotipin birlikte etkisinin bir sonucudur. Fenotip, canlının herhangi bir şekilde tespit ve ifade edilen özelliğidir. Canlılarda genlerin ve çevre faktörlerinin müşterek tesirleri altında meydana gelen dış görünüş veya canlının tanınabilen çeşitli karakterleri fenotipi oluşturur. Fenotip, kalitatif (boynuzlu - boynuzsuz, esmer - alaca, kılçıklı - kılçıksız buğday, sarı - beyaz patates gibi) ve kantitatif (hayvanlarda süt, et, yapağı, yumurta verimi, bitkilerde dönüm başından elde edilen verim gibi) olmak üzere ikiye ayrılır.

Bir canlıdaki mevcut fenotipten sorumlu kalıtsal özelliklerin tümü genotiptir. Genotip gen etkilerinden oluşur ve kalıtsaldır. Gen, gözle görülebilir bir karakteri veya fenotipik görünüşü etkileyen kromozomlar üzerine yerleşmiş ve ölçülebilir bir yer tutan en küçük genetik madde parçasıdır (Dayıoğlu ve Doğru 1994). Mather ve Jones (1958)'e göre genotip, bir diploid organizmadaki tek bir otosomaldaki allellerin birleşimidir. Homozigot ve heterozigot genotipler tek bir allelin değişimine göre ayırt edilirler. Yüksek organizmalarda ise, genlerin farklı dizilişleri özel bir genotipi oluşturabilir.

Çevre canlının içinde yaşadığı bakım, besleme, barınma, iklim ve bölge koşulları gibi faktörlerdir. Fenotipte varyasyona neden olan çevre faktörleri makro ve mikro çevre faktörleri olmak üzere ikiye ayrılır. Makro çevre faktörleri, bir popülasyonun tüm bireyleri arasındaki büyük değişimleri sağlar. Mikro çevre faktörleri popülasyonun yalnız bazı bireylerinde değişimlere yol açar.

Çevre fenotipik karakterin ortaya çıkmasında hem doğrudan hem de dolaylı etkide bulunur. Çevrenin dolaylı etkileri, genotipin yapısındaki çevre ve genotipin ortalama etkilerinden tahminlenemeyen değişimleri aksettirir. Çevre koşullarının bütün genotiplere eşit etkide bulunması mümkün değildir. Bazı genotiplere olumsuz etki yapan çevre koşulları diğer bazı genotiplere olumlu yönde etki yapabilir. Bu durum doğrudan genotip çevre etkileşmesi olarak ifade edilebilir. Bu nedenle bazı durumlarda genotiple çevre arasında düz ve bazı durumlarda da ters ilişki bulunabilir. Dolayısıyla genotiple çevre arasındaki ilişkileri düz ilişki ve ters ilişkiler (Genotip \times Çevre etkileşimi) olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Eğer popülasyonda yüksek genotipik değerli fertler çevre faktörleri ile olumlu veya olumsuz yönde daha büyük sapmalar (fenotipik değişimler) gösteriyorlarsa, daha düşük genotipik değerli fertlerde ise çevre faktörlerinin etkisi genotipik değerlerle paralel (uyumlu) olarak, aynı yönde daha az sapmaya sebep oluyorsa, o zaman bu iki varyasyon kaynağı arasında düz bir ilişki vardır (Düzgüneş vd 1987). Herhangi bir karakter yönünden üstün genotipli bireylere daha iyi, düşük genotipli bireylere daha kötü çevre koşulları sağlandığında,

genotip çevre arasında doğrusal bir ilişki meydana gelir (Hartmann 1990). Çevre faktörlerinin sebep oldukları fenotipik farklar genotipe bağlı olarak değişmekte, veya tersine genotipik değerler arası farklar çevreden çevreye değişmekte iseler, çevre ile genotip arasında ters bir ilişkiden söz edilir. Bu ters ilişkiye Genotip \times Çevre etkileşimi denir (Düzgüneş vd 1987). Genotip \times Çevre etkileşimi, herhangi bir karakter yönünden iki veya daha fazla genotipin iki veya daha fazla çevre koşulunda birbirlerine göre nisbi olarak farklı performans göstermeleridir şeklinde de tanımlanabilir (Tuncel 1994). Genotip \times Çevre etkileşimi genotiplerin verim performanslarındaki varyasyonda artma veya azalma yönünde bir değişiklik yapabilir.

Genotip \times Çevre etkileşiminde genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerin tespit edilebilmesi için parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemleri geliştirilmiştir. Kararlılık, genotiplerin çevre şartlarına göstermiş oldukları reaksiyondur. Genotipler çevre şartlarının değişmesinden etkilenmiyorsa kararlı, etkileniyorsa kararsız genotip olarak adlandırılırlar. Kararlılık yöntemleri genellikle kantitatif fenotipik özelliklere uygulanırlar.

Huehn (1990a) farklı çevrelerde yetiştirilen genotiplerin fenotipik kararlılıklarının tahmini için her bir çevredeki genotiplerin sıra puanlarına dayandırılmış üç kararlılık yöntemi önermişlerdir. s sütunlu (çevreler) ve t sıralı (genotipler) iki yönlü çizelgelerde orijinal veri Y_{ij} (Y_{ij} : j. çevredeki i. genotipin fenotipik değeri $i:1,2,\dots,t; j:1,2,\dots,s$) ayrı ayrı s çevrenin her biri için derecelenmeye çevrilmiş. Normal dağılışa dayandırılmış önemliliğin yaklaşık testleri; 1) bir genotipin kararlılığının testi ve 2) farklı genotiplerin kararlılıklarının karşılaştırılması için iki nonparametrik ölçümü "ortalama mutlak sıra puanları farkı" ve "sıra puanlarının varyansı" nı tartışmışlardır. Nassar ve Hühn (1987) bitki ve hayvan yetiştirme ve üretiminde fenotipik kararlılık ve Genotip \times Çevre etkileşimini tahmin etmek için her bir çevredeki genotiplerin sıra puanlarına dayanan $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ parametrik olmayan yöntemleri ve bu kararlılık yöntemlerinin önemlilik testlerini geliştirmişlerdir. $Z_i^{(m)} = [S_i^{(m)} - E(S_i^{(m)})]^2 / Var(S_i^{(m)})$, ($m=1,2$) istatistiğinin t serbestlik derecesiyle χ^2 dağılımına yaklaştığını ifade etmişlerdir. Kaya ve Taner (2003) onbir çevrede yetiştirilen dokuz genotipin kararlılıklarını hesaplamak için $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ yöntemlerini uygulamışlar.

Piepho ve Lotito (1992)'e göre, farklı çevrelerdeki genotiplerin kararlılığını hesaplayan yöntemler arasındaki ilişkilerin sıra korelasyon katsayısı ile hesaplanabileceğini belirtmişler ve L_i ve R_i kararlılık yöntemlerini geliştirerek bu yöntemler ile yaygın olarak kullanılan regresyon katsayısı (b_i), çevresel varyans (S_{yi}^2), ecovalance (W_i), regresyondan sapmaların kareler ortalaması (S_{di}^2), $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$

kararlılık yöntemleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve genotiplerin kararlılıklarının hesaplanmasında kullanılan kararlılık varyans (σ_i^2) ve W_i yöntemlerinin alternatifleri olarak $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, L_i ve R_i nin kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Kang ve Pham (1991) Genotip × Çevre etkileşiminin hesaplanmasında kullanılan $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$ ve P_i parametrik olmayan kararlılık yöntemleri arasındaki ilişkileri belirlemek için sıra korelasyon katsayısını kullanmışlardır. Kang (1993), verim-kararlılık adımı verdiği bir kararlılık hesaplama yöntemi geliştirmiş ve bu yöntemde I. ve II. tip hata seviyelerini incelemiştir. Pham ve Kang (1988), farklı sayıda çevre ve genotipe sahip beş veri setine çeşitli kararlılık yöntemlerini uygulamışlar ve yöntemler arasındaki sıra korelasyon değerlerini incelemiştir.

Huehn (1990 a)'a göre, fenotipik kararlılık için genotiplerin her bir çevredeki verim değerlerinin sıra puanlarına dayanan parametrik olmayan yöntemler, genotiplerin verim değerlerine dayanan parametrik yöntemlere alternatiflerdir. Parametrik kararlılık yöntemleriyle karşılaştırıldığında parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin bazı avantajları şunlardır;

- i) Anormal değerler tarafından sebep olunan ön yargının önlenmesi veya azaltılması
- ii) Fenotipik değerlerin dağılışı hakkında varsayımlara ihtiyaç duyulmaması
- iii) Derecelendirmeye dayalı kararlılık ölçütlerinin kullanımı ve yorumlamasının kolaylığı
- iv) Bir veya birkaç genotipin veya materyalle ilgili başka bir grubun çıkarılmaları veya eklenmelerinin parametrik kararlılık ölçütlerindeki değişim kadar parametrik olmayan ölçütlerde büyük değişimlere sebep olmaması
- v) Yetiştirme ve test programlarındaki örneklerin seçimleri ve uygulaması için genotiplerin sıra puanlarının kullanılması.

Huehn (1990 b)'ye göre, pratik uygulamalarda kararlılık tahmin yöntemlerinin etkili kullanılması için aşağıdaki durumların bilinmesi esastır,

- i) Fenotipik kararlılığın farklı parametrik ve parametrik olmayan ölçütleri arasındaki ilişkilerin
- ii) Kararlılık ölçütleri arasındaki ilişkilerin tutarlılığı
- iii) Kararlılık ölçütlerinin tekrarlanması.

Huehn (1990a), Huehn (1990b) tarafından ileri sürülen teorik düşünce ve yaklaşımların bazı uygulamalarını kışlık buğday denemesinden elde ettiği verilere uygulayarak parametrik ve parametrik olmayan kararlılık ölçütleri arasındaki ilişkileri sıra korelasyonu kullanarak incelemiştir.

Genotip × Çevre etkileşimini tahmin etmek için kullanılan başlıca yöntem varyans analizi (ANOVA) dir. Varyans analizine göre Genotip × Çevre etkileşimi önemsiz çıktığında genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerinin önemsiz olduğu ifade edilir. Fakat araştırmacılar Genotip × Çevre etkileşimi önemsiz olsa dahi genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerini incelemek isterler. Böylece Genotip × Çevre

etkileşiminin bütün genotiplerdeki bireysel payı kararlılık analizleri sonucunda daha detaylı ve hassas bir şekilde tahmin edilmiş olur. Bu araştırmada Genotip × Çevre etkileşimini tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş olan tek değişkenli parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin özellikle daha yaygın kullanılanları incelenerek sayısal uygulamalarla aralarındaki ilişkiler ayrıca parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemleri arasındaki ilişkiler araştırıldı.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal olarak simülasyon tekniği ile normal ve kesikli üniform dağılışa göre türetilen veriler kullanıldı. Türetilen veriler iki yönlü varyans analizine tabi tutularak genotip, çevre ve Genotip × Çevre etkileşiminin farklı olasılık seviyesindeki önem durumlarına göre elde edilen verilere kararlılık yöntemleri uygulanarak etkileşimin hesaplanmasında kullanılan parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemlerin normal ve kesikli üniform dağılış gösteren verilerde nasıl bir ilişki gösterdiği incelendi. Yöntemler arasındaki ilişkinin hesaplanmasında sıra korelasyon katsayısı kullanıldı. Simülasyonla veri türetiminde esas alınan model,

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + e_j + (ge)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (i=1,\dots,t; j=1,\dots,s; k=1,\dots,r)$$

dir. Normal dağılıştaki veri türetiminde modelde $\mu = 2000$, $g_i \sim N(0, \sigma_g^2)$, $e_j \sim N(0, \sigma_e^2)$, $(ge)_{ij} \sim N(0, \sigma_{ge}^2)$, $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ olarak kesikli üniform dağılıştaki ise önemli durumda $\mu=2000$, $g_i \sim U(0, 160)$, $e_j \sim U(0, 140)$, $(ge)_{ij} \sim U(0, 115)$, $\varepsilon_{ijk} \sim U(0, 100)$ ve önemsiz durumda $\mu=2000$, $g_i \sim U(0, 100)$, $e_j \sim U(0, 100)$, $(ge)_{ij} \sim U(0, 100)$, $\varepsilon_{ijk} \sim U(0, 110)$ olarak verilmiştir. Veri türetimi MATLAB 6.5 paket programında yapılarak normal dağılış için *normrnd* ve kesikli üniform dağılış için *unidrnd* deyimleri kullanılmıştır.

Yapılan simülasyon sonucunda, 15 genotip 16 çevre ve her bir üniteye 5 tekrürlü ($t=15$, $s=16$ ve $k=5$) bir faktöriyel düzenleme sonucu elde edilen 1200 değer genotip ve çevre faktörlerine dağıtılmıştır. Simülasyonla veri türetiminde aşağıdaki sıra takip edildi,

- 1) Genotip, çevre ve her bir hücredeki tekrür sayıları belirlendi
- 2) Dağılışın şekli belirlendi sürekli dağılışlardan normal, kesikli dağılışlardan kesikli üniform dağılış seçildi
- 3) Her iki dağılıştaki varyans analizine göre genotip, çevre ve Genotip × Çevre varyasyon kaynaklarının önemsiz ve önemli olması durumuna göre veri türetimi yapıldı. Varyasyon kaynaklarının önemsiz ve önemli çıkması için varyasyon kaynaklarının etki paylarının varyansı ve kritik F değerleri verildi
- 4) Elde edilen verilere kararlılık yöntemleri uygulandı.

Uygulaması yapılarak aralarındaki ilişkinin incelendiği parametrik olmayan kararlılık yöntemleri

Hühn ve Nassar Yöntemleri (S1, S2, S3 ve S6), Piepho ve Lotito Yöntemi (L_i ve R_i istatistikleri) ve Kang Yöntemi (KSM) ve parametrik olmayan yöntemler ile aralarındaki ilişkinin incelendiği parametrik yöntemler Çevresel Varyans Yöntemi (CV), Shukla Yöntemi (SSV), Varyasyon Katsayısı Yöntemi (VK), Ecovalence Yöntemi (EV), Lin ve Binns'in P_i Yöntemi (P), Finlay ve Wilkinson Regresyon Katsayısı Yöntemi (FWbi), Perkins ve Jinks Regresyon Katsayısı Yöntemi (PJbi) ve Eberhart ve Russel Yöntemi (ER).

2.1. Hühn ve Nassar $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ Yöntemleri

Nassar ve Hühn (1987) $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ parametrik olmayan kararlılık parametrelerini önermişlerdir. $Y_{ij}, j, (j=1,2,\dots,s)$ çevredeki $i, (i=1,2,\dots,t)$ genotipin verimi olsun. t sıralı (genotip) ve s sütunlu (çevre) iki yönlü tabloda Y_{ij} değerleri her bir çevrede sırasıyla en küçük değer 1 ve en büyük değer t olacak şekilde sıralanır. j . çevredeki i . genotipin sıra puanı r_{ij} olsun. i . bir genotipin sıra puanları tüm çevrelerde benzer veya eşit ise o genotipin tüm çevrelerde kararlı olduğu ifade edilir (Nassar ve Hühn 1987; Hühn ve Nassar 1989; Huehn 1990b).

$S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ kararlılık parametreleri aşağıdaki eşitliklerle tahmin edilebilir

$$S_i^{(1)} = \frac{\sum_{j < j'} |r_{ij}^* - r_{ij'}^*|}{\binom{s}{2}} = 2 \sum_{j=1}^{s-1} \sum_{j'=j+1}^s \frac{|r_{ij}^* - r_{ij'}^*|}{s(s-1)} \quad (2.1)$$

$$S_i^{(2)} = \frac{\sum_{j=1}^s (r_{ij}^* - \bar{r}_i^*)^2}{s-1} \quad (2.2)$$

$$\bar{r}_i^* = \frac{\sum_{j=1}^s r_{ij}^*}{s}$$

$$S_i^{(3)} = \frac{\sum_{j=1}^s (r_{ij} - \bar{r}_i)^2}{\bar{r}_i} \quad (2.3)$$

$$S_i^{(6)} = \frac{\sum_{j=1}^s |r_{ij} - \bar{r}_i|}{\bar{r}_i} \quad (2.4)$$

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^s r_{ij}}{s}$$

Eşitlik 2.1 ve 2. 2'deki r_{ij}^* değerleri, düzeltilmiş $Y_{ij}^* = \bar{Y}_{ij} - (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})$ değerlerine göre her bir çevredeki genotiplerin sıra puanlarıdır. Eşitlik 2. 3 ve

2. 4'deki r_{ij} değerleri \bar{Y}_{ij} ortalama verimlerine dayandırılmış her bir çevredeki genotiplerin sıra puanlarıdır. $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ parametrelerindeki \bar{r}_i değerleri her bir eşitlikte alınan r_{ij} değerlerine göre hesaplanır (Nassar and Hühn 1987; Hühn and Nassar 1989; Kang and Pham 1991; Huehn 1990a; Piepho and Lotito 1992).

$S_i^{(1)}$, s çevre üzerinden bir genotipin sıra puanları farklarının mutlak değerlerinin ortalamasıdır. $S_i^{(2)}$, s çevre üzerindeki düzeltilmiş sıra puanların varyansını verir. $S_i^{(3)}$, düzeltilmemiş sıra puanlarının s çevre üzerindeki varyansını verir. $S_i^{(6)}$, düzeltilmemiş sıra puanları mutlak sapmasından hesaplanan varyasyon katsayısıdır (Flores et al. 1998).

t genotipli ve s çevreli iki yönlü bir tabloda bütün genotiplerin eşit olduğu H_0 (sıfır) hipotezi ileri sürülür. Bu Genotip \times Çevre etkileşiminin olmadığı ve genotipler arasında farkların olmadığı durumda meydana gelmektedir. Her bir çevre içinde genotipler sırasıyla derecelendiği için çevresel etkiler $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ kararlılık ölçütleri üzerinde etkiye sahip değildir. Bununla birlikte gerçekte Genotip \times Çevre etkileşimi olmadığı zaman genotipler arasındaki farklılıklar $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ kararlılık ölçütleri üzerine bir etkiye sahip olacaklar ve genotipler arasındaki farklılıklara yol açabileceklerdir (Nassar and Huhn 1987, Huehn 1990a).

$S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ kararlılık ölçütleri

$$Y_{ij}^* = Y_{ij} - (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) \quad (2.5)$$

düzeltilmiş değerlere göre elde edilen sıra puanların kullanılmasıyla hesaplanabilir. Burada $\bar{Y}_{i.}$; i .genotipin ortalaması ve $\bar{Y}_{..}$; $t \times s$ tablosundaki genel ortalamadır. Bu uygulama altında, genotipler arasındaki eşit kararlılıklı sıfır hipotezinin kabul edilmemesi Genotip \times Çevre etkileşiminin olduğunu ifade eder.

$S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ parametrik olmayan ölçütler için normal dağılışa dayanan yaklaşık önemlilik testleri Nassar ve Huhn (1987) tarafından geliştirilmiştir. Bu istatistik

$$Z_i^{(m)} = \left[S_i^{(m)} - E(S_i^{(m)}) \right]^2 / \text{Var}(S_i^{(m)}), \quad m=1,2, \quad (2.6)$$

$$E(S_i^{(m)}) = S_i^{(m)'} \text{in ortalaması}$$

$$\text{Var}(S_i^{(m)}) = S_i^{(m)'} \text{in varyansı}$$

yaklaşık 1 serbestlik dereceli Ki-kare dağılışına sahip olacağı beklenmekte (Hühn and Nassar 1991). Bu istatistik benzer olarak

$$S_i^{(m)} = \sum_{i=1}^t Z_i^{(m)}, \quad m=1,2 \quad (2.7)$$

t serbestlik dereceli bir Ki-Kare dağılışıyla tahmin edilebilir (Nassar and Huhn 1987, Hühn and Nassar 1989, Huehn 1990a). Tüm genotiplerin kararlı olduğunu iddia eden H_0 hipotezinde, ortalamalar $E(S_i^{(m)})$ ve varyanslar $Var(S_i^{(m)})$ kesikli üniform dağılıştan (1,2,...,t) aşağıdaki eşitliklerde verildiği şekilde hesaplanmaktadır (Nassar and Hühn 1987);

$$E[S_i^{(1)}] = (t^2 - 1)/(3t),$$

$$Var(S_i^{(1)}) = \frac{(t^2 - 1)[(t^2 - 4)(s + 3) + 30]}{45t^2 s(s - 1)}$$

$$E[S_i^{(2)}] = (t^2 - 1)/12,$$

$$Var(S_i^{(2)}) = \frac{m_4}{s} - \left[\frac{s - 3}{s(s - 1)} (E[S_i^{(2)}])^2 \right],$$

burada

$$m_4 = E[y - \mu]^4 = E[y^4] - 4\mu E[y^3] + 6\mu^2 E[y^2] - 3\mu^4$$

$$\mu = E[y]$$

$$y = S_i^{(2)},$$

$$E[y^4] = (t + 1)(2t + 1)(3t^2 + 3t - 1)/30,$$

$$E[y^3] = t(t + 1)^2/4,$$

$$E[y^2] = (t + 1)(2t + 1)/6,$$

$$\mu = (t + 1)/2.$$

$$Var(S_i^{(2)}) = \frac{(t^2 - 1)[2(t^2 - 4)(s - 1) + 5(t^2 - 1)]}{360s(s - 1)}$$

2.2. Piepho ve Lotito Yöntemleri (L_i ve R_i istatistikleri)

Piepho ve Lotito (1992) parametrik olmayan kararlılık ölçütleri olan L_i ve R_i istatistiklerini geliştirmişlerdir. L_i ve R_i kararlılık yöntemleri aşağıdaki gibi tarif edilebilir.

L_i interaksiyon etkilerinin mutlak ortalaması olarak tarif edilir ve aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$L_i = \sum_{j=1}^s |V_{ij}| / s \quad (2. 8)$$

burada, $V_{ij} = \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..}$

$|V_{ij}|$: V_{ij} 'nin mutlak değeri,

V_{ij} : interaksiyon etkisi, \bar{Y}_{ij} : j . çevredeki, i . genotipin,

r tekrarının ortalaması, \bar{Y}_i : i . genotipin ortalaması,

\bar{Y}_j : j . çevrenin ortalaması, $\bar{Y}_{..}$: genel ortalama.

R_i , çevreler içindeki $|V_{ij}|$ 'nin sıra puanlarının (r_{ij}^*) toplamı olarak ifade edilebilir (Piepho and Lotito 1992). Yani,

$$R_i = \sum_j r_{ij}^* \quad (2. 9)$$

i . genotipe ait L_i ve R_i değerleri daha küçükse bu genotipin diğerlerine göre daha kararlı olduğu söylenebilir. L_i ve R_i , V_{ij} 'lerin dağılımı hakkında bilgi verebilir. Her genotip için $\sum_j V_{ij} = 0$ olduğu varsayılır. Bu yüzden V_{ij} 'ler şansa bağlı olarak sıfır etrafında dağılırlar. Bir genotipin V_{ij} değerleri sıfırdan ne kadar çok sapmalı olursa, çevreler içinde en yüksek sıra puanlarını (r_{ij}^*) alacağı beklenen mutlak değerlere ($|V_{ij}|$) sahip olacaktır. Bu yüzden V_{ij} 'nin dağılımının yüksek olması büyük L_i ve R_i tarafından aksettirilecektir (Piepho and Lotito 1992).

L_i , $|V_{ij}|$ değerleri L_i 'nin tekrarları olduğu dikkate alınarak homojenlik için tek yönlü varyans analiziyle test edilebilir. V_{ij} normal olsa dahi $|V_{ij}|$ 'lerin dağılımı normal olmayabilir. Ortalamalar arasındaki farklılıklarla ilgili hipotezlerin tek yönlü varyans analizi varyanslar arasındaki farklılıkları test etmek için kullanılan klasik testlerden daha güçlü olduğu belirtilmiştir. Gerçekten $|V_{ij}|$ 'nin tek yönlü varyans analizi kararlılık varyansların σ_i^2 eşit olup olmadıklarını iyi bir şekilde test edebilir (Piepho and Lotito 1992).

2.3. Kang Yöntemi

Kang (1988) genotiplerin ortalama verim sıra puanlarını ve her bir genotipin kararlılık varyanslarının sıra puanlarını kullanarak toplam sıra puanı yöntemi adı verilen bir yöntem geliştirmiştir. Bu işlemi yaparken en yüksek verimli genotipin sıra puanı 1 ve en düşük kararlılık varyansının sıra puanı 1 olacak şekilde ortalama verimleri ve Shukla (1972)'nin kararlılık varyanslarını derecelemeğe tabi tutmuştur. Daha sonra her bir genotipin ortalama veriminin ve kararlılık varyansının sıra puanı toplanarak o genotip hakkında son karar verilmiştir. Toplam sıra puanı en küçük olan genotipin en kararlı genotip olduğu belirtilmiştir. Kang (1988)'in toplam sıra puanı yönteminde genotiplere verim ortalaması ve kararlılık varyansları eşit ağırlıklı olarak katkı sağlamaktadır. Ayrıca Kang ve Pham (1991) toplam sıra puanı yöntemine ilaveten ve bu yöntemin bir benzeri olan ancak verim ortalamalarının sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 ağırlıkla katkıda bulunduğu indeks 2, indeks 3, indeks 4 ve indeks 5 yöntemlerini de geliştirmişlerdir. Kang (1988)'in toplam sıra puanı yöntemi ve diğer yöntemler özet olarak aşağıdaki gibi tarif edilebilir.

Toplam sıra puanı yöntemi : verim ortalamasının sıra puanı + σ_i^2 'nin sıra puanı

İndeks 2 yöntemi : 2 × verim ortalamasının sıra puanı + σ_i^2 'nin sıra puanı

İndeks 3 yöntemi : 3 × verim ortalamasının sıra puanı + σ_i^2 'nin sıra puanı

İndeks 4 yöntemi : 4 × verim ortalamasının sıra puanı + σ_i^2 'nin sıra puanı

İndeks 5 yöntemi : $5 \times$ verim ortalamasının sıra puanı
+ σ_i^2 'nin sıra puanı

3. BULGULAR

Araştırmada normal ve kesikli üniform dağılışa göre türetilen verilere parametrik olmayan kararlılık yöntemlerin uygulaması yapıldı. Yapılan çalışmada varyans analizine göre etkileşimin önemsiz ve önemli olduğu durumlarda parametrik olmayan kararlılık yöntemleri arasındaki ilişki incelendi. Kararlılık ölçütleri arasındaki ilişkinin tespiti sıra korelasyon analizine göre yapıldı.

Araştırmacılar Genotip \times Çevre etkileşimi önemli olduğunda da hangi genotiplerin çevrelerle daha az etkileşim gösterdiğini tespit etmek için geliştirilmiş olan parametrik olmayan kararlılık yöntemlerini uygulayabilir. Genotip \times Çevre etkileşiminin önemsiz olmasında dahi genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerini araştırmak isterler. Dolayısıyla hangi genotipin kararlı hangi genotipin kararsız olduğunu araştırmak için geliştirilmiş olan çeşitli kararlılık yöntemlerini araştırma sonucu elde ettikleri verilere uygularlar. Bu yöntemlerden bazıları normal dağılışa göre türetilen ve Genotip \times Çevre etkileşimin önemsiz çıktığı verilere uygulandı ve sonuçlar Çizelge 1'de verildi. Normal dağılışa göre elde edilen verilerde her bir genotipin bireysel kararlılık değerlerinin tespitinde uygulanan parametrik olmayan yöntemlere göre elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verildi. Normal dağılışa Genotip \times Çevre etkileşiminin önemsiz ve önemli olduğu verilerde parametrik ve parametrik olmayan olmayan kararlılık değerleri arasındaki sıra korelasyon katsayıları Çizelge 3'de verildi.

Her bir genotip için parametrik olmayan yöntemlere göre elde edilen katsayı değerleri çizelge 1'de verilmiştir. S1 ve S2 ölçütlerinin önemlilik testinde Z_i değerlerinin hesaplanmasında

$$Z_i^{(m)} = \left[S_i^{(m)} - E(S_i^{(m)}) \right]^2 / \text{Var}(S_i^{(m)}) \quad m=1,2.$$

eşitliği kullanıldı. Eşitlikte;

$$E[S_i^{(1)}] = (15^2 - 1) / (3 \cdot 15) = 4.98;$$

$$\text{Var}(S_i^{(1)}) = ((15^2 - 1) \cdot [(15^2 - 4) \cdot (16 + 3) + 30]) / (45 \cdot 15^2 \cdot 16 \cdot (16 - 1)) = 0.3898$$

$$E[S_i^{(2)}] = (15^2 - 1) / 12 = 18.67$$

$$\text{Var}(S_i^{(2)}) = (15^2 - 1) \cdot [2 \cdot (15^2 - 4) \cdot (16 - 1) + 5 \cdot (15^2 - 1)] / (360 \cdot 16 \cdot (16 - 1)) = 20.09$$

olarak hesaplandı ve bu değerlere göre

$$Z_1^{(1)} = (5.28 - 4.98)^2 / 0.3898 = 0.23$$

$$Z_1^{(2)} = (20.20 - 18.67)^2 / 20.09 = 0.12$$

olarak bulundu ve diğer $Z_i^{(1)}$ ve $Z_i^{(2)}$ değerleride benzer şekilde hesaplandı.

Çizelge 1 incelendiğinde $\sum Z_i^{(1)} = 9.09$ kritik $X_{0.05,15}^2 = 25.00$ değerinden küçük olduğu için genotiplerin S1 kararlılık değerleri arasında ve $\sum Z_i^{(2)} = 8.56$ değeri kritik $X_{0.05,15}^2 = 25.00$ değerinden küçük olduğu için genotiplerin S2 kararlılık değerleri arasında fark bulunamadı. Genotipler bireysel Z_i değerlerine göre değerlendirildiğinde de bütün genotiplerin Z_i değerlerinin kritik $X_{0.05,1}^2 = 3.84$ değerinden küçük olduğundan genotiplerin bireysel olarakta kararlı olduğu tespit edildi.

Çizelge 1. Normal Dağılışa Göre Türetilen ve Genotip \times Çevre Etkileşiminin Önemsiz Olduğu Verilerde Parametrik Olmayan Yöntemlerde Genotiplerin Kararlılık Katsayıları

Genotip	PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER								
	S1	S2	Z1	Z2	S3	S6	L	R	KSM
G1	5.28	20.20	0.23	0.12	32.96	6.28	29.50	120	7
G2	5.41	21.93	0.48	0.53	34.29	7.13	33.85	143	12
G3	5.90	25.80	2.18	2.53	44.89	8.22	42.96	151	15
G4	5.49	21.50	0.68	0.40	36.45	7.21	33.49	127	16
G5	5.53	22.20	0.77	0.62	36.58	6.82	37.27	140	13
G6	4.82	16.73	0.07	0.19	26.40	5.71	28.56	113	9
G7	4.67	17.93	0.25	0.03	26.60	5.91	29.59	121	10
G8	5.38	20.78	0.42	0.22	39.05	7.71	38.40	132	25
G9	5.59	23.20	0.97	1.02	43.32	7.97	40.86	146	23
G10	5.18	19.60	0.11	0.04	34.12	7.81	33.01	131	19
G11	4.58	15.45	0.40	0.52	38.55	7.77	28.20	106	20
G12	4.89	18.13	0.02	0.01	33.63	7.18	29.03	119	8
G13	5.05	18.40	0.01	0.01	34.43	6.89	32.02	126	20
G14	4.18	13.06	1.65	1.56	32.26	6.71	27.41	105	19
G15	5.56	22.56	0.86	0.76	47.44	9.45	36.30	140	24
Toplam	77.5	297.5	9.09	8.56	540.9	108.8	500.5	1920	240

Genotip × çevre etkileşiminin belirlenmesinde kullanılan parametrik ve parametrik olmayan kararlılık analizi yöntemleri arasındaki ilişkinin araştırılması

S1, S2, L ve R yöntemlerine göre G14 ve G11'in en kararlı G3 ise en az kararlı genotip olduğu görülmektedir. S3 ve S6 yöntemlerine göre ise en kararlı genotiplerin G6 ve G7 en az kararlı genotipinse G15 olduğu tespit edildi. KSM yönteminde ise en kararlı genotip G1, G12 ve G6 en kararsız genotip ise G8 dir. Dikkat edilirse parametrik olmayan yöntemler kendi aralarında gruplanırken bu yöntemlerden KSM yöntemi daha çok parametrik yöntemlerle benzer sonuç vermiştir. L_i kararlılık değerlerinin önemlilik testi tek yönlü varyans analizine göre yapılır. Varyans analizinde L_i değerlerinin hesaplanmasında kullanılan $|V_{ij}|$ ($V_{ij} = \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}$) değerleri tekrerrü (L_i 'lerin tekrarlanma) sayısı olarak alınır (Piepho ve Lotito 1992). Buna göre L_i değerlerine varyans analizi uyguladığında L_i değerlerinin biri birinden farksız olduğu ve varyanslarının homojen olduğu tespit edildi. Dolayısıyla normal dağılışa göre türetilen ve etkileşimin önemsiz çıktığı verilerde L kararlılık katsayı değerleri arasında da bir fark olmadığı ve etkileşim değerlerinin farksız olduğu gözlemlendi. L_i değerlerinin hesaplanmasında kullanılan $|V_{ij}|$ değerleri her bir genotipin çevreler ile olan etkileşim değerleridir. Bu nedenle L değerlerinin önemlilik testiyle genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerinin önemlilik testi yapılabilmektedir.

Çizelge 2 incelendiğinde, parametrik olmayan yöntemlerde S1, S2, S3, S6, L, R ve KSM kararlılık yöntemlerine göre en kararlı genotipler sırasıyla G9 ve G8 bulunurken en kararsız genotip G1 bulundu. S1 ve

S2 kararlılık katsayılarının önemlilik testi yapıldığında $\sum Z_i^{(1)} = 12.12$ değeri kritik $X^2_{0.05,15} = 25.00$ değerinden küçük olduğu için genotiplerin S1 kararlılık değerleri arasında fark bulunamadı. Ayrıca $\sum Z_i^{(2)} = 18.51$ değeri kritik $X^2_{0.05,15} = 25.00$ değerinden küçük olduğu için genotiplerin S2 kararlılık değerleri arasında da fark bulunamadı. Genotipler bireysel Z_i değerlerine göre değerlendirildiğinde $Z_1^{(1)} = 5.43 > X^2_{0.05,1} = 3.84$ ve $Z_1^{(2)} = 9.57 > X^2_{0.05,1} = 3.84$ olduğundan G1 genotipinin kararsız ve diğer genotiplerin kararlı olduğuna karar verilir. Dolayısıyla parametrik olmayan kararlılık yöntemlerine göre kararlı genotipin seçiminde S1 ve S2 yöntemleri önemlilik testlerinin yapılabilmesinden dolayı tercih edilebilirler.

Parametrik olmayan kararlılık ölçütü olan L değerlerinin önemlilik testine göre G1 genotipinin L kararlılık ölçüt değeri G5, G6, G8 ve G9 genotiplerinin kararlılık ölçüt değerlerinden farklı bulundu. Buna göre L değerlerine göre kararlı genotipler seçildiğinde sırasıyla en kararlı G9, G8, G5 ve G6 genotiplerinin L değerleri en kararsız genotip olan G1 genotipinin L değerinden farklı olması bu genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Normal Dağılışa Göre Türetilen Ve Genotip × Çevre Etkileşiminin Önemli Olduğu Verilerde Parametrik Olmayan Yöntemlerde Genotiplerin Kararlılık Katsayıları

Genotip	PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER								
	S1	S2	Z1	Z2	S3	S6	L	R	KSM
G1	6.43*	32.53*	5.43	9.57	71.53	12.15	152.74 ^b	180	27
G2	5.07	19.18	0.02	0.01	35.14	7.42	116.58 ^{ab}	140	17
G3	4.83	17.00	0.05	0.14	46.46	9.69	102.48 ^{ab}	122	21
G4	5.69	24.46	1.30	1.67	35.39	6.78	106.17 ^{ab}	132	17
G5	4.93	17.80	0.01	0.04	35.66	9.34	88.68 ^a	118	17
G6	4.88	17.13	0.03	0.12	28.65	5.83	89.89 ^a	114	9
G7	5.07	19.40	0.02	0.03	37.00	8.33	95.04 ^{ab}	125	20
G8	4.36	13.76	0.98	1.20	19.48	4.98	84.36 ^a	111	2
G9	4.14	12.70	1.79	1.77	19.81	4.75	83.76 ^a	104	7
G10	5.79	24.50	1.70	1.69	35.86	6.95	109.65 ^{ab}	140	24
G11	4.68	16.03	0.24	0.35	32.39	6.77	98.25 ^{ab}	114	24
G12	4.88	17.03	0.03	0.13	26.11	5.89	97.03 ^{ab}	123	7
G13	5.08	19.10	0.02	0.01	29.58	6.15	93.03 ^{ab}	116	15
G14	5.35	22.00	0.36	0.55	36.65	7.42	107.63 ^{ab}	136	12
G15	5.69	23.63	1.31	1.23	39.13	7.64	112.85 ^{ab}	145	21
Toplam			12.12	18.51					240

Varyans analizine göre etkileşimin önemsiz olduğu verilerde L kararlılık değerlerinin önemsiz çıkması (Çizelge 1) ve etkileşimin önemli olduğu durumda önemli çıkması (Çizelge 2) L_i değerlerinin varyans analizine benzerlik gösterdiği ifade edilebilir.

Her bir kararlılık yöntemine göre elde edilen en kararlı ve en kararsız genotipe göre etkileşimin tespitinde kullanılan parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin birbirleriyle ilişkili olduğu ifade edilebilir. Ancak bu ilişkinin nasıl ve ne yönde olduğunu tespit etmek amacıyla 16 çevredeki 15 genotip için elde edilen kararlılık katsayı değerleri arasındaki sıra korelasyonuna bakıldı. Korelasyon katsayısı değerleri çizelge 3’de verildi.

Çizelge 3 incelendiğinde, $G \times \text{Ç}$ interaksiyonunun önemsiz olduğu durumda, S1, S2, L ve R katsayı değerleri arasında yüksek ve çok önemli bir ilişki bulunurken bu katsayılar S3 ve S6 katsayılarıyla önemli ve KSM katsayı değerleriyle de önemsiz ilişki göstermişlerdir. S3 ve S6 kararlılık değerleri arasında (0.857) çok önemli bir ilişki bulunmuştur. Diğer bir parametrik olmayan ölçüt olan KSM değeri parametrik olmayan ölçütlerden S3 ve S6 ile (0.691 ve 0.649) çok önemli bir ilişki gösterirken diğer parametrik olmayan yöntemlerle önemsiz ve düşük bir ilişkiye sahip olduğu tespit edildi. Parametrik ve

parametrik olmayan ölçütler arasındaki ilişkiler incelendiğinde en yüksek korelasyona ER ile S1, S2 ve R arasında ayrıca S3’ün CV, VK, EV, SSV ve ER ile önemli ilişkiye sahip olduğu gözlemlendi. Regresyon yöntemleri olan FWbi ve PJBİ katsayıları hiçbir parametrik olmayan kararlılık katsayı değeriyle önemli bir ilişki göstermemiştir. KSM yöntemi parametrik yöntemlerden CV, VK, EV ve SSV yöntemleriyle pozitif yönde çok önemli ayrıca genotip ortalama değerleriyle negatif yönde çok önemli bir ilişki göstermektedir. KSM yönteminin parametrik yöntemlerle benzerlik göstermesinin sebebi KSM yöntemine göre katsayı değerlerinin hesaplanmasında SSV ve genotip ortalama değerlerinin sıra puanlarının kullanılmasından kaynaklanmaktadır. KSM yönteminin hesaplanmasında en yüksek verimli genotipin sıra puanı 1 ve en düşük SSV değerinin sıra puanı 1 olarak alındığı için KSM yöntemi genotip ortalama değerleriyle negatif yönde, SSV değerleriyle pozitif yönde korelasyona sahip olacaktır. Çünkü elde edilen KSM katsayılarının en küçüğüne 1 verilerek sıra korelasyonu hesaplanmaktadır. Dolayısıyla Genotip \times Çevre etkileşim değerlerinin tahmininde KSM yönteminin kullanılmasıyla yüksek verimli düşük varyanslı genotipler seçilebilir.

Çizelge 3. Normal Dağılıfta Genotip \times Çevre Etkileşiminin Önemsiz ve Önemli Olduğu Verilerde Parametrik ve Parametrik Olmayan Kararlılık Değerleri Arasındaki Sıra Korelasyon Katsayıları

	Metotlar	S1	S2	S3	S6	L	R	KSM
GxÇ interaksiyonu Önemsiz	S2	0.993***						
	S3	0.736**	0.732**					
	S6	0.593*	0.589*	0.857***				
	L	0.918***	0.932***	0.743**	0.586*			
	R	0.917***	0.945***	0.688**	0.583*	0.963***		
	KSM	0.229	0.222	0.691**	0.649**	0.376	0.288	
	CV	0.675**	0.696**	0.818***	0.600*	0.796***	0.745***	0.723**
	FWBİ	-0.002	0.063	0.200	0.281	-0.057	0.083	0.291
	VK	0.675**	0.696**	0.818***	0.600*	0.796***	0.745***	0.723**
	EV	0.768***	0.754***	0.800***	0.582*	0.854***	0.761***	0.664**
	SSV	0.768***	0.754***	0.800***	0.582*	0.854***	0.761***	0.664**
	PJBİ	-0.011	0.054	0.182	0.268	-0.071	0.075	0.279
	ER	0.818***	0.807***	0.796***	0.618*	0.889***	0.788***	0.521*
	P	-0.254	-0.236	0.250	0.379	-0.171	-0.145	0.737**
	GORT	0.446	0.443	-0.111	-0.311	0.350	0.366	-0.667**
GxÇ interaksiyonu Önemli	S2	0.987***						
	S3	0.643**	0.675**					
	S6	0.530*	0.565*	0.933***				
	L	0.745***	0.754***	0.686**	0.595*			
	R	0.870***	0.887***	0.746**	0.679**	0.916***		
	KSM	0.535	0.555	0.783***	0.725**	0.672**	0.590*	
	CV	0.623*	0.618*	0.439	0.320	0.796***	0.682**	0.654**
	FWBİ	0.097	0.086	-0.093	-0.080	0.275	0.236	0.077
	VK	0.628*	0.639**	0.507	0.409	0.771***	0.682**	0.708**
	EV	0.659**	0.657**	0.604*	0.431	0.839***	0.678**	0.818***
	SSV	0.659**	0.657**	0.604*	0.431	0.839***	0.678**	0.818***
	PJBİ	0.097	0.086	-0.093	-0.080	0.275	0.236	0.077
	ER	0.668**	0.657**	0.561*	0.409	0.836***	0.692**	0.780***
	P	0.326	0.329	0.650**	0.697**	0.118	0.242	0.672**
	GORT	-0.303	-0.329	-0.699**	-0.790***	-0.257	-0.320	-0.790***

*** : $P < 0.001$. ** : $P < 0.01$. * : $P < 0.05$.

Çizelge 3 incelendiğinde, G × Ç interaksiyonunun önemsiz olduğu durumda, S1, S2, L ve R katsayı değerleri arasında yüksek ve çok önemli bir ilişki bulunurken bu katsayılar S3 ve S6 katsayılarıyla önemli ve KSM katsayı değerleriyle de önemsiz ilişki göstermişlerdir. S3 ve S6 kararlılık değerleri arasında (0.857) çok önemli bir ilişki bulunmuştur. Diğer bir parametrik olmayan ölçüt olan KSM değeri parametrik olmayan ölçütlerden S3 ve S6 ile (0.691 ve 0.649) çok önemli bir ilişki gösterirken diğer parametrik olmayan yöntemlerle önemsiz ve düşük bir ilişkiye sahip olduğu tespit edildi. Parametrik ve parametrik olmayan ölçütler arasındaki ilişkiler incelendiğinde en yüksek korelasyona ER ile S1, S2 ve R arasında ayrıca S3'ün CV, VK, EV, SSV ve ER ile önemli ilişkiye sahip olduğu gözlemlendi. Regresyon yöntemleri olan FWbi ve PJbi katsayıları hiçbir parametrik olmayan kararlılık katsayı değeriyle önemli bir ilişki göstermemiştir. KSM yöntemi parametrik yöntemlerden CV, VK, EV ve SSV yöntemleriyle pozitif yönde çok önemli ayrıca genotip ortalama değerleriyle negatif yönde çok önemli bir ilişki göstermektedir. KSM yönteminin parametrik yöntemlerle benzerlik göstermesinin sebebi KSM yöntemine göre katsayı değerlerinin hesaplanmasında SSV ve genotip ortalama değerlerinin sıra puanlarının kullanılmasından kaynaklanmaktadır. KSM yönteminin hesaplanmasında en yüksek verimli genotipin sıra puanı 1 ve en düşük SSV değerinin sıra puanı 1 olarak alındığı için KSM yöntemi genotip ortalama değerleriyle negatif yönde, SSV değerleriyle pozitif yönde korelasyona sahip olacaktır. Çünkü elde edilen KSM katsayılarının en küçüğüne 1 verilerek sıra korelasyonu hesaplanmaktadır. Dolayısıyla Genotip × Çevre etkileşim değerlerinin tahmininde KSM yönteminin kullanılmasıyla yüksek verimli düşük varyanslı genotipler seçilebilir.

G × Ç interaksiyonunun önemli olduğu durumda parametrik olmayan yöntemler arasında en

büyük ilişkiler S1 ile S2 (0.987), S3 ile S6 (0.933) ve L ile R (0.916) arasında bulundu. Normal dağılışa göre türetilen verilere uygulanan kararlılık yöntemleri arasındaki sıra korelasyon analizlerine göre etkileşimin önemli olduğu durumda yöntemler arasındaki benzerlik daha açık bir şekilde görülmektedir. Parametrik yöntemlerle parametrik olmayan yöntemler arasındaki ilişki incelendiğinde parametrik yöntemlerden SSV, EV ve ER yöntemleri parametrik olmayan yöntemlerden L ve KSM yöntemleriyle yüksek ve çok önemli ilişki gösterirken CV, VK ve P yöntemleri parametrik olmayan yöntemlerle önemli ilişki gösterdikleri tespit edildi. FWbi ve PJbi yöntemleri bütün parametrik olmayan yöntemlerle önemsiz ve küçük ilişki gösterdikleri tespit edildi.

Kesikli üniform dağılışa göre türetilen ve Genotip × Çevre etkileşiminin önemsiz ve önemli olduğu verilerde Genotip × Çevre Etkileşimini tespit için kullanılan parametrik olmayan kararlılık yöntemlerine ait sonuçlar çizelge 4 ve 5'de verildi.

Çizelge 4'de genotiplerin kararlılık durumları parametrik olmayan yöntemlere göre incelendiğinde en kararlı genotipin S1, S2, S3, L ve R yöntemlerinde G9, S6 yönteminde G12 ve KSM yönteminde ise G4 genotipidir. En kararsız genotip L yönteminde G8 ve diğer parametrik olmayan yöntemlerde G5 genotipidir. S1 ve S2 kararlılık ölçütlerinin önemlilik testi yapıldığında $\sum Z_i^{(1)} = 11.50$ değeri kritik cetvel ($X^2_{0.05.15} = 25.00$) değerinden küçük olduğu için genotiplerin S1 kararlılık değerleri arasında fark olmadığı ve $\sum Z_i^{(2)} = 11.56$ değeri kritik cetvel ($X^2_{0.05.15} = 25.00$) değerinden küçük olduğundan genotiplerin S2 kararlılık değerleri arasında da fark olmadığı tespit edildi.

Çizelge 4. Kesikli Üniform Dağılıştaki Genotip × Çevre Etkileşiminin Önemsiz Olduğu Verilerde Parametrik Olmayan Yöntemlere Göre Genotiplerin Kararlılık Katsayıları

Genotip	PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER								
	S1	S2	Z1	Z2	S3	S6	L	R	KSM
G1	5.05	18.73	0.01	0.01	29.63	6.63	22.28	134	13
G2	4.88	17.33	0.03	0.09	30.87	6.20	20.26	117	13
G3	5.75	24.00	1.53	1.42	39.87	7.82	22.18	141	15
G4	5.23	19.79	0.16	0.06	28.65	5.89	18.15	119	5
G5	6.03	26.92	2.86	3.39	52.89	10.07	24.81	157	27
G6	5.80	24.33	1.73	1.59	46.01	8.59	24.61	142	24
G7	5.28	20.67	0.24	0.20	40.87	8.17	19.38	129	15
G8	5.73	23.67	1.46	1.24	41.94	8.35	26.52	145	27
G9	4.07	12.12	2.13	2.14	26.00	6.29	13.99	96	12
G10	4.52	15.18	0.55	0.60	31.02	7.02	18.00	115	18
G11	4.96	17.69	0.01	0.05	30.00	6.18	18.38	121	13
G12	4.93	17.72	0.01	0.04	34.34	7.72	18.95	128	17
G13	4.85	17.40	0.04	0.08	29.88	5.74	19.68	125	9
G14	5.13	19.40	0.06	0.03	33.69	6.68	19.02	122	14
G15	5.49	22.19	0.68	0.62	40.83	7.74	21.96	129	18
Toplam			11.50	11.56					240

Genotipler bireysel Z_i değerlerine göre değerlendirildiğinde genotiplerin bireysel olarak kararlı olduğu belirlendi. L kararlılık değerlerinin önemlilik testi yapıldığında da genotiplerin L_i kararlılıkları arasında bir fark olmadığı gözlemlendi. Kesikli üniform dağılım gösteren verilerde varyans analizine göre etkileşimin önemsiz olması durumunda L kararlılık yöntemine göre de genotiplerin çevrelerle etkileşim göstermediği tespit edildi. Aynı durum normal dağılıma göre türetilen ve etkileşimin önemsiz olduğu durumda da gözlemlendi.

Kesikli üniform dağılıma göre türetilen ve etkileşimin önemli olduğu verilerin parametrik olmayan kararlılık değerleri çizelge 5’de verildi.

Çizelge 5’de, kesikli üniform dağılıma göre yapılan simülasyon çalışmasında Genotip \times Çevre etkileşiminin tespitinde kullanılan parametrik olmayan yöntemlere göre elde edilen kararlılık katsayıları incelendiğinde S1, S2, S3, S6, L, R ve KSM yöntemlerinin tümünde en kararlı genotip G5 ve en kararsız genotip S1, S2, L ve R yöntemlerinde G14 ve S3, S6 ve KSM yöntemlerinde ise G7’nin olduğu tespit edildi. Çizelge 5’de $\sum Z_i^{(1)} = 15.30$ ve $\sum Z_i^{(2)} = 17.02$ değerleri

kritik $X^2_{0.05,15} = 25.00$ değerinden küçük oldukları için genotiplerin S1 ve S2 kararlılık değerleri arasında fark bulunamadı. Genotipler bireysel Z_i değerlerine göre değerlendirildiğinde de G14 genotipinin Z_i değeri kritik $X^2_{0.05,1} = 3.84$ değerinden büyük olduğu için S1 ve S2 yöntemlerine göre G14 genotipinin kararsız diğer genotiplerin kararlı olduğu belirlendi. L_i katsayılarının önemlilik testine göre en kararlı genotip G5 ile en kararsız genotip G14 arasında önemli fark olduğu dolayısıyla bu genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerinin farklı olduğu tespit edildi.

Kesikli üniform dağılıma göre elde edilen veri setinde her bir kararlılık yöntemine göre elde edilen en kararlı ve en kararsız genotipe göre etkileşimin tespitinde kullanılan parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin birbirleriyle nasıl ve ne yönde bir ilişkiye sahip olduklarını tespit etmek amacıyla 16 çevredeki 15 genotip için elde edilen kararlılık katsayı değerleri arasındaki sıra korelasyonuna bakıldı. Korelasyon katsayısı değerleri çizelge 6’da verildi.

Çizelge 5. Kesikli Üniform Dağılım Genotip \times Çevre Etkileşiminin Önemli Olduğu Verilerde Parametrik Olmayan Yöntemlere Göre Genotiplerin Kararlılık Katsayıları

Genotip	PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER								
	S1	S2	Z1	Z2	S3	S6	L	R	KSM
G1	5.20	19.67	0.13	0.05	43.63	8.45	23.59 ^{abc}	121	15
G2	4.33	13.79	1.09	1.18	24.75	6.71	20.25 ^{bc}	104	15
G3	4.82	16.78	0.07	0.18	32.71	7.24	23.70 ^{abc}	117	14
G4	5.69	23.26	1.31	1.05	47.00	8.81	33.96 ^{abc}	151	20
G5	4.18	12.92	1.62	1.65	18.79	4.91	17.97 ^c	100	8
G6	4.48	14.52	0.63	0.86	31.28	6.39	20.45 ^{bc}	101	14
G7	6.01	26.23	2.72	2.85	51.39	9.77	35.76 ^{ab}	157	25
G8	5.27	19.87	0.21	0.07	37.29	8.49	25.53 ^{abc}	119	22
G9	5.50	22.25	0.69	0.64	22.09	5.05	33.32 ^{abc}	137	12
G10	4.61	15.20	0.35	0.60	19.76	5.29	21.76 ^{abc}	109	11
G11	5.42	21.18	0.49	0.32	36.08	7.55	29.13 ^{abc}	134	15
G12	5.19	20.90	0.12	0.25	46.34	9.46	27.00 ^{abc}	132	22
G13	5.19	19.60	0.12	0.04	25.56	5.24	31.64 ^{abc}	136	16
G14	6.44*	30.56*	5.50	7.04	49.71	8.29	38.60 ^a	162	19
G15	5.29	20.86	0.25	0.24	34.12	6.85	28.45 ^{abc}	140	12
Toplam			15.30	17.02					240

Genotip × çevre etkileşiminin belirlenmesinde kullanılan parametrik ve parametrik olmayan kararlılık analizi yöntemleri arasındaki ilişkinin araştırılması

Çizelge 6. Kesikli Üniform Dağılıfta Genotip × Çevre Etkileşiminin Önemsiz ve Önemli Olduğu Verilerde Parametrik ve Parametrik Olmayan Kararlılık Değerleri Arasındaki Sıra Korelasyon Katsayıları

	Metotlar	S1	S2	S3	S6	L	R	KSM
GxÇ interaksiyonu Önemsiz	S2	0.993 ^{***}						
	S3	0.775 ^{***}	0.782 ^{***}					
	S6	0.746 ^{***}	0.757 ^{***}	0.918 ^{***}				
	L	0.743 ^{**}	0.743 ^{**}	0.668 ^{**}	0.621 [*]			
	R	0.856 ^{***}	0.881 ^{***}	0.767 ^{***}	0.761 ^{***}	0.895 ^{***}		
	KSM	0.602 [*]	0.609 [*]	0.902 ^{***}	0.911 ^{***}	0.573 ^{**}	0.656 ^{**}	
	CV	0.818 ^{***}	0.782 ^{***}	0.757 ^{***}	0.625 [*]	0.854 ^{***}	0.749 ^{***}	0.618 [*]
	FWBİ	0.532 [*]	0.493	0.407	0.211	0.200	0.265	0.147
	VK	0.818 ^{***}	0.782 ^{***}	0.757 ^{***}	0.625 [*]	0.854 ^{***}	0.749 ^{***}	0.618 [*]
	EV	0.718 ^{**}	0.711 ^{**}	0.686 ^{**}	0.611 [*]	0.975 ^{***}	0.844 ^{***}	0.616 [*]
	SSV	0.718 ^{**}	0.711 ^{**}	0.686 ^{**}	0.611 [*]	0.975 ^{***}	0.844 ^{***}	0.616 [*]
	PJBİ	0.532 [*]	0.493	0.407	0.211	0.200	0.265	0.147
	ER	0.654 ^{**}	0.657 ^{**}	0.664 ^{**}	0.543 [*]	0.904 ^{***}	0.772 ^{***}	0.564 [*]
	P	0.257	0.261	0.646 ^{**}	0.700 ^{**}	0.089	0.254	0.782 ^{***}
	GORT	-0.089	-0.096	-0.496	-0.604 [*]	0.068	-0.109	-0.699 ^{**}
GxÇ interaksiyonu Önemli	S2	0.972 ^{***}						
	S3	0.724 ^{**}	0.761 ^{***}					
	S6	0.545 [*]	0.607 [*]	0.929 ^{***}				
	L	0.931 ^{***}	0.936 ^{***}	0.643 ^{**}	0.436			
	R	0.937 ^{***}	0.929 ^{***}	0.679 ^{**}	0.471	0.964 ^{***}		
	KSM	0.515 [*]	0.577 [*]	0.823 ^{***}	0.834 ^{***}	0.544 [*]	0.544 [*]	
	CV	0.799 ^{***}	0.789 ^{***}	0.532 [*]	0.346	0.814 ^{***}	0.800 ^{***}	0.476
	FWBİ	0.231	0.209	0.200	0.236	0.038	0.070	0.133
	VK	0.808 ^{***}	0.798 ^{***}	0.564 [*]	0.377	0.823 ^{***}	0.809 ^{***}	0.506
	EV	0.869 ^{***}	0.864 ^{***}	0.582 [*]	0.357	0.968 ^{***}	0.939 ^{***}	0.539 [*]
	SSV	0.869 ^{***}	0.864 ^{***}	0.582 [*]	0.357	0.968 ^{***}	0.939 ^{***}	0.539 [*]
	PJBİ	0.231	0.209	0.200	0.236	0.038	0.070	0.133
	ER	0.756 ^{***}	0.793 ^{***}	0.479	0.286	0.907 ^{***}	0.846 ^{***}	0.521 [*]
	P	-0.154	-0.046	0.379	0.571 [*]	-0.104	-0.164	0.677 ^{**}
	GORT	0.286	0.211	-0.307	-0.561 [*]	0.375	0.389	-0.489

Kesikli üniform dağılışa göre türetilen ve etkileşimin önemsiz olduğu verilerde parametrik olmayan kararlılık yöntemlerine göre elde edilen kararlılık değerleri arasındaki sıra korelasyonlar incelendiğinde parametrik olmayan yöntemlerde tüm kararlılık katsayıları arasında önemli ilişki bulunurken en yüksek korelasyonlar S1 ile S2, S3 ile S6 ve KSM, L ile R arasında bulundu. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler arasındaki ilişki incelendiğinde parametrik yöntemlerden regresyona dayalı yöntemlerin (FWbi ve PJBİ) parametrik olmayan yöntemlerle önemsiz ve düşük korelasyona sahip oldukları ve diğer parametrik yöntemlerin parametrik olmayan yöntemlerle önemli ilişki gösterdikleri gözlemlendi.

Çizelge 6'da kesikli üniform dağılışa göre elde edilen ve Genotip × Çevre etkileşiminin önemli olduğu verilerde parametrik olmayan kararlılık yöntemleri arasındaki sıra korelasyon değerleri incelendiğinde parametrik olmayan yöntemlerde S1 ile S2 ve S3 ile S6 yöntemleri arasında çok yüksek ve önemli ilişki tespit edildi. L ve R yöntemleri arasında ve bu yöntemlerin S1 ve S2 yöntemleriyle de önemli

ve yüksek korelasyona sahip olduğu gözlemlendi. KSM değerlerinin S3 ve S6 değerleriyle önemli ve yüksek ilişkiye sahip olduğu gözlemlendi. Parametrik yöntemlerden CV, VK, EV, SSV ve ER ile parametrik olmayan yöntemlerden S1, S2, L ve R yöntemleri arasında önemli ve yüksek ilişki tespit edilirken FWbi ve PJBİ yöntemlerinin parametrik olmayan yöntemle ilişkisi önemli bulunamadı. Ayrıca P ve KSM yöntemleri arasında da önemli bir ilişki tespit edildi.

Normal ve kesikli üniform dağılıfta parametrik olmayan yöntemlerde etkileşimin önemli ve önemsiz olduğu durumlarda en kararlı ve en kararsız genotipler aşağıda özet olarak çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde her iki dağılıfta yöntemler arasında bir paralelliğin olduğu görülmektedir. Genotiplerin kararlılık durumunu belirleyen parametrik olmayan S1 ile S2, L ile R ve S3 ile S6 kararlılık yöntemleri arasında bir benzerliğin olduğu görülmektedir. KSM yöntemi ise genelde S3 ve S6 yöntemleriyle benzer sonuç vermiştir. Dolayısıyla benzer sonuçlar veren kararlılık katsayı değerleri arasındaki sıra korelasyonunda yüksek çıkması beklenir.

Çizelge 7. Normal Ve Kesikli Üniform Dağılıfta Genotip × Çevre Etkileşiminin Önemli Ve Önemsiz Olduğu Durumlarda Kararlılık Yöntemlerine Göre En Kararlı ve En Kararsız Genotipler.

	Normal Dağılıf				Kesikli Üniform Dağılıf			
	Önemsiz		Önemli		Önemsiz		Önemli	
	Kararlı	Kararsız	Kararlı	Kararsız	Kararlı	Kararsız	Kararlı	Kararsız
S1	G14	G3	G9	G1	G9	G5	G5	G14
S2	G14	G3	G9	G1	G9	G5	G5	G14
S3	G6	G15	G9	G1	G9	G5	G5	G7
S6	G6	G15	G9	G1	G12	G5	G5	G7
L	G14	G3	G9	G1	G9	G8	G5	G14
R	G14	G3	G9	G1	G9	G5	G5	G14
KSM	G1	G8	G9	G1	G4	G5	G5	G7

Parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin elde edilmiş durumlarına ve aralarındaki ilişkiye göre gruplandırılması çizelge 8'deki gibi yapılabilir. Aşağıdaki çizelgede parametrik olmayan kararlılık yöntemleri A, B, C ve D olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Gruplar içindeki kararlılık ölçütleri arasındaki sıra korelasyonları bir çok yakın değerler olarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 8. Parametrik Olmayan Kararlılık Yöntemlerinin Gruplandırılması

	Grup			
	A	B	C	D
Parametrik	L	S1	S3	KSM
Olmayan Yöntemler	R	S2	S6	

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Normal ve kesikli üniform dağılıfa göre elde edilen verilere Genotip × Çevre etkileşiminin hesaplanmasında kullanılan kararlılık yöntemleri uygulandığında her iki dağılıfta da benzer sonuçlar tespit edildi. Normal dağılıfta aralarında yüksek korelasyon olan yöntemlerin kesikli üniform dağılıfta da yüksek korelasyona sahip oldukları gözlemlendi. Dolayısıyla bu yöntemlerin normal ve kesikli üniform dağılıf gösteren verilere uygulanmasında yöntemler arasında ilişki yönünden bir fark bulunamamış ve dağılımlar arasında bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Normal ve kesikli üniform dağılıf gösteren verilerde varyans analizine göre etkileşimin önemli ve önemsiz olduğu durumlarda yöntemler arasındaki ilişki paralellik göstermiştir. Her iki dağılıfta varyans analizine göre etkileşimin önemsiz olduğu durumda parametrik olmayan yöntemlere göre elde edilen kararlılık katsayı değerleri önemsiz bulunurken (Çizelge 1 ve 4) etkileşimin önemli olduğu durumlarda kararlılık katsayı değerlerinde genotipler arasındaki fark önemli bulundu (Çizelge 2 ve 5). Yani en kararlı genotipin kararlılık katsayısı önemsiz bulunurken en kararsız genotipin kararlılık katsayısı önemli bulundu. Dolayısıyla varyans analizine göre etkileşimin önemli olduğunda kararlılık yöntemlerinde de katsayı değerleri arasındaki fark önemli bulunabilmektedir. Varyans analizine göre etkileşimin önemli ve önemsiz olması durumunda parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemlerinin Genotip

× Çevre etkileşiminin tespitinde varyans analizine benzer sonuçlar verdikleri gözlemlendi.

Çalışma sonucunda normal ve kesikli üniform dağılıf gösteren verilerde parametrik olmayan yöntemlerde en yüksek ilişki S1 ile S2, S3 ile S6 ve L, R, S1 ile S2 kararlılık katsayıları arasında bulundu. KSM yöntemi S3 ve S6 yöntemleriyle yüksek ve önemli ilişki göstermiştir. S6 ve KSM yöntemlerinin genotip ortalama değerleriyle negatif yönde önemli ilişki gösterdikleri gözlemlendi. Kang ve Pham (1991), genotip ortalama verimlerinin KSM ve S6 yöntemleriyle negatif yönde önemli bir ilişki gösterdiğini ayrıca KSM, S3 ve S6 yöntemlerinin kararlı genotiplerin seçiminde doğru sonuç vereceklerini belirtmişlerdir. Huehn (1990 b), gerçek veriler üzerinde yaptıkları çalışmada düzeltilmemiş verilerde S1 ve S2 yöntemleri arasında çok yüksek ilişki bulurken bu yöntemlerin S3 ile ilişkisini düşük ve önemli bulmuştur aynı zamanda ortalama göre düzeltilmiş verilerde de S1 ile S2 arasındaki ilişkiyi yine çok yüksek (1.00) ve bu yöntemlerin S3 ile ilişkisini de yüksek (0.90) bulmuştur. Yaptığımız simülasyon çalışmasında da S1 ve S2 yöntemleri ortalama göre düzeltilmiş veriler üzerinden S3 ve S6 ölçütleri ise düzeltilmemiş gerçek veriler üzerinden hesaplandı ve elde edilen sonuçlar Huehn (1990 b) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Piepho ve Lotita (1992), S1, S2, L ve R yöntemleri arasında çok yüksek ve önemli ilişki bulmuşlardır. Bu yöntemler arasında yüksek korelasyon bulunmasının sebebi bu ölçütlerin hesaplanmasında kullanılan verilerin ortalama göre düzeltilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü S1 ve S2 yöntemlerinde $Y_{ij}^* = \bar{Y}_{ij} - (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})$ düzeltilmiş değerlerine göre elde edilen sıra puanları kullanılırken L ve R yöntemlerinde de $V_{ij} = \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..}$ değerlerine göre elde edilen sıra puanları kullanılmaktadır. Dolayısıyla V_{ij} değerleri Y_{ij}^* değerinden çevrelerin ortalaması olan \bar{Y}_j değerlerinin çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Y_{ij}^* değerlerinden \bar{Y}_j değerlerinin çıkarılmasıyla Y_{ij}^* değerlerinin sıra puanlarında herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Böylece Y_{ij}^* değerleri ile V_{ij} değerlerinin sıra

puanları bir birine eşit olur ve bundan dolayı da S1, S2, L ve R yöntemleri arasındaki ilişkide yüksek bulunur. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler arasında en yüksek korelasyon L ile EV ve SSV yöntemleri arasında bulunurken FWbi ve PJbi regresyon yöntemlerinin S1, S2, S3, S6, L, R ve KSM yöntemleriyle ilişkileri çok düşük ve önemsiz bulundu. EV ve SSV yöntemlerinde etkileşim değerlerinin $(\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})$ karesi alınırken L ve R yöntemlerinde etkileşim değerlerinin mutlak değeri alınmıştır. Dolayısıyla bu yöntemler arasındaki ilişki yüksek bulunmuştur. Piepho ve Lotito (1992), gerçek veriler üzerinden yaptıkları çalışmada SSV ve EV yöntemlerinin bir birine eşit olduğunu belirtmişler ve EV yöntemi ile R ve L yöntemleri arasında çok yüksek ve önemli ilişki bulurken EV ile L yöntemleri arasındaki ilişkiyi EV ile R yöntemleri arasındaki ilişkiden daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonuçlar yaptığımız simülasyon çalışmasıyla elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Simülasyon çalışması sonucunda EV ve SSV yöntemleriyle L yönteminin ilişkisi R yöntemine göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca parametrik olmayan yöntemlerden S1 ve S2 yöntemlerinin parametrik yöntemlerden CV, VK, EV, SSV ve ER yöntemleriyle olan korelasyonları da çok önemli ve yüksek bulunmuştur. Piepho ve Lotito (1992), S1 ve S2 yöntemlerinin EV ve ER yöntemleriyle olan ilişkisini çok önemli bulurken FWbi yönteminin S1, S2, L ve R yöntemleriyle arasındaki ilişkiyi önemsiz bulmuştur. Huehn (1990 b), S1, S2 ve S3 yöntemlerinin EV ve ER yöntemleriyle ilişkisinin çok önemli ve yüksek olduğunu ayrıca bu yöntemlere göre elde edilen katsayı değerleri ile regresyon katsayı değerleri arasındaki ilişkinin çok düşük ve önemsiz olduğunu belirtmiştir. Becker ve Leon (1988) S1 ve S2 yöntemlerinin EV ve ER yöntemleriyle ilişkisini çok önemli ve yüksek bulurken bu yöntemlerin CV yöntemiyle olan korelasyonlarını önemli ve düşük bulmuşlardır. Kang ve Pham (1991), P yönteminin KSM, S3 ve S6 yöntemleriyle ayrıca SSV yönteminin ise KSM ve S3 yöntemleriyle yüksek ve önemli ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir. KSM yöntemiyle SSV yöntemi arasında pozitif yönde önemli ve KSM ile genotip ortalama değerleri arasında negatif yönde önemli ilişkinin bulunmasının en büyük sebebi; KSM yönteminde SSV ve genotip ortalama değerleri kullanılırken (KSM= Genotiplerin verim ortalamalarının sıra puanı + SSV Değerleri sıra puanı) SSV değerleri küçükten büyüğe doğru genotip ortalama değerleri ise büyükten küçüğe doğru derecelenmekte. Dolayısıyla elde edilen KSM değerleri küçükten büyüğe doğru derecelendirildiği için SSV ile pozitif yönde genotip ortalama değerleriyle negatif yönde ilişki göstermektedir.

Bu çalışmada incelenen kararlılık yöntemlerin genotiplerin çevrelerle etkileşmesini daha hassas test ettikleri için tavsiye edilmektedir. Kararlılık yöntemlerin denemelerde etkileşimin tespitinde kullanılmalarının en önemli avantajı etkileşimin

önemsiz olması durumunda bile genotiplerin bireysel olarak çevrelerle olan etkileşimlerinin belirlenebilmesidir. Yapılan çalışmada normal ve kesikli üniform dağılışa göre türetilen verilere parametrik ve parametrik olmayan kararlılık yöntemleri uygulandığında her iki dağılışa da yöntemler arasındaki sıra korelasyon değerleri benzer bulundu. Her iki dağılışa kararlılık yöntemleri uygulandığında dağılışlar arasında bir fark olmadığı dolayısıyla uygulaması yapılan kararlılık yöntemlerin her iki dağılıştada kullanılabilceği tespit edildi. Varyans analizine göre etkileşim değerinin önemli ve önemsiz olduğu durumlarda da kullanılan kararlılık ölçütleri benzer sonuç vermiştir. Genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerini tespit için kullanılan kararlılık yöntemlerinden hangilerinin kullanılmasına karar verilirken aralarında korelasyonun yüksek olduğu yöntemlerden herhangi biri kullanıldığında paralel sonuçların alınabileceği söylenebilir. Genel olarak etkileşim değerini genotiplere bireysel olarak parçalayan EV ve SSV yöntemlerinden birisinin veya bu yöntemlerle yüksek sıra korelasyona sahip yöntemler tercih edilebilir. Parametrik olmayan yöntemlerde ise S1, S2 ve L yöntemlerinin EV ve SSV yöntemleriyle olan ilişkisi diğer parametrik yöntemlere göre daha yüksek olduğundan S1, S2 ve L yöntemlerinin Genotip × Çevre etkileşiminin hesaplanmasında güvenle kullanılabilirler.

5. KAYNAKLAR

- Becker, H. C. and Leon, J., 1988. Stability Analysis in Plant Breeding. *Plant Breeding* 101. 1-23.
- Dayıoğlu, H. ve Doğru, Ü., 1994. Genetik. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. 5-6. Erzurum.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A. ve Akman, N., 1987. Hayvan Islahı. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları:1003. Ankara
- Flores, F., Moreno, M. T. and Cubero, J. I., 1998. A Comparison of Univariate and Multivariate Methods to Analyze G×E Interaction. *Field Crops Research* 56. 271-286.
- Hartmann, W., 1990. Implication of Genotype-Environment Interactions in Animal Breeding: Genotype-Location Interactions in Poultry. *World's Poultry Science Journal* Vol. 46. 198-210
- Huehn, M., 1990 a. Nonparametric Measures of Phenotypic Stability. Part 1: Theory. *Euphytica* 47. 189-194.
- Huehn, M., 1990 b. Nonparametric Measures of Phenotypic Stability. Part 2: Applications. *Euphytica* 47. 195-201.
- Hühn, M. and Nassar, R., 1989. On Tests of Significance for Nonparametric Measures of Phenotypic Stability. *Biometrics* 45. 997-1000.
- Hühn, M. and Nassar, R., 1991. Phenotypic Stability of Genotypes over Environments: On Tests of Significance for Two Nonparametric Measures. *Biometrics* 47. 1196-1197.
- Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high yielding stable crop genotypes. *Cereal Research Communications*, 16, 113-115.
- Kang, M. S. and Pham, H. N., 1991. Simultaneous Selection For High Yielding and Stable Crop Genotypes. *Agronomy Journal*. 83. 161-165.

- Kang, M. S., 1993. Simultaneous Selection for Yield and Stability in Crop Performance Trials: Consequences for Growers. *Agronomy Journal*. 85. 754-757.
- Kaya, Y. ve Taner, S., 2003. Estimating Genotype Ranks by Nonparametric Stability Analysis in Bread Wheat (*Triticum Aestivum L.*). *J. Central European Agriculture* 4. 47-53.
- Mather, K. and Jones, R. M., 1958. Interaction of genotype and environment in continuous variation. *Biometrics* 14. 343-359.
- Nassar, R. and Hühn. M., 1987. Studies on Estimation of Phenotypic Stability: Tests of Significance for Nonparametric Measures of Phenotypic Stability. *Biometrics* 43. 45-53.
- Pham, H. N. and Kang, M. S., 1988. Interrelationships among and Repeatability of Several Stability Statistics Estimated from International Maize Trials. *Crop Science* 28. 925-928.
- Piepho, H. P. and Lotito, S., 1992. Rank Correlation Among Parametric And Nonparametric Measures Of Phenotypic Stability. *Euphytica* 64. 221-225.
- Shukla, G. K., 1972. Some Statistical Aspects of Partitioning Genotype-Environmental Components of Variability. *Heredity* 29. 237-245.
- Tuncel, E., 1994. Hayvan Islahı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:46. 15-21. Bursa. (2.Baskı).

FARKLI FOSFOR DOZLARININ ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) BİTKİSİNİN VERİM VE VERİM UNSURLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Duran KATAR^{*1} Yusuf ARSLAN¹ Fatma KAYAÇETİN¹ İlhan SUBAŞI¹ Çetin ÇAĞLAR¹

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yenimahalle-Ankara
*e-posta: durankatar@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.03.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET: Bu çalışma, Ankara ekolojik koşullarında 2010 yılında Dinçer aspir çeşidiyle yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede 4 farklı ($P_1=0$, $P_2=3$, $P_3=6$ ve $P_4=9$ kg/da) fosfor dozu kullanılmıştır. Bu uygulamaların bitki boyu, bitki başına tabla sayısı, bin dane ağırlığı, tohum verimi, ham yağ oranı ve ham yağ verimi ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Fosfor dozları, bitki boyu, bitki başına tabla sayısı, bin dane ağırlığı, tohum verimi ve ham yağ verimi üzerine olumlu etki yapmıştır. En yüksek bitki boyu değeri P_3 : 9 kg/da muamelesinden elde edilmiştir. En yüksek tohum ve yağ verimi ise P_4 muamelesinden elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., Fosfor, Tohum ve Yağ Verim

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF PHOSPHORUS ON THE YIELD AND YIELD COMPONENTS OF SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.)

ABSTRACT: This study was conducted with Dinçer Safflower variety in Ankara ecological conditions in 2010. The experimental design was randomized complete block design with three replications. Nitrogen doses used in this research were $P_1=0$, $P_2=3$, $P_3=6$ ve $P_4=9$ kg/da. Plant height, number of heads per plant, 1000 seed weight, seed yield, oil content, oil yield and fatty acid component were investigated in the experiment. According to results of this research, phosphorus doses was positive impacted on the plant height, number of capitula per plant, 1000 seed weight, seed and oil yield. The most plant height was obtained with $P_3=9$ kg/da. The maximal seed and oil yield was obtained with P_3 treatment.

Key Words: Safflower, *Carthamus tinctorius* L. Phosphorus, Seed and Oil Yield

1. Giriş

Aspir, tohumlarından kaliteli yemeklik yağ elde edilen önemli yağlı tohumlu bir bitkidir. Aspir bitkisinin petal yaprakları binlerce yıldan beri dünyanın değişik yerlerinde tıbbi amaçlarla ve organik boya üretiminde kullanılmaktadır. Aspir bitkisi genel anlamda yazlık bir bitkidir. Fakat ılıman bölgelerde sonbaharda ekilerek kışlık olarak tarımı da yapılabilmektedir. Kışlık olarak ekilebildiği bölgelerde verimi daha yüksektir. Aspir bitkisi sıraya ekilen bir bitki olduğu için münavebe alınması tarım alanlarında yabancı ot kontrolü açısından önemi büyüktür. Aspir bitkisinin tarımı ülkemizde yaygın şekilde yapılmamaktadır. Fakat ülkemizin yabancı aspirlerin gen kaynaklarından birisi olduğu dikkate alındığında ülkemiz için önemli alternatif bir yağ bitkisi olduğu görülmektedir. Ülkemizin bitkisel yağ açığı da dikkate alındığında aspir tarımının yaygınlaştırılmasının önemi daha da artmaktadır (Esendal, 2005).

Ülkemizde aspir tarımının geliştirilmesi için son yıllarda yoğun şekilde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ıslah edilmiş 3 aspir çeşidi mevcuttur. Bu çeşitlerin ekiminin yaygınlaştırılması için farklı kurumlar tarafından çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizin sahip olduğu farklı ekolojik koşullar dikkate alındığında ıslah çalışmalarıyla değişik özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesine olan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Gerek

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı enstitülerde gerekse değişik üniversitelerin Ziraat Fakültelerinde son yıllarda aspir ıslahı çalışmaları yoğunluk kazanmıştır.

Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi aspir bitkisinde de kullanılacak gübre miktarının belirlenmesinde esas olan, besin maddelerinin azlığı veya fazlalığı nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişimine olumsuz etkide bulunmayacak miktarda gübrenin zamanında bitkiye sağlanmasıdır (Geçit ve ark. 2009). Kültür bitkilerinin besin elementlerinden yararlanma oranlarına, bitki türü ve çeşidi, toprağın yapısı, organik madde ve besin maddesi içeriği, yağış ve toprak nemi gibi faktörlerin yanında gübrelerin verilmiş formu, şekli, zamanı ve miktarı da etkide bulunmaktadır. Fosfor bitki için önemli makrobesin elementlerinden birisidir. Topraktaki total miktarı genellikle % 0.02-0.14 arasında değişmektedir. Toprakta var olan fosforun % 1-2'lik kısmından bitkiler ancak yararlanabilmektedir. Fosfor bitkilerin tohum ve meyvelerinde, bitkinin yaprak ve diğer kısımlarına kıyasla daha fazla bulunmaktadır. Diğer birçok bitkide olduğu gibi aspir bitkisinde de fosfor önemli bir bitki besin elementidir. Aspirin fosfora karşı göstermiş olduğu tepki kullanılan aspir çeşitlerine, üretimin yapıldığı ekolojik çevreye, uygulanan fosfor formuna ve dozlarına göre değişmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Fosforlu gübreler kuru tarım sistemlerinde azotlu gübrelerden sonra en büyük girdilerden birisini oluşturmaktadır.

Bu bölgelerde optimum düzeyde verim ve kalitede ürün elde edebilmek için bitkiye yeterli miktarda, uygun zaman ve formda fosfor verilmesi gerekmektedir. Aşırı veya yetersiz gübre uygulamaları tarımsal üretimde ekonomik kayıplara neden olduğu gibi aşırı gübre uygulaması zaman içerisinde çevre sorunlarına da neden olmaktadır (Grant 2006).

Bu çalışmada amaç, Dinçer aspir çeşidine, Ankara ekolojik koşullarında uygulanan farklı fosfor dozlarının bitkinin verimi ve kalitesi üzerine olan etkisini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak Eskişehir Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiş olan ve dikensiz bir çeşit olduğu için üretimi çiftçiler tarafından tercih edilen Dinçer çeşidi kullanılmıştır. Fosforlu gübre olarak triple süper fosfat kullanılmıştır.

Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı deneme alanı düz ya da düze yakın eğimlerde iyi drenajlı derin ve orta derin az taşlı ve taşsız, killi-tınlı topraklardan oluşmaktadır. Toprak pH'sı 7.62, tuz içeriği % 0.063, organik madde % 1.03, kireç oranı % 23.9'dır (Çizelge 1).

Aspir bitkisinin vejetasyon dönemine ait toplam yağış 172.1 mm olup, en düşük yağış 19.8 mm ile Temmuz ayına ait iken en yüksek yağış miktarı ise 75.8 mm ile Haziran ayında gerçekleşmiştir. Ağustos ve Eylül aylarında ise bölgeye yağış düşmemiştir. Deneme kurulduktan sonra Nisan ayında en düşük

sıcaklık -1.7 °C olmuş ve en yüksek sıcaklıkta Ağustos ayında 38.6 °C olmuştur (Çizelge 2).

2.2. Yöntem

Bu çalışma 2010 yılında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Haymana/İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 6 m uzunluğunda ve 1.2 m genişliğinde ve parselin alanı 7.2 m² olacak şekilde hazırlanmıştır. Eşit alandaki parsellere sıra arası 30 cm (Kızıl ve ark., 1999), sıra üzeri 10 cm ve her parselde 4 sıra olacak şekilde mibzerle 02.04.2010 tarihinde ekim yapılmıştır. Parsel aralarında 0.5 m boşluk bırakılmıştır. Çalışmada 4 farklı fosfor dozu ($P_1=0$, $P_2=3$, $P_3=6$ ve $P_4=9$ kg/da) kullanılmıştır. Denemenin hasadı her parseldeki 4 sıradan kenarlardaki birer sırası ve uçlarda 0.5 m kenar tesiri olarak atıldıktan sonra yapılan ölçüm ve tartımlarla belirlenmiştir. Tek bitki değerleri her parselden tesadüfen seçilen 10'ar bitkiden yapılmıştır. Dekara tohum verimleri parsel verimleri üzerinden hesaplanmıştır. Yağ oranları yağ asitleri durumu ise Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü'nde yaptırılan analizle belirlenmiştir. Dekara yağ verimleri dekara tohum verimi ve yağ oranları üzerinden hesaplanmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen veriler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Tüm istatistikî hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Bünye	Kireç (%)	Toplam tuz (%)	Yarayışlı Fosfor (P_2O_5) (kg/da)	Yarayışlı Potasyum (K_2O) (kg/da)	pH	Organik Madde (%)
Killi-tınlı	23.9	0.063	20.15	207.36	7.62	1.03

Çizelge 2. Deneme yılına ait iklim verileri

2010 Yılı İklim Verileri	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Min. Sıcaklık °C	-7.4	-1.7	1.6	9.2	12.6	13.4	7.7
Max. Sıcaklık °C	21.1	21.8	28.9	30.6	35.2	38.6	31.4
Ort. Sıcaklık °C	6.8	9.4	14.6	19.1	20.6	25.5	17.09
Ort. Hava Nisbi Nemi (%)	75.9	66	54.6	63.3	49.1	38.8	44.3
Toplam Yağış (mm)	41.0	13.8	21.7	75.8	19.8	0	0
Ortalama							
5 cm (°C)	8.3	12.2	17.7	21.9	22.6	29.8	20.13
10 cm (°C)	8.3	11.8	17.9	22	22.8	29.5	19.63
20 cm (°C)	8.3	11.2	16.6	21.2	21.4	27.4	19.86
50 cm (°C)	8.7	10.5	15.2	19.7	19.7	25.2	20.14
100 cm (°C)	9.0	10.2	13.6	17.4	17.6	22.5	19.09
Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	3.8	3	2.8	2.9	2.4	2.6	2.51
Toprak Nemi (%)	21.2	15.2	10.5	14.1	12.6	8.8	6.5
Toprak Üstü Min.Sıc.Ort. (°C)	-1.1	-1.4	5.9	11.7	11.2	15	8.8

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bitki Boyu (cm):

Farklı fosfor dozlarının bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırmaları da Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 3’de görüldüğü gibi farklı fosfor dozlarının bitki boyu üzerine etkileri istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki boyuna ait değerler 3 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4). Fosfor dozları bitki boylarını 47.90-66.13 cm arasında değiştirmiştir. En yüksek bitki boyu 66.13 cm ile 9 kg/da dozundan elde edilirken, en düşük bitki boyu ise 47.90 cm ile 0 kg/da dozundan elde edilmiştir. En yüksek bitki boyunu veren 9 kg/da fosfor dozu, 6 kg/da dozuyla aynı grupta yer almaktadır.

Çalışmadan elde edilen bitki boyuna ait değerler Abbadi et al. (2005)’un NPK uygulamasından elde ettikleri 53.5-99.9 cm değerlerden ve Polat (2007)’in bildirmiş olduğu 73.42-76.19 cm olan bitki boyu değerlerinden bir miktar düşük çıkmıştır. Yıldırım ve ark. (2004)’nın 0. 8 ve 16 kg/da fosfor dozlarında sırasıyla 51.96, 52.22 ve 60.22 cm olarak bildirdikleri bitki boyu değerleri ve İlisulu (1973)’nun bildirdiği 30–100 cm olan değer ile uyum içerisindedir.

3.2. Tabla Sayısı/Bitki (adet)

Farklı fosfor dozlarının tabla sayısına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırmaları da Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 3’de görüldüğü gibi farklı fosfor dozlarının tabla sayısı üzerine etkileri istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitkide tabla sayısına ait değerler 2 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4). Değişen fosfor dozları bitkide tabla sayısını 8-13 adet arasında değiştirmiştir. En yüksek bitkide tabla sayısı 13 adet ile 9 kg/da dozundan elde

edilirken, en düşük bitkide tabla sayısı ise 8 adet ile 0 kg/da dozundan elde edilmiştir. En yüksek tabla sayısını veren 9 kg/da fosfor dozu 6 kg/da dozuyla aynı grupta yer alırken, en düşük değeri veren 0 kg/da dozu da 3 kg/da ile aynı grupta bulunmaktadır.

Çalışmadan elde edilen tabla sayısı değerleri Polat (2007)’in Dinçer çeşidi için bildirmiş olduğu 8.81-10.48 adet olan değerlerle, Yıldırım ve ark. (2004)’nın bildirdiği 9.07-13.62 adet olarak bildirdikleri değerlerle ve Yılmazlar (2008)’in Dinçer çeşidinde bildirmiş olduğu 8.93 adet değerleriyle uyumlu bulunmuştur. Bulgular, Patmavathi and Lakshamma (2001)’nin bildirdiği 11.1-15.4 adet ve Patil et al. (2009)’un bildirdiği 14.67-16.87 adet değerlerinden bir miktar düşük bulunmuştur.

3.3. 1000 Tohum Ağırlığı (gr)

Değişen fosfor dozlarının 1000 tohum ağırlığına olan etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırmaları da Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 3’de görüleceği gibi farklı fosfor dozlarının 1000 tohum ağırlığı üzerine etkileri istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı fosfor dozları 1000 tohum ağırlığını 37.66-48.21 gr arasında değiştirmiştir. En yüksek 1000 tohum ağırlığı 9 kg/da dozundan elde edilirken, en düşük 1000 tohum ağırlığı ise 0 kg/da dozundan elde edilmiştir. En yüksek 1000 tohum ağırlığını veren 9 kg/da fosfor dozu, 6 kg/da dozlarıyla aynı grupta yer almaktadır.

1000 tohum ağırlığıyla ilgili elde edilen değerler, Polat (2007)’in Dinçer çeşidinden bildirmiş olduğu 35.10-43.30 gr olan değerleriyle ve Yıldırım ve ark. (2004)’nin bildirdiği 43.11-43.67 gr olarak bildirdikleri değerler ile uyum içerisindedir. İlisulu (1973)’nun bildirdiği 30–35 gr olan değerlerinde ise bir miktar daha yüksektir.

Çizelge 3. Farklı fosfor dozlarının aspir bitkisinde bitki boyu (cm), bitkide tabla sayısı, 1000 dane ağırlığı (gr), dane verim (kg/da), yağ verimi (kg/da) ve yağ oranı(%) üzerine olan etkisine ait ortalama değerler ve varyans analizi

V.K.	S.D.	Bitki Boyu (cm)	Bitkide Tabla sayısı	Kareler Ortalaması			
				1000 tohum ağırlığı (gr)	Dane verim (kg/da)	Yağ Oranı(%)	Yağ verimi (kg/da)
Tekerrür	2	17.603	0.443	0.083	34.818	1.781	8.928
Dozlar	3	195.743**	14.991**	69.929**	810.504**	1.851	74.972**
Hata	6	7.420	0.868	1.259	62.492	0.392	4.766
Genel	11	60.632	4.642	19.773	261.463	1.042	24.67

(*) %5 düzeyinde önemli, (**) %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Farklı fosfor dozlarının aspir bitkisinde bitki boyu (cm), bitkide tabla sayısı, 1000 dane ağırlığı (gr), dane verimi (kg/da), yağ verimi (kg/da) ve yağ oranı(%) üzerine olan etkisine ait gruplar

Dozlar	Bitki Boyu (cm)	Bitkide Tabla sayısı	1000 tohum ağırlığı (gr)	Dekara dane verim (kg/da)	Yağ Oranı(%)	Dekara yağ verimi (kg/da)
Doz 1	47.90 ^c	8.000 ^b	37.66 ^c	94.93 ^c	27.03	25.70 ^c
Doz 2	58.30 ^b	9.133 ^b	44.33 ^b	113.2 ^b	28.80	32.57 ^b
Doz 3	63.60 ^{ab}	11.330 ^a	47.56 ^a	120.8 ^{ab}	28.53	34.43 ^{ab}
Doz 4	66.13 ^a	13.000 ^a	48.21 ^a	134.3 ^a	27.90	37.50 ^a
LSD	5.442	1.861	2.242	15.79	1.251	4.362
CV %	4.62	8.99	2.52	6.83	2.23	6.71

Aynı sütun içerisinde farklı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde istatistik olarak birbirinden farklıdır

3.4. Tohum Verimi (kg/da):

Farklı fosfor dozlarının dekara tohum verimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırılmaları da Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüleceği gibi farklı fosfor dozlarının dekara tohum verimi üzerine etkileri istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı fosfor dozları verimi 94.93-134.3 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek tohum verimi 134.3 kg/da ile 9 kg/da fosfor dozunda elde edilirken, en düşük dane verimi ise 94.93 kg/da ile 0 kg/da fosfor dozundan elde edilmiştir. Dane verimi bakımından en yüksek değeri veren 9 kg/da fosfor dozu, 6 kg/da fosfor dozu ile aynı grupta bulunmaktadır. En yüksek tohum veriminin elde edildiği 9 kg/da fosfor dozu kontrol parseline kıyasla tohum veriminde % 41.5 oranında artış sağlamıştır.

Tohum verimi bakımından elde edilen veriler, Patmavathi and Lakshamma (2001)'nin bildirdiği 129.2-153.0 kg/da, Zaman and Das (1990)'in bildirdiği 86-138 kg/da tohum verimi ile, Polat (2007)'in Dinçer çeşidi için bildirmiş olduğu 77.96-118.10 kg/da olan değerlerden ve Yılmazlar (2008)'in Dinçer çeşidinden bildirmiş olduğu 100.45-156.20 kg/da uyum göstermektedir. Singh and Singh (1984)'nin bildirdikleri 178-214 kg/da tohum verimi değerleri, Sounda et. al. (1977)'un bildirdiği 285 kg/da veriminden, Girase et. al. (1980)'in bildirdiği 191-219 kg/da'dan, Yıldırım ve ark. (2004)'nin bildirdikleri 197.24- 322.19 kg/da tohum verimi, Abel (1975)'in bildirdiği 176.1 kg/da'dan 357.2 kg/da değerinden ve Bayraktar ve ark. (2005)'nin 2001 yılı için Dinçer çeşidinde bildirmiş oldukları 218 kg/da verimi değerlerinden düşük kalmıştır.

3.5. Yağ oranı (%):

Farklı fosfor dozlarının yağ oranında oluşturduğu değerler ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırılmaları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüleceği gibi farklı fosfor dozlarının yağ oranı üzerine etkileri istatistikî anlamda önemli

bulunmamıştır. İstatistikî anlamda önemli bulunmamış olmakla birlikte farklı fosfor dozlarına ait yağ oranı değerleri % 27.03-28.80 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı % 28.80 ile 3 kg/da dozundan elde edilirken, en düşük yağ oranı ise % 27.03 ile 0 kg/da dozundan elde edilmiştir. En yüksek yağ oranı değeri 3 kg/da dozundan elde edilmiş ve daha sonraki artan fosfor dozları yağ oranını az da olsa bir miktar düşürmüştür.

Yağ oranına ait veriler Bayraktar ve ark. (2005)'nin 2001 yılı için Dinçer çeşidinde bildirmiş oldukları % 28.6 değerini, Yıldırım ve ark. (2004)'nin bildirdikleri % 26.97-28.42 değerlerinden, Polat (2007)'in Dinçer çeşidi için bildirmiş olduğu % 28.18-28.96 olan değerlerle uyum gösterirken ve Abel (1975)'in bildirdiği % 36.1-38.1'den düşük bulunmuştur. Diğer taraftan da Patmavathi and Lakshamma (2001)'nin bildirdikleri % 22.0-22.2 değerinden yüksek bulunmuştur.

3.6. Yağ Verimi (kg/da)

Farklı fosfor dozlarının dekara yağ verimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de, ortalama değerler ve bu değerlere ait Duncan gruplandırılmaları da Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüleceği gibi farklı fosfor dozlarının dekara yağ verimi üzerine etkileri istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı fosfor dozlarının yağ verimi değerleri 25.70-37.50- kg/da arasında değişmiştir. En yüksek yağ verimi 37.50 kg/da ile 9 kg/da fosfor dozundan elde edilirken, en düşük yağ verimi ise 25.70 kg/da ile 0 kg/da fosfor dozundan elde edilmiştir. En yüksek yağ verimi değeri 9 kg/da dozundan elde edilmiş ve bu doz 6 kg/da dozuyla aynı grupta bulunmaktadır.

Yağ verimine ait değerler Yıldırım ve ark. (2004)'nin bildirdikleri 51.10-85.92 kg/da ve Rajput et al. (2007)'un bildirdiği 39.58-51.43 değerlerinden düşük kalmıştır. Diğer taraftan da yağ verimine ait değerler Polat (2007)'in Dinçer çeşidi için bildirmiş olduğu 21.96-34.15 kg/da olan değeriyle uyum göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı fosfor dozlarının aspir bitkisinde yağ asitleri kompozisyonuna olan etkisi

Yağ asitleri	Fosfor dozları (kg/da)			
	0	3	6	9
Nervonik Asit	0.13	0.13	0.13	0.12
Lignoserik Asit	0.14	0.13	0.13	0.14
Erusik Asit	T.E.D.B.*	0.03	0.04	0.02
Behenik Asit	0.25	0.22	0.23	0.23
Ekosadienoik Asit	0.03	0.04	0.05	0.03
Ekosenoik Asit	0.16	0.24	0.30	0.19
Araşidik Asit	1.11	0.35	0.35	0.36
Linolenik Asit	0.12	0.31	0.44	0.19
Linoleik Asit	74.66	76.62	75.93	75.20
Oleik Asit	13.52	12.01	12.58	13.58
Stearik Asit	2.37	2.43	2.27	2.42
Heptadesenoik Asit	0.02	0.02	0.02	0.02
Heptadekanoik Asit	0.05	0.03	0.03	0.05
Palmitoleik Asit	0.11	0.11	0.11	0.11
Palmitik Asit	7.20	7.19	7.24	7.21
Miristik Asit	0.15	0.15	0.15	0.15

T.E.D.B.: Tespit edilebilir düzeyde belirlenememiştir.

3.7. Yağ Asitleri (%)

Ankara koşullarında yazlık olarak ekimi yapılan ve 4 farklı fosfor dozu uygulanan Dinçer çeşidine ait tohumların yağlarında teşhisi yapılan yağ asitlerinin çeşit ve miktarları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü gibi yağ asitleri çeşitliliği bakımından oldukça zengin olmasına karşılık miktar bakımından 4 ana yağ asidi (stearik, palmitik, oleik ve linoleik) bulunmaktadır. Bu yağ asitlerinin toplam miktarı farklı dozlardaki fosfor uygulamalarına göre değişmekle birlikte % 97.75-98.41 olmuştur. % 97.75 değeri 0 kg/da fosfor dozundan alınmışken, % 98.41 değeri ise 9 kg/da fosfor dozundan alınmıştır. Bu çalışmada az da olsa % 0.02-0.04 oranında erusik asit görülmüştür.

Bu değerler, Bayrak (1997)'in bildirdiği % 89.5-99.39 değerleriyle, Bayrak (1997)'in Anonymous (1979)'dan, Swern (1979)'den, Yazıcıoğlu ve Karaali(1983)'den ve Doğan ve Sevinç (1990)'den sırasıyla bildirdiği % 99.58. % 99.25, % 99.25 ve % 99.28-99.62 değerlerle ve Coşge ve ark. (2007)'nin bildirdiği % 99.22 değerleriyle uyum içerisindedir.

Tohumun içerdiği yağı oluşturan yağ asitlerinin çeşidi ve miktarı, tohumun çeşidine, bitkinin yetiştiği iklim şartlarına ve kültürel tedbirlere bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 5'te de görüleceği gibi azot uygulaması bu 4 ana yağ asidinin dağılımında azda olsa değişikliğe neden olmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara ekolojik koşullarında Dinçer aspir çeşitinde yürütülen çalışmadan bitki boyu, 1000 tohum ağırlığı ve bitkide tabla sayısı bakımından en yüksek değerler 9 kg/da fosfor dozundan alınmıştır. En yüksek tohum ve yağ verimi ise her ne kadar 9 kg/da fosfor dozunda alınmış olsa da bu doz 6 kg/da dozuyla aynı grupta yer

almaktadır. Çalışmanın tek yıllık olması her ne kadar kesin bir öneride bulunmamızı engelse de Ankara bölgesinin sulamasız koşulları için 6 kg/da fosfor dozunun önerilmesinde bir sakınca bulunmamaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Abbadi, J., Gerendás, J. and Sattelmacher, B., 2005. Effects of N, P and K Supply on Growth and Yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Compared to Sunflower (*Helianthus annuus* L.) under Greenhouse Conditions. VIth International Safflower Conference, pp 335-343. Istanbul-Turkey.
- Abel, G. H., 1975. Effects of Irrigation Regimes, Planting Dates, Nitrogen Levels, and Row Spacing on Safflower Cultivars. *Agronomy Journal*, Vol. 68, No. 3, p. 448-451.
- Bayrak, A., 1997. Ankara ve Şanlıurfa'da Denenen Yazlık-Kışık Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Hatlarının Yağ Asitleri Bileşiminin Araştırılması. *Gıda Cild: 22, Sayfa: 269-277*.
- Bayraktar, N., Can, Ö., Koşar, F. Ç., Balcı, A. and Uranbey, S., 2005. Production and Development Potential of Oil Crops in Central and Transitional Anatolia Zone. VIth International Safflower Conference, pp 257-267. Istanbul-Turkey.
- Coşke, B., Gürbüz, B. and Kıralan, M., 2007. Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in Spring and Winter. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 1 (3): 11-15.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. Ders Kitabı, 295s.

- Esendal, E., 2005. Wellcome Address to the VIth International safflower conference participants, VIth International Safflower Conference, pp 3-4. İstanbul -Türkiye.
- Geçit, H. H., Çiftçi, Y.C., Emeklier, Y., İkincikaraya, S., Adak, M.S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altunok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., Kendir, H., 2009. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın no: 1569, Ders Kitabı: 521, Ankara.
- Grant, C., 2006. Enhancing Nitrogen Use Efficiency in Dryland Cropping Systems on the Northern Great Plains. 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Girase, P. D.; Wani, A. G.; Deokar, A. B., 1980. Response of safflower varieties to plant densities and nitrogen levels. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Vol. 5, No. 1, pp. 53-55. ISSN 0378-2395
- İlisulu, K., 1973. Yağ bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitapevi, sayfa: 321-324.
- Kızıl, S., Tonçer, Ö. ve Söğüt, T. 1999. Diyarbakır Koşullarında Farklı Sıra Aralığı Mesafelerinin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’ De Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana.
- Padmavathi, P. and P. Lakshamma, 2001. Optimizing Irrigation In Relation To Phosphorus Nutrition In Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Sesame and Safflower Newsletter no. 16, pp. 105-108.
- Patil, T. S., Khawale, V. S., Bolke, H. M. and Kolte, H. S., 2009. Effect of Nutrient Levels and Biofertilizers on Yield Attributes and Economics of Safflower. J. Soils and Crops 19 (1) 176-179. ISSN 0971-2836.
- Polat, T., 2007. Farklı Sıra Aralıkları ve Azot Seviyelerinin Kuru Şartlarda Yetiştirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Doktora Tezi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Rajput, G. R., Khawale, V. S., Mankar, P. S., Sharma, S. K. and Kumbhare, M. D., 2007. Effect of Sowing Dates and Nutrient Management in Safflower. J. Soils and Crops 17 (1) 110-113.
- Singh, U. R. and Singh, U. B., 1984. Response of Safflower to Different Inter-row Spacings and Various Levels of Fertility. Indian Journal of Agronomy, Vol. 29, No. 1, pp. 90-93. ISSN 0537-197X.
- Sounda, G., Seth, J. and De, R., 1977. Effects of Levels of Nitrogen and Plant Populations on the Grain Yield and Yield Components of Three Varieties of Safflower. Indian Journal of Agricultural Sciences, Vol. 47, No. 8, pp. 394-396 ISSN 0019-5022.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köy Hizmetleri Genel müdürlüğü. Toprak ve gübre Araştırması Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel yayın no: 209, Teknik yayınlar no: T.66. ANKARA.
- Yıldırım, B., Tunçbilek, M., Dede, Ö. ve Okut, N., 2004. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2): 113-117.
- Yılmazlar, B., 2008. Konya Şartlarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Aspir Çeşitlerinde Önemli Tarımsal Karakterler Üzerine ve Verime Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Zaman, A. and Das, P. K., 1990. Response of Safflower to Different Moisture Regimes and Nitrogen Levels in Semi-Arid Tropics Journal of Oilseeds Research, Vol. 7, No. 1, pp. 26-32. ISSN 0970-2776.

BAZI BAKLA (*Vicia faba* L.) GENOTİPLERİNDE TANE VERİMİ VE VERİME ETKİ EDEN ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN BELİRLENMESİ

Ufuk KARADAVUT^{1*} Seyit Ali KAYIŞ² İsmail KESKİN²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yerleşke/BİNGÖL

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu/KONYA

*e-mail: ukaradavut@yahoo.com

Geliş Tarihi: 12.08.2009

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET: Bu çalışma 4 farklı bakla genotipinin (Eresen-87, 69V1, Etae-77 ve Etae-339) verim ve verime etki eden bazı özelliklerin verim ile olan ilişkilerinin ve bu karakterlerin verim üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Çalışmada 69V1, Etae-77 ve Etae-339 genotiplerinde incelenen verime etkili karakterler ile verim arasında önemli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Eresen 87 genotipinde ise bitki boyu ile verim arasında istatistik olarak önemli bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). Ayrıca bitki boyu ile baklada tane ağırlığı ve bitkide bakla ağırlığı ile bitkide tane ağırlığı arasında istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir ($P<0.01$). Bu genotipte bitki boyu ve bitkide bakla ağırlığı arttıkça bakladaki tane ağırlıkları da artış göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Path analizi, korelasyon katsayısı, bakla, genotip,

DETERMINATION OF RELATIONSHIPS BETWEEN YIELD AND YIELD COMPONENTS IN SOME FABA BEAN (*Vicia faba* L.) GENOTYPES

ABSTRACT: This study was conducted to investigate relationships among some characters affecting yield and yield components in four faba bean genotypes (Eresen-87, 69V1, Etae-77 ve Etae-339) and determine direct and indirect effects of these characters on yield and yield components. It was shown that there was no significant relationship between yield and yield components of 69V1, Etae-77 and Etae-339 ($P>0.05$). Statistically significant relationships ($P<0.01$) were determined between plant height and yield in Eresen 87. Moreover, statistically significant ($P<0.01$) positive correlation between plant height and pod weight/per plant and between pod weight/per plant and weight of seed/per plant were found. In this genotype, as plant height and pod weight/per plant increased, weight of seed/per plant also increased.

Key Words: Path analysis, correlation coefficient, faba bean, genotype

1. GİRİŞ

İki ya da daha çok değişkenin yer aldığı istatistiksel modellerde genellikle sebep-sonuç ilişkileri üzerinde durulur. Eğer değişkenler arasında fonksiyonel bir ilişki varsa, ilişkinin derecesi ve fonksiyonel şekli belirlenmeye çalışılır. İki yada daha çok değişken arasındaki ilişkinin yapısı regresyon analizi ile ilişkinin yönü ve derecesi ise korelasyon analizi ile incelenir. Biyolojik çalışmalarda, bağımlı değişken için ölçülen bir değer, çok sayıda özelliğin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır (Bek, 1988). Bağımlı değişken ile onu oluşturan özellikler arasındaki ilişkileri açıklamada Pearson korelasyonu yetersiz olabilmektedir (Ghoss ve Chatterjee, 1988). Bunun nedeni özelliklerin etkisinin hem doğrudan hem de dolaylı olabilmesidir. Bu nedenle, bir karakterin onu etkileyen faktörlerden her birine ne ölçüde bağlı olduğunun bilinmesi, özellikle bitki ve hayvan ıslahçıları için oldukça önemlidir. Bu amaçla "path (iz)" katsayılarının bulunması ve yorumlanması gereklidir (İkiz ve Şengonca, 1978).

Bitkilerde verim genetik yönden çok sayıda faktörün etkisi altındadır. Bazı karakterlerin verim üzerine doğrudan, bir kısmının ise dolaylı olarak etki ettiği belirtilmektedir. Çoğu ıslahçı, korelasyon katsayılarının doğrudan ve dolaylı etkilerinin bileşenlerine ayrılmasına olanak sağlayan ve basit anlamda standardize edilmiş kısmi regresyon katsayısı şeklinde tanımlanan path katsayısı analizini

kullanmaktadır (Ghoss ve Chatterjee, 1988; Shabana ve ark., 1990; Board ve ark., 1997). Verime etki eden karakterlerin belirlenmesi ve bu karakterlerin verim üzerindeki etkilerinin belirlenmesi yapılacak çalışmalarda araştırmacıya zaman kazandırması ve başarı şansını artırması açısından büyük önem taşımaktadır (Peksen, 2007). Literatürde path analizi kullanılarak verim ve bitkisel özellikler arasındaki ilişkilerin incelendiği pek çok çalışmaya yapıldığı görülebilir (Malhotra ve ark. 1974; Westermann ve Crothers, 1977; Öder, 1994; Budak ve ark. 1995; Ulukan ve ark. 2003; Ece ve ark. 2004; Karadavut ve ark. 2005; Thalji ve Shalaldehy, 2006; Topal ve Bozoğlu, 2006; Pekşen, 2007; Filek ve ark. 2008)

Path analizi çalışmaları pek çok bitkide yapılmasına rağmen bakla (*Vicia faba* L.) bitkisinde oldukça az çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ile literatürde bahsedilen eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada 4 farklı bakla genotipine ait verim ve verime etki eden bazı karakterlerin verim ile olan ilişkilerinin incelenmesi ve bu karakterlerin verim üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmanın materyalini 4 farklı bakla genotipi oluşturmaktadır. Bu genotiplerin genel özellikleri şu şekildedir;

ERESEN-87: Ege Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü tarafından 1982 yılında seleksiyon metodu ile ıslah edilmiştir. Sakız popülasyonu orijinlidir. 90-107 cm sap uzunluğunda, dik yapılı ve tüysüzdür. Yaprakları birleşik, çiçekleri salkım şeklindedir. Meyveleri hafif havlıdır. Tohumları hafif kiremit renginde ya da yeşilimsidir. Taneleri yassı, büyük, kışa ve kurağa orta derecede dayanıklıdır. Tane dökülmeye dayanıklı ve harmanlaması iyidir.

ETAE-77: Ege tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme yolu ile elde edilmiştir. ICARDA orijinlidir. 76 cm sap uzunluğunda, dik büyüyen ve tüsüz bir yapıdadır. Yaprakları birleşik çiçekleri salkım şeklindedir. Meyveleri hafif havlıdır. Tohum yassı, orta büyüklükte ve tohum rengi kiremit rengindedir. Kışa ve kurağa dayanıklı, orta erkencidir. Tane dökme dayanıklı ve harmanlaması iyidir.

ETAE-339: Ege tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1995 yılında melezleme yolu ile elde edilmiştir. ICARDA orijinlidir. 70 cm sap uzunluğunda, dik büyüyen ve tüsüz bir yapıdadır. Yaprakları birleşik, çiçekleri salkım şeklindedir. Meyveleri hafif havlıdır. Tohum yassı, orta büyüklükte ve tohum rengi kiremit rengindedir. Kışa ve kurağa dayanıklı, orta erkencidir. Tane dökme dayanıklı ve harmanlaması iyidir.

69V1: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osman Tosun Gen Bankası tarafından seleksiyon yolu ile elde edilmiştir. Türkiye orijinlidir. 70 cm sap uzunluğunda dik büyüyen ve tüsüz bir yapıdadır. Yaprakları birleşik, çiçekleri salkım şeklindedir. Meyveleri hafif havlıdır. Tohum yassı, orta büyüklükte ve tohum rengi kiremit rengindedir. Kışa ve kurağa dayanıklı, orta erkencidir. Tane dökme dayanıklı ve harmanlaması iyidir.

Metot

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, 2 yıl süre ile Hatay Ekolojik koşullarında 2000- 2001 yılları arasında yürütülmüştür. Ekim işleri 1. yıl 21 Ekim, ikinci yıl ise 16 Ekim tarihlerinde yapılmıştır. Ekimde bitkiler 50 cm sıra arası ve 10 cm sıra üzeri olmak üzere 6 sıra halinde 5 metre uzunluğundaki parsellere el ile ekilmişlerdir. Toplam parsel alanı ekimde 15 m² olurken, hasatta bu alan, kenar iki sıranın ve baş taraflardan 0.5 m'lik kısımların çıkarılmasıyla geride kalan 8 m²'lik alanda yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 15 kg DAP (Di amonyum fosfat) gübresi verilmiştir. Ayrıca sulama yapılmamış, bitkiler çıkışta ve 15-20 cm boylandıklarında olmak üzere iki kez yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Hasat işleri 1. yıl 24 Haziran, 2. yıl ise 27 Haziranda yapılmıştır. Ölçümler her parselden tesadüfen seçilen 5 bitkide yapılmıştır. Denemenin yapıldığı yıllara ait iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde yetiştirme dönemleri içinde yeterli

yağışın düştüğü görülmektedir. Nem miktarının % 60-70 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Nem miktarının özellikle Mayıs ve Eylül aylarında yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşın en düşük nem miktarı Haziran ayı içerisinde gözlenmiştir.

Denemenin yapıldığı yerin toprakları Amik ovası içerisinde yer almaktadır. Topraklar genel olarak orta derinlikte ya da derindir. Deneme alanı genel olarak tınlı yapıya sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi deneme alanı toprakları hafif alkali bir karaktere sahiptirler. Genel olarak tuzsuz, fosfor miktarı bakımından zayıftır. Organik madde, toplam azot miktarı ve potasyum bakımından iyi durumdadır.

Bu çalışmada öncelikle her bir çeşit için tanıttıcı istatistikler ve verim ile bakla özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Daha sonra regresyon analizi yapılarak değişkenler standardize edilmiştir. Burada katsayılar standardize edildiğinden a sabiti sıfır olmuştur. Bu denklemden çoklu (kısmi) regresyon katsayıları path katsayılarını, yani her bir değişkenin sonuç değişkeni üzerine doğrudan etkilerini göstermektedir. Bitkilerden, bitki boyu (BB), dal sayısı (DS), ilk bakla yüksekliği (İBY), bitkide bakla sayısı (BBS), bitkide bakla ağırlığı (BBA), bitkide tane ağırlığı (BTA) ve verim (V) özellikleri tespit edilmiştir. Burada verim bağımlı değişken olarak alınmış ve diğer altı değişkenin bu değişken üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerini belirlemek için path analizi yapılmıştır. Path analizinde; verim (g): Y, bitki boyu (cm) X₁, dal sayısı (adet): X₂, İlk bakla yüksekliği (cm): X₃, Bitkide bakla sayısı (adet): X₄, Bitkide bakla ağırlığı (g): X₅ ve bitkide tane ağırlığı (g): X₆ olarak gösterilmiştir. Daha sonra ise her bir değişkenin verim üzerine etkili olan dolaylı etkileri hesaplanmıştır. X₁, X₂, X₃, X₄, X₅ ve X₆ değişkenleriyle Y değişkeni arasındaki path şeması ve dolaylı etkiler Şekil 1'de verilmiştir

Şekil 1'de X₁ değişkeninin Y özelliği üzerine doğrudan etkisi P_{Y1} ile gösterilmiştir. Aynı zamanda X₁ değişkeninin X₂, X₃, X₄, X₅ ve X₆ değişkenleri üzerinden Y üzerine olan etkisi ise X₁ değişkeninin Y üzerine olan dolaylı etkilerini göstermektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen verilere göre oluşturulan tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde ETAE-339 hatının diğerlerine göre BB, İBY, BBS, BBA ve BTA daha yüksek değer aldığı gözlenmiştir. Eresen-87 çeşidinin ise DS ve Verim bakımından diğerlerinden daha yüksek değerde olduğu görülmüştür. Buna karşın 69V1 hattı ise bütün karakterler bakımından en düşük değerlere sahip olmuştur.

Çizelge 1. Denemenin Yapıldığı Hatay İlinin Uzun Yıllar Ortalaması ve Denemenin Yürütüldüğü Değişik Yıllara Ait Sıcaklık, Yağış ve Nem Değerleri*

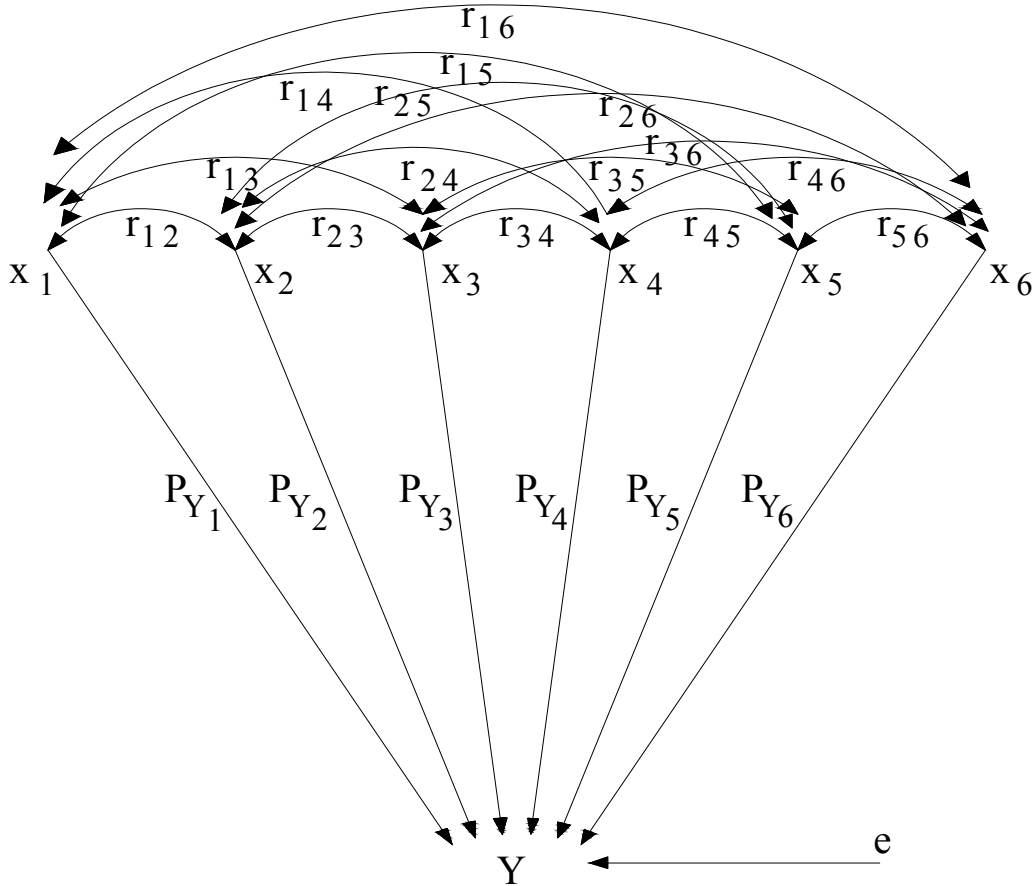
Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nem (%)		
	U.Yıllar	I.Yıl	II.Yıl	U.Yıllar	I.Yıl	II.Yıl	U.Yıllar	I.Yıl	II.Yıl
Ekim	19.90	19.40	20.10	88.74	164.4	58.00	65.30	68.60	69.10
Kasım	14.20	15.20	13.30	87.25	24.40	124.1	69.10	65.20	70.50
Aralık	9.40	12.60	10.00	192.2	244.8	74.00	76.10	81.10	68.40
Ocak	7.90	9.40	11.00	214.6	81.60	151.0	79.00	68.20	67.70
Şubat	9.60	7.80	10.20	175.0	119.2	56.00	72.40	65.10	69.00
Mart	12.70	11.00	12.30	142.3	207.9	168.1	69.50	61.00	68.30
Nisan	16.50	15.00	15.60	105.1	274.2	55.00	68.30	67.60	70.80
Mayıs	21.00	21.90	24.70	68.88	36.7	15.40	67.00	71.80	75.40
Haziran	24.60	25.00	26.80	44.06	0.20	3.50	67.20	70.50	64.10
Temmuz	30.10	27.70	28.10	1.50	3.00	2.10	73.00	70.40	68.70
Ağustos	30.90	28.10	28.50	5.20	1.90	-	74.10	70.30	68.50
Eylül	30.10	27.60	26.30	48.00	25.60	15.20	76.30	71.60	75.40

*Kaynak: Hatay Meteoroloji İl Müdürlüğü Kayıtları

Çizelge 2. Deneme Yeri Topraklarının Bazı Özellikleri*

	Derinlik (cm)	PH	Toplam Tuz (%)	Tekstür	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%)	Fosfor (kg / da)	Potasyum (ppm)
I.Yıl	0-40	7.22	0.049	tn	2.29	0.114	1.6	253
II.Yıl	0-40	7.20	0.050	tn	2.32	0.110	1.6	248

*Kaynak: Hatay Köy Hizmetleri Müdürlüğü Laboratuvarları



Şekil 1. Bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken (Y) arasındaki path şeması

Bakla bitkilerinde verime etki eden bazı karakterler ile verim arasındaki ilişkiler Çizelge 4'de gösterilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde ilişkilerin çeşitlere göre değiştiği görülmektedir. 69V1 hattında Bitkide bakla sayısı ile dal sayısı arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir ($P<0.05$). Dal sayısı arttıkça bu hatta bitkide bakla sayısı azalmıştır. Eresen-87 çeşidinde, bitki boyu ile baklada tane ağırlığı ve bitkide bakla ağırlığı ile bitkide tane ağırlığı arasında pozitif korelasyonlar ($P<0.01$) tespit edilmiştir. Bu çeşitte bitki boyu ve bitkide bakla ağırlığı arttıkça bakladaki tane ağırlıkları da artış göstermiştir. ETAE-77 hattında ilk bakla yüksekliği ile bitkide bakla ağırlığı arasında negatif ($P<0.01$) ve yine ilk bakla yüksekliği ile verim arasında negatif korelasyon ($P<0.01$) bulunurken, bitki boyu ile bitkide tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon ($P<0.01$) bulunmuştur. ETAE-77 hattında ilk bakla yüksekliği arttıkça bitkide bakla sayısı ve verim düşmeye başlamıştır. Buna karşın bitki boyu arttıkça bitkide tane ağırlığı artmıştır. ETAE-339 hattında ise Bitkide bakla sayısı ile bitkide bakla ağırlığı ve verim arasında pozitif ve önemli ilişkiler tespit edilmiştir ($P<0.01$). Bu hatta bitkide bakla sayısı arttıkça hem bitkide bakla ağırlığı artmış ve bununla birlikte hem de verim artmıştır.

Kumari (1996), baklada hem fenotipik hem de genotipik varyasyon katsayıları bakımından en yüksek değerleri bitki başına tohum sayısı, tane verimi, bitki başına bakla ve dal sayısında tespit ettiğini bildirmiştir. Toker (2004), verimin ve bitki başına dal sayısının çevresel koşullardan en fazla etkilenen özellikler olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle çeşitlere göre farklı sonuçların elde edilmesi çeşitlerin adaptasyon yeteneklerinin ve özelliklerinin farklılığından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Hatay ekolojik koşulları ekoloji olarak oldukça farklı bir klimaya sahiptir. Bu nedenle görülecek adaptasyon farklılıkları beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmelidir. Pekşen (2007), tane verimi ile baklada tane sayısını arasındaki korelasyon katsayısını 0.700 olarak belirlemiştir ($P<0.01$). Pilbeam ve ark. (1991), bitkide bakla sayısının baklada tane verimi ile en güçlü ilişkileri veren ve devamlılık gösteren bir özellik olduğunu belirlemiştir. Neal ve McVetty (1984), baklada tane verimi ile toplam kuru madde üretimi, bitki başına boğum, bitki başına tohum sayısı, bitkide bakla sayısı ve hasat indeksi arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen ilişkiler bakımından bu araştırmacılar ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bakla bitkilerinde verime etki eden bazı karakterlerin verim üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlendiği path analizi sonuçları Çizelge 5'de gösterilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde doğrudan ve dolaylı etkilerin çeşitlere göre değiştiği görülmektedir. Buna göre en yüksek doğrudan etki Eresen 87 çeşidinde bitki boyunda (0.4637) gözlenirken, bunu 69V1 hattı (0.3919) izlemiştir. En düşük doğrudan etki ise ETAE-339 hattında (-0.1269) negatif olarak gözlenmiştir. Buna karşın Eresen 87 çeşidinde en yüksek dolaylı etki bitkide tane ağırlığı (0.3423) ve bitkide bakla ağırlığı (0.2236) üzerinden pozitif olurken, 69V1 hattında ise en yüksek dolaylı etki miktarı negatif yönde bitkide bakla ağırlığı (-0.1388) ve pozitif olarak dal sayısı (0.1217) üzerinden olmuştur. ETAE-77 hattında en yüksek dolaylı etki ilk bakla yüksekliğinde negatif yönde (-0.2326) olurken, bunu bitkide bakla sayısı yine negatif yönde (-0.2255) izlemiştir. ETAE-339 hattında ise en yüksek dolaylı etki negatif yönde bitkide bakla sayısı (-0.0601) üzerinden olurken bunu pozitif yönde ilk bakla yüksekliği (0.0588) izlemiştir.

Berhe ve ark. (1998), baklada tohum ve bitkide bakla sayısının bitki başına tohum sayısı üzerinden tane verimi üzerinde en yüksek dolaylı etki gösterdiklerini belirlemiştir. Katiyar ve Singh (1990), bitki başına bakla sayısı, hasat indeksi, baklada tane sayısı ve tohum ağırlığının baklada seleksiyon için ana bileşenler olduğunu tespit etmişlerdir. Bitkide bakla sayısının baklada tane verimini geliştirmek için en önemli özellik olduğu (Kuraczyk ve ark., 1989; Reddy ve ark., 2002) belirtilmiştir. Doğrudan belirleme katsayıları birden fazla faktör olduğunda her bir faktörün incelenen özelliği (Y) açıklamadaki payıdır. Belirleme katsayısı ise bütün faktörlerin beraber incelenen özelliği açıklamadaki payıdır (Düzgüneş ve Akman, 1995). Buna göre en yüksek doğrudan belirleme katsayısı; 69V1 genotipinde dal sayısı (X_2) ve bitkide bakla sayısında (X_4) gözlenmiştir. Eresen-87 genotipinde dal sayısı (X_2) ve bitkide tane ağırlığında (X_6), Etae-77 genotipinde ilk bakla yüksekliği (X_3) ve bitkide bakla sayısında (X_4), Etae-339 genotipinde ise yalnızca bitkide bakla sayısı değişkeninde gözlenmiştir. En düşük değer ise; 69V1 genotipinde bitkide bakla ağırlığına (X_5) gözlenirken, Eresen-87 genotipinde bitkide bakla sayısında (X_4) gözlenmiştir. Etae-77 genotipinde dal sayısında (X_2) gözlenirken, Etae-339 genotipinde ise bitkide tane ağırlığı (X_6) değişkeninde gözlenmiştir.

Çizelge 3. Bakla bitkilerine ait tanımlayıcı istatistikler ve standart hata değerleri

Çeşit	Özellikler						
	BB	DS	İBY	BBS	BBA	BTA	V
69V1	95.20±0.562	3.40±0.131	12.87±0.424	14.60±0.214	65.53±1.230	43.53±0.716	227.8±3.79
Eresen-87	102.33±1.680	4.53±0.133	14.20±0.416	16.73±0.248	66.60±0.955	48.93±1.110	258.8±3.89
Etae-77	101.47±1.360	4.27±0.182	14.53±0.424	18.40±0.335	75.27±1.050	46.33±0.934	256.7±2.84
Etae-339	103.07±0.831	3.73±0.118	17.87±0.506	18.73±0.511	79.93±1.690	53.73±1.240	250.2±2.55

BB; Bitki boyu, DS; Dal sayısı, İBY; İlk bakla yüksekliği, BBS; Bitkide bakla sayısı, BBA; Bitkide bakla ağırlığı, BTA; Bitkide tane ağırlığı, V; Verim

Çizelge 4. Baklada verime etki eden bazı karakterler ile verim arasındaki ilişkiler

Çeşit	Özellikler						
		BB	DS	İBY	BBS	BBA	BTA
69V1	DS	0.310					
	İBY	-0.212	0.154				
	BBS	-0.032	-0.612*	-0.252			
	BBA	-0.354	-0.065	-0.127	0.491		
	BTA	-0.279	-0.010	0.299	-0.274	-0.168	
	V	0.133	-0.161	-0.268	-0.072	-0.104	0.185
Eresen-87	DS	-0.078					
	İBY	0.164	0.549*				
	BBS	-0.053	0.307	0.129			
	BBA	0.482	-0.217	-0.405	0.048		
	BTA	0.738**	-0.304	-0.142	-0.247	0.663**	
	V	0.583*	0.401	0.269	0.149	0.166	0.439
Etae-77	DS	0.233					
	İBY	-0.352	0.301				
	BBS	0.576*	0.031	0.161			
	BBA	0.357	-0.452	-0.644**	-0.022		
	BTA	0.594*	0.159	-0.489	0.213	0.271	
	V	0.315	-0.249	-0.590*	0.278	0.324	0.507
Etae-339	DS	0.401					
	İBY	-0.463	-0.042				
	BBS	0.474	-0.163	-0.175			
	BBA	0.350	-0.413	-0.140	0.645**		
	BTA	-0.129	-0.198	-0.050	-0.113	0.178	
	V	0.357	-0.019	-0.220	0.645**	0.361	-0.091

*: P<0.05, **: P<0.01

Çizelge 5. Path ve Doğrudan Belirleme Katsayıları (DBK) katsayıları

Çeşitler	Değişkenler ve Doğrudan Belirleme Katsayıları (DBK)							
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	DBK*
69V1	X ₁	0.3919	-0.1645	0.0596	0.0160	-0.0920	-0.0778	0.1536
	X ₂	0.1217	-0.5297	-0.0435	0.3098	-0.0168	-0.0028	0.2806
	X ₃	-0.0830	-0.0818	-0.2815	0.1276	-0.0329	0.0834	0.0792
	X ₄	-0.0124	0.3244	0.0710	-0.5059	0.1275	-0.0763	0.2559
	X ₅	-0.1388	0.0343	0.0357	-0.2484	0.2597	-0.0470	0.0674
	X ₆	-0.1094	0.0054	-0.0842	0.1384	-0.0438	0.2789	0.0778
Eresen-87	X ₁	0.4637	-0.0465	-0.0392	-0.0095	-0.1925	0.4074	0.2150
	X ₂	-0.0362	0.5952	-0.1313	0.0544	0.0866	-0.1681	0.3543
	X ₃	0.0760	0.3268	-0.2392	0.0229	0.1616	-0.0785	0.0572
	X ₄	-0.0248	0.1827	-0.0309	0.1773	-0.0192	-0.1361	0.0314
	X ₅	0.2236	-0.1291	0.0968	0.0085	-0.3992	0.3658	0.1594
	X ₆	0.3423	-0.1812	0.0340	-0.0437	-0.2645	0.5520	0.3047
Etae-77	X ₁	-0.3918	-0.0116	0.2485	0.3174	-0.0303	0.1832	0.1535
	X ₂	-0.0915	-0.0499	-0.2122	0.0172	0.0383	0.0491	0.0025
	X ₃	0.1381	-0.0150	-0.7052	0.0887	0.0547	-0.1509	0.4973
	X ₄	-0.2255	-0.0016	-0.1134	0.5515	0.0018	0.0657	0.3042
	X ₅	-0.1399	0.0225	0.4543	-0.0120	-0.0849	0.0835	0.0072
	X ₆	-0.2326	-0.0079	0.3448	0.1174	-0.0230	0.3087	0.0953
Etae-339	X ₁	-0.1269	0.0457	0.0609	0.4482	-0.0645	-0.0063	0.0161
	X ₂	-0.0509	0.1141	0.0056	-0.1540	0.0759	-0.0096	0.0130
	X ₃	0.0588	-0.0048	-0.1314	-0.1660	0.0258	-0.0024	0.0173
	X ₄	-0.0601	-0.0186	0.0231	0.9461	-0.1186	-0.0055	0.8951
	X ₅	-0.0445	-0.0471	0.0184	0.6099	-0.1840	0.0087	0.0339
	X ₆	0.0163	-0.0226	0.0065	-0.1074	-0.0327	0.0488	0.0024

*) DBK: Path katsayılarının kareleri alınarak hesaplanmıştır

4. SONUÇ

Sonuç olarak korelasyon analizlerinde elde edilen sonuçların çevre koşullarından etkilenen genotiplere göre değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır. Materyal olarak kullanılan genotiplerde (Eresen 87 hariç) incelenen verime etkili karakterler ile verim arasında önemli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Eresen 87 çeşidinde ise bitki boyu ile verim arasında $P < 0.05$ 'e göre önemli bir ilişki bulunmuştur. Bunun dışında doğrudan ve dolaylı etkilerinde çeşitlere göre değiştiği tespit edilmiştir. Genotiplere doğrudan etki eden karakterler ilk bakla yüksekliği ETEA-77 genotipinde, dal sayısı ve bitkide tane ağırlığı ERESEN 87 genotipinde, bitkide bakla sayısı ETAE 339 genotipinde dal sayısı ise 69V1 genotipinde yüksek değerler almışlardır. Baklada yapılacak ıslah çalışmalarında, her genotip için belirlenecek özelliklerin tespit edilmesi ve çalışmaların bu yönde yapılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Bek, Y., 1988. Kısmi Korelasyon Katsayılarının Basit Korelasyonlar Cinsinden Tek Çözüm Verecek Şekilde İfadesi. OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 41-50. Samsun.
- Berhe, A., Bejiga, G., Mekonnen, D., 1998. Associations of some characters with seed yield in local varieties of faba bean. African Crop Science Journal, 6: 197-204.
- Board, J.E., Kang, M.S., Harville, B.G., 1997. Path analyses identify indirect selection criteria for yield of late planted soybean. Crop Science, 37: 879-884.
- Budak, N., Çalışkan, C.F., Yıldırım, M.B., Çaylak, Ö. 1995. Soya'da verim ve bazı agronomik özelliklere ilişkin path analizi. Crop Sci. 37:879-884.
- Ece, A., Düzdemir, O., Akdağ, C., Uysal, F. 2004. Isıtmasız cam serada kış döneminde taze bakla (*Vicia faba* L.) yetiştirme olanaklarının araştırılması. Bahçe 33(1-2):59-65.
- Düzgüneş, O., Akman, N., 1995. Varyasyon Kaynakları, Yayın No:1408, Ders Kitabı: 406, Ankara.
- Filek, W., Dubert, F., Kaminski, M., 2008. The effect of detopping the field bean plants (*Vicia faba* L. minor) and lack of the pod setting on the symbiosis until root nodule bacteria. Journal of Agr. And Crop Sci. 176(1):39-45.
- Ghoss, R.K., Chatterjee, B.N., 1988. Path Analysis of Important Growth Functions of Indian Mustard (*Brassica vincea* L.Czern and Coss) J. Agronomy & Crop Science, 16:116-121.
- İkiz, F., Şengonca, H., 1978. Path Analizi. E.Ü Eloktronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Cilt 1, Sayı 1: 1-17.
- Karadavut, U., Genç, A., Özdemir, S. 2005. Doğrusal regresyonda path (iz) katsayılarının hesaplanması ve tarımda uygulanması. Bitkisel Araş. Der. 2(1):11-16.
- Katiyar, R.P., Singh, A.K., 1990. Path coefficient studies for yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). Fabis Newsletter, 26: 3-5.
- Kumari, R., 1996. Gamma rays induced variability in yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). Journal of Nuclear Agriculture and Biology, 25: 68-71.
- Kuraczyk, A., Idzkowska, M., Golaszewski, J., Koczowska, I., 1989. Path coefficient studies for yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). Proceedings: Symposium of Biological Progress and the Effectiveness of Crop Plant Production, 10-12 January (pp. 1-7). Radzikow, Poland.
- Malhotra, R.S., Singh, K.B., Sodhi, J.S. 1974. Discrimination function in Agronomic traits in Kidney bean (*Phaseolus aureus* Roxb Madras). Agric. Jour. 60(9/12):1327-1330.
- Neal, J.R., McVetty, P.B.E., 1984. Yield structure of faba beans (*Vicia faba* L.) grown in Manitoba. Field Crops Research, 8: 349-360.
- Önder, M. 1996. Soyada dane, yağ ve protein verimi ile bazı verim unsurları arasındaki ilişkiler. S.Ü. Zira. Fak. Dergisi. 10(12):7-16. Konya.
- Pekşen, E., 2007. Bakla (*Vicia faba* L.)'da özellikler arasındaki ilişkiler ve tane verimi bakımından seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. OMU. Zir. Fak. Der. 22(1):73-78.
- Pilbeam, C.J., Hebblethwaite, P.D., Ricketts, H.E., Nyongesa, T.E., 1991. Effects of plant population density on determinate and indeterminate forms of winter field beans (*Vicia faba*). Part 1: yield and yield components. The Journal of Agricultural Science , 116: 375-383.
- Reddy, S.R.R., Gupta, S.N., Verma, P.K., 2002. Genetic variability, association and path analysis in *Vicia faba* L. under high fertility conditions. Forage Research, 28: 169-173.
- Shabana, R., Shrief, S.A., Ibrahim, A.F., Geisler, G., 1990. Correlation and path coefficient analysis for some new released spring rapeseed cultivars under different competitive systems. J. Agronomy and Crop Science, 165: 138-143.
- Thalji, T., Shalaldehy, G., 2006. Effect of planting on Faba Bean (*Vicia faba* L.) nodulation and performance under semiarid conditions. World Journal of Agric. Sci. 2(4):477-482.
- Toker, C., 2004. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield criteria in faba bean (*Vicia faba* L.). Hereditas, 40: 222-225.
- Topal, N., Bozoğlu, H. 2006. Tepe ve dal almanın baklanın (*Vicia faba* L.) çiçeklenme ve bakla bağlama durumuna etkisi. OMU. Zir. Fak. Dergisi. 21(3):296-302.
- Ulukan, H., Güler, M., Keskin, S. 2003. A path coefficient analysis some yield and yield component in faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. Pak. J. Of Biol. Sci. 6(23):1951-1955.
- Westermann, D.T., Crothers, S.E., 1977. Plant population affects on seed yield components of beans. Crop Sci. 17:493-496.

BUĞDAYDA POLİMERAZ ZİNCİR REAKSİYONU VE OLASI SORUNLARIN OPTİMİZASYONU

Ahmet YILDIRIM*¹ Nejdet KANDEMİR² Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU² Tuğba GÜLEÇ²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KARAMAN
²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Moleküler Biyoteknoloji
Laboratuvarı, TOKAT

*e-mail: ahmety55@gmail.com.tr

Geliş Tarihi: 29.06.2009

Kabul Tarihi: 06.01.2011

ÖZET: Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) DNA polimeraz enzimi aracılığıyla suni şartlarda DNA'nın çoğaltılması işlemidir. Yaygın ve geniş bir kullanım alanı olan PCR, moleküler çalışmalara büyük bir hız ve kesinlik kazandırmıştır. Oldukça kompleks olan bu teknik optimize edilerek başarılı bir şekilde kullanıldığında araştırmacıların işini kolaylaştırmaktadır. Ancak zayıf, istenmeyen ve spesifik olmayan ürün oluşumundan kaçınmak için kullanıcı gereken optimum konsantrasyon ve şartları kendisi ayarlamalıdır.

Bu çalışma, PCR'de kullanılan temel bileşenlerden DNA, MgCl₂, dNTP ve primer konsantrasyonlarının optimize edilmesi ve karşılaşılan sorunların ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Bu bileşenler PCR sonucunu etkileyen kritik faktörlerdir. Diğer bileşenler sabit tutularak her bir bileşen için farklı konsantrasyonlar denenmiş ve doğru amplifikasyon için gerekli optimum konsantrasyonların DNA (100 ng), MgCl₂, dNTP ve primer için sırasıyla 1 µl, 2-2.25 mM, 200-400 µM ve 0.25 µM olduğu saptanmıştır. Ayrıca reaksiyon karışımına mineral yağ koymanın PCR ürününe etkisinin bulunmadığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Polimeraz Zincir Reaksiyonu, PCR, DNA, MgCl₂, dNTP, Primer, Optimizasyon

POLYMERASE CHAIN REACTION IN WHEAT AND OPTIMIZATION OF THE POSSIBLE PROBLEMS

ABSTRACT: Polymerase Chain Reaction (PCR) is a process of DNA amplification via DNA polymerase enzyme under artificial conditions in a thermal cyclers. PCR, which has very common use in a wide range of different disciplines, has provided high speed and certainty for molecular studies. If this complex technique is used effectively after optimization, it makes studies easy for researchers. However, researcher should optimize the PCR conditions before any specific study to avoid from poor and nonspecific PCR products.

The aim of this work was to put forward the problems encountered in a PCR and show how to optimize concentrations of DNA, MgCl₂, dNTPs and primers. These are the critical components for a successful PCR process. By keeping other factors stable, it was determined that optimum DNA (100 ng), MgCl₂, dNTPs and primer amounts were 1 µl, 2-2.25 mM, 200-400 µM and 0.25 µM, respectively. In addition, mineral oil addition to the mix had no effects on PCR product.

Key Words: Polymerase Chain Reaction, PCR, DNA, MgCl₂, dNTP, Primer, Optimization

1. GİRİŞ

Moleküler çalışmaların temeli DNA'nın yapısının tanımlanmasına dayanmaktadır. Kesim enzimlerinin keşfi (Roberts, 1987), DNA dizi analizinin başarılması (Maxam ve Gilbert, 1977), rekombinant DNA teknolojisinin geliştirilmesi (Watson ve ark., 1992) ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Anonim, 2004) gibi önemli birçok tekniğin bulunmasının birbiri ardına hızlı bir şekilde gerçekleşmesi, moleküler biyoteknolojide hayal bile edilemeyen başarıların elde edilmesini sağlamıştır (Southern, 1975; Sanger ve ark., 1977; Sambrook ve ark., 1989).

Yüzyılın en önemli buluşlarından olan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction, PCR) ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Anonim, 2004). Moleküler biyoloji alanında oldukça fazla kullanılan bu teknik, kısaca, nükleik asitlerin uygun koşullarda çoğaltılması olarak tanımlanabilir. Temel olarak DNA'nın iki zincirinin yüksek ısı ile birbirinden ayrılması (denatürasyon), daha sonra primerlerin (sentetik oligonükleotidler) hedef DNA'ya bağlanması (yapışma) ve zincirin uzamasından oluşan döngünün belirli bir sayıda tekrarlanmasına dayanır.

Tekrarlanan döngüler sonunda DNA'nın milyarlarca kopyası üretilebilir. Bu teknik ile kısa zamanda laboratuvar çalışmalarında büyük bir hız ve kesinlik kazanılmıştır. Hemen hemen her moleküler laboratuvarında kullanılan Polimeraz Zincir Reaksiyonu moleküler biyoloji ve biyomedikal araştırmalardan, adli tıp, bitki ve hayvan ıslahı, genetik teşhis gibi çok farklı alanlara yayılan oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (Weining ve Langridge, 1991; Akar, 1999).

Polimeraz Zincir Reaksiyonu, çoğaltılmak istenen bölgenin iki ucuna özgü primerler kullanılarak, bu bölge DNA'sının suni olarak sentezlenmesi işlemidir. Reaksiyon karışımında kullanılan temel bileşenler kalıp DNA (template), primerler, nükleotidler (dNTP), DNA Polimeraz Enzimi, Tampon çözelti (Buffer) ve Magnezyumdan (MgCl₂ veya MgSO₄) oluşmaktadır. Kullanılan bu temel bileşenlerin miktarı ve kalitesi reaksiyon sonucunu önemli ölçüde etkilemektedir. Temel bileşenlerin yanı sıra kullanılan Thermal Cyclers, primer hatta mikrofuj tüpün bile sonucu etkilediği bilinmektedir (Anonim, 2005; Karcicio, 2007). Bu nedenle kullanılan bileşenlerin miktarı deneylerle optimize edilmeli ve kullanıcı optimum

koşulları kendisi ayarlamalıdır. Optimizasyon yapılmadığı takdirde spesifik olmayan amplifikasyon (non spesifik), PCR ürününün zayıf olması, daha önce çalışan reaksiyonun çalışmaması ve beklenmedik ürünlerin ortaya çıkması gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Herhangi bir bileşenin fazla ya da eksik konulması istenmedik ya da yanıltıcı sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Reaksiyon sonucunu etkileyen en önemli bileşenler kalıp DNA, primer, dNTP ve Magnezyumdur. Bu çalışmada diğer faktörler sabit tutularak bu bileşenlerin farklı konsantrasyonları denenmiş ve istenen ürünün elde edildiği optimum miktarlar tespit edilerek karşılaşılan sorunlar ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan çalışmada PCR tüplerine yağ konulmasının reaksiyon üzerine etkili olup olmadığı da test edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

DNA izolasyonu, genç buğday yapraklarından DNA ekstraksiyon kiti kullanılarak (Fermentas Life Sciences Genomic DNA Purification Kit) gerçekleştirilmiştir. Her bir Polimeraz Zincir Reaksiyonu karışımı; toplam hacim 40 µl olacak şekilde 250 nM primer, deoksiniükleotidlerin her birinden 0.2 mM, 2.0 mM MgCl₂, 1 ünite *Taq* Polimeraz enzimi ve 1 µl kalıp DNA'dan (100 ng) oluşmaktadır. Diğer bileşenler sabit tutularak farklı DNA (0.2-12 µl), MgCl₂ (1-20 mM), dNTP (20-1200 µM) ve primer (0.05-2 µM) konsantrasyonları denenmiştir. Bir PCR işlemi; 94 °C'de bir dakika denatürasyon, 94 °C'de bir dakika denatürasyon, Xgwm798 primerinin yapışma sıcaklığı olan 60 °C'de bir dakika yapışma, 72 °C'de bir dakika uzatma ve 72 °C'de beş dakika son uzatma sirkülasyonundan oluşmaktadır. Elde edilen PCR ürünleri yüksek çözünürlüğe sahip % 3'lük metaphore agaroz jelde, 100 V'lık elektrik akımında koşulmuştur. Reaksiyonda net ürünler verdiği daha önceden belirlenmiş olan buğdaya özgü Xgwm798 primeri (Somers ve ark., 2004) kullanılmıştır.

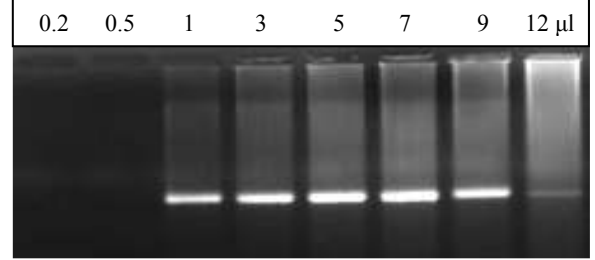
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. DNA Miktarı Optimizasyonu

Başarılı bir amplifikasyon (çoğaltım) DNA miktarı ve kalitesi ile yakından ilgilidir (Promega, 2004). DNA miktarı ile ilgili yapılan en temel yanlış reaksiyona konulan DNA miktarı arttıkça PCR ürününün de artacağı kanısındır. Genel olarak çok küçük miktarlarda kalıp DNA kullanımı istenen ürünün yeterince sentezlenememesine dolayısıyla zayıf amplifikasyona neden olurken, çok fazla miktarda DNA kullanımı ise non spesifik üretime neden olmaktadır.

Bu çalışmada 100 ng kalıp DNA'dan her bir tüpte 0.2, 0.5, 1, 3, 5, 7, 9 ve 12 µl DNA olacak şekilde hazırlanan reaksiyon karışımları amplifiye edilmiştir. Düşük miktarlarda (0.2 ve 0.5 µl) DNA kullanıldığında amplifikasyonun gerçekleşmediği gözlenmiştir (Şekil 1). İstenen ürünün en net olarak 1

µl'de elde edildiği ve kullanılan DNA miktarı arttırıldıkça PCR ürününden elde edilen bandın yoğunlaştığı ancak özellikle 12 µl'lik miktara doğru çıkıldıkça non spesifik ürünlerin ortaya çıktığı ve istenen ürün miktarının azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Farklı DNA miktarlarının PCR ürünlerine etkisi

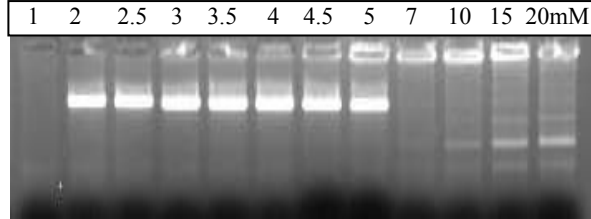
Az miktarda DNA kullanılan PCR'lerde karışımın toplam hacminin düşük tutulması yararlı olabilir. Genelde böyle düşük DNA miktarlarında hacmin fazla olduğu reaksiyonlarda bantlar görünmezken, toplam hacim azaltıldığında PCR ürünleri görüntülenebilir (Anonim, 2005). Bu durumun temel nedeni toplam hacmin düşük olduğu durumlarda, reaksiyonun her mikrolitresindeki PCR ürün miktarının daha yüksek olmasıdır.

3.2. Magnezyum Konsantrasyonu Optimizasyonu

Taq DNA polimerazın ideal koşullarda çalışması için gerekli olan magnezyum (Mg) amplifikasyon başarısını etkileyen kritik bir faktördür. Bununla birlikte magnezyum konsantrasyonu; primer bağlanması, denatürasyon, ürün spesifikliği, primer dimer oluşumu ve enzim aktivitesini de etkilemektedir. Kalıp DNA ve dNTP konsantrasyonu ile DNA'da proteinlerin ve EDTA gibi kimyasalların varlığı reaksiyonda kullanılması gereken magnezyum miktarını etkilemektedir. Gereğinden fazla miktarda magnezyumun ortamda bulunması non spesifik ürünlerin oluşumuna yol açarken (Promega, 2004); gerektiğinden az miktarlar ise istenen ürünün yeterince sentezlenememesine neden olmaktadır (Şekil 2). Reaksiyon karışımında magnezyumun yeterli miktarda bulunmaması *Taq* DNA polimeraz enziminin inaktif olmasına neden olurken; yüksek magnezyum konsantrasyonu enzimin verimliliğini azaltmakta (Eckert ve Kunkel, 1990) ve non spesifik amplifikasyonu giderek artırmaktadır (Williams, 1989; Ellsworth ve ark., 1993). Bu nedenlerden ötürü yapılan deneylerle her bir reaksiyon için optimum magnezyum konsantrasyonu belirlenmelidir.

Bu çalışmada, 1, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 7, 10, 15 ve 20 mM arasında değişen farklı MgCl₂ konsantrasyonları denenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre (Şekil 2) çok düşük magnezyum konsantrasyonunda (1 mM) amplifikasyonun gerçekleşmediği, ancak artan konsantrasyonlarda özellikle 2-2.25 mM arasında istenen ürünün yeterince sentezlendiği görülmüştür. Beş mM'nin üstündeki konsantrasyonlarda spesifik olmayan ürünlerin ortaya çıktığı ve istenen ürünün zayıf bir şekilde elde edildiği

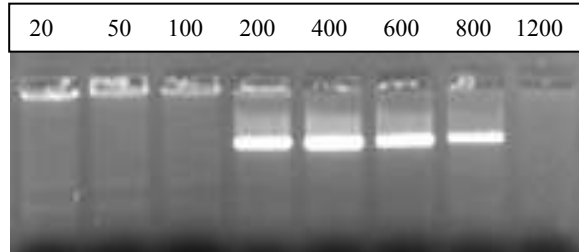
tespit edilmiştir. Yüksek $MgCl_2$ konsantrasyonları polimeraz aktivitesini engellemekte dolayısıyla ürün miktarını azaltmaktadır. Ürün miktarları göz önüne alındığında en ideal magnezyum konsantrasyonunun 2-3 mM arasında olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda düşük yapışma sıcaklığında çalışan primerlerde magnezyum konsantrasyonlarına bağlı olarak ortaya çıkan non spesifik ürünlerin çok daha yaygın olduğu bildirilmiştir (Promega, 2004).



Şekil 2. Farklı $MgCl_2$ konsantrasyonlarının PCR ürünlerine etkisi

3.3. dNTP Konsantrasyonu Optimizasyonu

Deoksi nükleotit trifosfat (dNTP) konsantrasyonunun optimize edilememesi beklenen ve istenen ürünün yeterince sentezlenememesine neden olmaktadır. 20, 50, 100, 200, 400, 600, 800 ve 1200 μM aralığında denenen dNTP miktarında (Şekil 3) 200-400 μM konsantrasyonda istenen ürünün sentezi yeterince gerçekleşmişken; konsantrasyon artırıldıkça (800 μM 'da) ürün yeterince sentezlenememiş 1200 μM 'da (1.2 mM) ise amplifikasyon gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte 200 μM 'dan daha düşük konsantrasyonlarda istenmeyen ürünler ortaya çıkmış ve ürün yeterince sentezlenememiştir.



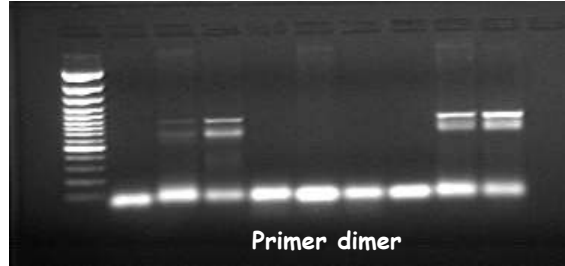
Şekil 3. Farklı dNTP konsantrasyonlarının PCR ürünlerine etkisi

Yapılan çalışmada dNTP miktarındaki küçük farklılıkların bile PCR reaksiyonunu engellerken, magnezyum konsantrasyonundaki küçük artışların sonucu olumlu etkilediği saptanmıştır (Şekil 2). Bunun temel nedeni *Taq* polimeraz için gerekli serbest magnezyumun dNTP ve DNA tarafından bağlanmasıdır (Henegariu ve ark., 1997; Anonim, 2005).

3.4. Primer Konsantrasyonu Optimizasyonu

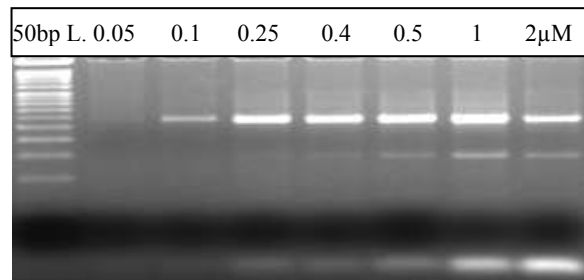
Başarılı bir PCR için primer konsantrasyonu kritik bir parametredir. Primerlerin yüksek konsantrasyonda kullanılması özellikle primer dimer adı verilen spesifik olmayan bantların oluşmasına neden olmaktadır (Bock, 1997). Primer dimerler (Şekil 4)

küçük DNA ürünleri olup primerlerin birbirine bağlanması ya da DNA polimeraz enziminin spesifik olmayan nükleotidleri, kullanılmayan primerlerin uçlarına bağlanması neticesinde oluşan bantlardır.



Şekil 4. Primer dimer bantlarının görünümü

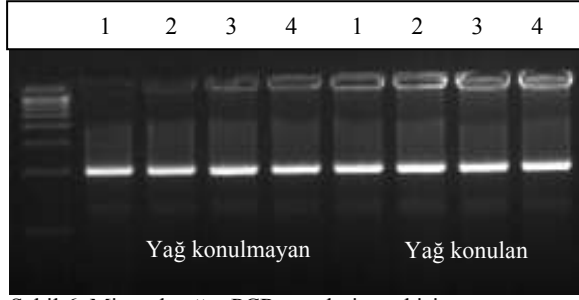
Primer konsantrasyonunun çok yüksek tutulması yanlış bağlanma olasılığını da artırmaktadır. Şekil 5'de 0.05, 0.1, 0.25, 0.4, 0.5, 1 ve 2 μM arasında değişen primer konsantrasyonlarının kullanıldığı PCR ürünlerine ait bant profilleri verilmiştir. Optimum primer konsantrasyonu 0.25 μM olarak belirlenmiş ve belirli bir konsantrasyona kadar primer miktarının artırılmasının PCR reaksiyonu sonucunu geliştirdiği bu nedenle de primer miktarındaki ayarlamaların PCR reaksiyonlarını optimize etmenin önemli bir yolu olduğu tespit edilmiştir. Ancak yüksek primer konsantrasyonlarında istenmeyen bantlar ortaya çıkmış ve primer dimer oluşumu giderek artmıştır. Bu durumun temel nedeni yüksek primer miktarında primerlerin tamamlayıcı olmayan sekanslara da yapışması sonucunda spesifik olmayan hibridizasyonun gerçekleşmesi ve oluşan non spesifik ürünlerin asıl ürünle rekabete girerek verimliliği düşürmesidir (Qiagen, 2005).



Şekil 5. Farklı primer konsantrasyonlarının PCR ürünlerine etkisi

3.5. Mineral Yağın PCR Ürününe Etkisi

Yapılan deneylerde hot start yöntemi dışında PCR reaksiyon karışımlarını mikrofüj tüplere dağıttıktan sonra mineral yağ eklenmesinin reaksiyon sonucuna herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Şekil 6). Çalışmalarda eski model Thermal cycler kullanılıyorsa (ısıtma kapağı olmayan) reaksiyon karışımlarını örtmek için mineral yağın gerekli olduğu ve yağın kullanılmasının tüpteki sıvının hacmini artırarak az da olsa sonucu etkilediği bildirilmiştir (Karcicio, 2007). Ancak yapılan çalışmada Termal döndürücülerin ısıtma kapağı varsa mineral yağ gereksinimi olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 6. Mineral yağın PCR ürünlerine etkisi

3.6. PCR Spesifikliğinin Artırılması

PCR'yi optimize etmenin bir yolu da touch down veya gradient PCR yöntemlerini kullanmaktır. Optimizasyon primerlerin yapışma (bağlanma) ısısı üzerine odaklanmaktadır. Touch down PCR programı yapışma ısısı, her döngüde (yaklaşık 0.5 °C) ardışık olarak azalacak şekilde düzenlenmektedir. Gradient PCR'de ise Thermal döndürücünün her bir bloğundaki kolonlara farklı yapışma sıcaklıkları (yaklaşık 0.2-0.5 °C'lik farklılıklarla) gelecek şekilde program hazırlanır. Özellikle ilk defa kullanılacak primerlerin optimum yapışma sıcaklığının tespit edilerek ürün verimliliğinin ve spesifikliğinin artırılması için gradient PCR yöntemi kullanılmalıdır. Çalışmada SCAR C+D primeri için 52-56.3 arasında değişen farklı sıcaklıklarda gradient PCR işlemi gerçekleştirilmiş ve optimum yapışma sıcaklığının 53 °C olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Gradient PCR yöntemi kullanılarak optimum yapışma sıcaklığının belirlenmesi.

4. SONUÇ

PCR ile ilgili birçok araştırma yapılmış kullanım amacına ve başlangıç materyaline göre yeni uygulamalar geliştirilmiştir. Bu teknik optimize edilerek kullanıldığında moleküler araştırmaları oldukça kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır.

Bu çalışmada denenen temel bileşenlerin miktarındaki artışların istenmeyen ürünlere neden olduğu, optimum şartlardan daha düşük konsantrasyonlarda ise ürünün yeterince sentezlenemediği belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen verilerden yola çıkılarak zayıf, istenmeyen ve spesifik olmayan ürün oluşumu gibi olumsuz sonuçlardan kaçınmak için kullanıcıların reaksiyon karışımında kullanılan kimyasalların optimum konsantrasyon ve şartlarını mutlaka ayarlamaları gerektiği kanısına varılmıştır. Çalışma sonuçlarına bakılarak elde edilen

ürünlerde oluşabilecek olumsuz durumların nedeni ve çözüm yolu kolaylıkla anlaşılabilir. Ayrıca araştırmada saptanan optimum verilerden yola çıkılarak istenen ürünün eldesi çok daha kısa sürede ve detaylı deneylere gerek kalmaksızın sağlanabilir.

5. KAYNAKLAR

- Akar, N., 1999. Polimeraz Zincir Reaksiyonu. Pediatrik Moleküler Patoloji ve Genetik. <http://www.medicine.ankara.edu.tr/internalmedical/pediatrics/molgen/index>.
- Anonim, 2004. Polymerase Chain Reaction(PCR). <http://www.karymullis.com/pcr>.
- Anonim, 2005. PCR Generalities. Standard PCR Reaction Mix. <http://www.info.med.yale.edu/genetics>.
- Bock, R., 1997. Biolistic Transformation of plants with anion-exchange-purified plasmid DNA. Qiagen News. Issue No:5. Institut für Biologie III, Universität Freiburg, Germany.
- Eckert, K.A. and Kunkel, T.A., 1990. High fidelity DNA synthesis by the *Thermus aquaticus* DNA polymerase. Nucleic Acids Res. 18: 3739-3744.
- Ellsworth, D.L., 1993. Artfactual variation in randomly amplified polymorphic DNA banding patterns. BioTechniques, 14: 214-217.
- Henegariu, O., Heerema, N.A., Dlouhy, S.R., Vance, G.H. and Vogt, P.H., 1997. Multiplex PCR: Critical Parameters and Step-by-Step Protocol. BioTechniques, 23: 504-511.
- Karcicio, M., 2007. Uygulamalı Gen Amplifikasyonu: PCR Teknolojisi. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR). Bio 954. <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~coner>.
- Maxam, A., and Gilbert, W., 1977. A new method Sequencing DNA. Proceeding of the National Academy of Sciences, 74: 560-564.
- Promega, 2004. General Considerations for PCR Optimization. Protocols and Applications. Chapter 1: Nucleic Acid Amplification.
- Qiagen, 2005. Critical Factors for Successful PCR. Primer Annealing and PCR buffers. <http://www.qiagen.com>.
- Roberts, R.J., 1987. Restriction and Modification Enzymes and Their Recognition Sequences. Gene Amplif Anal, 5: 1-49.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., Maniatis, T., 1989. Molecular Cloning, A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Sanger, F., Nicklen, S., Coulson, A.R., 1977. DNA Sequencing with Chain-Terminating Inhibitors. Proceeding of the National Academy of Sciences, 7: 5463-5467.
- Somers, D.J., Isaac, P., Edwards, K., 2004. A high-density microsatellite consensus map for bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor Appl Genet., 109: 1105-1114.
- Southern, E.M., 1975. Detection of Specific Sequences Among DNA Fragments Separated by Gel Electrophoresis. Journal Molecular Biology, 98: 503-517.
- Watson, D.J., Gilman, M., Witkowski, J., Zoller, M., 1992. Recombinant DNA. Scientific American Books, s:63-75, New York.
- Weining, S. and Langridge, P., 1991. Identification and Mapping of Polymorphism in Cereals Based on the Polymerase Chain Reaction. Theor. Appl. Genet., 82: 209-216.
- Williams, J.F., 1989. Optimization Strategies for the Polymerase Chain Reaction. Biotechniques, 7: 762-769

SARI ÇİÇEKLİ GAZAL BOYNUZU (*Lotus corniculatus*) VE ARPANIN (*Hordeum vulgare*) FARKLI DÜZEYLERDEKİ KARIŞIMLARININ SİLOLANMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Veysel SARUHAN^{1*} Ramazan DEMİREL² M. Sedat BARAN³ Dilek ŞENTÜRK DEMİREL²

¹ Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280 / DİYARBAKIR

² Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 21280 / DİYARBAKIR

³ Dicle Üniversitesi Vet. Fak. Hayvan Besleme ve Hastalıkları ABD, 21280 / DİYARBAKIR

*e-mail: veyselsaruhan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.07.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ÖZET Bu çalışmada, arpa hasılı (*Hordeum vulgare* L) ile sarı çiçekli gazal boynuzunun (*Lotus corniculatus*) farklı seviyeleri karıştırılarak silolanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede, %20, 30, 40, 50, 60, 70 lotus + %80, 70, 60, 50, 40, 30 seviyelerinde arpa kullanılmıştır. Silajlar hava almayacak şekilde sıkıştırılan ağzı kapaklı plastik kavanozlarda 2'şer lt (3'er tekerrürlü) olarak hazırlanmıştır. Kavanozlar 60 gün sonra açılarak fiziksel muayeneleri (renk, koku, strüktür) yapılmış ve pH değerleri tespit edilmiştir. Örneklerde gerekli besin maddesi analizleri yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda; organik madde (OM) oranları ve azotsuz öz madde (N ÖM) değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), pH ve nitrojensiz öz madde (NÖM) oranları Fleig puanı (FP) değerleri arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmuştur. Elde edilen KM, HK, OM, HP, HY, HS, NÖM, pH ve FP değerleri sırasıyla %28.08 – 32.60, 9.22 – 9.57, 79.13 – 81.33, 10.08 – 12.20, 1.98 – 2.60, 32.61 – 36.57, 30.50, 34.43, 4.76 – 5.11 ve 56.62 – 79.94 arasında değişmiştir. Sarı çiçekli gazal boynuzu ile arpanın değişik oranlarda karıştırılmaları sonucu elde edilecek olan karışım silajlarında ham protein içeriğinin artırılması amacıyla silaj karışımına katılan baklagil oranı en fazla %50 olacak şekilde ayarlanmalıdır. Daha yüksek oranlarda baklagil ilavesi silaj kalitesinin bozulmasına neden olabilir.

Anahtar Sözcükler: Gazal boynuzu, arpa, silolama.

DETERMINATION OF ENSILAGE PROPERTIES OF DIFFERENT LEVELS OF *Lotus corniculatus* AND *Hordeum vulgare* MIXTURES

ABSTRACT: In this research, ensilage properties of different levels of *Lotus corniculatus* – barley roughage mixtures were compared. *Lotus corniculatus* / barley mixture levels were as follows; 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30%. Silage materials were placed in approximately 2 L plastic bottles by pressing until airless condition were obtained, and covered strictly with the lid. After 60 days of ensilage period, physical properties of silages were determined by considering colour, structure, odour and pH values. According to analysis of variance, there were no statistically significant differences between groups for organic matter (OM) and nitrogen free extract (NFE) contents; however, differences were found to be significant for dry matter (DM), crude ash (CA), ether extract (EE), crude fiber (CF), pH values and Fleig point (FP) values. Average values ranged from lowest to highest for DM, CA, OM, CP, EE, CF, NFE, pH and FP as 28.08, 9.22 – 9.57, 79.13 – 81.33, 10.08 – 12.20, 1.98 – 2.60, 32.61 – 36.57, 30.50, 34.43– 43.37, 4.76 – 5.11 and 56.62 – 79.94 %, respectively. In order to get optimum silage quality, the rate of Bird's-foot trefoil should be less than 50% in mixture. Higher than this ratio of leguminea plant may cause low quality silage.

Key Words: Bird's-foot trefoil, barley, ensilage.

1.GİRİŞ

Çayır mera kalitesinin bozulması, yem bitkileri üretiminin hayvancılığı gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olması ve dönüşümlü otlatma sistemlerinin uygulanmaması gibi nedenlerden dolayı ülkemizde kaliteli kaba yem sıkıntısı çekilmektedir. Bazı bölgelerimizde sadece bol olduğu mevsimlerde bir miktar kaba yem sezon dışında kullanılmak üzere depolanmaktadır. Bu şekilde sezon dışına aktarılan kaba yemler de ya güneşte fazla kurutulmaları ya da yaprak kayıpları nedeniyle besin değeri kaybına uğramaktadırlar. Bitkisel üretim artıkları ise daha ziyade hasat sonrası üretildikleri yerde taze olarak hayvanlara yedirilmektedir. Kaba yemlerin bolca üretildikleri dönemlerde ya usulüne göre kurutularak ya da silolanarak en az besin maddesi kaybıyla saklanmaları gerekmektedir. Ülkemizde kurutarak ot saklama

yöntemleri yaygın olduğu halde, silaj yapımı sadece ruminant hayvan yetiştiriciliği yaygın olan yerlerde yoğunlaşmıştır. Silaj ot kurutma yöntemlerine kıyasla yemlerin daha az kayıpla saklanmasını sağlayan bir yöntemdir.

Yapılan tüm çabalara rağmen silaj üretimi ve tüketimi ülkemizde süt sığırcılığının geliştiği bölgelerle sınırlı kalmış, geneline yaygınlaştırılamamıştır. Rasyonda enerji / protein dengesinin sağlanabilmesi için ya tek başına silolanana yemlere katkı ilave edilecek ya da baklagillerle buğdaygiller birlikte silolanacaktır. Karışım halinde silajlık bitki yetiştiriciliğinde bitkilerin biçim zamanlarının uyuşması önem taşımaktadır. Baklagiller protein bakımından zengin olmakla birlikte tek başlarına silolanmaları güçtür. Buğdaygiller ise kolay hazım olabilen karbonhidrat içerikleri iyi olmalarına karşın protein bakımından yetersiz olmaları sonucu elde edilen silajın ham protein değeri düşük olması

nedeniyle hayvanlara verilirken protein kaynakları ile desteklenmeleri veya nitrojen kaynağı olarak üreli buğdaygil silajı tercih edilmektedir. Bu nedenle bu iki grup bitkinin fermantasyonu garanti altına alacak oranlarda karıştırılarak silolanması daha uygundur. Ancak birarada silolanacak olan bitkilerin hasat zamanlarının uyumlu olması gerekmektedir.

Kaliteli bir silaj oluşumu için yeterli kuru madde, suda çözünebilir karbonhidrat içeriği ve asitlik gibi ön şartlar gereklidir. Bu özellikler ve aynı zamanda birim alandan elde edilen biyolojik kitle miktarı bakımından mısır bitkisi avantajlı konumdadır. Ancak mısırın tek başına silolanması sonucu elde edilen silajın ham protein içeriği düşüktür. Buğdaygil silajlarının protein içeriğinin artırılması için mutlaka bir protein kaynağı ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu amaçla baklagiller ya da azot içeren üre, biüret vb. gibi NPN bileşikleri kullanılabilir.

Mısırın soya fasulyesi ile birlikte silolanması, sadece ham protein içeriğinin yükseltilmesi bakımından değil aynı zamanda soya fasulyesinin enerji içeriği ve lezzetlilik gibi özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından da yararlı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Kılıç, 1986).

Farklı oranlarda mısır - soya fasulyesi karışımlarından elde edilen silajların karşılaştırıldığı çalışmalarda birim alandan elde edilen kuru madde veriminin ve silaja ilişkin ham protein içeriğinin yükseldiği bildirilmektedir (Obeid ve ark., 1985; Evangelista ve ark., 1991).

Mısır ve soyadan oluşan tuzsuz karışım (% 40 / 60) silajında pH, KM ve HP sırasıyla; 3.87, 28.12 ve 11.05 olarak tespit edilmiştir (Koç ve ark. 1999).

Baklagillerle buğdaygillerin karışım silajları birçok araştırmacı tarafından yapılmış olup; Türemiş ve ark. (1997), üre ilaveli yonca+mısır silajı; Aufre ve ark. (1994), Charmley ve Veira (1990) %21.4 kuru maddeli (soldurulmamış) ve %32.2 kuru maddeli (soldurulmuş) yonca silajlarını; Çerçi ve ark. (1997) tarafından yoncanın silajlık mısır ile karışımlarıyla elde edilen silajlardaki pH değerlerinin karışımlardaki yonca oranının artışına paralel olarak yükseldiğini kaydetmişlerdir. Reeves ve ark. (1989) çeşitli mısır ve yonca silajları üzerine çalışmalar yapmışlardır. Sarı çiçekli gazal boynuzu ile arpa karışımı silajı üzerine ise herhangi bir literatüre rastlanmamıştır.

Ak üçgül ve arpanın farklı oranlarda karışımlarının silolanma özelliklerinin incelendiği çalışmada KM, HK, OM, HP, HY, HS, NÖM, pH ve FP değerlerinin sırasıyla %27.53 – 31.38, 9.34 – 10.39, 78.46 – 79.86, 10.17 – 13.63, 1.92 – 2.36, 30.75 – 36.09, 42.02 – 43.05, 5.05 – 5.34 ve 47.00 – 65.75 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Demirel ve ark. 2010).

Çalışmada farklı sarı çiçekli gazal boynuzu ve arpa karışımlarının silolanma yeteneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Bitki Materyali

Denemede kullanılan sarı çiçekli gazal boynuzu ve arpa Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri deneme alanında yetiştirilmiştir. Sarı çiçekli gazal boynuzu çiçeklenme başlangıcında, arpa ise hamur olum döneminde sabah hasat edilerek, gölgede soldurulduktan sonra yaklaşık 10 mm ebatlarında doğranmıştır. Hasat orakla doğrama ise bıçakla yapılmıştır. Daha sonra karışım oranlarında belirtilen miktarlarda arpa ve sarı çiçekli gazal boynuzu tartılarak hazırlanmış ve içine fermantasyonun garanti altına alınması için yaklaşık %5 buğday kırmaması ilave edilerek her kavanoza eşit miktarda örnek konulmuştur. İyiçe sıkıştırılan kavanozların ağızları iç basınçtan dolayı kapağın fırlatılmasını önlemek için hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmış ve ağızları koli bandı yardımıyla bantlanmıştır. Kavanozlar 60 günlük süreyle serin ve gölgelik bir ortamda bekletildikten sonra dikkatlice açılarak fiziksel muayeneleri (renk, koku, strüktür) yapılmış ve pH değerleri tespit edilmiştir. Daha sonra kitleyi temsil edecek şekilde alınan örnekler kurutma dolabında 70°C'de 12 saat ön kurutmaya tabi tutulmuştur. Her bir karışımdaki materyal 3 tekerrürlü olarak (toplam 18) kavanozlara doldurulmuştur. Sıkıştırma için özel tokmak kullanılarak havasızlık sağlanmaya çalışılmıştır. Deneme süresince, her hafta kavanozlardaki silaj materyallerinin durumları yakından incelenmiştir.

2.2. Fiziksel Gözlemler

Deneme sonunda kavanozlar özenle açılarak kitleyi temsil edecek şekilde alınan örneklerin fiziksel muayeneleri yapılmış ve subjektif değerlendirmelerine göre puanları; renk (14), strüktür (4), koku (2 puan) üzerinden yapılmıştır. Fiziksel değerlendirmeler için açılan her bir kavanozdan kitleyi temsil edecek şekilde alınan örnekler üç konu uzmanı tarafından incelenmiş ve daha sonra verilen puanların ortalamaları alınmıştır. Silajlardaki mevcut renk, koku ve strüktür durumu Alçiçek ve Özkan (1997) tarafından bildirilen silaj değerlendirme anahtarı (DLG) yardımıyla değerlendirilmiştir. Daha sonra laboratuvarında elde edilen kuru madde ve pH değerleri kullanılarak, aşağıdaki formül yardımıyla yemlerin Fleig puanları saptanmıştır (Kılıç, 1984).

Fleig Puanı = 220+ (2 x % Kuru Madde – 15) – 40 x pH

2.3. Analitik İşlemler

Silajların pH'larının ölçülmesi amacıyla, kavanozların dibindeki sulu kısımdan örnekler alınmıştır. Bunun için 25 g silaj örneği üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender ile karıştırıldıktan sonra elde edilen sıvının pH'sı dijital pH metreyle ölçülmüştür. Daha sonra kitleyi temsil edecek şekilde özenle alınan silaj örnekleri kurutma dolabında 70

Sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*) ve arpanın (*Hordeum vulgare*) farklı düzeylerdeki karışımlarının silolanma özelliklerinin belirlenmesi

°C'de 12 saat ön kurutmaya tabi tutulmuştur. Böylece örnekler hayvan besleme laboratuvarında yapılacak analizler için hazırlanmıştır. WEENDER Analizleri'ne tabi besin maddesi değerleri kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK) ve ham yağ (HY) belirlendikten sonra organik madde (OM) ve nitrojensiz öz madde (NÖM) içerikleri hesaplanmıştır. Silajlardaki besin maddeleri Akyıldız (1983)'e, ham selüloz ise Crampton ve Maynard (1938) 'e göre yapılmıştır.

2.4. İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre varyans analizi (Düzgüneş,1983), gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan (1955) testinden yararlanılmıştır. Bu amaçla SPSS 10.0 paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Sarı çiçekli gazal boynuzu ve arpanın kuru maddedeki besin maddesi içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Sarı çiçekli gazal boynuzu KM, HK, HP ve HY değerleri bakımından yüksek değerlere sahipken, HS, OM ve NÖM bakımından arpa daha yüksek değerlere sahip görülmektedir.

Sarı çiçekli gazal boynuzu ve arpanın farklı oranlarda karışımlarından elde edilen silajların fiziksel gözlem değerleri (renk, koku ve strüktür), bunlara ait puanları ve kalite sınıfı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Toplam puan dikkate alındığında en yüksek değer arpa içeriği en yüksek olan grupta (17 olarak) gerçekleşirken, bunu yine sırasıyla arpa içeriği yüksek gruplar izlemiş ve en düşük toplam puan ise yüksek düzeyde sarı çiçekli gazal boynuzu içeren gruplarda (12 olarak) elde edilmiştir. Bu durum bir baklagil olan sarı çiçekli gazal boynuzunun kolay fermente olan karbonhidrat içeriğinin arpaya kıyasla düşük olması nedeniyle beklenen bir sonuçtur. Arpa

oranı azaltılıp, sarı çiçekli gazal boynuzu oranı arttıkça, kuvvetli ekşi koku giderek azalırken, strüktür hafif bozulmaya uğramış, renk ise iyi bir silajda arzulanan zeytin yeşilinden hafif kahverengiye doğru değişmiştir. Baklagillerin %50'den fazla kullanıldığı karışım silajlarının kalitesi giderek azalmıştır. Bu durum baklagil – buğdaygil karışım silajlarında daha narın yapıya sahip olan baklagillerin gerek renk ve gerekse strüktür olarak kolaylıkla bozulmasından kaynaklanmaktadır. Bu bozulma, silolama süresi arttıkça daha belirgin hale gelmiştir. Silo yemlerinin niteliklerinin saptanmasında koku, renk ve strüktür gibi fiziksel özelliklerin de dikkate alınmasının pratik açıdan önemli yararlar sağlayacağı bildirilmektedir (Bulgurlu ve Ergül, 1978).

Sarı çiçekli gazal boynuzu ve arpa karışımlarından elde edilen silajların kuru maddedeki besin maddesi değerleri (KM, HK, HP, HY, HS, OM ve NÖM) ile pH ve FP değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir. OM ve NÖM değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizken ($P>0.05$); KM, pH ile HK, HP, HY, HS oranları ve FP değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.01$ - $p<0.05$).

Silajlara ait en yüksek kuru madde oranı %32.60 ile en yüksek arpa içeren (%80) gruptan elde edilirken, arpa oranı azaldıkça silajların KM içerikleri azalmış, en düşük KM %28.08 ile % 30 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. Silaj kuru madde içerikleri ilave edilen arpayla birlikte artmıştır. Kuru madde artışı ile pH arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Sarı çiçekli gazal boynuzuyla arpanın kombinasyonlarına bakıldığında, gazal boynuzu miktarı arttıkça silaj pH'sı yükselme eğilimi göstermiştir. Bu durumun, laktik asit bakterilerinin çalışabilmeleri için (anaerobik fermentasyon) gerekli kolay fermente edilebilir karbonhidrat içeriğinin düşüklüğü ve proteinlerin amonyağa parçalanmaları sonucu silaj pH'sının düşmesini engellemesinden kaynaklandığı şeklinde ifade edilmektedir (Kılıç, 1986).

Çizelge 1. Sarı Çiçekli Gazal Boynuzu ve Arpanın Besin Maddeleri İçerikleri, (KM'de, %).

Materyal	KM	HP	HK	HS	HY	NÖM	OM
Saf Arpa	91.80	7.93	7.60	33.15	1.29	41.83	84.20
Saf Lotus	92.61	12.49	9.30	28.00	1.68	41.14	83.31

Çizelge 2. Silajların Fiziksel Özellikleri, Puanlaması ve Kalite Sınıfları (Alçiçek ve Özkan, 1997).

Lotus / Arpa	Koku	Puan (0-14)	Strüktür	Puan (0-4)	Renk	Puan (0-2)	Top. puan	Kalite sınıfı
20/80	Çok ekşi	11	Değişmemiş	4	Zeytin yeşili	2	17	İyi
30/70	Çok ekşi	10	Değişmemiş	4	Zeytin yeşili	2	16	İyi
40/60	Çok ekşi	9	Hassaslaşmış	3	Zeytin yeşili	2	14	İyi
50/50	Ekşi	9	Hassaslaşmış	3	Kahve-yeşil	1	13	İyi
60/40	Ekşi	8	Hassaslaşmış	3	Kahve-yeşil	1	12	İyi
70/30	Ekşi	8	Hassaslaşmış	3	Kahve-yeşil	1	12	İyi

Çizelge 3. Sarı Çiçekli Gazal Boynuzu ve Arpa Karışımı Silajların Kuru madde, pH ve Fleig Puanları.

Lotus / Arpa	KM (%)	pH	Fleig	Kalite Sınıfı
20/80	32.60 a	4.76 b	79.94 a	İyi
30/70	31.92 a	4.89 ab	73.23 ab	İyi
40/60	31.26 abc	4.89 ab	72.05 ab	İyi
50/50	30.23 bc	4.93 ab	68.40 abc	İyi
60/40	29.76 bc	5.01 ab	64.26 bc	iyi
70/30	28.08 d	5.11 a	56.62 c	Orta
Ortalama±std	30.64±0.38	4.93±0.15	69.084±8.59	
P<0,01	*		*	
P<0,05		*		

Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*).

Çizelge 4. Sarı Çiçekli Gazal Boynuzu (L) ve Arpa (A) Karışımı Silajların Bazı Kalite Özellikleri.

KARIŞIMLAR Lotus / Arpa	K Mad.	Besin Maddesi İçeriği (Kuru Maddede, %)				N ÖM	O Mad.
		H Protein	H Kül	H Selüloz	H Yağ		
20/80	88.49	10.08 e	9.36 ab	36.57 a	1.98 c	30,50	79.13
30/70	89.02	10.25 de	9.53 a	35.76 a	2.28 b	31,20	79.48
40/60	90.01	10.44 d	9.22 b	34.60 b	2.32 b	34,43	80.80
50/50	89.60	11.19 c	9.37 ab	34.19 b	2.34 b	32,51	80.24
60/40	90.64	11.76 b	9.51 ab	33.22 c	2.60 a	33,55	81.14
70/30	90.91	12.20 a	9.57 a	32.61 c	2.36 b	34,16	81.33
Ortalama±std	89.94±0.33	10.99±0.82	9.43±0.16	34.49±1.43	2.31±0.20	32.73±0.427	80.52±0.329
P<0,01	Ö.D.	*		*	*	Ö.D.	Ö.D.
P<0,05	Ö.D.		*			Ö.D.	Ö.D.

Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*).

En yüksek ham protein oranı %12.20 ile en yüksek sarı çiçekli gazal boynuzu içeren (%70) gruptan elde edilirken, en düşük HP oranı %10.08 ile en düşük sarı çiçekli gazal boynuzu içeren (%20) gruptan elde edilmiştir. Elde edilen HP değerleri karışımda arpa oranının artması ile paralel olarak azalma göstermiştir. Sarı çiçekli gazal boynuzunun HP içeriğinin arpadan yüksek olması nedeniyle bu durum beklentiler doğrultusunda gerçekleşmiştir. Denemeden elde edilen ham protein değerleri Demirel ve ark. (2010)'nın ak üçgül ile arpa karışımı silajlarından elde ettikleri sınırlar arasında bulunmaktadır.

En yüksek ham kül oranı %9.57 ile %30 arpa içeren gruptan elde edilirken, en düşük HK oranı % 9.22 ile %60 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. Denemeden elde edilen ham kül değerleri Demirel ve ark. (2010)'nın ak üçgül ile arpa karışımı silajlarından elde ettikleri sonuçlardan biraz yüksek olmakla birlikte paralellik göstermektedir.

En yüksek ham selüloz oranı %36.57 ile en yüksek arpa içeren silaj grubundan (%80) elde edilirken; arpa oranı azaldıkça silajların HS içerikleri azalmış, en düşük oran %32.61 ile % 30 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. Elde edilen HS değerleri arasında %80 ile 70, %60 ile 50, %40 ile 30 düzeylerinde arpa içeren gruplar arasındaki farklılıklar önemsizken, diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01).

En yüksek ham yağ oranı %2.60 ile %40 arpa içeren gruptan elde edilirken, en düşük HY oranı ise

%1.98 ile en yüksek arpa içeren (%80) gruptan elde edilmiştir. HY değerleri bakımından %70, 60, 50 ve 30 düzeylerinde arpa içeren gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz; diğer gruplar arasındaki önemli bulunmuştur (P<0.01).

En yüksek nitrojenöz öz madde oranı % 34.43 ile %60 arpa içeren gruptan elde edilirken, en düşük NÖM oranı %30.50 ile %80 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. NÖM değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P<0.05).

En yüksek organik madde oranı % 81.34 ile %30 arpa içeren gruptan elde edilirken, en düşük OM oranı %79.13 ile %80 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. OM oranı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P<0.05).

En yüksek pH değeri 5.11 ile %30 arpa içeren gruptan elde edilirken, en düşük pH değeri 4.76 ile % 80 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. Sarı çiçekli gazal boynuzu ile arpanın farklı oranlarda karışımıyla elde edilen silajların pH değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmakla birlikte, arpa oranı azaldıkça rakamsal olarak pH değeri artış göstermiştir. Kolay fermente olan karbonhidrat içeriği arttıkça iyi bir silaj için gerekli olan uygun asitlik sağlanmaktadır. Dolayısı ile arpa içeriği arttıkça silaj pH'sı düşmektedir ki bu da beklenen bir durumdur. Denememizden elde edilen karışım silajlarının pH değerleri Çerçi ve ark. (1997) tarafından yoncanın silajlık mısır ile karışımlarından elde edilen silajlardaki 4.10 – 4.30 aralığında tespit

ettikleri değerlerden yüksek olmakla birlikte, kolay fermente olan karbonhidrat kaynağının azalmasıyla birlikte artma eğilimi benzer bulunmuştur. Ayrıca, Türemiş ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada mısır silajında 4.76 olan pH değerinin üre ilaveli yonca+mısır silajında 7.06 olduğunu bildirmişlerdir. Çiçeklenme döneminde biçilerek silolan yonca silajının pH değerinin 5.8 olduğu (Aufreere ve ark., 1994), %21.4 kuru maddeli soldurulmamış yonca silajı için pH'nın 4.52, soldurulmuş %32.2 kuru maddeli yonca silajı için ise pH'nın 4.35 olduğunu Charmley ve Veira (1990) bildirilmektedir. Reeves ve ark. (1989) çeşitli mısır silajlarında pH'nın 3.5 ile 4.7 yonca silajlarında ise pH'nın 3.6 ile 7.7 arasında kadar değiştiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar belirtilen literatür bildirişleri ile uyumludur.

En yüksek Fleig puanı 79.94 ile en yüksek arpa içeren silaj grubundan elde edilirken, arpa oranı azaldıkça silajların FP içerikleri azalmış, en düşük oran 56.62 ile % 30 arpa içeren gruptan elde edilmiştir. Silaj Fleig puanları arasındaki farklılık % 70 ve 60 arpa oranı içeren gruplar arasında önemsizken diğer gruplar için önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Fleig puanlarının azalan arpa oranına paralel şekilde hızla düşmesinin sebebi arpa ve sarı çiçekli gazal boynuzunun kuru madde içerikleri ve pH değerlerinin farklı olmasıdır. Bu çalışmadaki gazal boynuzu ile arpa karışımlarından elde edilen silaj gruplarında belirlenen Fleig puanları Ak ve Doğan (1997) ile Karabulut ve ark. (1997)'nin mısır silajında 70 olarak bildirdikleri Fleig puanlarına yakın bulunmuştur. İptaş ve Avcıoğlu (1997) süt olum döneminde hasat edilen mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum sudanotu melezi bitkilerinden elde edilen silajlarda Fleig puanlarının sırasıyla 73.50, 71.63, 69.38 ve 72.00 olduğunu bildirmişlerdir.

4. SONUÇ

Sonuç olarak vejetasyon dönemleri birbirlerine uygun olan sarı çiçekli gazal boynuzu ile arpanın değişik oranlarda karıştırılmaları sonucu elde edilen karışım silajlarının besin maddesi içeriği değerleri arasında öneme sahip olan ham protein içeriklerinin artırılması için en fazla %50 olacak şekilde baklagillerle desteklenebileceği, ancak bu düzeyden fazla baklagil bulunmasının silaj kalitesini bozabileceği söylenebilir. Genelde memnuniyet verici bulunmakla birlikte, arpanın en az %50 olduğu karışımlarda silaj kalitesi daha yüksek bulunmuştur.

5. KAYNAKLAR

Ak, İ. ve Doğan, R., 1997. Bursa bölgesinde yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin verim özellikleri ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri. 16-19 Eylül 1997, Bursa. 83-92.

Akyıldız, A.R., 1983. Yemler Bilgisi *Laboratuvar Kılavuzu*, İlaveli İkinci Baskı, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 895. Ankara.

Alçiçek, A. ve Özkan, K., 1997. Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kong. Bildirileri. 16-19 Eylül, Bursa, 241-246.

Aufreere, J., Boulberhane, D., Grqaviou, D., Andrieu, J.P. ve Demarquilly, C., 1994. Jel elektroforez kullanılarak kaba yem tipine göre (yeşil kaba yem, kuru kaba yem ve silaj) yonca proteinlerinin in situ olarak parçalanma karakterlerinin belirlenmesi. Anim. Feed Sci. and Tech., 50: 75-85.

Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M., 1978. Yemlerin *Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları*. E Ü. Basımevi Yayın No: 127, İzmir. 176s.

Charmley, E. ve Veira, D.M., 1990. Hasatta yonca silajında proteolisisin önlenmesinin rumen sindirimi, yem tüketimi ve hayvanın performansı üzerine etkileri. Jour. Anim. Sci., 68: 2042-2051.

Crampton, E. W., Maynard, L. A. 1938: Hayvan yemlerinin besin değerleriyle selüloz ve lignin içeriği arasındaki ilişkiler. J. Nutr. 15: 383-395.

Çerçi, İ. H., Şahin, K., Güler, T. ve Tatlı, P., 1997. Farklı oranlarda silajlık mısır ve yonca kullanılarak yapılan silajların kalitesinin belirlenmesi. Türkiye Birinci Silaj Kongresi, 16-19 Eylül 1997. s: 105-113. Bursa.

Demirel, R., Saruhan, V., Baran, M. S., Andiç, N., Şentürk Demirel, D. 2010. Farklı Oranlarda Ak Üçgül (*Trifolium repens*) ve Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Karışımlarının Silolanma Özelliklerinin Belirlenmesi. YYÜ Tar Bil Dergisi 20(1):26-31.

Duncan, D.B., 1955. Multiple Range and Multibl F Tests. Biometrics, 11:1-42.

Düzgüneş, O., 1983. *İstatistik Metotları-I*. Ders Kitabı, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:862. Ankara.

Evangelista, A.R., Garcia, R., Obeid, J.D., 1991. Consorcio milho-soya: Rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens. Revista Da Sociedade Brasileira De Zootecnia. 20 (6) : 578-584.

İptaş, S. ve Avcıoğlu, R. 1997. Mısır, sorgum, sudan otu ve sorgum-sudan otu melezi bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri. *Türkiye I. Silaj Kongresi*. 16-19 Eylül, Bursa.

Karabulut, A., Filya, İ., Değirmencioğlu, T. ve Canbolat, Ö., 1997. Bazı silajlık mısır çeşitlerinin naylon kese tekniği ile rumende parçalanabilirliklerinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri. 16-19 Eylül 1997, Bursa. 135-146.

Kılıç, A., 1984. Silo Yemi, Bilgehan Basımevi. İzmir, Türkiye. s:350.

Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir. 327s.

- Koç, F., Özdüven, M.L. ve Yurtman, İ.Y., 1999. Tuz ve mikrobiyal katkı maddesi ilavesinin mısır – soya karışımı silajlarda kalite ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkileri. *Hayvansal Üretim*, 39-40: 64-71.
- Obeid, J.A., Zago, C.P., Gomide, J.A., 1985. Qualidade e valor nutritivo de silagem consorciada de milho (*Zea Mays L.*) com soja anual (*Glycine Max. L.*). *Revista Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*. 14 (4) : 439-446.
- Reeves, J.B., Blosser, T.H. and Colenbrander, V.F., 1989. Kurutulmamış silajların analizi için Near infrared reflectance spectroscopy'nin kullanımı. *J. Dairy Sci.*, 72: 79-88.
- Türemiş, A., Kızıışimşek, M., Kızıl, S., İnel, İ. ve Sağlantımur, T., 1997. Bazı katkı maddelerinin Çukurova koşullarında yetiştirilebilen bazı yazlık yem bitkileri ve karışımlarından yapılan silajlar üzerine etkilerinin saptanması üzerinde bir araştırma. *Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri*. 16-19 Eylül 1997, Bursa. 166- 175.

EFFECTS OF PHOSPHORUS APPLICATION AND CUTTING MANAGEMENT ON SEED YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WHITE CLOVER (*Trifolium repens* L.)

Zeki ACAR^{1*}

Özlem ÖNAL AŞCI²

¹Ondokuz Mayıs University (OMU) Agric. Fac., Dep. of Agronomy, 55139, Samsun /TURKEY

²Ordu University (ODU) Agriculture Faculty, Department of Agronomy, 52200, Ordu /TURKEY

* e-mail:zekiacar@omu.edu.tr

Received Date: 01.04.2010

Accepted Date: 20.01.2011

ABSTRACT: The objectives of this study were to determine the effects of different phosphorus (P) rates and cutting management on seed yield and the other traits. Experiments were carried out in Çarşamba and Kavak districts (Samsun-Turkey) during 2000 and 2001. In the study, 0, 40, 80 or 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ rates were applied to Klondike and Nanouk cultivars. Seed was harvested when the 50-67% of inflorescences became brown. In 2001, while the first growth was left for seed in Çarşamba, the second growth was left for seed in some plots. There was not any difference among cultivars and also among P rates for seed yields in both Çarşamba and Kavak locations. Seed yield was higher in the first growth especially in Kavak (101.2 kg ha⁻¹). Despite of the fact that P rates did not affect the seed yield; 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ rate of P was suitable for seed yield because it increased seed germination vigour.

Key words: White clover, cultivar, phosphorus, cutting management, seed yield

FOSFOR UYGULAMASI VE BİÇİM SIRASININ AK ÜÇGÜLÜN (*Trifolium repens* L.) TOHUM VERİMİ VE VERİM BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET: Farklı fosfor dozları ve biçim sırasının ak üçgülün tohum verimi ile diğer bazı özellikler üzerine etkisinin incelendiği bu araştırma, 2000 ve 2001 yıllarında Çarşamba ve Kavak'ta yürütülmüştür. Denemede, Klondike ve Nanouk çeşitlerine 0, 40, 80 ve 120 kg P₂O₅/ha olacak şekilde gübre dozları uygulanmıştır. Tohum hasadı kömeçlerin %50-67'sinin kahverengi olduğu dönemde yapılmıştır. 2001 yılında Çarşamba'da birinci gelişme doğrudan tohuma bırakılmış, bazı parsellerde ise ikinci gelişme tohuma bırakılmıştır. Hem Çarşamba hem de Kavak'ta tohum verimi bakımından çeşitler ve P dozları arasında farklılık görülmemiştir. İlk gelişimi tohuma bırakılan bitkilerin tohum verimi özellikle Kavak'ta (101.2 kg ha⁻¹) daha fazla olmuştur. Fosfor dozları tohum verimini etkilememesine rağmen, tohumun çimlenme gücünü artırdığından 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ fosfor tohum verimi için uygun bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Ak üçgül, çeşit, fosfor, biçim sırası, tohum verimi

1. INTRODUCTION

Forage plants are of great importance in sustainable agricultural systems (Şeker, 1998). The proportion of forage production area in total cultivated area is aimed to increase from 5% to 20% in Turkey. The proportion of forage production area in total cultivated area in the Black Sea Region is nearly 6% (Anon., 2002).

Seed production of forage plants is insufficient in Turkey. Recently, the requirement for seeds of different forage plants and cultivars has significantly increased for improving pasture and establishing grassland besides forage cropping. Nowadays, Turkish agriculture has experienced depression in agricultural sector. In this case, forage crop seed industry enables new opportunities to small farmers.

The most common cultivated *Trifolium* species in Turkey are red clover (*Trifolium pratense* L.), white clover (*Trifolium repens* L.) and persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) (Acar and Eraç, 1999; Acar and Ayan, 2000). White clover, which is highly resistant to grazing and crushing, has an excellent nutritive value. For this reason, white clover is commonly used with grass species in ranges, football fields, game areas, parks and gardens. It is raised in orchards due to its tolerance to shadow. There is a lack of information on raising of white clover (especially

raising for seed production) despite the fact that it occupies a large area in natural flora in Turkey. Seed production for white clover is performed using two different methods; i) in areas used as pasture, ii) in areas established for seed production. In a study conducted in Romania during 1984 and 1985, the Crau -Ladino and Magurek-1 varieties of *T. repens* produced 163 and 407 kg ha⁻¹ seed, respectively (Breazu and Krauss, 1988). In experiments conducted between 1981 and 1989, 160 kg ha⁻¹ seed was produced from *T. hybridum* as an average for six years. Seed yields were 130 and 110 kg ha⁻¹ for first and second cutting, respectively. Seed productions of *T. repens* (as an average of five years) for two cuttings were 170 and 250 kg ha⁻¹, respectively. For seed production, first cutting for *T. hybridum* and second cutting for *T. repens* were recommended (Korobov, 1990). Grazing or cutting prior to flowering is recommended for activation of buds from which inflorescences in the stolons emerged (Açıköz, 2001). In a study conducted in Erzurum was obtained between 180-450 kg ha⁻¹ seed yield from white clover (Serin and Tan, 1996). Nanouk, cultivar with small leaves, has short and intensive growing tendency (DLF Ltd., 2000). A high inflorescence count in a unit area and an adequate pollination are required to attain a high seed production level. Number of flowers count in inflorescences of white clover was reported to range

from 50 to 350 (Marshall and Hides, 1988; Açıkgöz, 1991). Also, 1000 seed weight of white clover was reported to range from 0.5 to 0.7 g (Andreda et al., 1990; Pederson and Brink, 2000).

One of the most important organic phosphate compounds in plants is phytin. Phytin is found primarily in seeds in the salt forms of Ca and Mg and it is formed during seed formation. For this reason, there is an increase in P flowing towards the emerging and developing seeds immediately after pollination (Link and Swanson, 1960). Seed and fruit formation impairs in plants, which can not take enough available P and fruit formation delays (Aydemir and İnce, 1988). In a study conducted with A-2 variety of Lucerne with 0, 40 and 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ rates did not affect average seed yield (Patel et al., 1991).

In this study, it was aimed to determine the effects of P fertilization and cutting sequence on seed yield of white clover.

2. MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in two locations, Çarşamba (36° 43' E, 41° 12' N, 5 m altitude) where rainfall, moisture and soil water level is high, and is located in coastal area and Kavak (36° 02' E, 41° 03' N, 575 m altitude) where rainfall and moisture is lower, and is located in the inner part of the Black Sea Region of Turkey, during 2000 and 2001 years.

Soil samples were taken prior to study and during the fall in first year from the locations before the second P applications (Table 1).

While soil in Çarşamba was clay loam, slightly alkaline, calcereous, saltless, deficient in organic matter (OM), rich in K and intermediate in P, soil in Kavak was clay loam, slightly alkaline, calcereous, saltless, intermediate in OM, rich in K and intermediate in P in first year and rich in P in second year. Available phosphorus contents of the soil in Carsamba location were dramatically decreased due to the fixed phosphorus by high lime, low organic matter and some chemical reactions in the second year.

Total rainfall in Çarşamba is 625.4 mm and 545.3 mm in Kavak in 2000. In 2001, total rainfall was 311.5 in Çarşamba and 265.4 mm in Kavak until June

(harvest was performed in June). In June 2000, there was no rainfall in Çarşamba and Kavak. There was a less rainfall in 2000 and 2001 for both locations compared to the long-term averages. In both locations air temperature in seed maturing period (June and July) was higher than long term mean air temperature.

Klondike and Nanouk cultivars of white clover (*Trifolium repens* L.) were used in this study. 25 kg N ha⁻¹ fertilization (CAN with 26% N) was performed as an initial fertilizer. P fertilization was accepted as factor and 0, 40, 80 or 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ rates (TSP containing 42-44% P₂O₅) were used. All P rates applied two times in both locations. The first P application was performed during sowing, second P application was performed at the end of the autumn in the establishment year (Stefan and Motca, 1990). N fertilizer was broadcast-applied, P fertilizer was drilled in the first application and broadcast-applied in the second application.

The experiment was planned according to the split plot design with four replicates. Cultivars were main plots, P rates were subplots. Row place and row length were 30 cm (Perepravo and Zolotarev, 1990) and 5 m, respectively, and there were seven rows in each subplot.

Sowing was made in the spring of 2000 and applied in order to reach 2 kg seed ha⁻¹ rate in 1.5 cm depth by hand. A hoe was used in seedling period. Seed harvest was performed by picking inflorescences when the 50-67% of pods converted to yellow-brown (Manga et al., 1995). In Çarşamba, half of the subplots were cut at 5 cm stubble height at flowering time in the second year (19 May 2001) and then the second growth was left for seed (T₁). The first growth of the plants in the other half of the subplots was left for seed (T₀). Seed was harvested for T₀ on 10th July 2001, and for T₁ on 26th July 2001. Cutting sequence could not be applied in Kavak because of the undesirable grazing of the land by sheep. Cutting sequence was evaluated using *t* test.

Prior to winter (in November 2000), plants were cut at 5 cm height to remove the stubble residues and P was applied as the second year treatment (Stefan and Motca, 1990). Plants were irrigated using flood irrigation up to field capacity after the cuttings.

Table 1. Soil properties of experimental fields in Çarşamba and Kavak

Properties	Çarşamba					Kavak				
	1 st year	2 nd year			1 st year	2 nd year				
		P ₀	P ₄₀	P ₈₀	P ₁₂₀		P ₀	P ₄₀	P ₈₀	P ₁₂₀
pH	7.90	8.00	7.95	7.80	7.85	8.00	7.75	7.80	7.95	7.85
Calcerous, %	9.12	9.25	8.44	9.25	8.93	8.44	9.71	8.89	10.37	9.87
Total salt, %	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03
P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	68.19	25.49	33.97	37.10	37.86	64.19	73.16	90.21	92.08	86.51
K ₂ O kg ha ⁻¹	621.7	416.0	445.7	410.6	445.7	457.5	492.7	551.3	563.0	586.5
Organic matter, %	1.89	1.88	2.32	2.21	1.99	2.88	3.04	4.65	4.76	3.71
Saturation, %	60	62	62	62	62	55	62	66	66	66

During the seed harvest, inflorescence density was determined from 1 m² for the centre of subplot. 10 inflorescences were taken from each subplot randomly and then flowers in each inflorescence were counted. The diameter and length of inflorescences were measured using callipers. 8 x 100 seeds were taken randomly from the seeds obtained from each subplot (with eight replicates) and 1000-seed weight was determined by averaging these eight replicates. After six months from the harvest, these seeds were moistened in Petri dishes with filter paper and were exposed to pre-cooling process (five days at 4 °C). Afterwards, they were sprouted in a climate room at 20 °C. Germination rate (%) and germination vigour were determined counting the seeds at the seventh day (for germination rate) and at the fifteenth day (for germination vigour) (Şehirali, 1997).

Results obtained from the experiment were analyzed according to the Two Factor Randomized Complete Block Design with Split Plot Combined Over Years using MSTAT-C pocket programme. DUNCAN test was used to compare group means.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Seed Production Values for the First Plant Growth

There were not statistically differences among P doses in term of seed yield, inflorescence density, inflorescence diameter and length, inflorescence peduncle length, number of flower/inflorescence and 1000 seed weight in the experiments.

Mean seed yield and 1000 seed weight of the two cultivars were statistically similar in Çarşamba and Kavak. Seed yield for Klondike was around 6% greater than that Nanouk in Çarşamba, and 2% less than that for Nanouk in Kavak. Seed yield in Kavak (101.2 kg ha⁻¹) was higher than that in Çarşamba (70.2 kg ha⁻¹). Seed yields of this study conducted in different environment conditions were lower than those reported by Serin and Tan (1996), Stefan and

Motca (1990) and Açıkgöz (2001). The temperature difference between day and night in Kavak was higher than that in Çarşamba. This means that a lower proportion of metabolites produced during day hours is consumed during night and consequently a higher amount of metabolites deposit in seeds (Eser, 1986; Kevseroğlu, 1999). Furthermore, loss of pollen was lower and pollinator activity was higher in Kavak due to low level of relative humidity and rainfall. For this reason, higher seed yield was obtained in Kavak than in Çarşamba. P rate(s) did not affect the seed yield. Especially in Kavak, higher P content in the second year might remove the effect of P rates (Table 1). This supports the findings of Patel et al. (1991).

Inflorescence density was higher in Kavak than in Çarşamba. The higher incidence of clear and sunny days in Kavak compared to Çarşamba during the seed emerging period (less rainfall in June) caused the increased flowering ratio in Kavak. One of the most important factors affecting the seed yield is inflorescence density. Inflorescence counts obtained in Kavak were similar to those reported by Marshall and Hides (1990). Nanouk cultivar produced more inflorescence compared to Klondike cultivar because of its small leaves and more intensive growth trend.

1000-seed weight and inflorescence density of Nanouk cultivar in both Çarşamba and Kavak were higher than Klondike cultivar (Table 2). Average 1000-seed weight values were 0.565 and 0.561 for Çarşamba and Kavak, respectively. These findings were higher than those of Pederson and Brink (2000) and lower than those of Andreda et al. (1990). 1000-seed weight may vary due to variations in ecological conditions (Zapletalova, 1990).

Klondike cultivar produced more flower compared to Nanouk cultivar (Table 2). These findings are in consistency with those of Marshall and Hides (1990) and Açıkgöz (1991). When inflorescence density decreased, inflorescence diameter, length and flower count in per inflorescence increased as reported by Marshall and Hides (1990).

Table 2. The two-year average values of some agronomic traits of white clover varieties obtained from T₀ in Çarşamba and Kavak locations

	Çarşamba		Kavak	
	Klondike	Nanouk	Klondike	Nanouk
Seed yield (kg ha ⁻¹)	72.0	68.3	100.2	102.3
Inflorescence density	135.5b*	208.4a	316.7	333.3
Inflorescence diameter (mm)	15.32a**	13.18b	11.22A*	9.84B
Inflorescence length (mm)	14.11a*	11.80b	11.11A**	9.72B
Inflorescence peduncle length (cm)	25.56a*	20.74c	23.75ab	22.58bc
Number of flower in each inflorescence	57.31a**	45.27b	51.48A**	37.47B
1000-seed weight (g)	0.556	0.576	0.554	0.572

Means within the same group shown by the same letters are not different * P≤ 0.05, ** P≤ 0.01.

Average germination vigour for entire experiment was 17.6%. The highest germination vigour was found for P₁₂₀ rate in Kavak. There were no differences between P₄₀ and P₈₀ rates in Çarşamba (Table 3). Germination vigour increased 27% with 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ in Çarşamba and 20% with 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ in Kavak (Table 3). Germination vigour of white clover was reported to range from 69 to 76% (Nykänen-Kurki, 2007). Lower germination vigour values observed in this study compared to the other reports can be attributed to the hard shells of the seeds used in this study. As a matter of fact, germination vigour could be increased up to 100% when the shells of seeds were scratched. Hard seed shell is highly influenced from climate factors. Hot and dry climate conditions during seed maturing period increase hard seed development (Şehirli, 1997). In this period, there was not any precipitation in both Çarşamba and Kavak locations. Air temperature in this period was also hotter than average air temperature of long term. Methods of breaking seed coat dormancy include scarification, hot water, dry heat, fire, charate, acid and other chemicals, mulch, water, cold and warm stratification, and light (Deno, 2004; Hickman, 2005). Manga et al. (1995) reported that red clover grown under Samsun ecological conditions had hard seed shell, and germination vigour can be enhanced by scarification.

3.2. Seed Production Values for the Second Growth

Seed yield obtained from the first plant growth was 325% higher than seed yield obtained from the second growth after cutting in full flowering time ($t=8.739^{**}$, $n=32$) (Table 4). Rainfall in June 2001 was too low compared to long-term measurements. Drought occurred after cutting and mouse damage caused the plants to complete vegetative and generative developments in a short time. Consequently, inflorescence density, lower inflorescence diameter and length decreased seed yield. One of the most important factors affecting seed yield is inflorescence density (Domingues et al., 1993). Despite Manga et al. (1995) had the highest seed yield in red clover plants in the second developments left for seed, the highest seed yield in this study was obtained from plants in the first developments left for seed. According to the *t* test, there were significant differences between cutting

treatments (T₀ and T₁) with respect to inflorescence density, inflorescence diameter, inflorescence length, inflorescence peduncle length, germination rate and germination vigour ($t=8.068^{**}$, $t=19.760^{**}$, $t=4.260^{**}$, $t=8.780^{**}$, $t=4.14^{**}$, $t=3.93^{**}$ $n=32$, respectively) but no differences in terms of number of flower in inflorescence and 1000 seed weight between cutting sequences. There were differences between cultivars for inflorescence and inflorescence peduncle length in T₁ treatment. Date for the both properties was longer in Klondike cultivar.

Germination rate and germination vigour were found higher in T₀ compared to the T₁ treatment. Drought and high temperatures occurred during seed ripening period probably increased the incidence of hard seed coat. An increase in the incidence of hard seed coat appears to decrease germination rate as well as germination vigour (Şehirli, 1997).

The results obtained from this study and some proposals were mentioned below:

1. Seed yield of Klondike cultivar, albeit was not statistically significant, Klondike cultivar can be recommended for use by farmers due to its higher seed yield.

2. Seed yield, inflorescence density, inflorescence diameter and length were higher in Kavak district compared to Çarşamba. There were suitable ecological conditions for seed production in Kavak compared to Çarşamba.

3. P rates affected germination rate and germination vigour in both locations. Even though P rates did not affect seed yield and related traits affecting seed yield. Germination rate and germination vigour, which are important quality criteria in seed production, were affected by P rates.

4. Seed yield, inflorescence density, inflorescence length, inflorescence peduncle length, inflorescence diameter, 1000 seed weight, germination rate and germination vigour values were found to be higher for plants in the first growth left for seed production compared to the second growth.

Furthermore, the possibilities of enhancing germination rate and germination vigour by using suitable methods to decrease the incidence of hard seed coat, which is the most important factor affecting germination rate and germination vigour, must be investigated.

Table 3. The two-year average values of germination vigour values (%) of white clover seeds obtained from T₀ in Çarşamba and Kavak locations

Location	Variety	P ₀	P ₄₀	P ₈₀	P ₁₂₀
Kavak	Klondike	16.3	13.5	17.5	17.8
	Nanouk	16.2	16.8	19.8	21.0
Average*		16.25 ab	15.15 b	18.7 ab	19.4 a
Çarşamba	Klondike	16.0	18.3	17.8	17.0
	Nanouk	15.5	21.5	20.8	17.2
Average*		15.75 B	19.9 A	19.4 A	17.1 AB
General Average		15.97	17.51	18.96	18.22

*Means within the same group shown by the same letters are not different $P \leq 0.05$

Effects of phosphorus application and cutting management on seed yield and yield components of white clover (*Trifolium repens* L.)

Table 4. Some properties of white clover obtained with T₀ and T₁ treatments in Carşamba in 2001.

	Cultivar	T ₀	T ₁
Seed yield (kg ha ⁻¹)	Klondike	116.3	31.2
	Nanouk	111.9	22.5
	Average*	114.1a	26.8b
Inflorescence density	Klondike	212.4b	93.8
	Nanouk	322.8a	97.4
	Average*	267.6a	95.6b
Inflorescence diameter (mm)	Klondike	18.98	14.53a
	Nanouk	16.06	12.94b
	Average*	17.52a	13.73b
Inflorescence length (mm)	Klondike	16.35	12.42
	Nanouk	12.70	11.35
	Average*	14.52a	11.88 b
Number of flower in inflorescence	Klondike	49.32	49.99
	Nanouk	36.66	36.10
	Average*	42.99	43.04
Inflorescence peduncle length (mm)	Klondike	23.65	19.93 a
	Nanouk	20.53	16.17 b
	Average*	22.09a	18.05b
1000 seed weight (g)	Klondike	0.583	0.574
	Nanouk	0.568	0.566
	Average*	0.575	0.570
Germination rate (%)	Klondike	15.97	10.50
	Nanouk	19.97	14.91
	Average*	17.47a	12.70b
Germination vigor (%)	Klondike	17.05	11.41
	Nanouk	19.47	16.00
	Average*	18.26a	13.70b

*Means within the same group shown by the same letters are not different P≤0.01.

4. ACKNOWLEDGEMENT

This research was financially supported by The Scientific Research Project Commission of Ondokuz Mayıs University.

5. REFERENCES

Acar, Z., Eraç, A. 1999. Baklagil yembitkileri tarımı.Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Yay. s:21-34. Ankara.

Acar, Z., Ayan, İ. 2000. Yembitkileri Kültürü. OMÜ. Zir. Fak. Ders Kitabı No: 2. Samsun.

Açıkgöz, E., 1991. Yembitkileri, Uludağ Ün. Yay: 633.2 Bursa.

Açıkgöz, E., 2001.Yembitkileri (3. baskı). Uludağ Ün. Güçlendirme Vakfı Yay No: 182, Bursa.

Anonymous, 2002. Tarımsal Yapı ve Üretim, TÜİK Yayınları, Ankara.

Aydemir, O., İnce, F.1988. Bitki besleme. Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yay. No:2, Diyarbakır.

Breazu, I., Krauss, M. 1988. Biological and technological aspects of producing white clover seed. Herbage Abstracts. 58-12: 462.

Deno, N.C. 1994. Seed germination theory and practice second edition. Published by the Author, State College, Pennsylvania, USA.

DLF Ltd. 2000. *Trifolium repens* nanouk. DLF Çimteknik Firma Kataloğu. Ankara.

Domingues, H.G., Nabinger, C., Paim, N.R. 1993. Effect of successive flowerings on seed yield of white clover. Herbage Abstracts. 63-4: 147.

Eser, D. 1986. Tarımsal Ekoloji. Ankara Ün. Zir. Fak. Yay: 975, Ders Kitabı: 287. Ankara.

Hickman, M. 2005. Get growing gardenin tips. Agriculture, Forestry and Home Economics. Devonian Botanic Garden, Universty of Alberta, USA.

Kevseroğlu, K., 1999. Bitki Ekolojisi. OMÜ. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:31. Samsun.

Korobov, P.P. 1990. Agronomy of white clover and alsike clover. Kormovye Kul' tury. 5: 29-30.

Link, A.J. and C.A. Swanson. 1960. Study of several factors affecting the distribution of phosphorus-32 from the leaves of pisum sativum. Plant and Soil. 12-1: 57-68.

Manga İ., Acar, Z., Ayan, İ., 1995. Baklagil Yembitkileri Ders Notu :7, O.M.Ü., Ziraat Fak., Samsun.

Manga, İ., Özyazıcı, M. A., Ayan, İ., Acar, Z. 1995. Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nde tohum verimi ve tohumun bazı özellikleri üzerine farklı sıra aralığı ve fosfor dozlarının etkileri. OMÜ. Z. F. Dergisi, 1995, 10, (3):105-118.

Marshall, A., Hides, D.H. 1988. Prospects of producing white clover seed in mediterranean climates. Seed Production in and for Mediterranean Countries. 175-182.

Marshall, A., Hides, D.H. 1990. White clover seed production from mixed swards: effect of sheep grazing on stolon density and on seed yield components of two contrasting white clover varieties. Grass and Forage Science. 45: 35-42.

Nykänen-Kurki, P. 2007. Possibilities of white clover seed production under extreme climatic conditions. Available from URL: <http://www.fao.org/docrep/V9968E/v9968e0c.htm> [Getting at 6 March 2007].

Patel, J.R., Patel, P.C., Ra, M.F., Saiyad, M.R. 1991. Effect of sowing time, phosphorus level and seed rate on seed production of Lucerne. Herbage Abstracts. 61-1: 11.

Pederson, G.A., Brink, G.E. 2000. Seed production of white clover cultivars and naturalized populations when grown in a pasture. Crop Science. 40: 1109-1114.

Perepravo, N.I., Zolotarev, V.N. 1990. Seed yield of white clover in relation to plant density. Herbage Abstracts. 60-4: 129.

Serin, Y., Tan, M. 1996. Baklagil Yembitkileri. Atatürk Ü. Zir. Fak. Ders Yay. No:190 Erzurum.

Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A., Açıkgöz, E. 2002. Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Ak Üçgül (*Trifolium repens* L.)'de Ot ve Tohum Verimi ile Bazı Verin ve Kalite Komponentleri Üzerine Etkileri. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., (2002) 16(2): 127-136.

Stefan, D., Motca, G. 1990. Contributions on improving the cropping technology of white clover (*Trifolium repens*) for seed in the reddish- brown soil region. Herbage Abstract. 60-4: 129.

Şeker, H. 1998. Response of white clover (*Trifolium repens* L.) to defoliation. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der. , 29(2): 333-342.

Zapletalova, I. 1990. Effect of site and harvest year on seed yield and seed production characteristics in white clover. Plant Breeding Abstract. 60-12: 1500.

CARROT (*Daucus carota L.*): YIELD AND QUALITY UNDER SALINE CONDITIONS

Ali ÜNLÜKARA¹ Bilal CEMEK² Duygu KESMEZ³ Ahmet ÖZTÜRK³

¹Erciyes University Seyrani Agricultural Faculty, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Kayseri, TURKEY

²Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Samsun, TURKEY

³Ankara University Agricultural Faculty, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Ankara, TURKEY

*e-mail: bcemek@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.02.2010

Kabul Tarihi: 27.01.2011

ABSTRACT: The effects of 6 irrigation salinity levels on yield and quality, vegetative growth, water consumption and ion accumulation of carrot (*Daucus carota L.*) were studied under greenhouse condition in Tokat/Turkey. The experiment was conducted as a randomized block design with 5 replications using a total of 30 pots. The synthetic saline waters were prepared by adding CaCl₂, MgSO₄ and NaCl salts to tap water. Tap water (EC_i= 0.75 dS.m⁻¹) was applied as a control treatment. Irrigation water salinity (T₀= 0.75, T₁= 1.5, T₂= 2.5, T₃= 3.5, T₄= 5.0 and T₅= 7.0 dS m⁻¹) led to increase in soil salinity, carrot flavor, leaf Cl and Na content and decrease in fruit yield, fruit diameter, water use efficiency and leaf K content. Increasing irrigation water salinities did not significantly affect unit weight, color index, height and penetration resistance of fruit, water consumption, leaf Ca and Mg contents but fruit quality such as flavor and dry matter content improved due to salinity, however 50% yield loss occurred even below at 2.5 dS m⁻¹ soil salinity level.

Key words: Carrot (*Daucus carota L.*), Water quality, Salinity, Yield, Fruit quality.

TUZLU KOŞULLARDA HAVUÇ (*Daucus carota L.*) VERİM VE KALİTESİ

ÖZET: Bu çalışmada Tokat ilinde, sera koşullarında, 6 farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının havuçta verim, kalite, vejetatif gelişme, su tüketimi ve mineral madde alımı araştırılmıştır. Çalışma tesadüf bloklarında 5 tekerrürlü olarak toplam 30 saksıda yürütülmüştür. Tuzlu sulama suları CaCl₂, MgSO₄ ve NaCl tuzlarının şehir şebeke suyuna karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Şehir şebeke suyu (EC_i= 0.75 dS.m⁻¹) aynı zamanda kontrol konusu olarak kullanılmıştır. Sulama sularının tuz içeriğinin artması (T₀= 0.75, T₁= 1.5, T₂= 2.5, T₃= 3.5, T₄= 5.0 ve T₅= 7.0 dS m⁻¹), toprak tuzluluğunun, meyve tadının, yaprakta Cl ve Na miktarının artmasına yol açarken, meyve çapının, su kullanım etkinliğinin ve yaprakta K miktarının azalmasına neden olmuştur. Artan sulama suyu tuzlulukları, meyve birim ağırlığını, rengini, boyunu, sertliğini, bitki su tüketimini, yaprakta Ca ve Mg miktarını istatistiksel olarak etkilememiş ancak meyve tadını, kuru madde miktarını artmış, fakat 2.5 dS m⁻¹ toprak tuzluluğu verimde yaklaşık %50 azalmaya neden olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Havuç (*Daucus carota L.*), Su kalitesi, Tuzluluk, Verim, Meyve kalitesi.

1. INTRODUCTION

Globally, about 10 Mha of agricultural land is lost annually due to salinization, of which about 1.5 Mha is irrigated areas (Khan et al. 2006). Therefore, for sustaining life on earth, controlling these problems and finding new ways to utilize these extensive sodic and saline soils and water resources, at least for agricultural purposes, are vital and urgent issues. Reclamation, or at least minimizing the effect of salinity and sodicity, is important and necessary. In this respect, proper utilization of water for both plant growth and soil salinity control is probably of the greatest importance (Pessarakli and Szabolcs 1999).

Agricultural drainage waters often contain high concentration of salt ions (Ayers et al., 1993; Skarie et al., 1986). Land disposal of saline drainage water can lead to serious environmental consequences since dissolved ion species such as sodium, calcium and chloride may accumulate to extremely high levels, becoming toxic to plant growth (Grieve and Suarez 1997; Rhoades et al., 1988). To maintain soil and crop productivity, a critical question for saline drainage water reuse is to determine the fate of major

and toxic salts ions, which is related to the potential effect of these salts on soil salinization, plant growth, crop quality and yield (Wang et al., 2002). Most of the salinity studies in the literature were carried out only in the presence of NaCl salt. Munns and Passioura (1984) and Berstain and Ayers (1953) studied the salinity tolerance of carrot in the presence of NaCl and reported that the plant was salt sensitive. However, later studies have reported large differences in salinity tolerance for carrot (Maas and Hoffman, 1977; Matsubara and Tasaka 1988; Mangal et al. 1989; Gibbererd et al. 2002). Many other studies have shown that salt stress can also be alleviated by an increased supply of calcium to the growth medium (Rausch et al., 1996). Depending on the concentration ratio, sodium and calcium can replace each other from the plasma membrane, and calcium might reduce salt toxicity (Rausch et al., 1996). If none of these mechanisms are available to the plant, then eventually the leaf death rate will overcome the leaf growth rate, and plant death will occur. The differences found in salt tolerant plant species are related to the time it takes salt to reach its maximum accumulation and causes plant death. By studying plants with varying

tolerance, eventually scientists will discover the differences in the plant genome that are causing sensitivity or resistance. A new strategy to study salt sensitive plants involves selecting root mutants with high sensitivity (Maggio *et al.*, 2001).

The aim of the study is to determine the effects of salinity on carrot plant in terms of yield and quality such as color, size and penetration rate, and water consumption, water use efficiency, ion uptake and soil salinity and pH, in the presence of CaCl₂, MgSO₄ and NaCl with increasing concentration levels.

2. MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted under greenhouse conditions in Tokat/Turkey. In the experiment, carrot plants (*Daucus carota L.*) were exposed to six different salinity levels. Electrical conductivity of the irrigation waters were T₀= 0.75, T₁= 1.5, T₂= 2.5, T₃= 3.5, T₄= 5.0 ve T₅= 7.0 dS m⁻¹. The experiment was conducted as a randomized block design with 5 replications, with a total of 30 pots. Tap water (EC_i= 0.75 dS.m⁻¹) was applied as control treatment. Compositions of irrigation water were shown in Table 1. Fertilization needs were met by applying 90 kg.ha⁻¹ of N as urea and 90 kg.ha⁻¹ of P diammonium phosphates (DAP) (Doorenbos and Kassam 1986). At the beginning of the experiment, the entire P requirement and half of the total N requirement were supplied. The rest of N was applied 20 days after the first application.

The synthetic saline waters were prepared by adding CaCl₂, MgSO₄ and NaCl salts to tap water. In

order to eliminate the adverse effect of sodium adsorption ratio (SAR), irrigation water SAR values were maintained around 5.0. The Ca requirement of the plants is generally low and depends on the presence of the other cations. The Ca requirement may be related to ion competition and, thus, better expressed in terms of ion ratios. High Mg/Ca ratios in solution may result in Ca deficiencies in plant, despite of high absolute Ca concentration (Pratt and Suarez, 1990). In other word, to eliminate Ca deficiency, we chose the ratio of Ca/Mg of 1/1 in meqL⁻¹. Thus, the irrigation water composition should not cause any specific major ion imbalance on the plant. Irrigation waters were stored in 100 liter pots and before each irrigation event, waters were measured for EC.

The experimental soil was sieved through a 4 mm screen to remove large particles and break up dry soil aggregates. Twenty kg of air-dried soil was placed in each pot. The experimental soil's texture was sandy loam with 18.2% clay, 25% silt and 56.8% sand. Pots' height, upper diameter and bottom diameter were 28, 29 and 25 cm, respectively. Thus total volume and surface area of each pots were 16 liters and 660 cm², respectively. To determine the field capacity of each pot, they were saturated with tap water and then the top of the pots were covered in order to prevent evaporation. The water contents of the pots after the drainage stopped were assumed as field capacity (W_{FC}), so that we determined each pot separately. Soil water content was monitored by weighing the pots as weighing lysimeter method, thus each pot was weighed before each irrigation practices (W).

Table 1. Compositions of irrigation water

Konu	EC (dSm ⁻¹)	Na (me/L)	K (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Cl (me/L)	SO ₄ (me/L)	HCO ₃ (me/L)	pH	SAR
T ₀	0.75	1.15	0.077	4.27	2.98	0.80	6.01	0.84	6.69	0.60
T ₁	1.5	6.61	0.077	6.12	4.98	8.12	8.01	0.84	6.68	2.81
T ₂	2.5	11.13	0.077	9.00	8.15	15.51	11.18	0.84	6.67	3.80
T ₃	3.5	15.69	0.077	12.80	12.40	23.88	15.43	0.84	6.68	4.42
T ₄	5.0	21.62	0.077	19.38	19.65	36.40	22.68	0.84	6.65	4.89
T ₅	7.0	28.82	0.077	29.38	30.65	53.60	33.69	0.84	6.64	5.26

Amount of irrigation water to be applied (I) was calculated by equation (1):

$$I = \frac{W_{FC} - W}{1 - LF} \cdot \rho_w \quad (1)$$

where, I is amount of irrigation water (Liter), LF is leaching fraction, W is the pot weight just before irrigation starts and ρ_w is density for water (1.0 kg/liter). The pot surface area is 0.066 m², so the depth of irrigation amount can be calculated by dividing 'I' to pot surface area. We selected LF= 0.30. Amount of

drainage water was measured after irrigation. A drain pan was placed underneath each pot to collect leachate. Collected drainage water volume was measured after irrigation. Seasonal evapotranspiration was determined by means of modified equation of Jensen et al. (1989);

$$ET = d_b + d - d_d - d_s \quad (2)$$

Where, ET is seasonal evapotranspiration (L), d_b is soil moisture at the beginning of the experiment (L), d is total irrigation water (L), d_s is soil moisture at the end of the experiment (L), d_d is drainage volume (L).

At the end of the experiment, to determine dry weight ratio, the harvested fruits and leaves were weighed as fresh and oven-dried at 70°C to a constant dry weight. Penetration resistance of carrot was determined by penetrating a pin of 1.8 mm in diameter at three points in the carrot. Penetration speed was 60 mm/min and penetration depth was 30 mm. Color index was calculated as follows (Garcia-Sanchez et al. 2003):

$$CI=1000 \times a / (L \times b) \quad (3)$$

Where L indicates lightness, a and b are the chromaticity co-ordinates.

Effect of salinity on carrot taste was also investigated. Fifteen individuals tasted carrot fruits and gave the taste scores from 1 to 5. The higher the score is the higher the flavor quality. Immediately after the plants were removed, soil samples were taken from the entire depth of root zone of each pot. Soil samples were crushed to pass through a 2-mm screen. Handbook 60 procedures were followed to measure EC of saturated soil paste (EC_e). To determine mineral matter accumulations in leaves, samples were collected at harvest. These samples were washed with tap water and then distilled water in turn, then dried in an oven and grounded. For the measurements of mineral nutrients, plant samples were ashed in a muffle furnace at 500 °C for 6 h, dissolved in 5 mL of 2 M HNO₃, and finally diluted to 25 mL with distilled water. Extracts were filtered and stored in plastic vials until analyzed. Sodium and K were measured by flame photometer and water extractable Cl was determined by potentiometer titration with AgNO₃ as described by Lambert and DuBois (1971). Calcium and Mg were determined by EDTA titration method described by Richards (1969).

The experimental data were analyzed by SPSS statistical analysis software (SPSS, 2002). The General Linear Model procedure was used to perform analysis of variance. Unless otherwise noted, all statistical tests were performed at 0.01 level of significance. Duncan's multiple range tests were used to separate means of the data at 0.05 level of significance.

3.RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Soil Salinity

At the end of the experiment, treated experimental soils did not reach the irrigation water salinity levels, because the initial soil was not saline and evapotranspiration rate was low in the period studied. On the other hand, the effect of irrigation water quality on soil salinity (EC_e) were statistically significant, $p < 0.05$ (Table 2 and Figure 1). Soil salinity increased with increasing water salinity. Our soil salinity data showed similarity to Kadayıfçı et al. (2004) which reported that increasing salinity of irrigation water led to increase in soil salinity. Authors

also reported that the salinity of the experimental soils at the harvest was still below the irrigation water salinity level.

The differences in pH were found to be statistically significant, $p < 0.05$ (Table 2). Pratt and Suarez (1990) reported that high pH values, i.e., $pH > 8.5$ indicate waters with an excess of alkalinity over Ca, which usually pose a sodicity hazard. Our results suggested that there was no excessive alkalinity hazard during the experiment. The presence of salt will lower soil pH reading compared to the absence of salts; the lower pH is often referred to as salt depression of pH. Salts may depress pH slightly (0.1 pH units) or by as much as 1.0 pH units (Hardly, 2008).

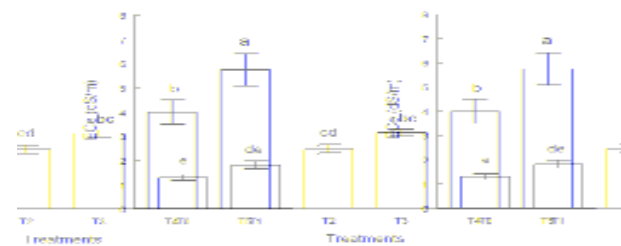


Figure 1. Effects of water salinity (EC_w) on soil salinity at the harvest (EC_e).

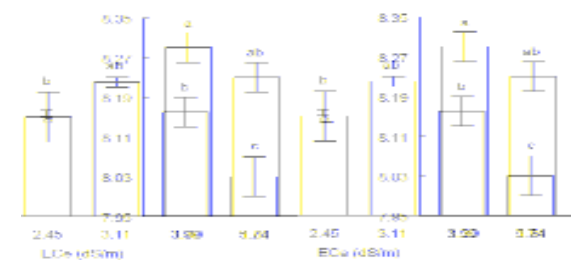


Figure 2. Effects of soil salinity (EC_e) on pH of the experimental soils at the harvest (pH_e).

3.2. Carrot Yield and Quality

Increasing water salinity led to significantly reduced carrot yield, (Table 2). The highest yield was obtained from the control treatment, 103.6 g/pot. Comparing to control treatment, the yield reductions were, 35, 50, 39, 61.5 and 50.8% for 1.5, 2.5, 3.5, 5.0 and 7.0 dS m⁻¹ irrigation water, respectively (Figure 3). A sudden yield decrease was observed at the first saline treatment, the salinity level of which was slightly higher than control treatment. Yield differences among the treatments except control were not significant statically. The similar results for vegetative yield were found and shown in Figure 4. Maas (1986) reported that root yield declines %14 for every unit increase in salinity beyond the threshold of 1.0 dS/m.

Table 2. Effects of irrigation water salinity (EC_w) on experimental data observed.

Analysis	Treatments (dS/m)						Mean	P>F	
	T ₀ (0.75)	T ₁ (1.5)	T ₂ (2.5)	T ₃ (3.5)	T ₄ (5.0)	T ₅ (7.0)			
ECe (dS/m)	1.30 [#] e ^t	1.81 de	2.45 cd	3.11 bc	3.99 b	5.74 a	3.06	*	
pH	8.29 a	8.23 ab	8.15 b	8.22 ab	8.16 b	8.03 c	8.17	*	
I, applied irrigation water, (lt)	13.2	13.9	13.7	13.8	13.1	12.7	13.4	NS	
Drainage water, (lt)	4.5	4.6	4.5	4.6	4.6	4.2	4.5	NS	
LF	0.34	0.33	0.33	0.33	0.35	0.33	0.33	NS	
ET (lt)	7.3	7.9	7.8	7.7	7.00	6.9	7.44	NS	
WUE (g/lt)	14.3 a	8.5 b	6.6 b	8.3 b	6.0 b	7.4 b	8.5	*	
Yield (g/pot)	103.6 a	66.8 b	51.5 b	63.4 b	42.1 b	50.9 b	61.5	**	
Veg. Yield (g/pot)	21.9 a	9.20 b	8.47 b	8.09 b	5.97 b	10.24 b	10.16	*	
Fruit Dry Matter (%)	12.4	12.5	11.9	12.0	12.2	11.7	12.1	NS	
Fruit unit weight (g/cm ³)	1.00	1.01	0.99	1.02	1.04	1.07	1.02	NS	
Fruit dia.(mm)	29.3 a	22.1 b	20.9 b	22.0 b	19.0 b	19.8 b	21.9	*	
Fruit height (cm)	20.1	21.1	20.3	21.7	18.9	18.9	20.2	NS	
Color index	7.35	7.40	6.48	7.22	7.66	7.38	7.24	NS	
Penetration resistance	19.85	16.78	15.98	18.00	16.65	15.48	17.03	NS	
Taste score	2	2.5	2.3	3.1	3.3	3.7	2.82	-	
Cl %	-	-	3.05 c	4.07 bc	5.18 ab	5.65 b	7.60 a	4.99	*
Ca %	2.43	2.87	2.90	2.94	3.10	2.94	2.88	NS	
Mg %	0.80	0.86	0.91	1.13	0.89	1.30	0.98	NS	
K %	1.43 a	1.40 a	1.15 ab	0.83 bc	0.75 c	0.69 c	1.04	*	
Na %	0.44 b	0.56 ab	0.54 ab	0.66 a	0.71 a	0.60 ab	0.59	**	

: each value is the mean of five replications,
t : within rows, means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at 0.05 significance level,
*, ** : significant at the 0.01 and 0.05 probability levels, respectively,
NS : non-significant,
LF : Leaching fraction,
ET : Evapotranspiration,
WUE : Water use efficiency (fresh fruit yield (g)/water consumption (lt).

Unit weight and the height of carrot plant were not statistically affected by salinity, (Table 2). The diameter of the fruit, which is another quality parameter of the carrot, decreased with increasing salinity level. In other words, fruit height and fruit unit weight were not affected by salinity but the diameter of the fruit decreased with increasing the salinity. Our results agreed with Öztürk (1997) who reported that salinity affected fruit diameter negatively but had no effect on fruit height. The yield decreases were well correlated with the decrease of the diameter which means that the yield decreases of carrot were the result of decreasing diameter (Figure 5).

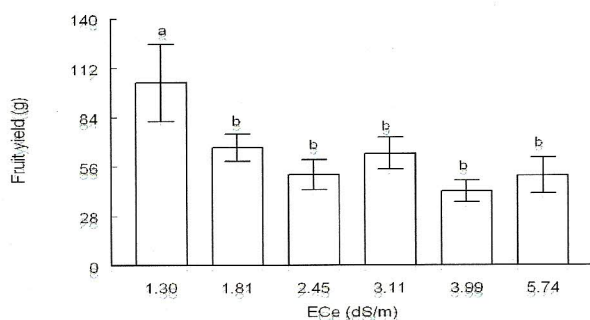


Figure 3. Effects of soil salinity (EC_e) on fruit yield

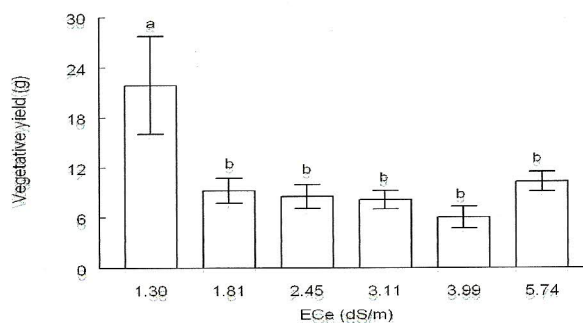


Figure 4. Effects of soil salinity (EC_e) on vegetative yield

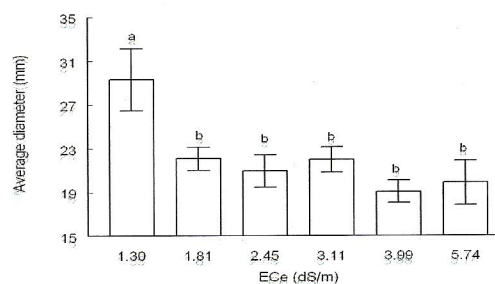


Figure 5. Effects of soil salinity (EC_e) on fruit diameter.

The effects of salinity on carrot color and carrot firmness were not found statistically significant (Table 2). Carrot color index and penetration resistance did not statistically change. Changes in carrot taste because of salinity were also investigated. Fifteen individuals tasted carrot fruits and gave the taste score 1 to 5. The higher score was given to the more flavor the average taste scores were 2, 2.5, 2.3, 3.1, 3.3 and 3.7 for T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 and T_5 treatments, respectively. According to these results, salinity improved carrot flavor.

3.3. Effect of Salinity on Evapotranspiration and Water Use Efficiency

The experiment was conducted in cool season in a greenhouse without heating. Because of the low temperature, low solar radiation and high relative humidity, evaporative demand of atmosphere and plant water needs were also low. Although the differences in evapotranspiration/water consumption were not significant, yield decreases occurred (Table 2). The effects of salinity, soil aeration and nutrient level on the transpiration coefficient of carrot were evaluated under non-limited water supply condition (Schmidhalter and Oertli 1991). The authors observed no change in the transpiration coefficient at salt concentration up to 16 dS/m in the soil solution and suggested that in the absence of toxic ion effects and nutrient imbalances, salinity had little effect on the transpiration coefficient (Shannon and Grieve, 1999). Salinity impaired plant growth even in the cool season without causing a decrease in water consumption. Water use efficiency (WUE) decreased with increasing salinity level (Table 2). The highest WUE was obtained in the control treatments, 14.3 g l^{-1} and the rest of the treatments caused to decrease in WUE.

3.4. Ion Uptake

Increasing salinity led to increase in Cl and Na and decrease in K accumulation in leaves. Ca and Mg contents in leaves also increased slightly but this increase was not found to be statistically significant (Table 2). The highest Cl content in leaves occurred at the highest salinity treatment. Increasing salinity levels led to increase in Cl content in leaves for each treatment (Figure 6). Preparing the synthetic saline water, chloride salts such as $CaCl_2$ and NaCl were utilized, thus Cl became the major anion in the irrigation water.

Potassium content of carrot leaves were reduced significantly by the effect of salinity (Figure 7). The competition between Na and K, increasing quantity of Na in the soil media caused to decrease in K accumulation and led to increase in Na accumulation in leaves. The differences in Na content of carrots were found to be significant and Na content increased as soil salinity increased (Figure 8). Na content ratios in T_1 , T_2 , T_3 , T_4 and T_5 treatments were 1.3, 1.2, 1.5, 1.6 and 1.4 times higher than the control treatment.

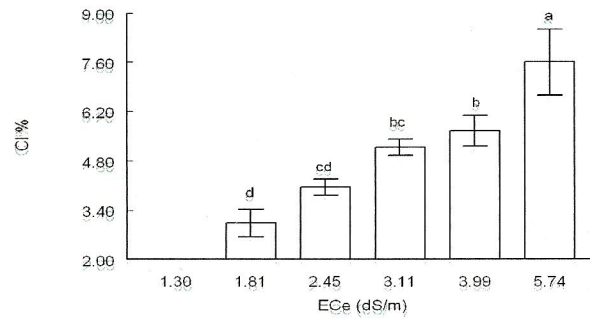


Figure 6. Effects of soil salinity (EC_e) on chloride accumulation in leaves.

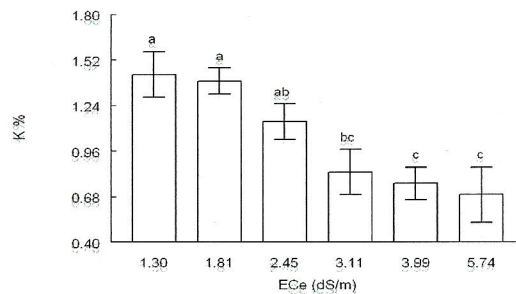


Figure 7. Effects of soil salinity (EC_e) on potassium accumulation in leaves.

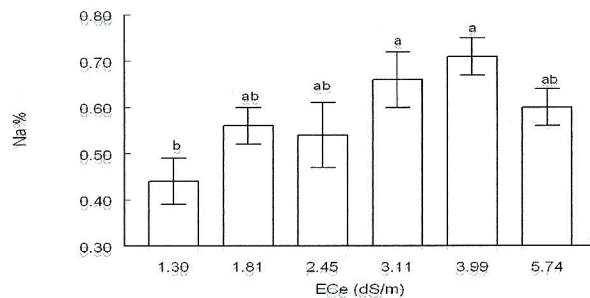


Figure 8. Effects of soil salinity (EC_e) on sodium accumulation in leaves.

In terms of ion uptake, our results were similar to those reported by De Pascale and Barbieri (2000). The authors reported that Cl and Na contents increased, but K content decreased in carrot leaves with increasing salinity. They also reported the antagonistic effect of Na to K.

4. CONCLUSION

Experimental results on carrot fruit (root) and leaves revealed that irrigation water salinity induced an increase in carrot flavor, leaf Cl and Na content and soil salinity, and a decrease in fruit yield, fruit diameter, water use efficiency and leaf K content. Some characteristics like unit weight, color index, height and penetration resistance of fruit, water

consumption, leaf Ca and Mg contents, were not affected due to irrigation water salinity. Fruit quality such as flavor content improved due to salinity but 50% yield loss occurred even before 2.5 dS m⁻¹ soil salinity. Yield losses were nearly constant against increases in soil salinity, at the levels of higher than 2.5 dS m⁻¹. We concluded that carrot plant is very sensitive to soil and water salinity.

5. ACKNOWLEDGMENT

Our appreciations to Dr. Donald L. Suarez for valuable contributions to this paper.

6. REFERENCES

- Ayars, J. E., Hutmacher, R.B., Schoneman, R.A. Vail, S.S., and Pfaum T., 1993. Long term use of saline water for irrigation. *Irri. Sci.* 14:27-34.
- Berstein L., Ayers A. D., 1953. Salt tolerance of five varieties of carrots. *Journal of American Society of Horticultural Science* 61: 360-366.
- De Pascale, S., and Barbieri, G., 2000. Yield and Quality of Carrot as Affected by Soil Salinity from Long-Term Irrigation with Saline Water. Proc. 3rd on Irrigation Hort. Crops, eds. Ferreira & Jones, Acta Hort. 537.
- Doorenbos J, Kassam AH (eds) (1986) Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 33, Rome.
- Garcia-Sanchez F, Carvajal M, Porrás I, Botía P, Martínez V, 2003. Effects of salinity and rate of irrigation on yield, fruit quality and mineral composition of 'Fino 49' lemon. *Europ. J. Agronomy* 19: 427-437.
- Gibberd, M.R., Turner N.C. and Storey, R. 2002. Influence of saline irrigation on growth, ion accumulation and partitioning, and leaf gas exchange of carrot (*Daucus carota* L.). *Annals of Botany* 90:715-724.
- Grieve, C. M., and Suarez, D.L., 1997. Purslane: A halophytic crop for drainage water reuse systems. *Plant Soil* 192:227-283.
- Imperial Valley study. I. Hypothesis, experimental procedures and cropping results, *Hilgardia* 56:1-16.
- Jensen M.E., Burman R.D., (Ed.) and Allen R.G. 1989. Evapotranspiration and irrigation water requirements. *ASCE Manual Rep. Eng. Pract. No: 70*, NY.
- Richards LA 1969. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *USDA Agriculture Handbook No: 60*. US Department of Agriculture, Washington DC. Pp. 160.
- Rhoades, J.D., Bingham, F.T., Letey, J., Dedrick, a.R., Bean, M., Hoffman, G.J., Alves W.J., Swain, R.V., Pacheco, P. G., and LeMert, R.D., 1988. Reuse of drainage water for irrigation: Results of Imperial Valley study. II. Soil salinity and water balance. *Hilgardia* 56: 17-44.
- Shannon, M.C. and Grive, C.M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Science Horticulturae*. 78:5-38.
- Kadayıfçı, A., Tuylu İ. G., ve Uçar, Y. 2004. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soğan Bitkisinin Yumur Verimi, Bitki Su Tüketimi ve Toprak Profili Üzerine Etkileri. *TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ* 2004, (10-1) 45-49.
- Khan, S., Tariq, F., Yuanlai, C., and Blackwell J., 2006. Can irrigation be sustainable?. *Agricultural Water Management*, Volume 80, Issues 1-3, 24 February 2006, Pages 87-99
- Hardly, D., 2008. Effect of fertilizer salts on soil pH. *Soil Testing Section Chief. NCDA&CS Agronomic Division*. January.
- Lambert R.S. and DuBois R.J., 1971. Spectrophotometric determination of nitrate in the presence of chloride. *Anal. Chem.* 43: 955-957.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.* 1, 12-26.
- Maas, E.V., and Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance current assessment. *Journal Irrigation and Drainage Division, ASCE*, 103 (IR2), 115-134.
- Maggio, A., Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Consiglio, M.F., and Joly, R.J. (2001). Unraveling the functional relationship between root anatomy and stress tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 28, 999-1004
- Mangal, J.L., Lal, S., Hooda P., S., 1989. Salt tolerance in carrots seed crop. *Haryana Agricultural University Journal of Research*. 19:256-259.
- Matsubara, S., Tasaka, Y., 1988. Studies of salt tolerance of vegetables. II. Sand culture. *Scientific reports of Faculty of Agriculture. Okayama University.* 72:9-18.
- Munns R., Passioura J.B., 1984. Hydraulic resistance of plants. III. Effects of NaCl in barley and lupin. *Aust. J. Plant Physiol* 11(5):351-359.
- Öztürk, A. 1997. Sulama suyu tuzluluğu ve taban suyu değişiminin havuç bitkisinin bazı özellikleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 3(1):54-58.
- Pessarakli, M., and Szabolcs, I., 1999. Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors In: *Handbook of Plant and Crop Stress* edited by Pessarakli. CRC Taylor & Francis Group, New York.
- Pratt P.F. and Suarez D.L., 1990. Diagnosis of salt problems. In: *Agricultural salinity assessment and Management; ASCE Manuals&Reports on Engineering Practice No. 71*. ASCE, NY. pp.220-236.
- Rausch, T., Kirsch, M., low, R., Lehr, A., Viereck, R., and Zhigang, A. (1996). Salt stress responses of higher plants: the role of proton pumps and Na⁺/H⁺ antiporters. *J. Plant Physiol* 148, 425-433
- Schmidhalter, U. and Oretli, J.J, 1991. Germination and seedling growth of carrots under salinity and moisture stress. *Palnt Soil* 132, 243-251.
- Skarie, R.L., Richardson, J.L., Mianu, A., and Clambey G.K. 1986. soil and ground water salinity along drainage ditches in eastern North Dacota. *J., Environ. Qual.* 15:335-340.
- Wang, D., Shannon, M.C., Grieve, C. M., Shouse, P.J., and Suarez, D.L., 2002. Ion partitioning among soil and plant component under drip, furrow and sprinkler irrigation regimes: Field and Modeling assessments. *J. Environ. Qual.* 21:1684-1693.

ŞEKER PANCARI SULAMA ZAMANI BELİRLENMESİNDE BİTKİ SU STRES İNDEKSİNİN KULLANILMA OLANAKLARI

Eyüp Selim KÖKSAL¹ Yusuf Ersoy YILDIRIM²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Kurupelit - Samsun

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Dışkapı - Ankara
e-mail: eselimk@yahoo.com, eselim@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.07.2010

Kabul Tarihi:27.01.2011

ÖZET:Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanılmasında sulama suyu yönetimi büyük öneme sahiptir. Diğer yandan suyun tarlada uygulanması sulama suyu yönetiminde başarıyı belirleyici bir unsurdur. Gerektiği zamanda yeterli miktarda sulama temel yaklaşım olarak kabul edilebilir. Bu nedenle sulamaya karar vermede destek araçları giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada son yıllarda teknolojik gelişmeler sayesinde öne çıkan bitki su stres indeksinin (CWSI), ülkemizde sulama suyunun çok yoğun bir biçimde uygulandığı şeker pancarı bitkisinde kullanılma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla yedi farklı sulama konusundan oluşan şeker pancarı denemesi Ankara koşullarında ağır bünyeli toprakta, 2004 ve 2005 yıllarında yürütülmüştür. Her bir deneme konusunda yetiştirme dönemi boyunca bitki örtü sıcaklığı izlenmiştir. Eş zamanlı olarak hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığına (VPD) ilişkin iklim elemanları ölçülmüştür. Çalışma sonucunda şeker pancarı bitkisine ilişkin CWSI hesabında kullanılan alt baz ve üst baz hatları deneysel olarak tespit edilmiştir. Buna göre hesaplanan CWSI değerleri konular arasındaki sulama suyu farklılığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak CWSI' nin şeker pancarı sulama suyu yönetiminde etkili bir biçimde kullanılabilmesi değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Şeker pancarı, Sulama programlama, CWSI.

USING CROP WATER STRESS INDEX FOR DETERMINATION OF SUGAR BEET IRRIGATION TIME

ABSTRACT: Irrigation water management is one of the most important steps of sustainable use of water resources. On the other hand, field application of water is a critical component which affects the achievement of irrigation water management. The fundamental principal is application of irrigation at correct time and enough amounts. Because of this, decision tools for irrigation have become very important. In this study, the use of crop water stress index (CWSI), which have very popular in recent years as a result of technological developments, was investigated for irrigation timing in sugar beet cultivation, which is very intensively irrigated crop in Turkey. For this purpose, field trials consisting of seven different irrigation treatments were applied under Ankara climatic and heavy soil conditions during the growing seasons of 2004 and 2005. Crop canopy temperature was monitored for each irrigation treatments separately. Air temperature and components of vapor pressure deficit (VPD) were measured, simultaneously. Lower and upper limits of basic graphic, which is necessary for CWSI calculation, were determined for sugar beet. CWSI values calculated using these lines determined the difference among irrigation applications. As a result, it was shown that CWSI could be used for management of sugar beet irrigation water effectively.

Keywords: Sugar beet, Irrigation scheduling, CWSI.

1. GİRİŞ

Şeker pancarı ülkemizde ve dünyada şeker üretiminde önemli bitkilerdendir. Bunun yanı sıra sulama suyu gereksinimi birçok bitkiye göre daha fazladır. Bitki deseninde şeker pancarı yüksek oranda bulunan bölgelerde doğru zamanda yeterli miktarda sulama suyu uygulanması, su kaynaklarının korunarak kullanımı ve sulamanın olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması bakımından büyük öneme sahiptir. Örneğin ülkemizde şeker pancarının yoğun bir biçimde yetiştirildiği Konya ve Kayseri çevrelerinde yeraltı ve yer üstü su kaynaklarının aşırı kullanılmasından kaynaklanan önemli çevresel sorunların ortaya çıktığı bilinmektedir.

Sulama suyu yönetiminde iki önemli aşamadan söz edilmektedir. İlki su kaynağının alana getirilmesi ve bitki kök bölgesine uygulanmasında kullanılan sulama sistemlerinin doğru bir biçimde planlanmış ve tesis edilmiş olmasıdır. İkinci adım ise söz konusu sistemlerin doğru bir biçimde işletilmesidir. Sulama sistemlerinin işletilmesinde sulanan bitkilerin ne

zaman ne kadar suya gereksinim duyduklarının gerçek zamanlı olarak saptanmasında çeşitli yöntemlerden bahsedilebilir. Bu amaçla kullanılan başlıca yöntemlerin temel dayanakları arasında toprak su kapsamının izlenmesi, bitkilerde meydana gelen belirtilerin gözlenmesi ve iklim parametrelerinin ölçülmesi sayılabilir.

Toprak su içeriğine göre sulama yönetimi, kısıtlayıcı bir etmen olmadığı sürece, hassas sonuçlar verebilmektedir. Ancak toprak suyunun izlenmesi, zaman alıcı pahalı olmasının yanında noktasal bir temsil özelliği taşımaktadır. Meteorolojik verilere dayalı sulama programlaması bitki koşullarını tahmin etmekten öteye geçmemektedir. Özellikle sulama sistemlerinin planlanması aşamasında kullanılan bu tarz yöntemler, gerçek zamanlı sulama suyu yönetiminde bitki ve/veya toprak koşullarına ilişkin bazı ölçümlerle desteklenmelidir.

Bitkilere ne zaman ne kadar sulama suyu uygulanacağı, bitki izlemeye dayalı yöntemler kullanılarak bitkide su stresinin neden olduğu fizyolojik belirtiler denetlenerek belirlenebilir. Ayrıca

bu yöntemler bitkinin topraktaki sudan yararlanmasını kısıtlayan etmenlerin değerlendirilmesine ve daha geniş alanlarda daha kısa sürede ve yüksek duyarlılık düzeyleri ile sulama zamanı planlamasına olanak vermektedir. Böylelikle su kullanım randımanları artırılarak mevcut su kaynakları ile daha fazla alan sulanarak bitkisel üretimde kalite ve verim yükseltilebilir (Kodal 2004).

Uzaktan algılama teknikleri, gerek el radyometreleri ile tarla düzeyinde, gerekse farklı araçlar kullanılarak havadan bitkilerin gelişme durumlarının izlenmesine olanak tanımaktadır. Yüzeysel enerji dengesi bileşenlerinin bir bölümü uzaktan algılama ile tespit edilebilmektedir. Özellikle yüzeysel sıcaklığının uzaktan algılamaya ölçülmesi, yüzeysel enerji dengesine dayalı bitki ve bulunduğu topraktan meydana gelen buharlaşmanın zamansal ve mekansal olarak belirlenmesini sağlamaktadır (Brown and Rosenberg 1973, Stone and Horton 1974, Hatfield et al. 1984, Seguin et al. 1994). Ayrıca, yapılan araştırmalara göre bitki katsayı (kc) ile spektral vejetasyon indeksleri arasında önemli istatistiksel ilişkiler bulunmaktadır (Fitzgerald et al. 2003, Hunsaker et al. 2003a, Hunsaker et al. 2003b).

Bitkinin içerisinde bulunduğu su stresi düzeyinin tespit edilmesi için uzaktan algılanmış verilere dayalı çeşitli su stresi ve vejetasyon indeksleri geliştirilmiştir (Jackson et al. 1977, Idso et al. 1990, Moran et al. 1994, Alves and Pereira 2000, Jackson et al. 1980, Kustas and Daughtry 1990, Penuelas et al. 1994, Kimura et al. 2004). Bu sayede, sulama zamanı ve sulama suyu ihtiyacı uzaktan algılamaya dayalı olarak tespit edilebilmektedir. Günümüzde bu amaçla yapılmış çalışmalarda geliştirilen yöntemler, modeller ve indekslerin farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip bölgeler için arazi denemeleriyle test edilmesi ve geliştirilmesine gereksinim bulunmaktadır.

Bu çalışma ile amaçlanan Ankara koşullarında şeker pancarının sulama zamanının belirlenmesinde, bitki örtü sıcaklığına dayanan bitki su stres indeksinin (CWSI) kullanılma olanaklarının araştırılmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Ankara koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan Leila çeşit şeker pancarı çift toleranslıdır. Ülkemizde en yaygın görülen Cerrospora ve rhizomonias hastalıklarının her ikisine de dayanıklıdır. Çalışmada bitki yüzey sıcaklığı İnfrared termometre, toprak su içeriği nötron probe ve iklim verileri çalışma alanına yaklaşık 500 m uzaklıktaki otomatik meteoroloji istasyonunda ve kapalı bir siper içerisinde deneme parsellerinin yanında ölçülmüştür.

Araştırma, Toprak ve Su Kaynakları Ankara Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde 2004 ve 2005 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma yerinin denizden yüksekliği 924,3 m, enlem derecesi 39°53'N ve boylam derecesi 32°45'E'dir. Orta Anadolu Bölgesinde yer alan Ankara ili karasal bir iklime

sahiptir. Yazlar sıcak ve kurak kışlar yağışlıdır. Enstitünün 40 yıllık meteorolojik verilerine göre Ankara ilinin yıllık toplam ortalama yağış miktarı 383,7 mm, yıllık ortalama sıcaklığı ise 11,4 °C'dir. Uzun yıllık verilere göre en yüksek sıcaklık 40,3 °C ile Temmuz, en düşük sıcaklık -20,5 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür. Uzun yıllık ortalamalara göre buharlaşma 1314,3 mm, nispi nem ise % 62'dir (Anonim 2005). Araştırma alanına ilişkin toprak bünye sınıfları, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası analizleri, Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır. Araştırma alanında 90 cm toprak derinliğindeki her 30 cm'lik katmanda toprak bünye sınıfı killi-tündür. Hacim ağırlığı değerleri 1,08 – 1,24 g/cm³ arasında değişmektedir. Deneme alanında 90 cm toprak derinliğinin toplam kullanılabilir su tutma kapasitesi 112,12 mm olarak belirlenmiştir.

Bitki örtü sıcaklığı ölçümlerinde kullanılan Everest Model 100.3 ZL İnfrared Termometre 8-14 µm spektral bant aralığına ve 4 derece görüş açısına sahiptir. Ölçüm sırasında güneşin geliş açısındaki farklılıklar ve gölgelemenin elemine edilmesi için ölçümler, solar azimut açısı 0, 90, 180 ve 270 dereceden toplam 4 yönde yapılmıştır. Her yönde 3 defa ölçüm alınmıştır. Cihazlar örtüye yaklaşık 60° zenith açısı ile tutulmuştur ve görüş alanlarında sadece bitki bulunacak yükseklik ve yatay uzaklıkta konumlandırılmıştır. Ölçümler deneme konularına göre sulama suyu uygulaması başladıktan sonra, haftada en az 2 gün, yerel saat ile 13:00 – 14:00 arasında yapılmıştır. Bulutlu günlerde ölçüm yapılmamıştır.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak, 2004 ve 2005 yıllarında yürütülmüştür. Şeker pancarı parselleri tava sulama yöntemi ile sulanmıştır ve sulama suyunun eş dağılımı için deneme parselleri tesviye edilmiştir. Kazı miktarının azalması amacı ile deneme blokları araziye eş yükseltilere paralel bir biçimde yerleştirilmiştir.

Leila şeker pancarı çeşidine ait tohumlar 29 Nisan 2004 ve 14 Nisan 2005 tarihlerinde sıra arası 45 cm, sıra üzeri 22,5 cm olarak elle ocaklara ekilmiştir. Deneme hasadı 25 Ekim 2004 ve 24 Ekim 2005 tarihlerinde yapılmıştır. Sulama suyu miktarı blok başlarında su sayacı ile ölçülmüştür ve sayaç ile parsel arasında su kaybı engellenmiştir. Tüm konulara bitkiler 15 cm boya ulaşana kadar eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konuları yedi farklı sulama suyu seviyesinden oluşmuştur. Altı konuya 12 günde bir toprak su içeriğini tarla kapasitesine taşıyacak su miktarı ve buna dayanan su kısıtları uygulanmıştır. Bir konuya (S7) elverişli toprak su içeriğinin yarısı tükendiğinde, tarla kapasitesinden eksilen su kadar sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 1).

Bitki su stres indeksi belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen yöntemden yararlanılmıştır (Idso et al. 1981). Bu amaçla su stresi oluşturulmayan S7 konusuna ilişkin ölçümler ile belirlenen bitki örtü sıcaklığı hava sıcaklığı farkı (Tc-Ta) ve buhar basıncı

açığı (VPD) değerlerinin doğrusal regresyonu ile alt baz hattı (LL), su uygulanmayan S6 konusundan alınan ölçümlerden yararlanılarak üst baz hattı (UL) belirlenerek temel grafik elde edilmiştir. CWSI değerleri anılan grafikten yararlanılarak eşitlik (1) ile belirlenmiştir. Eşitlik (1)'de, LL hesaplamasının yapıldığı Tc ve VPD'ye ilişkin temel grafikteki alt limit değeri, UL üst limit değeridir.

$$CWSI = [(Tc - Ta) - (LL)] / [(UL) - (LL)] \quad (1)$$

Çizelge 1. Deneme konuları ve sulama suyu uygulamaları

Deneme Konusu	Sulama Suyu Uygulaması
S1	12 günde 1 defa, 0-90 cm derinliğindeki mevcut nemi TK'ya tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanması
S2	S1 konusuna verilen sulama suyunun % 75'inin uygulanması
S3	S1 konusuna verilen sulama suyunun % 50'sinin uygulanması
S4	S1 konusuna verilen sulama suyunun % 25'inin uygulanması
S5	S1 konusuna verilen sulama suyunun % 10'unun uygulanması
S6	Susuz*
S7	0-90 cm derinliğindeki elverişli nemin % 50'si tüketildiğinde TK'ya tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanması.

*Şeker pancarı yaklaşık 15cm boya ulaşana kadar sulama suyu uygulanmıştır. Parsel ölçüleri ekimde 4,5 m X 10 m = 45 m², hasatta 3,5 m X 5 m = 17,5 m²

Tarımsal meteorolojik rasatlarına uygun bir siper deneme parsellerinin bulunduğu alana 1,5 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Hava sıcaklığı denemin ilk yılında termometre, ikinci yılında termografla ölçülmüştür. VPD hesabında kullanılmak üzere denemenin ilk yılında vantilatörlü psikrometre ile ıslak termometre sıcaklık ölçümü, ikinci yılında hidrograf ile nispi nem (RH) ölçümü yapılmıştır. VPD (kPa) hesabında yararlanılan Eşitlik (2)'de es doymuş buhar basıncı (kPa), ea gerçek buhar basıncıdır (kPa). Söz konusu parametrelere ilişkin hesaplamalar Ward and Elliot (1995) ve Allen et al. (1998)' da verilen yöntemlere dayanmaktadır.

$$VPD = es - ea \quad (2)$$

3. BULGULAR

Toprak su düzeyleri 3 deneme bloğunun 2'sinde tüm parsellerde, S7 konusunda haftada 2 defa ve diğer tüm konularda her sulama öncesinde, nötron probe aleti ile izlenmiştir. Toprakta (0-90 cm derinlik) elverişli nemin % 50'sinin tükendiği su düzeyi (234,0 mm) stres hattı olarak kabul edilirse, S1 konusu her sulamadan önce bu su düzeyinin altına düşmüş ve her sulama ile tarla kapasitesine (TK) ulaşmıştır (Şekil 1).

S2 konusu ise her sulamadan önce elverişli nemin % 50'sinin tükendiği su düzeyinin altında bir neme sahip olmuş ve her sulamadan sonra bu su düzeyinin biraz üzerine yükselmiştir. S7 konusuna, sulama programı gereği toprak su düzeyi bu hatta düştüğünde TK'ya yükselecek kadar sulama suyu uygulanmıştır.

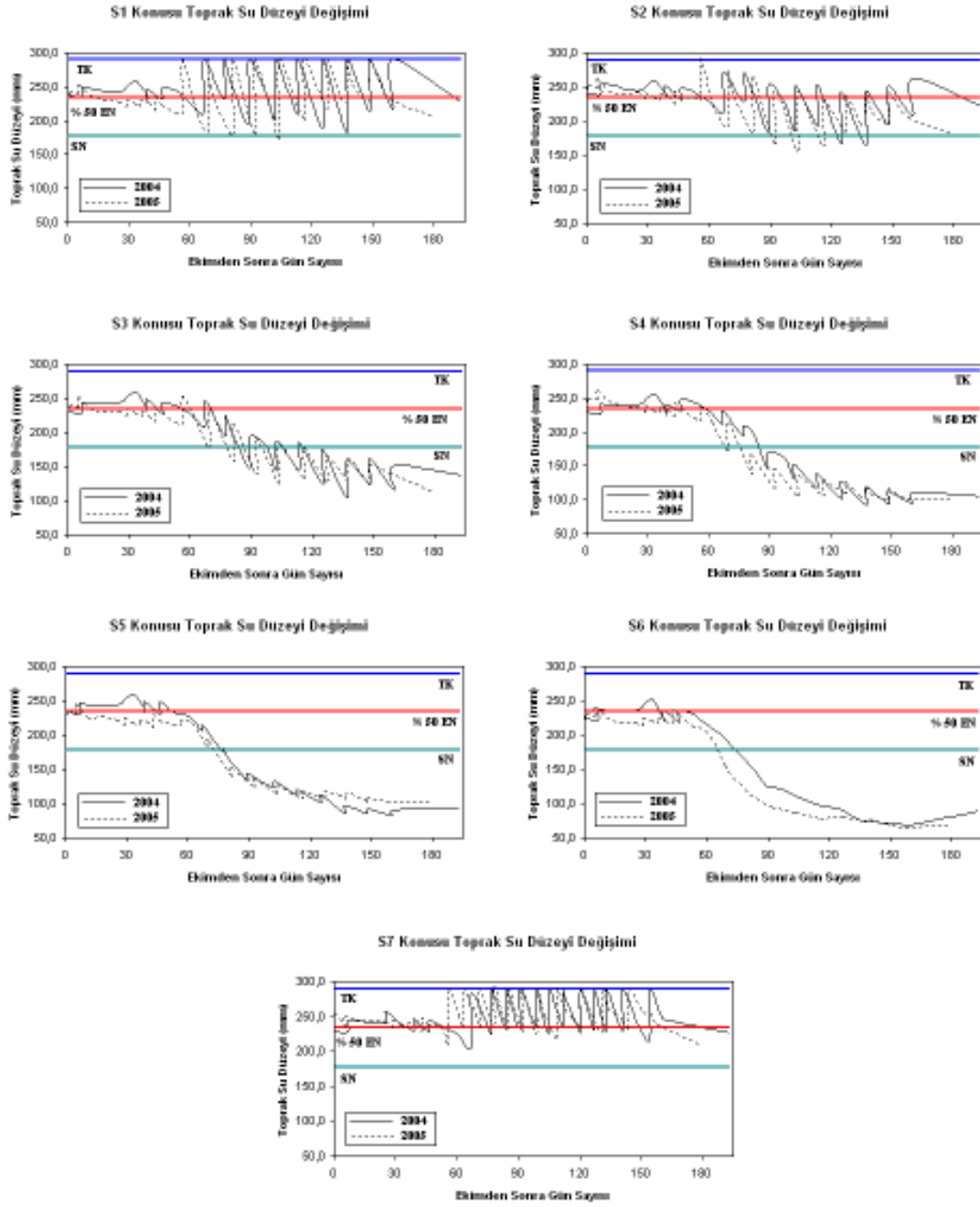
Ekimin ardından, deneme alanı topraklarının ağır bünyeye sahip olması nedeni ile bitki çıkışlarında sorun oluşmaması için tüm parsellere 2004 ve 2005 yıllarında sırası ile 65,0 mm ve 80,0 mm (beş seferde uygulanmıştır) sulama suyu yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Konulara göre sulama suyu uygulamasına (tava sulama yöntemiyle) 24 Haziran 2004 ve 20 Haziran 2005 tarihlerinde başlanmıştır.

Yetiştirme dönemi boyunca 2004 yılında S1, S2, S3, S4, S5 ve S6 deneme konularına sulama düzeylerine göre 14 (9+5) adet sulamayla sırası ile toplam 865,0 mm, 665,0 mm, 464,0 mm, 265,0 mm, 146,0 mm ve 65,0 mm, 2005 yılında S1, S2, S3, S4, S5 ve S6 deneme konularına sulama düzeylerine göre 13 (9+4) adet sulamayla sırası ile toplam 837,0 mm, 647,0 mm, 460,0 mm, 269,0 mm, 157,0 mm ve 80,0 mm sulama suyu uygulanmıştır. S7 konusuna 2004 yılında 16 (11+5) adet sulama ile 731,0 mm, 2005 yılında 16 (12+4) sulama ile 809,0 mm sulama suyu uygulanmıştır. 2004 yılı yetiştirme döneminde toplam 83,0 mm, 2005 yılı yetiştirme döneminde toplam 215,0 mm yağış gerçekleşmiştir.

Bitki örtü sıcaklıkları Temmuz ve Ağustos aylarında haftada en az iki defa, Eylül ayında belli aralıklarla ölçülmüştür. Bulutlu günlerde ölçüm yapılmamıştır. Tc-Ta ve CWSI değerlerinin daha iyi yorumlanabilmesi için denemenin yürütüldüğü yetiştirme dönemleri boyunca ölçülen hava sıcaklığı ve hesaplanan VPD değerlerinin değişimleri Şekil 2'de verilmiştir.

Tc-Ta mevsim içerisindeki seyrinde hava sıcaklığından, VPD'den ve sulama uygulamalarından etkilenmiştir (Şekil 3). En yüksek Tc-Ta S6, en düşük Tc-Ta S7 ve S1 konularında gerçekleşmiştir. Genel olarak Tc-Ta değerleri en düşük -12,0 °C ile en yüksek 5,0 °C arasında değişmektedir. Pozitif Tc-Ta değerleri S4, S5 ve S6 konularında, negatif Tc-Ta değerleri ise S1, S2, S3 ve S7 konularında elde edilmiştir. Bunun nedeni, konular arasında sulama suyuna dayalı bir biçimde gerçekleşen transpirasyon farklılıklarıdır. Bilindiği gibi, potansiyel düzeyde transpirasyon gerçekleştirebilen bir bitkiye ilişkin Tc-Ta değeri negatiftir ve transpirasyon miktarı potansiyelin altına düştükçe Tc-Ta yükselir ve su stresine göre pozitif değerlere çıkabilmektedir.

Tc-Ta ve VPD değerleri, CWSI hesabında kullanılmak üzere ilişkilendirilmiştir (Şekil 4). S7 konusundan elde edilen bulgular ile Alt Baz Hattı, susuz S6 konusundan elde edilen bulgular ile



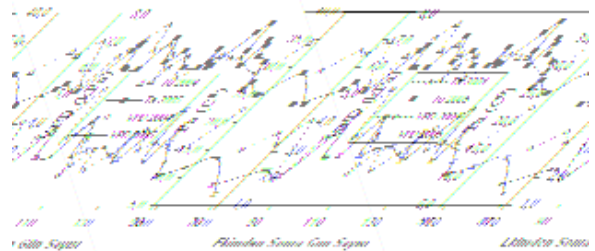
Şekil 1. Şeker pancarı deneme konuları toprak su düzeyi değişimleri. TK: tarla kapasitesi; SN: solma noktası; %50 EN: Elverişli nemin % 50'si düzeylerini ifade etmektedir.

transpirasyonun hemen hiç gerçekleşmediği Üst Baz Hattı elde edilmiştir.

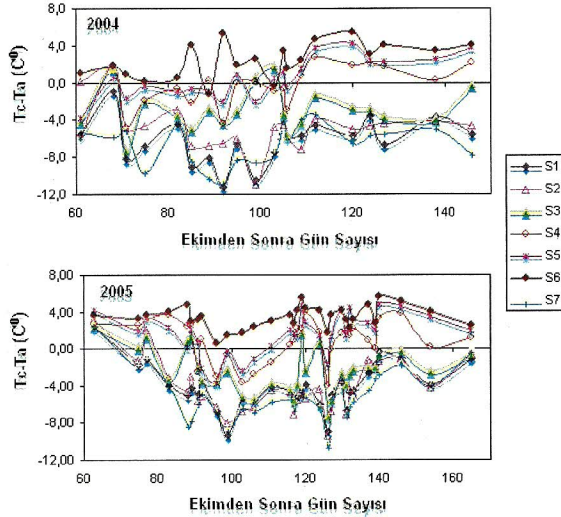
Alt baz hattı için yapılan regresyon analizi ile 2004 yılında korelasyon katsayısı (r) 0,82 ve regresyon denklemi “ $T_c - T_a = -2,17 \text{ VPD} + 0,95$ ”, 2005 yılında korelasyon katsayısı (r) 0,87 ve regresyon denklemi “ $T_c - T_a = -2,75 \text{ VPD} + 3,17$ bulunmuştur. Üst baz hattı için $T_c - T_a$ değeri 2004 yılı için $3,20 \text{ }^\circ\text{C}$ ve 2005 yılı için $3,47 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. CWSI bu alt ve üst baz hatlarına göre hesaplanmıştır.

Hesaplama yöntemi gereği $T_c - T_a$ 'ya dayalı bir biçimde hesaplanan CWSI değerleri, konular arasındaki su uygulama farklılıklarını görsel bir biçimde ortaya koymaktadır (Şekil 5). Metodoloji mevcut $T_c - T_a$ ve VPD değerinin alt baz ve üst bazdan

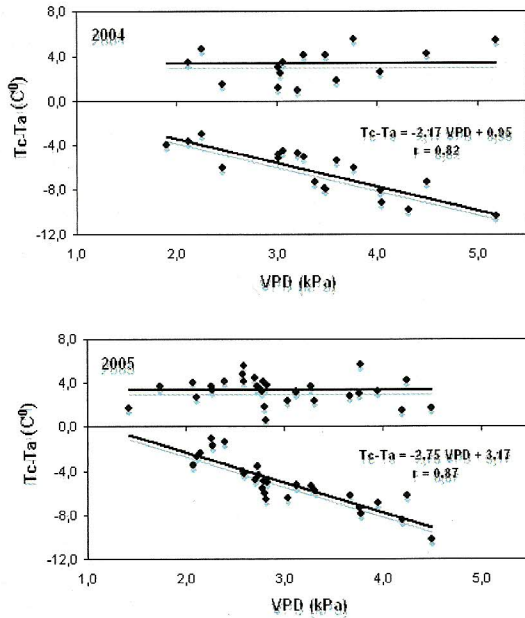
farklarının oranına dayanmaktadır. Bu nedenle, bu sınırların belirlenmesinde kullanılan S6 ve S7 konularına ilişkin CWSI değerleri bazı günlerde sıfırdan küçük ve birden büyük gerçekleşmiştir.



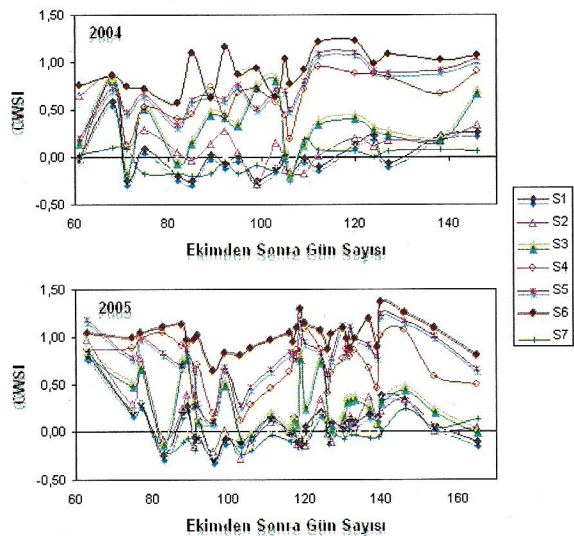
Şekil 2. Yetiştirme dönemi içerisinde hava sıcaklığı (Ta) ve buhar basıncı açığı (VPD) değişimi



Şekil 3. Yetiştirme dönemi boyunca Tc-Ta değişimi



Şekil 4. CWSI hesaplamada kullanılan temel grafikler



Şekil 5. Yetiştirme dönemi boyunca CWSI değişimi

Ayrıca Tc-Ta farklılıklarının negatif değerlerinin küçük, pozitif değerlerinin büyük CWSI değerlerine dönüştüğü görülmektedir.

Yuan et al. (2004) ve Howell et al. (1986)'da yer verilen araştırma sonuçlarına göre, buğdayda başaklanmadan önce ve sonra CWSI su stresinin tespitinde oldukça etkilidir. Alderfasi and Nielsen (2001) CWSI'nin buğdayda bitki su düzeyinin izlenmesinde ve sulama zamanı planlamasında etkili olduğunu belirtmektedir. Olufayo et al. (1996) sorgumda, Sepaskhah and Kashefipour (1994) ıhlamur ağaçlarında, Kayam ve Beyazgül (2001) ve Howell et al. (1984) pamukta, Nielsen (1990) soya fasulyesinde, Nielsen and Anderson (1989) ve Orta ve ark., (2001) ayçiçeğinde, Kırnak ve Gencoğlan (2001) ve Yazar et al., (1999) mısırdaki, CWSI'nin sulama zamanı kestiriminde kullanılabileceğini bildirmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitki kök bölgesinde yeteri kadar su bulunması, bitkinin potansiyel düzeyde terleme yapmasına olanak tanımaktadır. Aksi durumda bitki potansiyelin altında terleme gerçekleştirmekte ve özellikle Ta ve VPD gibi iklim parametrelerindeki artışa karşı kendisini koruyamamaktadır. Bunun sonucunda, bitki yüzey sıcaklığında artış gerçekleşmektedir. Bu araştırma ile elde edilen sonuçlara göre, şeker pancarı suya duyarlı bir bitkidir ve yeteri kadar sulandığında tam örtü oluşması bu bitkinin yüzey sıcaklığının ölçülmesinde önemli bir avantajdır. Buna göre şeker pancarı sulama suyu yönetiminde infrared termometre ve uyduların termal bantlarının kullanımı uygundur. Bu tür araçların kullanımında, bu çalışma ile elde edilen CWSI eşik değerleri öneme sahiptir. Şeker pancarı yetiştiriciliğinde CWSI'nin belirlenmesi için ihtiyaç duyulan ölçümler hava sıcaklığı, nispi nem ve bitki örtü sıcaklığı olarak sayılabilir. Ölçülen bu veriler, bu çalışmada elde edilen alt baz ve üst baz hatları ile bir arada kullanılarak CWSI belirlenebilir. CWSI genel olarak 0 ve 1,0 değerleri arasında değişim gösterebilir. Bu çalışmada önerilen deneysel verilerden üretilmiş alt ve üst baz hatlarının kullanılması durumunda, CWSI değerleri aşırı su koşullarında 0'dan daha küçük ve fazlasıyla kurak bir dönem için 1,0'den daha yüksek bulunabilir. Sonuç olarak CWSI şeker pancarının sulama zamanının belirlenmesinde kullanılabilir.

5. TEŞEKKÜR

Bu makale, Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM danışmanlığında tamamlanan doktora tezinden üretilmiştir. Çalışma Toprak ve Su Kaynakları Ankara Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın organize edilmesinde katkılarından dolayı Dr. Haluk ÜSTÜN, Dr. Adem İLBEYİ ve Dr. Suat AKGÜL'e, arazi işlerinin yürütülmesinde yardımcı olan tüm Enstitü personeline teşekkürlerimi sunarım.

6. KAYNAKLAR

- Alderfasi, A.A. and Nielsen, D.C. 2001. Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agricultural Water Management*, 47:69-75.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration*, FAO, 56, Rome.
- Alves, I. and Pereira, L.S. 2000. Non-water-stressed baselines for irrigation scheduling with infrared thermometers: A new approach. *Irrigation Science*, 19:101-106.
- Anonim. 2005. *Toprak ve Su Kaynakları Ankara Araştırma Enstitüsü Meteorolojik Veriler 2005*. Ankara.
- Brown, K.W. and Rosenberg, N.J. 1973. A resistance model to predict evapotranspiration and its application to a sugar beet field. *Agronomy J.*, 65(3):341-347.
- Fitzgerald, G.J., Hunsaker, D.J., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Lesch, S.M., Roth, R. and Pinter Jr, P.J. 2003. Estimating Cotton Crop Water Use From Multispectral Aerial Imagery. In *Irrigation Associations Exposition and Technical Conference*, San Diego, Ca, Nov. 18-20. Pp.138-148.
- Hatfield, J.L., Reginato, R.J. and Idso, S.B. 1984. Evaluation of canopy temperature-evapotranspiration models over various crops. *Agricultural and Forest Meteorology*, 32:41-53.
- Howell, T.A., Hatfield, J.L., Yamada, H. and Davis, K.R. 1984. Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. *Transact. ASAE*. Pp:84-88.
- Howell, T.A., Musick, J.T. and Tolck, J.A. 1986. Canopy temperature of irrigated winter wheat. *Transact. ASAE*. Pp:1692-1698.
- Hunsaker, D.J., Pinter Jr, P.J., Fitzgerald, G.J., Clarke, T.R., Kimball, B.A. and Barnes, E.M. 2003b. Tracking Spatial and Temporal Cotton Dt Patterns With A Normalized Difference Vegetation Index. *Irrigation Associations Exposition and Technical Conference Proceedings*. Pp. 126-137.
- Hunsaker, D.J., Pinter, Jr. P.J., Barnes E. M. and Kimball, B.A. 2003a. Estimating cotton evapotranspiration crop coefficients with a multispectral vegetation index. *Irrig. Sci.* 22: 95-104.
- Idso, S.B., Pinter, Jr., P.J. and Reginato, R.J. 1990. Non-water stressed baselines: the importance of site selection for air temperature and air vapour pressure deficit measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53:73-80.
- Jackson, R. D., Pinter, Jr.P.J., Reginato, R.J. and Idso, S.B. 1980. Hand - held radiometry. A set of notes developed for use at the workshop on hand-held radiometry. Phoenix, Ariz., February 25 -26, 1980.
- Jackson, R.D., Reginato, R.J. and Idso, S.B. 1977. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements, *Water Resources Research*, 13(3):651-656.
- Kayam, Y. ve Beyazgül, M. 2001. Infrared termometre tekniğinin pamuk sulamasında kullanılma olanakları. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 2000*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü, yayın No: 117. 312-326, Ankara.
- Kırnak, H. ve Gencoğlan, C. 2001. Bitki su stres indeksi (CWSI) tekniğinin ikinci ürün mısır bitkisinin sulamasında kullanımı. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*. 5(3-4):67-75.
- Kimura, R., Okada, S., Miura, H. and Kamichika, M. 2004. Relationships among the leaf area index, moisture availability, and spectral reflectance in an upland rice field. *Agricultural Water Management*, 69:83-100.
- Kodal, S., 2004. *Sulama ve Bilgisayar Destekli Sulama Zaman Planlaması*. GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, GAP Sulama Sistemlerinin İşletme Bakım ve Yönetimi (GAP-İBY) Projesi, Şanlıurfa.
- Kustas, W.P. and Daughtry, C.S.T., 1990. Estimation of the soil heat flux/net radiation ratio from spectral data. *Agricultural and Forest Meteorology*. 49:205-223.
- Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y. and Vidal, A. 1994. Estimating crop water deficit using the relation between surface - air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sens. Environ.*, 49:246-263.
- Nielsen, D.C. 1990. Scheduling irrigation for soybeans with the crop water stress index (CWSI). *Field Crops Res.* 23:103-116.
- Nielsen, D.C. and Anderson, R.L. 1989. Infrared thermometry to measure single leaf temperatures for quantification of water stress in sunflower. *Agronomy Journal*. 81:840-842.
- Olufayo, A., Baldy, C. and Ruelle, P. 1996. Sorghum yield, water use and canopy temperatures under different levels of irrigation. *Agricultural Water Management*. 30:77-90.
- Orta, A.H., Erdem, T. ve Erdem, Y. 2001. Infrared termometre tekniği ile ayçiçeğinde bitki su stres indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi. Birinci ulusal sulama kongresi bildirileri., s. 145-153, 8-11 Kasım 2001, Antalya.
- Penuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J. and Field, C.B. 1994. Reflectance Indices Associated with physiological changes in nitrogen-and water - limited sunflower leaves. *Remote Sens. Environ.*, 48:135-146.
- Seguin, B., Courault, D. and Guerif, M. 1994. Surface temperature and evapotranspiration: Application of local scale methods to regional scales using satellite data. *Remote Sens. Environ.*, 49:287-295.
- Sepaskhah, A.R. and Kashefipour, S.M. 1994. Relationships between leaf water potential, CWSI, yield and fruit quality of sweet lime under drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 25:13-22.
- Stone, L.R. and Horton M.L. 1974. Estimating Evapotranspiration using canopy temperatures: Field evaluation, *Agronomy J.*, 66:450-454.
- Ward, A.D. and Elliot, W.J. 1995. *Environmental Hydrology*. CRC Press, 462, USA.
- Yazar, A., Howell, T.A., Dusek, D.A. and Copeland, S. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn, *Irrigation Science*, 18:171-180.
- Yuan, G., Luo, Y., Sun, X. and Tang, D. 2004. Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 64:29-40.

KUZU DOĞUM AĞIRLIĞININ SEMİTENDİNOSUS KASINDAKİ LİF SAYISI VE ÇEŞİDİNE ETKİSİ[§]

Emre ŞİRİN^{1*} Yüksel AKSOY¹ Uğur ŞEN² Zafer ULUTAŞ¹ Mehmet KURAN³

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Tokat

² Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Samsun

³ Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Samsun

*e-mail: emresirin55@hotmail.com

Geliş Tarihi: 28.01.2010

Kabul Tarihi: 01.02.2011

ÖZET: Gebelik döneminde annenin beslenme düzeyi doğum ağırlığının düşük ya da yüksek olmasının nedenlerinden biridir. Annenin gebelik döneminde beslenme düzeyi kas lifi sayısını etkilemektedir. Bu durum, doğan yavruların doğum ağırlıklarının farklı olmasına neden olabilir. Bu çalışma, doğum ağırlığının kuzuların Semitendinosus (ST) kasındaki kas lifi sayısına ve çeşidine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma materyalini oluşturan Karayaka ırkı dişi kuzular sürü ortalaması baz alınarak düşük (n=8, 2.68±0.07 kg) ve yüksek doğum ağırlığı (n=7, 4.05±0.14 kg) olmak üzere iki guruba ayrılmışlardır. Kuzular 110 günlük yaşta sütten kesimi takiben 55 günlük ad-libitum besiye alınmıştır. Besi başında ve sonunda gerekli tartımlar yapılmış, kesim sonrası da sıcak ve soğuk karkas özellikleri de belirlenmiştir. Ayrıca kesim sonrası izole edilen Semitendinosus kasından yeteri miktarda örnek alınarak -196 °C deki sıvı azotta dondurulmuş, -80 °C de depolanmıştır. Analiz günü cryostat yardımı ile 10 µm kalınlığında örnekler alınarak ATPase boyama tekniği ile kas lifleri ayırt edilerek sayılmış ve sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki ortalama toplam kas lifi sayısı 15393 adet iken, bu düşük doğum ağırlığına sahip kuzularda 10198 adet olarak tespit edilmiştir (P>0.05). Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka kuzularının Semitendinosus kasını oluşturan kas lifi tipleri bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0.05). Ayrıca kabuk yağı kalınlığı bakımından gruplar arasında farklılık önemli iken (P<0.05), göz kası derinliği bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0.05). Bu çalışmada, doğum ağırlığının Semitendinosus kasındaki toplam kas lifi sayısı üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Karayaka, Kuzu, Doğum Ağırlığı, ATPase, Kas Lifi

EFFECT OF LAMB BIRTH WEIGHT ON FIBER NUMBER AND TYPE OF SEMITENDINOSUS MUSCLE

ABSTRACT: The level of maternal feeding in pregnancy period is one of the reasons of low or high birth weight. It is known that level of nutrition in pregnancy period affects muscle fiber numbers. This case may affect the birth weight of lambs. The aim of this study was to determine the effect of birth weight on fiber number and type in Semitendinosus (ST) muscle. Experimental animals were Karayaka female lambs (n=15). Lambs were allocated in 2 groups considering birth weights. Groups were defined as low birth weight and high birth lambs according to the mean birth weight of lambs. First and second group consisted of 8 (2.68±0.07 kg) and 7 (4.05±0.14 kg) animals, respectively. Lambs were weaned at 110 day and subjected to 55 day fattening period. All necessary measurements were taken at the end of the fattening period. Then, Semitendinosus muscle samples were isolated and samples were frozen in liquid nitrogen at -196 °C, and this samples were stored at -80 °C. In order to determine muscle fiber number and type, samples were collected in 10 µm thickness by using cryostat and stained by ATPase. Mean fiber number in ST were determined to be 15393 in high birth weight lambs while it was 10191 in low birth weight lambs (P>0.05). There was no significant differences between low and high birth weight groups in terms of muscle fiber types of ST muscle (P>0.05) There was significant differences between low and high birth lamb groups in terms of fat thickness (P<0.05), and no significant differences were found between low and high birth weight groups in terms of loin thickness (P>0.05). As a conclusion, this study showed that birth weight had no effect on total fiber number of Semitendinosus muscle.

Key Words: Karayaka, Lamb, Birth Weight, ATPase, Muscle Fiber

1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artışla birlikte diğer besin kaynaklarına olduğu gibi hayvansal besin kaynaklarına duyulan ihtiyaç da artış göstermektedir (Anonim, 2003). Yapılan birçok çalışma ile hayvanlardan elde edilen et miktarı artırılmaya çalışılmaktadır. Hayvanlardan elde edilen et miktarının artırılması için hem doğum ağırlığının hem de canlı ağırlık kazancının artırılması gerekmektedir. Doğum ağırlığının artırılabilmesi, annenin gebelik döneminde yeterli düzeyde beslenmesine bağlıdır. Gebelik dönemindeki besleme kas liflerinin sayısını

etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Kas liflerinin sayısı gebeliğin 90. gününe kadar artış göstermekte ve bu dönemden sonra ise sabit kalmaktadır (Rehfeldt et. al., 2004). Domuzlarda yürütülen çalışmalarda düşük doğum ağırlığına sahip hayvanların yüksek doğum ağırlığına sahip hayvanlara göre daha az sayıda toplam kas lifine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu tür çalışmalar doğum ağırlığının belirlenmesinde kas lifi sayısının etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Kas lifi sayısını artırmak için gebelik döneminde annenin ihtiyaçlarının karşılanmasının zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum ayrıca Barker'ın "Ergin hastalıkların fetal

[§]Bu çalışma Emre ŞİRİN'e ait doktora tezinin bir kısmından özetlenmiştir.

orjini” hipotezi ile de ilişkilendirilebilir. Buna göre gebelik döneminde annenin fötüse sağlamış olduğu çevre çok önemli bir faktördür. Özellikle gebeliğin erken döneminde annenin beslenme düzeyi plesantanın boyutunu etkilemektedir. Yeterli beslenen annelerde plesantanın boyutu artış göstermekte ve böylelikle fötüse sağlanan besin maddesi miktarı da buna bağlı olarak artmaktadır (Godfrey ve Barker, 2000). Böylelikle de doğan yavrunun doğum ağırlığı ve doğum sonrası performansı artabilir.

Hayvanlardan elde edilen et miktarının artırılması sağlanırken elde edilen etin kalitesinden de taviz verilmemesi gerekmektedir. Doğumla birlikte kas lifi sayısında bir değişme olmaksızın kas liflerinin çaplarında artış olmaktadır. Kas lifi sayısı az olan hayvanların kas liflerinin çaplarındaki artışın daha fazla olduğu da tespit edilmiştir (Gondret ve ark., 2006). Bu artış sırasında da kas lifleri arasında daha fazla oranda yağ depolanmaktadır. Kas lifi sayısı fazla olan hayvanlarda kas liflerinin arasındaki boşluk daha az olmaktadır. Kas liflerinin çapındaki artış daha az olacağından dolayı bu boşluklarda depolanan yağ miktarı da az olması beklenmektedir (Gondret ve ark., 2006). Dolayısıyla depolanan yağ miktarına bağlı olarak da etin kalitesi etkilenmektedir. Buna göre kas lifi sayısı az olan hayvanların besiyeye alınması durumunda ağırlık artışının önemli bir kısmı yağdan kaynaklanacağından dolayı et kalitesi olumsuz etkilenebilmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda et kalitesi bakımından doğum ağırlığı yani kas lifi sayısı fazla olan hayvanların beside tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

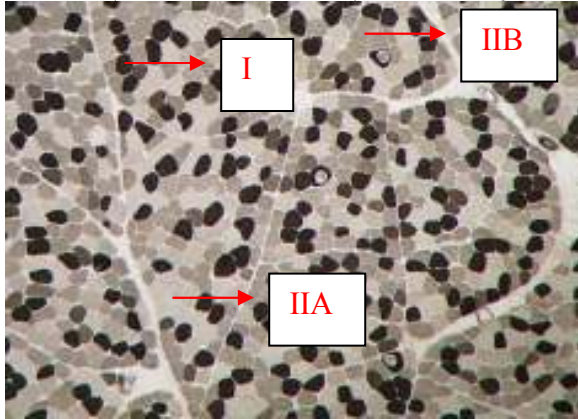
Ülkemizde et kalitesi genellikle organoleptik analizler ile belirlenmektedir (Günşen ve ark., 2006). Oysa çiftlik hayvanlarında kas lifi tiplerinin et kalitesinde anahtar bir rol oynadığı da ifade edilmektedir (Lefaucheur, 2001; Picard ve ark., 2002). Özellikle domuzlarda yoğunlaşmakla birlikte yapılan birçok çalışmada kas lifleri, et kalitesi ile ilişkilendirilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle kas lifi tip ve sayılarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Ayrıca doğum ağırlığı arasındaki farklılıklar toplam kas lifi sayısındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla toplam kas lifi sayısı fazla olan hayvanların doğum ağırlıkları toplam kas lifi sayısı az olan hayvanlara göre daha fazla olması beklenen bir durumdur. Bu çalışmada doğum ağırlığı farkının toplam kas lifi sayısından ileri gelip gelmediğinin tespiti amaçlanmıştır. Diğer taraftan yapılan bazı çalışmalarda kas lifi tipleri ile et kalitesi arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Bu açıdan bakıldığında da kas lifi tiplerinin oranının tespit edilmesi ileriki yıllarda bu ilişkinin net bir şekilde açığa konulması durumunda kas lifi tiplerinden et kalitesinin tespitinde yararlanılması bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışma ile Karayaka ırkı kuzularda doğum ağırlığının kas lifi sayısı ve çeşidini nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın materyalini 15 adet 110 günlük yaştaki Karayaka ırkı dişi kuzular oluşturmuştur. Denemede kullanılan kuzular sürü ortalaması dikkate alınarak düşük doğum ağırlığına (<2.90 kg) ve yüksek doğum ağırlığına (>3.70 kg) sahip olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Hayvanlar gruplara ayrılırken sadece doğum ağırlıkları baz alınmış doğum ağırlığı üzerine etki edebilecek diğer faktörler dikkate alınmamıştır. Her iki gruba da standart olarak 55 günlük bir besi uygulanmıştır. Besi başı ağırlıkları düşük doğum ağırlığına sahip kuzularda 18.04±1.49 kg iken yüksek doğum ağırlığına sahip grupta 21.25±1.27 kg olarak tespit edilmiştir. Besi süresince yem olarak pelet formdaki kesif yem ve az miktarda da kuru fiğ otu samanı kullanılmıştır. Yem ve su deneme hayvanlarına *ad-libitum* olarak verilmiştir. Deneme başlangıcında ve deneme sonunda 12. ve 13. kaburgalar arasındaki göz kası derinliği ve göz kası üzerindeki yağ tabakası kalınlığı ultrason (Pie Medical Falco Vet, Lineer prob; 8 MHz) yardımıyla tespit edilerek kayıt edilmiştir. Kesim öncesi hayvanlar 30 dakika süreyle strese sokulmayacak şekilde dinlendirilmiştir.

Kesimi takiben Semitendinosus (ST) kası bir bistirü yardımıyla izole edilmiştir. Daha sonra bu kastan yeteri büyüklükte örnekler alınarak -196 °C’deki sıvı azotta dondurulmuştur. Bu işlemi takiben örnekler analiz edilinceye kadar -80 °C’de depolanmışlardır. Her bir kas örneğinden ATPase analizi için cryostat (Thermo, Croyotome E) yardımı ile 10 µm büyüklüğünde örnekler lam üzerine alınmıştır (Fahey ve ark., 2005). İlk olarak kasların ATPase staining analizi sırasında tabi tutulacakları pH’yı belirlemek amacı ile ST kasından 3 adet örnek alınarak üç farklı pH (4.15, 4.25 ve 4.35) da ATPase staining analizine tabi tutulmuşlardır. Bu analiz sonucunda kas lifi tiplerinin pH’sı 4.35 olan 1 N formik asit çözeltisinde en iyi şekilde ayırt edildikleri gözlemlenmiştir. Bu işlemi takiben denemede kullanılan 15 hayvanın ST kasından yine cryostat yardımı ile 10 µm kalınlığında örnekler alınarak pH’sı 4.35’e ayarlanmış olan 1 N formik asit çözeltisi içerisine daldırılarak +4 °C de 12 dakika süreyle bekletilmiştir. Daha sonra örnekler pH’sı 7.4 olan 100 mM Tris ve 18 mM CaCl₂ karışımında 2 dakika bekletilmişlerdir. Örnekler daha önceden hazırlanmış ve pH sı 7.4 olan 20 mM Tris, 18 mM CaCl₂ ve 2.7 mM ATP karışımında 37 °C’de 1 saat süreyle inkübe edilmiştir. Bu işlemi takiben örnekler sırasıyla 10 dakika %1’lik CaCl₂’de, 10 dakika bi-distile suda ve 3 dakika da %2’lik CoCl₂’de bekletildikten sonra tekrar 10 dakika içerisinde bi-distile su bulunan behere transfer edilmiştir. Bu işlemleri takiben örnekler %1’lik (NH₄)₂S’de 2 dakika süreyle bekletildikten sonra distile suda yıkanmışlar ve farklı yoğunluktaki (%100, %95 ve %80) alkollerde dehidrasyona tabi tutulduktan sonra üzerleri lamel ile kapatılmıştır. Daha sonra bu işlemlere maruz bırakılan lamel mikroskop

altında incelenmiş ve siyah renkli görünen kas lifleri tip I, açık kahverengi görünenler tip IIA ve koyu kahverenginde görünenler ise tip IIB olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1). Bu ayırma göre sınıflandırmada, tip I'lerin yavaş kasılan kas lifleri olduğu ve metabolik olarak oksidatif oldukları, tip IIA ve tip IIB kas liflerinin ise her ikisinin de hızlı kasılan ancak metabolik olarak tip IIA'ların oksidatif veya glikolitik olabilecekleri, tip IIB'lerin ise glikolitik oldukları kabul edilmektedir (Fahey ve ark., 2005). Kasılma tipi bakımından ATPase boyama tekniği ile belirlenen Tip I, Tip IIA ve Tip IIB kas lifi tiplerinin görüntüleri 10× büyütmede Faz-kontrast mikroskop (Nikon Eclipse E 600) kullanılarak fotoğraflandırılmış ve bu fotoğraflar bilgisayara aktarılmıştır. Fotoğraflar üzerinden kas lifi tiplerinin sayıları Laica Q Win V3.4 Processing-Analysis Software programı kullanılarak belirlenmiştir. Her bir örnekte en az 1000 adet kas lifi sayılarak o kası oluşturan kas lifi tiplerinin oranları belirlenmiştir. Kas lifi tipi oranlarına ilişkin veriler, logaritmik transformasyondan sonra MINITAB (13.0) paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur ve transforme edilmemiş ortalamalar ve standart sapmalar sunulmuştur. Kas lifi sayısı ve kas lifi alanına ait veriler ise aynı programda varyans analizine (General Linear Model) tabi tutulmuşlardır.



Şekil 1. Karayaka ırkı kuzuların Semitendinosus kasındaki kas lifi tiplerinin dağılımı

3. BULGULAR

Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların besi sonu göz kası kalınlığı (LT) ve göz kası üzerindeki kabuk yağı kalınlığı (FT) Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre gruplar arasında FT bakımından bir farklılık söz konusu iken ($P<0.05$), LT bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Yüksek doğum ağırlığına sahip grubun kabuk yağı, düşük doğum ağırlığına sahip olanlardan daha kalındır.

Tablo 1. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların besi sonu göz kası ve kabuk yağı kalınlığı (cm)

Grup	FT	LT
Düşük	0.3425±0.26 ^a	2.1138±0.07
Yüksek	0.4486±0.28 ^b	2.1814±0.07

^{a,b} aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen gruplar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların besi sonu canlı ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Farklı doğum ağırlığına sahip kuzuların besi sonu ağırlıkları arasındaki farklılıkta önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Buna göre yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların besi sonu ağırlıkları düşük doğum ağırlığına sahip olan kuzulara göre daha yüksektir.

Tablo 2. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların besi sonu ağırlıkları (kg)

Grup	Besi sonu ağırlığı
Düşük	26.66±1.337 ^a
Yüksek	31.64±1.430 ^b

^{a,b} aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen gruplar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki toplam kas lifi sayıları Tablo 3'de verilmiştir. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki toplam kas lifi sayısı bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Tablo 3. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka kuzuların Semitendinosus kasındaki ortalama toplam kas lifi sayıları (Adet)

Grup	Kas Lifi Sayısı Toplam
Düşük	10198±2746
Yüksek	15393±2936

Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların Semitendinosus kasındaki kas lifi tiplerinin dağılımı Tablo 4'de verilmiştir. Düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki kas liflerinin %7.73'ünü tip I, %36.10'unu tip IIA ve %56.17'sini tip IIB kas liflerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ise %4.18'ini tip I, %31.88'ini tip IIA ve %63.95'ini tip IIB kas liflerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki kas lifi tiplerinin dağılımı bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Tablo 4. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka kuzuların Semitendinosus kasında ATPase boyama tekniği ile belirlenen kas lifi çeşitlerinin oranı (%)

Grup	Kas Lifi Tipleri		
	I	IIA	IIB
Düşük	7.73±1.56	36.10±4.99	56.17±4.80
Yüksek	4.18±1.67	31.88±5.33	63.95±5.14

Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların ST kasını oluşturan kas lifi tiplerinin ortalama alanları Tablo 5'de verilmiştir. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki tip I ve IIA kas liflerinin ortalama alanları

bakımından bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Buna rağmen IIB kas lifi tipleri bakımından düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ortalama kas lifi alanları bakımından farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların IIB kas liflerinin ortalama alanı yüksek doğum ağırlığına sahip kuzulardan daha büyük bulunmuştur.

Tablo 5. Düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip Karayaka kuzuların Semitendinosus kasında ATPase boyama tekniği ile belirlenen kas lifi çeşitlerinin ortalama alanı (μm^2)

Grup	Kas Lifi Tipleri		
	I	IIA	IIB
Düşük	88±14	41±12	55±13 ^a
Yüksek	76±15	23±12	20±13 ^b

^{a,b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma ile düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasını oluşturan kas lifi tiplerinin dağılımı ve toplam kas lifi sayısı bakımından bir farklılık olmadığı ortaya konulmuştur. Buna rağmen kas liflerinin ortalama alanları dikkate alındığında ise IIB kas lifi tipleri bakımından bir farklılık olduğu da tespit edilmiştir.

Bu çalışmada yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasındaki toplam kas lifi sayısı ile düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas lifi sayısı arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Oysaki doğum ağırlığı farklı olan hayvanların toplam kas lifi sayıları bakımından da aralarında bir farklılığın olması beklenen bir durumdur. Kas lifi sayısı gebeliğin 80. gününe kadar sayısal olarak artış göstermektedir. Gebeliğin 80. gününden sonra ise sayısal bir artış söz konusu olmamaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda gruplar arasındaki doğum ağırlığı farkının toplam kas lifi sayısından değil diğer çevresel faktörlerden ileri geldiği söylenebilir. Rehfeldt ve ark. (2004)'nın domuzlarda yapmış oldukları çalışmada da yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas lifi sayılarının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Rehfeldt ve ark., (2004) tarafından yapılan çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçlarının benzer olmadığı görülmektedir. Yine Rehfeldt ve ark. (2004) tarafından yapılan aynı çalışmada gebelik döneminde annenin beslenme düzeyinin toplam kas lifi sayısını etkilediği, yani yeterli düzeyde beslenen annelerden elde edilecek yavruların toplam kas lifi sayılarının daha fazla olmasına bağlı olarak doğum ağırlığının artacağını belirtmişlerdir. Dolayısıyla yüksek doğum ağırlığına sahip olan kuzuların kaslarını oluşturan kas lifi tiplerinin toplam sayısının fazla olmasının beklenen bir durum olduğunu belirtmişlerdir. Greenwood ve ark. (2000) tarafından kuzularda yapılan başka bir çalışmada ise toplam kas lifi sayısının yüksek doğum ağırlığına sahip kuzularda daha fazla olma eğiliminde oldukları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ise düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas lifi sayıları bakımından istatistiksel bir farklılık tespit edilmemesine rağmen yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas lifi sayılarının düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas lifi sayılarından daha fazla olma eğilimi söz konusudur. Ayrıca düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların toplam kas liflerinin sayısı düşük doğum ağırlığına göre yaklaşık %50 daha fazla olduğu da tespit edilmiştir. Greenwood ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgularla paralellik göstermektedir.

Ayrıca kasları oluşturan her bir kas lifinin ortalama alanı bakımından sadece IIB kas lifleri arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmesine rağmen düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların her bir kas lifi tipinin ortalama alanı yüksek doğum ağırlığına sahip kuzularınkinden daha büyük olma eğilimi göstermektedir. Greenwood ve ark. (2000) tarafından koyunlarda yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular da bu yöndedir. Düşük doğum ağırlığına sahip kuzuların ortalama kas lifi alanlarının yüksek doğum ağırlığına sahip kuzularınkinden büyük olmasının nedeni ise kas lifi sayılarının daha az olmasından kaynaklanabilir. Gondret ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada kası oluşturan kas lifi sayısının az olması durumunda doğum sonrası dönemde bu kas liflerinin her birinin alanındaki artışın daha fazla olacağını tespit etmişlerdir. Buna göre çalışmamızda elde edilen toplam kas lifi sayısının düşük doğum ağırlığına sahip kuzularda daha az çıkması nedeniyle bu gruptaki kuzuların ST kasını oluşturan her bir kas lifi tipinin ortalama alanının yüksek doğum ağırlığına sahip kuzularınkinden fazla olması normaldir.

Besi sonu canlı ağırlık bakımından düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzular arasındaki farklılığında toplam kas lifi sayısı tarafından etkilenmesi söz konusudur. Çünkü yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların besi sonu ağırlıklarının düşük doğum ağırlığına sahip kuzulardan daha fazla olmasının nedeni doğum ağırlığındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle kas lifi sayısı besi sonu canlı ağırlığını dolaylı yoldan etkilemektedir. Çünkü toplam kas lifi sayısı fazla olan hayvanların doğum ağırlıkları daha yüksek olmakta ve buna bağlı olarak da besi sonu ağırlıkları da düşük doğum ağırlığına sahip kuzulara göre daha fazla olmaktadır. Dolayısıyla kas lifi sayısı fazla olan hayvanların tercih edilmesi hem beside daha fazla ağırlık artışı sağlama bakımından hem de besi sonu ağırlıklarının yüksek olması bakımından önem teşkil etmektedir.

Bu çalışma ile farklı doğum ağırlığına sahip Karayaka ırkı kuzuların ST kasındaki kas lifi tipleri ve sayıları tespit edilmiştir. Farklı doğum ağırlığının Karayaka ırkı kuzuların ST kasındaki toplam kas lifi sayısını etkilemediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte düşük ve yüksek doğum ağırlığına sahip kuzuların ST kasını oluşturan kas lifi tiplerinin ortalama alanları bakımından sadece IIB kas lifleri arasında bir farklılık

belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada kuzular arasındaki doğum ağırlığı farkının toplam kas lifi sayısından değil diğer çevresel faktörlerden etkilendiği söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Ulusal gıda ve beslenme stratejisi çalışma grubu raporu. DPT, Ankara.
- Fahey, A. J., Brameld, J.M., Parr, T., Buttery, P. J., 2005. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb. *Journal of Animal Science*, 83: 2564–2571
- Greenwood P. L., Hunt A. S., Hermanson J. W. and Bell A. W. 2000. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. *J Anim Sci* 78:50-61.
- Gondret F, Lefaucheur Greenwood P. L., Hunt A. S., Hermanson J. W. and Bell A. W. 2000. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II.

- Skeletal muscle growth and development. *J Anim Sci* 78:50-61.
- Gondret F., Lefaucheur L., Juin H., Louveau I., and Lebret B., 2006. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. *J. Anim. Sci.* 84:93-103.
- Günsen, U., Aydın, A., Ovalı, B., B., ve Coskun, Y., 2006. Çiğ et ve ısıtma işlem görmüş et ürünlerinde elisa tekniği ile farklı et türlerinin tespiti. *İstanbul Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1-12.
- Lefaucheur, L., 2001. Myofibre typing and relationship with pig meat production. *Slov.Vet. Res.* 38: 5-28.
- Picard, B., Lefaucheur, L., Berri, C., and Duclos, M., 2002. Muscle fiber ontogenesis in farm animal species. *Reproduction, Nutrition and Development.* 42: 415-431.
- Rehfeldt, C., Fiedler, I. And Stuckland, C., N., 2004. Number and size of muscle fiber in relation to meat production. *Muscle Development of Livestock Animals.* 2-7.