

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.284511



Biber genotiplerinin genetik çeşitliliklerinin SRAP markörleri kullanılarak belirlenmesi

M. Kadri Bozokalfa*, Tansel Kaygısız Aşçıoğlu, Dursun Eşiyok

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 İzmir/Türkiye
*Sorumlu yazar/corresponding author: mehmet.kadri.bozokalfa@ege.edu.tr

Geliş/Received 06/01/2017 Kabul/Accepted 29/09/2017

ÖZET

Türkiye'nin coğrafik konumu itibarıyla ticaret yolları üzerinde yer alması biberin diğer ülkelere yayılmasında etkili olmuştur. Ülkemizde çok sayıda yerel popülasyonlar ve ticari çeşitler biber yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Biber ıslahının başarısı yüksek genetik çeşitliliğe sahip kaynakların varlığına, genetik materyalin özelliklerine ve istenen özelliğe sahip kombinasyonların oluşturulmasına dayanmaktadır. Bitkisel materyalin popülasyon içerisinden seçimi ve karakterizasyonu bu işlemin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu çalışmada kullanılan bitkisel materyalin kaynağını; 2004-2007 yılları arasında yürütülen, yerel biber genotiplerinin morfolojik ve agronomik özellikler yönünden karakterizasyonu amacıyla yürütülen çalışmada belirlenen yerel genotipler oluşturmaktadır. Morfolojik özellikleri tanımlanan bu gen havuzunun moleküler yöntemler ile karakterizasyonu amacıyla yürütülen projede ise toplam 94 yerel biber genotipinin birbirlerine olan genetik uzaklıkları SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) markör sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirildiğinde incelenen genotiplerin yüksek düzeyde varyabilitiye sahip, büyük bir bölümünün genetik yönden uzak akraba olduğu ve dendrogramda farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür. 33 SRAP markör kombinasyonu kullanılarak yapılan moleküler analizler sonucunda varyasyonun %85'i 9 faktör grubunda yer almış ve genotiplerin genetik uzaklıkları %62 ile %94 arasında değişmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ileride yürütülecek ıslah programlarında incelenen genotiplerin daha etkin kullanımına imkan sağlayacak ve ıslah süresini büyük ölçüde kısaltacaktır.

Anahtar Sözcükler:
Biber
Islah
Moleküler
karakterizasyon
SRAP
Varyasyon

Genetic diversity of pepper genotypes as assessed by SRAP markers

ABSTRACT

Turkey's geographical position have played an important role in the spread of pepper cultivation to neighboring countries. A large number of commercial cultivars and landraces are used in pepper production in Turkey. The performance of pepper breeding depends on discovery of new sources of genetic variation, identification of accessions with useful traits, and their combination with desired agronomic properties. Characterization and evaluation are the first steps in the development of new cultivars. This study was carried to assess molecular characterization of 94 local pepper accessions by using SRAP (sequence related amplified polymorphism) marker system. The plant materials examined in the present study were obtained from the source of pepper landraces evaluated for agromorphological characters during the experiments in 2004-2007. Molecular characterization studies revealed that the examined plant collection displayed high genetic diversity, and most of the accessions showed low genetic similarities which resulted in greater distances on the dendrogram. Molecular analysis performed with 33 SRAP combinations showed that 85% of total variance wastaken place in 9 factor groups, and genetic differences varied between 62 and 94% among pepper genotypes. Present study highlights that these results may make a valuable contribution to further pepper breeding programs and the characterized plant pepper collection may reduce the period of breeding.

Keywords:
Breeding
Molecular
characterization
Pepper
SRAP markers
Variability

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Biber, ülkemiz sebze kültüründe de çok eski yeri olan dünyada ve ülkemizin her bölgesinde geniş

alanlarda yetiştirilen, taze veya işlenerek değerlendirilen, önemli ticari potansiyele sahip türler arasında bulunmaktadır. Tek yıllık veya tropik bölgelerde çok yıllık yetiştirilen biberin bitki ve meyve

formunda büyük varyasyonlar görülmektedir. Uzun yıllar boyunca devam eden doğal seleksiyonlar, ekolojik etki ve üreticiler tarafından yerel popülasyonlara uygulanan seleksiyonlar yeni bitki ve meyve yapısına sahip genotiplerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve gen kaynaklarında yer alan genotip sayısının her geçen gün artmasını sağlamıştır (Hausman ve ark., 2004; Zhang ve ark., 2016).

Türlerin genetik çeşitlilik oranı, döllenme biyolojisi ve genetik özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. *Brassicaceae* familyası veya mısır gibi yabancı döllenmiş kültür bitkilerinin genetik çeşitliliğin diğer türlerden daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Figdore ve ark., 1988; Smith, 1989). Buna karşın, fasulye (Apuya ve ark., 1988) ve domates (Miller ve Tanksley, 1989) gibi kendine döllenmiş türlerde popülasyonlar arasında polimorfizm oranı daha düşük olmaktadır. Genellikle az oranda yabancı döllenme özelliği gösteren biberin bazı alt türleri oldukça yüksek yabancı döllenme özelliğindedir (Rego ve ark., 2012). *Capsicum annum*'un kendine döllenmiş diğer türler ile karşılaştırıldığında, döllenme biyolojisi yönünden değişkenlik gösterdiği ve tozlanma davranışı ile ilişkili olarak varyasyonun yüksek olabildiği bildirilmektedir (Lefebvre ve ark., 1993).

Yeni çeşitlerin geliştirilmesinde gen havuzunun genetik akrabalık düzeylerinin bilinmesi ıslah programlarının oluşturulması ve etkinliklerinin artırılmasında büyük önem taşımaktadır. Agromorfolojik özellikler ile genetik materyalin karakterizasyonu ıslah çalışmalarına hız kazandırırken genetik çeşitliliğin ortaya konmasında kullanılan karakterlerin bir bölümünün çok gen tarafından kontrol ediliyor olması, ayrıca bu özelliklerin ortaya çıkmalarında çevresel faktörlerin etkisi nedeniyle agromorfolojik özellikler yanında moleküler markör sistemlerinin de uygulanması tavsiye edilmektedir (Escribano ve ark., 1998). Moleküler markör sistemleri tarımsal ürünlerin genetik yapısını anlamak ve tanımlamak açısından yarar sağlamaktadır (Geleta ve ark., 2005). Diğer yandan bu markörlerin biyotik ve abiyotik stres koşullarından bağımsız olmaları, büyüme, gelişme ve farklılaşma sürecinde değişmeden saptanabilmeleri nedeniyle; ıslah programlarında yeni çeşitlerin geliştirilmesinde, genetik haritalamada (Grisi ve ark., 2007), markör destekli seleksiyon çalışmalarında (Ender ve ark., 2008), popülasyonlar içi ve popülasyonlar arası genetik çeşitliliğin belirlenmesinde (Papa ve Gepts, 2003) başarı ile kullanılmaktadır.

Genetik çalışmalarda DNA temelli yöntemlerin kullanılmaya başlanmasıyla daha fazla polimorfizm sağlanmış ve elde edilen sonuçlar tekrarlanabilir hale gelmiştir. DNA'ya dayalı markör sistemleri arasında yer alan SRAP, ilk yıllarda özellikle *Brassicaceae* familyası türlerinin genetik akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaya başlanmış, ancak kullanım pratikliği ve verilerin birbirine uyumunu bir araya getiren bir yöntem olması nedeniyle son yıllarda diğer

türlerde de tercih edilmektedir (Li ve Quiros, 2001). SRAP markör sistemi genomda kodlanan sekansı hedefler, kodinant markörlerin ortalama bir sayısını verir, farklı bitkilerde harita oluşturma, gen hedefi ve genetik çeşitlilik çalışmaları gibi çeşitli amaçlar için kolay adapte edilebilmektedir (Gulsen ve ark., 2007). Ferriol ve ark. (2003) SRAP markörlerinin morfolojik varyasyonlarla daha çok uyum sağladığını ve morfolojilerin evrimsel geçmişi ile ilgili AFLP'den daha çok bilgi verdiğini bildirmektedir.

Ülkemiz sebze kültüründe çok eski yeri olan biberin bugün ülkemizin her bölgesinde geniş alanlarda yetiştirilmesi ve üretimde uzun yıllar süresince yerel popülasyonların kullanılması genetik varyasyonun zenginliğini sağlamıştır (Bozokalfa ve ark., 2009). Kalitatif ve kantitatif agromorfolojik özellikler yönünden yüksek varyasyona sahip biber popülasyonları arasından çeşit ıslahında ebeveyn olabilecek niteliğe sahip genotipler ortaya konulabilmektedir (Bozokalfa ve Eşiyok, 2011). Bu gen kaynağının moleküler düzeyde genetik tanımlanması yapılarak doğrudan veya dolaylı olarak ıslahta kullanımına katkı sağlanması ekonomik bakımdan büyük avantaj sağlayacaktır.

Bu kapsamda, yürütülen çalışma ile ülkemiz gen kaynaklarında yeralan farklı bölgelerden toplanmış, agromorfolojik özellikleri tanımlanmış biber genotiplerinin moleküler yöntemler ile genetik varyabilitesini ortaya konması ve genotipler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma 2010-2011 yılları arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama-araştırma arazisi ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada yer alan biber genotipleri 2004-2005 yıllarında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gen Kaynakları Başkanlığından temin edilmiştir. 5 yıl boyunca genotipler incelenmiş, genotip içerisinde ve genotipler arasında görülen varyasyonlar temel alınarak her genotip kendilenmiştir. Üretim süresince varyasyon görülen bitkilerden ayrı ayrı kendileme yoluyla tohumlar alınmış ve bu yöntemle elde edilen 3. generasyona ait genotipler ile gen havuzu oluşturulmuştur. Ayrıca bu genotipler ile birlikte şahit olarak nitelendirilebilecek ve halen ülkemizde yaygın yetiştiriciliği yapılan 14 yerel çeşit ile Chili Pepper Institute'den (ABD) sağlanan 7 yabancı orijinli biber genotipi incelenmiştir (Çizelge 1). Biber genotiplerine ait fidelerin elde edilmesi için tohumlar 26 Mart tarihinde alçak plastik tüneller altına ekilmiş, dikim büyüklüğüne ulaşan fideler esas yetiştirme yerlerine 7 Mayıs tarihinde dikilmiştir. Bitki gelişme dönemi süresince tüm kültürel işlemler düzenli olarak yürütülmüştür (Eşiyok, 2012).

Çizelge 1. Çalışmada yer alan genotipler, temin edildiği kaynaklar ve yöresel isimleri

Genotip No	İl	Yöre	Yükseklik	Yöresel adı
1-2-6-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49	Bursa	M. Kemalpaşa-Behram köyü	50	Acı çiçek biberi
3-4	Gaziantep	Oğuzeli-Havuçluçam	550	Salçalık biber
5-25-26	Muğla	Yaraş köyü	650	Arnavut biberi
7	Bilecik	Kayınbeli köyü	250	Çok acı saksı biberi
23-24	Kars	Iğdır-Akveyis köyü	850	Acı biber
27-28-29	Manisa	Gördes	450	Acı biber siyah
30-31	İzmir	Dikili	15	Biber salçalık
32-33-34-35-36	Eskişehir	Orhangazi-Bakırköy	1020	Acı biber
37-38-39	Bilecik	Osmaneli- Büyükyenice	240	Acı toz biber
50-51-52	Bilecik	Kayınbeli köyü	250	Çok acı saksı biberi
53	Bursa	Orhangazi Bakırköy	200	Çiçek biberi yuvarlak acı
54-55-56-57-58-59	Isparta	Şakirkocaagaç Feleç köyü	1220	Acı çin biberi
60-61-62-63	Bilecik	Sütçüler Karadiken	1080	Acı biber
64-65	Sakarya	Geyve- Umurbey	191	Beyaz acı biber
66	Sakarya	Karasu- Karapınar köyü	25	Acı biber
67-68	Konya	Çumra- Yeniköy	965	Acı yaprak biber
69-70-71-72-73-74-75-76-77-78	Antalya	Derme-Yavu köyü	420	Büyük cin biber
79-80	Aksaray	Güzelyurt-Ihlara	1250	Acı uzun biber
81-82-83-84-85-86-87-88-89	Aksaray	Gülağaç merkez	1025	Acı biber
90-91-92-93	Kırşehir	Akpınar merkez	1020	Acı sivri biber
94	Kırıkkale	Keskin- Ortasöken	725	Cin biberi
8	Yalova çarliston	Yalova T.A.E		Çarliston
9	Menderes acı kıl	Toros Tohum		Acı ince kıl
10	Acı şahnalı	Pinaper seed		Kısa acı sivri
11	Demre sivrisi	Türkiye		<i>C. annuum</i>
12	Doruk dolmalık	İstanbul Tohum		Dolmalık
13	Doruk dolmalık	İstanbul Tohum		Dolmalık
14	Elitra ege acı s.	Elitra Tohum		Acı uzun sivri
15	İstanbul acı ılıca	İstanbul Tohum		Acı sivri
16-17	Jupiter	Chili Pepper Institute		<i>C. annuum</i>
18	Kandil dolma	Türkiye		<i>C. annuum</i>
19	Menderes acı kıl	Toros Tohum		Acı ince kıl
20	Numex jalmundo	Chili Pepper Institute		<i>C. annuum</i>
21	Numex joe	Chili Pepper Institute		<i>C. annuum</i>
22	Numex primavera	Chili Pepper Institute		<i>C. annuum</i>

2.2. Yöntem

2.2.1. Yaprak örneklerinin alınması, DNA ekstraksiyonu ve DNA parçalarının çoğaltılması

Dikimden 15-20 gün sonra yeni gelişen taze yapraklardan alınan örnekler sıvı azot içerisinde laboratuvara getirilmiştir. 94 biber genotipine ait yaprak

örnekleri sıvı azotla muamele edilerek iyice parçalanmış ve Doyle ve Doyle (1990) yöntemine göre DNA ekstraksiyonları gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen DNA örnekleri %1'lik agaroz jelde kaliteleri belirlenmek üzere yürütülmüştür. DNA kalitelerinde farklılıklar ve kalite kayıpları olan genotiplere ait DNA'lar gözlenmiş ve bu örneklerden DNA ekstraksiyonları kiti ile tekrarlanmıştır. Elde edilen

DNA örneklerinin spektrofotometre cihazında 260 ve 280 nm dalga boyunda miktarları tespit edildikten sonra örnekler 7-10 µl ng⁻¹ olacak şekilde seyreltilmiştir.

Çalışmada yer alan genotiplerin genetik olarak tanımlanması için moleküler yöntemlerden SRAP yöntemi kullanılmış ve 33 adet SRAP primer kombinasyonu test edilmiştir. DNA'ların çoğaltımı için SRAP primerlerinin farklı kombinasyonları kullanılarak PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yapılmıştır. PCR protokolü; 1.5 µl 10 X, 1.8 µl MgCl₂, 1.2 µl dNTP, 0.5 µl reverse primer, 0.5 µl forward primer, 0.15 µl Taq Polimeraz, 5.35 µl H₂O, 4 µl DNA olacak şekilde, toplam hacmi 15 µl olan PCR karışımı hazırlanmıştır. PCR işlemi Eppendorph PCR cihazında programı; 1) 94°C'de 5 dk 2) 94°C'de 1 dk 3) 35°C'de 1 dk 4) 72°C'de 2 dk olup 5) 2. basamaktan sonra 4 defa tekrar şeklinde 6) 94°C'de 1 dk, 7) 50°C'de 1 dk, 8) 72°C'de 2 dk, 9) ise 6. basamaktan sonra 29 defa tekrar, 10) 72°C'de 5 dk şeklinde çalışılmıştır. PCR ürünleri yatay jel elektroforezde %2.5' lik agaroz jele yüklenerek 100 watt'ta 4 saat yürütülmüştür. Jel fotoğrafları UV ışık altında çekilerek DNA örnekleri ile birlikte jele yüklenen markör ile karşılaştırılmış ve aynı bantı oluşturanlara (1) oluşturmayanlara (0) rakamları verilerek skorlanmıştır.

2.3. Verilerin istatistiki analizi

Genotiplerin SRAP primer kombinasyonlarına bağlı oluşturulan skorları; NTSYS-pc (2.2j, 1986-2006, Applied BioStatistics Inc., Setauket, New York, USA) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Genotiplerin benzerlik katsayıları "Jakkard" metodu kullanılarak oluşturulduktan sonra genotiplerin birbirleri ile ilişkileri UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averaging) yöntemi ile oluşturulan dendrogramda gösterilmiştir. Programın "SIMINT" modülü ile korelasyon matrisi oluşturulduktan sonra temel bileşen analizi "PCA" (Principal Component Analysis) yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Genetik kaynaklar ve varyasyonlar bitki ıslahının temelini oluştururken bitki genetik kaynaklarının toplanması, korunması ve karakterizasyonu ıslahın başarısını artıran unsurların başında gelmektedir. Nitekim genetik çeşitliliğin ortaya konması, genotip özelliklerinin belirlenmesi ve genetik materyalin tanımlanmış olması ıslah için geçen sürenin kısalmasını sağlamaktadır.

Karakterizasyonun temelini agronomik ve morfolojik özellikler oluşturmakla birlikte sadece morfolojik özelliklere dayalı oluşturulan dendrogramlarda yer alan genotiplerin gruplamalarında bazı hatalar olabilmektedir (Souza ve Sorrels, 1991). Yürütülen çalışmalar, genotipler arasındaki akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde DNA bazlı markör sistemleri ile elde edilen sonuçların morfolojik ve

biyokimyasal karakterizasyondan sağlanan sonuçlardan farklı olabildiğini ortaya koymaktadır (Dias ve ark., 1992, 1993; Gepts 1995; Koutita ve ark., 2005).

Karakterizasyondan elde edilen bilgiler ile birleştirilerek ıslah programlarının doğru bir şekilde oluşturulabilmesi, biber populasyonlarının genetik akrabalık ilişkilerinin moleküler teknikler ile belirlenmesi için yüksek polimorfizm eldesine olanak veren SRAP markör sistemi tercih edilmiştir. Bu amaçla 33 SRAP primer kombinasyonu kullanılarak yapılan PCR işlemlerinde elde edilen bantlarda yapılan karşılaştırmalar sonucu 23 primerde polimorfizme rastlanmış 10 primerin de monomorfik olduğu tespit edilmiştir. 23 primerden toplam 202 polimorfik bant elde edilmiş ve bunların temel bileşen analizine dayalı olarak yapılan faktör analiz sonucuna göre öz değeri 1'in üzerinde olan 9 faktör grubu oluşmuş, toplam varyasyonun %85'ini ($r=0.85$) temsil eden (Li ve Quiros, 2001) faktör grupları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. SRAP markörlerine göre oluşan temel bileşen eksenleri, özdeğerler, açıkladığı varyasyon ve kümülatif varyasyon

PC eksenleri	Özdeğer (Eigenvalue)	Açıkladığı varyasyon (%)	Kümülatif varyasyon (%)
1	61.84	65.79	65.79
2	5.65	6.01	71.81
3	3.59	3.82	75.64
4	2.48	2.64	78.28
5	1.52	1.61	79.90
6	1.49	1.58	81.49
7	1.29	1.38	82.87
8	1.12	1.20	84.07
9	1.04	1.10	85.18

SRAP markörleri kullanılarak oluşturulan benzerlik katsayıları Jaccard metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Kofenetik korelasyon katsayısı (Cophenetic Correlation Coefficient), r değeri ($r=0.85$, $P<0.01$) yüksek bulunmuş ve bu değer kümeleme analizinin benzerlik katsayılarını önemli ölçüde temsil ettiği kanısına varılmıştır. Budak ve ark. (2004), manda otunda (*Bouteloua dactyloide*) yapılan çalışmada SRAP analizleriyle elde edilen dendrogram ve benzerlik indeksi arasındaki kofenetik korelasyon katsayısı $r=0.92$ bulunmuş ve aralarında güçlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Mohammadi ve Prassanna (2003), bu katsayının $r=0.9$ değerine eşit ve büyük olması halinde ise benzerlik indeksleri ile elde edilen dendrogram arasında çok yüksek korelasyon olduğunu ve dendrogramın benzerlik indeksini çok iyi temsil ettiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada dendrogramda oluşan ana gruplarda farklı bölgelerden alınan biber genotiplerinin bir arada oldukları görülmektedir. Benzer şekilde yapılan farklı çalışmalarda oluşan grupların coğrafik orijinlerden

etkilenmeden oluştukları ve farklı coğrafik koşullardan gelen genotiplerin aynı gruplar içerisinde yer aldıkları belirtilmektedir (Geleta ve ark., 2005; Bozokalfa ve Eşiyok, 2011; Nsabiyeve ve ark., 2013). Ayrıca biber aksesyonlarında ekocoğrafik koşulların genetik yakınlığa etkisinin olduğu vurgulanmış ve oluşan grupların toplanan genotiplerin coğrafik bölgelerine göre oluştuğu belirtilmiştir (Toquica ve ark., 2003).

Yürütülen çalışmada kullanılan SRAP markörleri ile elde edilen dendogram incelendiğinde biber genotiplerinde yüksek polimorfizm oranı elde edildiği görülmektedir. Benzer şekilde farklı türlere ait gen havuzlarının genetik yakınlık/uzaklık ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda SRAP markörleri ile elde edilen polimorfizmin yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Yapılan çalışmalarda polimorfizm oranının türlere göre farklılık gösterdiği ve diğer markör sistemlerine göre SRAP yöntemi elde edilen polimorfizm oranının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alghamdi ve ark., 2012). Patlıcanda yapılan çalışmadan %56, farklı *Solanum* türlerinin kullanıldığı çalışmadan %47.2 düzeyinde polimorfizm oranı elde edilirken, *Cucurbita pepo* ve *Cucurbita moschata* türlerinde polimorfizm oranı, sırasıyla %66.2 ve %57 düzeyinde, bamyada ise %50 polimorfizm oranı elde edilmiştir (Li ve ark., 2010, Ferriol ve ark., 2003; Ferriol ve ark., 2004). Bu bağlamda SRAP analizlerinden elde edilen veriler ile oluşturulan dendogram incelendiğinde genotiplerin %64 genetik benzerlik seviyesinde 4 ana grup altında toplandığı görülmüştür (Şekil 1). İlk ana grupta yurt dışından temin edilen genotiplerin tamamı ve ticari çeşitlerin büyük çoğunluğu yer almıştır. Nitekim Ortiz ve ark. (2010) moleküler markörler ile belirlediği, ıslah edilen tatlı biber çeşitleri ile ticari olarak yetiştirilen poplasyonlar arasındaki genetik çeşitliliğin acı biber genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği oranla daha düşük olduğunu bildirmektedir. İlk ana grubu oluşturan alt gruplar incelendiğinde 1 ve 14 numaralı genotiplerin %93 genetik benzerlik oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan bitkisel materyalin bütünü değerlendirildiğinde birbirine yakın bölgelerden alınan birçok genotipin farklı genetik uzaklık seviyelerinde olabildikleri belirlenmiştir. Bu iki genotip dışında yine birbirine %92 oranında genetik yakınlık gösteren Konya ve Antalya'dan temin edilen 67 ve 73 numaralı genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Bu iki genotipin benzerlik oranının yüksek olmasının nedeni birbirine yakın bölgelerden temin edilen genotiplerin ekocoğrafik koşullara adaptasyonları sonucu genetik olarak benzerlik oranlarının artabileceğini söylemek mümkündür. Bu bağlamda genetik olarak görülen benzerlik ekocoğrafik olarak da desteklenmektedir. Diğer yandan ilk ana grup içerisinde yer alan çok farklı özelliklere sahip diğer genotiplerin varlığı da gen havuzunun genişliğine olumlu katkı sağlamaktadır.

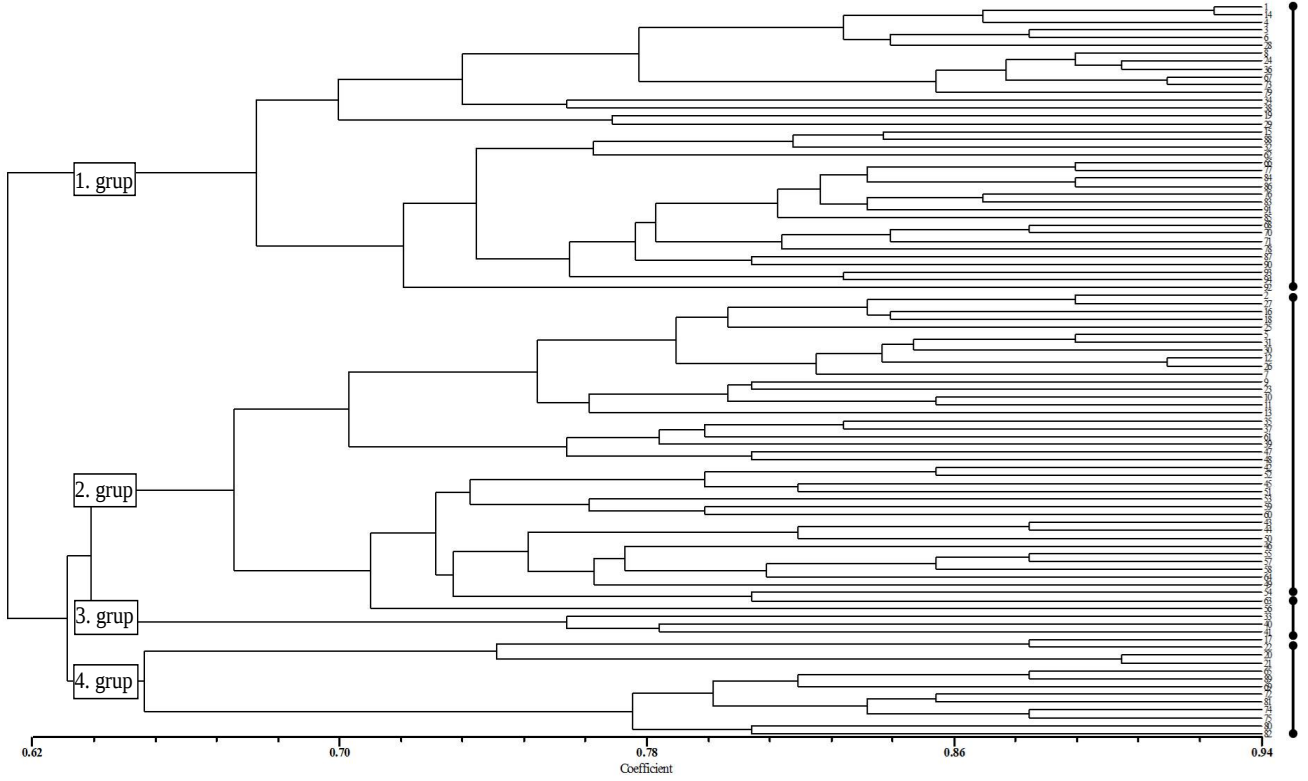
İkinci ana grup içerisinde yer alan genotipler incelendiğinde 12 ve 26 numaralı genotipler %92 seviyesinde genetik yakınlık göstermektedir. Yine aynı grup içerisinde %90 oranında genetik yakınlığa sahip 2-

27 ve 5-31 numaralı genotipler dikkati çekmektedir. Bu genotiplerin bölgesel olarak yakınlıkları gözlenmektedir.

Üçüncü ana grubu 33, 40 ve 41 numaralı genotiplerin oluşturduğu görülmektedir. Bu grup içerisinde yer alan 40 ve 41 numaralı genotipler, daha önce yapılan çalışmada agro-morfolojik özellikleri bakımından görülen varyasyonlar sonucu ayrımlanan iki genotip olarak görülmüştür (Bozokalfa ve ark., 2009). Buna karşın moleküler teknikler ile yapılan genetik yakınlık çalışmasında aynı grupta yer almıştır. Bu grupta yer alan 33 numaralı genotip ile 40 numaralı genotip agro-morfolojik özellikleri bakımından daha yakın değerlere sahip olsalar da moleküler düzeyde genetik yakınlıkları incelendiğinde 40 ve 41 numaralı genotipler %78 oranında yakınlık göstermiştir. Buradan hareketle poplasyonların karakterizasyonunda agro-morfolojik özelliklerin genetik temelli markör sistemler ile desteklenerek kullanılmasının materyalin genetik yapısının ve genotipler arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasında oldukça etkili olduğu görülmüştür. Biberde genetik çeşitliliğin ortaya konulması için farklı marker sistemleri kullanılmış SSR yönteminin biber aksesyonları arasında genetik çeşitliliğin ortaya konulmasında yüksek polimorfizm gösterdiği ayrıca aksesyonların toplandığı lokasyonlara bağlı olarak gruplandığı bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2016).

Dördüncü ana grupta yer alan genotiplerin %73 genetik benzerlik düzeyinde iki alt grupta toplandığı görülürken bu alt gruplardan ilkinin oluşturan 20, 21 ve 22 numaralı genotiplerin yurtdışından temin edilen genotipler olduğu, 17 no'lu genotipin ise kandi dolma biber çeşidi olduğu belirlenmiştir. Diğer alt grubu oluşturan genotiplerden 65 ve 89 ile 74 ve 75 numaralı genotiplerin ise bu grupta yer alan diğer genotiplere göre genetik yakınlık düzeylerinin daha yüksek olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Tarafımızdan yürütülen çalışmalarda adı geçen genotiplerin agro-morfolojik karakterleri incelendiğinde çiçeklenme ve meyve bağlama zamanı yönünden genotiplerin aynı özellikleri gösterdiği belirlenmiştir (Bozokalfa ve ark., 2009, Bozokalfa ve Eşiyok, 2011). Long ve ark. (2007) farklı çevresel faktörlerde çiçeklenme zamanı ile ilgili yapmış oldukları QTL (Kantitatif Karakter Lokusu) çalışmasında farklı ekolojilerde çiçeklenme zamanını kontrol eden farklı genler olduğunu ve farklı poplasyonların aynı ekolojilerde çiçeklenme zamanlarının benzerlik gösterebileceklerini vurgulamışlardır.

Faktör analizinden elde edilen veriler kullanılarak gen havuzunda yer alan genotiplerin birbirleri ile ilişkileri iki boyutlu ve üç boyutlu düzlemde gösterilmiştir (Şekil 2, 3). Bu düzlemler incelendiğinde genotiplerin birçoğunun birbirlerine uzak olması mevcut genotiplerin birbirinden genetik yönden çok farklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca genotiplerin genetik yönden birbirlerinden uzak noktada yer alması genetik varyasyonun yüksek olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 1. SRAP markör sonuçları kullanılarak “Jaccard” genetik uzaklığına göre UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) yöntemi ile oluşturulmuş biber genotipleri benzerlik dendrogramı

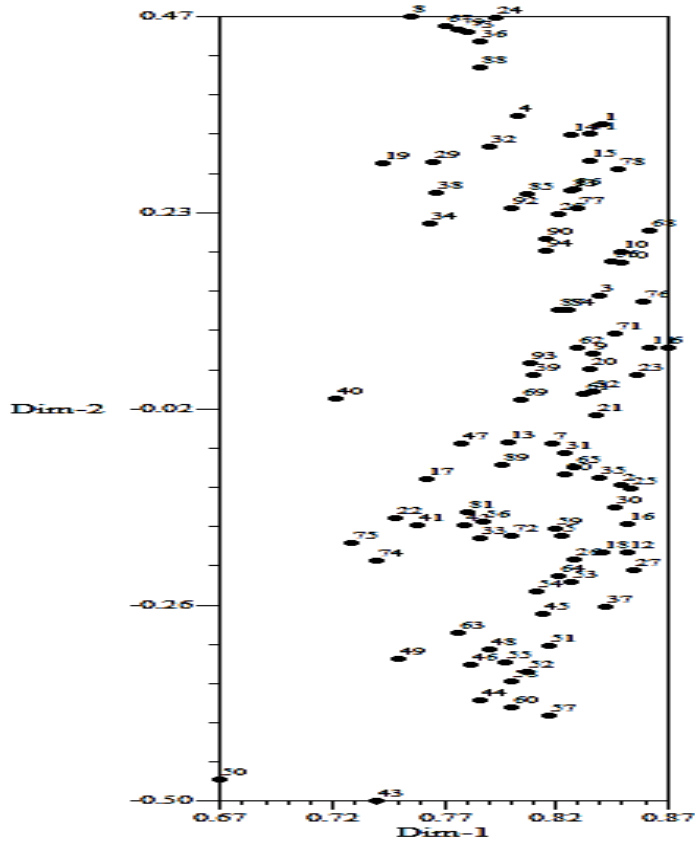
Nitekim elde ettiğimiz bu yüksek varyasyon gen havuzu üzerine geçmiş yıllarda yaptığımız çalışmalar tarafından ortaya konulan bilgileri desteklemektedir (Bozokalfa ve ark., 2009). İncelenen gen havuzunu oluşturan genotiplerin dendrogramda genetik yönden birbirinden çok uzak gruplarda yer almasının ıslah açısından bir avantaj olduğu bildirilmektedir (Aktaş ve ark., 2009). Genotipler arasında seleksiyon kriterleri yönünden farklılık bulunması ebeveyn seçimi açısından oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Farklı gruplarda yer alan ve ıslah hedefine göre istenen agromorfolojik özelliklere sahip genotipler veya hatlar seçilerek biber ıslahında başarı şansı artırılabilir.

Tarafımızdan yürütülen çalışmalarda mevcut gen havuzunun agromorfolojik özellikleri belirlenerek biber gen havuzunun yüksek varyabiliteye sahip olduğunu göstermiştir. Biber genetik kaynaklarında yer alan ve ülkemizde yetiştirilen farklı özelliklere sahip genotipler arasında antioksidan kapasitesi, fenolik madde ve C vitamini açısından yüksek varyabilite belirlenirken bazı çeşitlerin incelenen içerik yönünden ıslah programlarında kullanılabilir şansının yüksek olduğu bildirilmektedir (Frery ve ark., 2008). Keleş ve ark., (2016) Alata biber ıslah programında yer alan farklı agronomik meyve özelliklerine sahip 52 biber genotipinin toplam fenol ve total antioksidan aktivitesi yönünden ortaya çıkan varyabilitenin, genotiplerin farklı

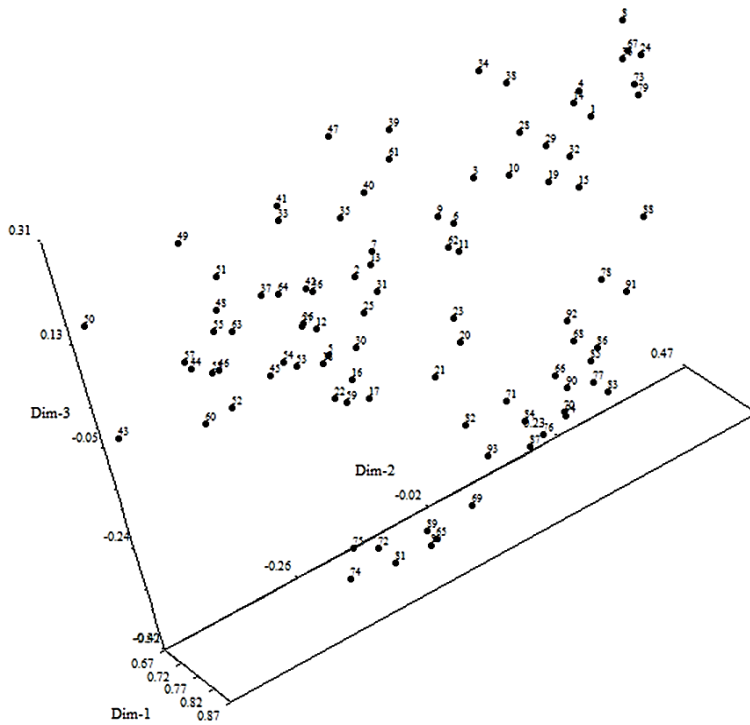
genetik özelliklerinden kaynaklandığı bildirilmiş ve antioksidan içeriği ile meyve özellikleri (meyve şekli, meyve et kalınlığı, meyve uzunluğu, meyve çapı) arasında yüksek korelasyon belirlenmiştir. Türkiye biberin anavatanı olmamasına karşın biberin Türkiye’ye farklı dönemlerde değişik kaynaklardan giriş yaparak farklı kıtalara yayılmasında ülkemiz etkin rol oynamıştır. Uzun yıllar süregelen yetiştirme dönemi içerisinde meydana gelen doğal seleksiyonlar, yaygın üretim alanlarının farklı ekolojik koşullara sahip olması, tüketici istekleri ve bölgelere göre değişebilen farklı değerlendirme şekilleri doğrultusunda üreticiler tarafından uygulanan seleksiyonlar biber gen kaynaklarının varyabilitesinin yüksek olmasını sağlamıştır (Hausman ve ark., 2004; Bozokalfa ve ark., 2009; Bozokalfa ve Esiyok, 2011; Zhang ve ark., 2016).

4. Sonuç

Moleküler düzeyde yapılan karakterizasyonun morfolojik markörler kullanılarak genotipler arasındaki ilişkiyi ve genetik çeşitliliği desteklediğini ve bu markör sistemlerinin etkin bir şekilde amaca hizmet ettiğini göstermektedir. SRAP markör sisteminin biberde pek fazla kullanılmamasına rağmen tarafımızdan yapılan çalışmada yüksek polimorfizm göstermesi bu markör



Şekil 2. Biber genotipleri arasındaki ilişkilerin temel bileşen analizinden elde edilen eksenler ile oluşturulan iki boyutlu düzlem



Şekil 3. Biber genotipleri arasındaki ilişkilerin temel bileşen analizinden elde edilen eksenler ile oluşturulan üç boyutlu düzlem

sisteminin biber ve diğer Solanaceae familyası türlerinde başarı ile kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan kavunların genetik çeşitliliğinin ve yabancı orjinli kavun genotipleri ile akrabalıklarının belirlenmesi amacı ile SSR, SRAP ve RAPD markör sistemlerinin karşılaştırdığı çalışmada, SRAP ve SSR markörlerinin bitki ıslahı çalışmaları açısından genetik çeşitliliğin belirlenmesinde RAPD markör sistemine kıyasla yüksek polimorfizm sağladığı vurgulanmıştır (Yıldız ve ark., 2011). Sonuç olarak mevcut gen havuzunu oluşturan genotiplerin birbirine olan genetik uzaklıklarının/yakınlıklarının belirlenmesi yanında farklı kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için yürütülecek ıslah programlarında melez kombinasyonlarının oluşturulabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sayede çeşit geliştirme çalışmalarında ıslah çalışmalarının süresinin kısaltılması ve melezleme kombinasyonlarının belirlenmesinde doğru programların oluşturulabilmesine olanak sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından 2009 ZRF 005 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Genetik materyalin sağlanmasında katkılarından dolayı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gen Kaynakları Başkanlığına ve laboratuvar imkanlarından faydalandığımız E.Ü. Tohum Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Andrews, J., 1999. The pepper trail: history and recipes from around the world. Univ. North Texas Press, Denton, Tex.
- Aktaş, H., Abak, K., Şensoy, S., 2009. Genetic diversity in some Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes revealed by AFLP analysis. African Journal of Biotechnology, 8(18): 4378-7386.
- Alghamdi, S.S., Al-Faifi, S.A., Migdadi, H.M., Khan M.AL., EL-Harty, EH., Ammar, M.H., 2012. Molecular diversity assessment using sequence related amplified polymorphism (SRAP) markers in *Vicia faba* L. International Journal of Molecular Science. 13, 16457-16471. doi: 10.3390/ijms131216457.
- Apuya, N.R., Frazier, B.L., Keim, P., Jillroth, E., Lark, K.G., 1988. Restriction fragment length polymorphisms as genetic markers in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. Theoretical and Applied Genetics, 75: 889-901.
- Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., 2011. Evaluation of morphological and agronomical characterization of Turkish pepper accessions. International Journal of Vegetable Science. 17: 115-135. doi: 10.1080/19315260.2010.516329
- Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Turhan, K., 2009. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 7: 83-95.
- Budak, H., Shearman, R.C., Parmaksız, I., Gaussoin, R.E., Riordan, T.P., Dweikat, I., 2004. Molecular characterization of buffalograss germplasm using sequence-related amplified polymorphism markers. Theoretical and Applied Genetics, 108: 328-334.
- Dias, J.S., Lima, M.B., Song, K.M., Monterio, A.A., Williams, P.H., Osborn, T.C., 1992. Molecular taxonomy of portuguese tronchuda cabbage and kale landraces using nuclear RFLPs. Euphytica, 58: 221-229.
- Dias, J.S., Monterio, A.A., Lima, M.B., 1993. Numerical taxonomy of portuguese tronchuda cabbage and galega kale landraces using morphological characters. Euphytica, 69: 51-68.
- Doyle, J.J., Doyle, J.L., 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus., 12: 13-15.
- Ender, M., Terpstra K., Kelly, J.D., 2008. Marker-assisted selection for white mold resistance in common bean. Molecular Breeding, 21: 149-157.
- Escribano, M.R., Santalla, M., Casquero, P.A., De Ron, A.R., 1998. Patterns of genetic diversity in landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Galicia. Plant Breeding, 117: 49-56.
- Eşiyok, D., 2012. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Meta Basım, 404 s. Bornova/İzmir.
- Ferriol, M., Pico, B., Nuez, F., 2003. Genetic diversity of a germplasm collection of Cucurbita pepo using SRAP and AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics, 107: 271-282.
- Ferriol, M., Pico, B., Fernandez, P., Cordova, D., Nuez, F., 2004. Molecular diversity of a germplasm collection of squash (*Cucurbita moschata*) determined by SRAP and AFLP markers. Crop Science, 44, 653-664.
- Figdore, S.S., Kennard, W.C., Song, K.M., Slocum, M.K., Osborn, T.C., 1988. Assessment of the degree of restriction length polymorphism in Brassica. Theoretical and Applied Genetics, 75: 833-940.
- Frery, A., Kegel, M.A., Okmen B, Sigva H.O, Yemenicioglu, A., Doganlar, S., 2008. Water-soluble antioxidant potential of Turkish pepper cultivars. HortScience. 43(3): 631-636.
- Geleta, L.F., Labuschagne, M.T., Viljoen, C.D., 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. Biodiversity& Conservation, 14: 2361-2375.
- Gepts, P., 1995. Genetic markers and core collections. In: Hodgkin, T., Brown, A.H.D., Van Hintum, Th.J.L. & Morales, E. A.V. (Eds). Core Collections of Plant Genetic Resources. Chichester, UK: John Wiley & Sons. pp. 127-146.
- Grisi, M.C., Blair, M.W., Gepts, P., Brondani, C., Pereira, P.A., Brondani, R.P., 2007. Genetic mapping of a new set of microsatellite markers in a reference common bean (*Phaseolus vulgaris*) population BAT93 x Jalo EEP558. Genetics and Molecular Research, 30: 691-706.
- Gulsen, O., Shearman, R.C., Heng-Moss, T.M., Mutlu, N., Lee, D.J., Sarath, G., 2007. Peroxidase gene polymorphism in buffalograss and other grasses. Crop Science Society of America, 47: 767-772.

- Hausmann, B.I.G., Parzies, H.K., Presterl T., Susic, Z., Miedaner, T. 2004. Plant genetic resources in crop improvement. *Plant Genetic Resources*, 2(1): 3-21.
- Keleş, D., Özgen, Ş., Saraçoğlu, O., Ata, A., Özgen, M., 2016. Antioksidant potential of turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes at two different maturity stage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 542-551.
- Koutita, O., Tertivanidis, K., Koutsos, T.V., Koutsika-Sotiriou, M., Skaracisi, G.N., 2005. Genetic diversity in four cabbage populations based on random amplified polymorphic DNA markers. *Journal of Agricultural Science*, 143: 377-384.
- Lefebvre, V., Palloix, A., Rives, M., 1993. Nuclear RFLP between pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). *Euphytica*, 71: 189-199.
- Li, G., Quiros, C.F., 2001. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in brassica. *Theoretical and Applied Genetics*, 103: 455-461.
- Li, H., Chen, H., Zhuang, T., Chen, J., 2010. Analysis of genetic variation in eggplant and related *Solanum* species using Sequence-Related Amplified Polymorphism markers. *Scientia Horticulturae*, 125, 19-24.
- Long, Y., Shi, J., Qiu, D., Li, R., Zhang, C., Wang, J., Hou, J., Zhao, J., Shi, L., Beom-Seok, P., Choi, S.R., Lim, Y.P., Meng, J., 2007. Flowering time quantitative trait loci analysis of oilseed brassica in multiple environments and genome wide alignment with arabidopsis. *Genetics*, 17(4): 2433-2444.
- Miller, J.C., Tanksley, S.D., 1989. RFLP analysis of polygenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics*, 80: 437-448.
- Mohammadi, S.A., Prassanna, B.M., 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science Society of America*, 43, 1235-1248.
- Nsabiya, V., Logose, M., Ochwo-Ssemakula, M., Sseruwagi, P., Gibson, P., Ojiewo, C. 2013. Morphological characterization of local and exotic hot pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. *Bioremediation Biodiversity and Bioavailability*, 7(1): 22-32.
- Ortiz, R.F., De la Flor, D., Alvarado, G., Crossa, J., 2010. Classifying vegetable genetic resources-A case study with domesticated *Capsicum* spp. *Scientia Horticulturae*, 126: 186-191. doi: 10.1016/j.scienta.2010.07.007.
- Papa, R., Gepts, P., 2003. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from mesoamerica. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(2): 239-250.
- Rego, E.R., Nascimento, M.F., Nascimento, N.F.F., Santos, R.M.C., Fortunato, F.L.G., Rego, M.M., 2012. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira*, 30: 669-672.
- Smith, J.S.C., Smith, O.S., 1989. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: the utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. *Maydica*, 34: 151-161.
- Souza, E., Sorrells, M.E., 1991. Genetic relationships among 70 North American oat cultivars: cluster analysis using quantitative morphological characters. *Crop Science Society of America*, 31, 599-605.
- Toquica S.P., Rodriguez, F., Martinez, E., Duque, M.C., Tohme, J., 2003. Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the amazon department in colombia, characterization by AFLPs of *Capsicum*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 639-647.
- Yıldız, M., Ekbiç, E., Keleş, D., Şensoy, S., Abak, K., 2011. Use of ISSR, SRAP, and RAPD markers to assess genetic diversity in Turkish melons. *Scientia Horticulturae*, 130: 349-353.
- Zhang, X.M., Zhang, Z.H., Gu, X.Z., Mao, S.L., Li, X.X., Chadœuf, J., Palloix, A., Wang, L.H., Zhang, B.X., 2016. Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(9): 1991-2001.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.287002



Erzurum İli meralarında doğal olarak yetişen farklı baklagil yem bitkilerinin nispi yem değerlerinin belirlenmesi

Esra Gürsoy^{a*}, Muhlis Macit^b

^aİl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Erzurum

^bAtatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum

* Sorumlu yazar/corresponding author: esra_gursoykaya@hotmail.com

Geliş/Received 23/01/2017

Kabul/Accepted 15/05/2017

ÖZET

Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil yem bitkilerinin kimyasal kompozisyonu, kuru madde tüketimi (KMT), kuru madde sindirilebilirliği (KMS), ve nispi yem değerlerinin (NYD) belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, materyal olarak yonca (*Medicago sativa*), dağ İspanyol korungası (*Hedysarum elegans*), melez yonca (*Medicago varia*), kuş fiği (*Vicia cracca*), dağ fiği (*Vicia alpestris*), tüylü fiğ (*Vicia villosa*), dağ üçgülü (*Trifolium montanum*), üç başlı üçgül (*Trifolium trichocephalum*), kaskas üçgülü (*Trifolium ambiguum*), doğu taç otu (*Coronilla orientalis*), alaca taç otu (*Coronilla varia* L.) ve sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*) kullanılmıştır. İncelenen yem bitkileri arasında kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP), organik madde (OM), asit çözücüde çözünmeyen yapısal karbonhidratlar (ADF), nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit çözücüde çözünmeyen lignin (ADL) ve nispi yem değerleri (NYD) bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.01$). Baklagil yem bitkilerinin ortalama KMS, KMT ve NYD değerleri sırasıyla % 60.92-73.26, % 2.46-3.90 ve 116.69-221.18 arasında değişmiştir. Sonuç olarak, HY, HP ve HK bakımından zengin NDF, ADF ve ADL bakımından fakir olan yem bitkilerinin KMT, KMS ve NYD özellikleri bakımından tatminkâr sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Baklagil yem bitkisi
Kimyasal kompozisyon
Nispi yem değeri

Determination of relative feed values of different legume forages grown as naturally in pastures of Erzurum Province

ABSTRACT

This study was carried out to determine the chemical composition, dry matter consumption (DMC), dry matter digestibilities (DMD) and relative feed values (RFV) of some legume forages grown naturally in the pastures of Erzurum province. Clover, (*Medicago sativa*), mountain hispanic sainfoin (*Hedysarum elegans*), crossbred clover (*Medicago varia*), bird vetch (*Vicia cracca*), mountain vetch (*Vicia alpestris*), hairy vetch (*Vicia villosa*), mountain clover (*Trifolium montanum*), the three-headed clover (*Trifolium trichocephalum*), caucasian clover (*Trifolium ambiguum*), the crown of the eastern horn of grass (*Coronilla orientalis*), tawny grass crown (*Coronilla varia*) and yellow flowers gazelle (*Lotus corniculatus*) were investigated in present study. Significant differences were observed among the legume forages in terms of dry matter (DM), crude ash (CA), ether extract (EE), crude protein (CP), organic matter (OM), ADF, NDF, ADL and RFV ($P<0.01$). The DMD, DMC and RFV of legume forages were determined as 60.92-73.26 %, 2.46-3.90 % and 116.69-221.18 respectively.

The results from the present study showed that forages which were rich in EE, CP, CA and poor in NDF, ADF and ADL had satisfactory results in terms of DMC, DMD and RFV properties.

Keywords:
Legume forage
Chemical composition
Relative feed value

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Hayvanlardan elde edilen ürünlerin verim ve ürün kaliteleri ile hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesi arasında doğru bir orantı mevcuttur. Ne kadar doğru bir

besleme yapılırsa hayvansal ürün ve kalitesinde o derece bir artış sağlanabilecektir. Bu durum; elde edilen ürünün fiyatlandırılmasını, pazarlanmasını, değerlendirilmesini, işlenmesini, muhafazasını kısacası üretimden tüketime kadar olan her aşamayı

etkilemektedir. Dolayısıyla hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesi ile elde edilen ürünler, bir yandan insanların sağlıklı beslenmesine önemli katkılar sağlarken, diğer yandan istihdam ve üretim imkânları oluşturarak bölge ve yurt ekonomisine önemli derecede katma değer sağlamaktadır.

Kaliteli kaba yemlerin tespit edilebilmesi için farklı kalite indeksleri içerisinde yer alan nispi yem değeri (NYD), ADF ve NDF içeriklerine ve hayvanların bu yemleri tüketme potansiyeli ile sağlayacağı enerji değerinin tahminine dayanır. Nispi yem değeri, yemlerin kalitelerinin belirlenebilmesinde ve pazarlanabilmesinde oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Ancak, bunların yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; kaba yemlerin sindirilebilir kuru madde (SKM) ve kuru madde tüketimlerinin (KMT) aynı kabul edilmesi, NYD'nin hesaplanmasında sadece ADF (asit çözücüde çözünmeyen yapısal karbonhidratlar) ve NDF (nötral çözücüde çözünmeyen yapısal karbonhidratlar) değerlerinin kullanılması, sindirilebilirliğin tespitinde asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) ve ham protein (HP) değerlerinin dikkate alınmaması olarak sıralanmaktadır (Rohweder ve ark., 1978; Moore, 1994).

Nispi yem değeri indeksi, tam çiçekteki yonca kuru otu (YKO)'nun ADF (%41) ve NDF (%53) içeriğinden hesaplanan 100 indeksini esas almaktadır. Bu değer altına inildikçe yem kalitesi düşmekte, yükseldikçe artmaktadır. Bu sınıflandırma kapsamında, NYD indeksi değeri 150'nin üzerinde ise en iyi kalite, 125-150 arasında ise 1. kalite, 103-124 arasında ise 2. kalite, 87-102 arasında ise 3. kalite, 75-86 arasında ise 4. kalite ve 75'in altında ise 5. kalite olarak kabul edilmektedir (Rohweder ve ark., 1978; Ball ve ark., 1996; Richardson, 2001; Moore ve Undersander, 2002; Redfearn ve ark., 2006; Kaya, 2008; Canbolat ve Karaman, 2009).

Ülkemiz çayır ve meralarında doğal olarak oldukça fazla sayıda yem bitkisi çeşidi bulunmaktadır. Ancak, yanlış ve bilinçsiz uygulamalar nedeni ile bu alanlar, tahrip olmuş ve hayvan varlığımızın yem ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmiştir. Bu araştırma, Erzurum ili merkez ve ilçe meralarında yetişen farklı baklagil yem bitkilerinin NYD'nin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Yem Materyali

Çalışmanın yem materyali olarak kullanılan baklagil yem bitki örnekleri 2012 yılı Haziran-Temmuz aylarında Erzurum ili ilçelerindeki meralardan toplanmıştır. Tortum ilçesindeki meradan (1449 m) yonca (*Medicago sativa*), dağ İspanyol korungası (*Hedysarum elegans*) ve tüylü fiğ (*Vicia villosa*), Pasinler ilçesindeki meralardan (2010 m, 2247 m ve 2020 m) dağ üçgülü (*Trifolium montanum*), kuş fiği (*Vicia cracca*), alaca taç otu (*Coronilla varia* L.) ve

melez yonca (*Medicago varia*), Şenkaya ilçesindeki meradan (2543 m) sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*), Çat ilçesindeki meralardan (2105 m ve 1919 m) doğu taç otu (*Coronilla orientalis*), dağ fiği (*Vicia alpestris*) ve üç başlı üçgül (*Trifolium trichocephalum*), Oltu ilçesindeki meradan (2431 m) kafkas üçgülü (*Trifolium ambiguum*) baklagil yem bitkileri çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir. Söz konusu 12 adet farklı baklagil yem bitkisi bu alanlardaki bitki kompozisyonunu temsil edebilmesi için 10 değişik yerden alınmış ve harmanlanmıştır (Canbolat ve Karaman, 2009).

2.2. Kimyasal analizler

Çalışma kapsamında ele alınan yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 105 °C'de 4 saat süre ile etüvde kurutularak, ham kül (HK) içerikleri kül fırınında 550 °C'de 4 saat yakılarak tespit edilmiştir. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. Ham protein içeriği ise Nx6.25 formülü ile hesaplanmıştır (AOAC 1990). Ham yağ analizi, AOAC (1990)'da bildirilen yöntemle yapılmıştır. Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve ADL analizleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemle göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

2.3. Nispi yem değerinin belirlenmesi

Yemlerin NYD'lerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Van Dyke ve Anderson, 2000). %KMS değerinin belirlenmesinde ADF değerlerinden yararlanılmıştır (Kaya, 2008).

$$\% \text{ KMS} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

% KMT, NDF oranından yararlanılarak tespit edilmiştir.

$$\% \text{ KMT} = 120 / \text{NDF}$$

% KMT ve % KMS oranları belirlendikten sonra NYD'leri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{NYD} = \% \text{ KMS} \times \% \text{ KMT} \times 0.775$$

2.4. İstatistik analizler

Araştırmada elde edilen veriler varyans analizine (SPSS 12.0 paket programında) (General linear model) (Statistica, 1933) tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır (Duncan, 1955). Çalışmada incelenen yemlerin KMT, KMS ve NYD ile yemlerin kimyasal kompozisyonu arasındaki ilişki basit korelasyon analizleri ile belirlenmiştir (Snedecor ve Cochran, 1976).

3. Bulgular

Çalışmada ele alınan baklagil yem bitkilerine ait besin madde içerikleri Çizelge 1'de, KMS, KMT ve NYD ile ilgili veriler Çizelge 2'de, KMS, KMT ve

NYD ile besin maddeleri içerikleri arasındaki korelasyonlar ise Çizelge 3'te verilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Yemlerin kimyasal bileşimi

Kimyasal kompozisyon bakımından yemler arasında farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 1). Araştırma materyali yem bitkisi örneklerine ait HK içerikleri %3.65 ile %8.96 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük HK içerikleri kuş fiğinde (%8.96) ve dağ fiğinde (%3.65) tespit edilmiştir.

Baklagil yem bitkilerine ait HK içerikleri bu konuda yapılan çalışmalarda bildirilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların bazı araştırmacıların (Karabulut ve ark., 2007) bulguları ile benzer, bazı araştırmacıların (Şahin ve ark., 2011) bulgularından daha yüksek ve bazı araştırmacıların (Khazal ve ark., 1994; Valentin ve ark., 1999; Abaş ve ark., 2005; Bayraktar, 2005; Kamalak, 2005; Karabulut ve ark., 2006; Özkan, 2006; Polat ve ark., 2007; Şahin ve ark., 2011) bulgularından ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Rumende mikrobiyal faaliyetlerin normal olarak gerçekleşebilmesi, yani arzu edilen miktarda mikrobiyal protein sentezi için, ruminant rasyonlarının kuru madde esasına göre %13 HP içermesi (9 mg NH_3 / 100 ml rumen sıvısı) gerektiği bildirilmiştir (Aksoy ve ark., 2000; Norton, 2012). İncelenen baklagil yem bitkilerinin HP içerikleri %14.95-20.61 arasında

değişmiştir. En yüksek ve en düşük HP oranı içerikleri sırasıyla alaca taç otunda (%20.61) ve dağ üçgülü (%14.95) yem bitkisinde tespit edilmiştir.

Araştırma materyali yem bitkilerinin HP içerikleri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı araştırmacıların (Serin ve ark., 1998; Abaş ve ark., 2005; Bayraktar, 2005; Şahin ve ark., 2011) bulgularından yüksek, kimi araştırmacıların (Albayrak ve Ekiz, 2005; Özkan, 2006; Karabulut ve ark., 2007; Canbolat ve Karaman, 2009) bulguları ile benzer ve kimi araştırmacıların (Khazal ve ark., 1994; Bakoğlu ve ark., 1999; Valentin ve ark., 1999; Kamalak, 2005; Yavuz, 2005; Karabulut ve ark., 2006; Polat ve ark., 2007) bulgularından ise daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Baklagillerde lignin / selüloz oranının 1.09 olduğu buğdaygillerde lifli kısmın oranının baklagillerden daha yüksek olduğu ve ruminantların baklagil lifini %40-50 civarında sindirdikleri bildirilmiştir (Smith ve ark., 1972; Buxton, 1990; Van Soest ve ark., 1991; Buxton ve Mertens, 1995; Buxton ve Redfearn, 1996; Cherney ve ark., 1997; Rayburn, 1997; Edward ve Rayburn, 1998; Robinson, 2003).

Baklagil yem bitkisi örneklerine ait hücre NDF, ADF ve ADL oranları sırasıyla %31.16-48.90, %20.07-35.91 ve %6.00-12.35 arasında belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük NDF içerikleri sırasıyla, melez yonca (%48.90) ve alaca taç otunda (%31.16), en yüksek ve en düşük ADF içerikleri sarı çiçekli gazal boynuzu (%35.91) ve alaca taç otunda (%20.07), en yüksek ve en düşük ADL içerikleri doğu taç otunda (%12.35) ve alaca taç otunda (%6.00) tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Baklagil yem bitkilerinin kimyasal kompozisyonu, % (KM'de)

Kimyasal Kompozisyon								
Yem bitkileri	KM	HK	OM	HP	HY	NDF	ADF	ADL
Dağ İspanyol korungası	92.10 ^{cd}	4.34 ^c	95.66 ^a	15.08 ^e	2.56 ^a	48.26 ^{ab}	32.07 ^{cd}	10.45 ^{bc}
Tüylü fiğ	92.86 ^{bc}	4.35 ^c	95.65 ^a	18.38 ^{bc}	1.42 ^b	47.62 ^{ab}	31.17 ^{cde}	7.64 ^{efg}
Yonca	93.76 ^{abc}	7.47 ^{ab}	92.53 ^{ab}	17.89 ^{cd}	1.38 ^{bcd}	43.28 ^{bc}	29.61 ^{def}	7.88 ^{defg}
Dağ üçgülü	92.70 ^c	3.85 ^c	96.15 ^a	14.95 ^e	1.40 ^{bc}	41.04 ^{cd}	31.40 ^{cd}	11.34 ^{ab}
Sarı çiçekli gazal boynuzu	93.63 ^{abc}	4.86 ^c	95.14 ^a	15.51 ^e	1.06 ^e	46.03 ^{ab}	35.91 ^a	9.66 ^{bcd}
Doğu taç otu	93.50 ^{abc}	8.55 ^a	91.45 ^c	18.34 ^{bc}	1.25 ^{cd}	37.32 ^d	28.39 ^{ef}	12.35 ^a
Dağ fiği	94.46 ^{ab}	3.65 ^c	96.35 ^a	19.70 ^{ab}	1.06 ^e	44.66 ^{abc}	33.51 ^{abc}	6.66 ^{ef}
Kuş fiği	93.60 ^{abc}	8.96 ^a	91.04 ^c	16.42 ^{de}	1.02 ^e	45.64 ^{abc}	32.63 ^{bcd}	8.21 ^{def}
Kafkas üçgülü	93.46 ^{abc}	6.84 ^b	93.16 ^b	16.76 ^{cde}	1.26 ^{cd}	40.94 ^{cd}	28.11 ^f	7.88 ^{defg}
Alaca taç otu	90.76 ^d	3.99 ^c	96.01 ^a	20.61 ^a	1.32 ^{bcd}	31.16 ^e	20.07 ^g	6.00 ^g
Üç başlı üçgül	93.66 ^{abc}	8.66 ^a	91.34 ^c	17.38 ^{cd}	1.24 ^d	45.43 ^{abc}	32.13 ^{cd}	8.22 ^{def}
Melez yonca	95.16 ^a	4.71 ^c	95.29 ^a	16.15 ^{de}	1.26 ^{cd}	48.90 ^a	35.37 ^{ab}	9.08 ^{cde}
SEM	0.381	0.390	0.390	0.427	0.035	1.150	0.713	0.466
Önemlilik düzeyi	**	**	**	**	**	**	**	**

a-g: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. ** = $P<0.01$, SEM: Ortalamanın standart hatası

Çizelge 2. Baklagil yem bitkilerine ait kuru madde sindirilebilirlikleri, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerleri

Yem bitkileri	KMS (%)	KMT (%)	NYD
Dağ İspanyol korungası	63.92 ^{de}	2.50 ^d	123.71 ^{ef}
Tüylü fiğ	64.61 ^{cde}	2.53 ^d	126.84 ^{def}
Yonca	65.83 ^{bcd}	2.77 ^{cd}	141.53 ^{cde}
Dağ üçgülü	64.43 ^{de}	2.93 ^{bc}	146.27 ^{bcd}
Sarı çiçekli gazal boynuzu	60.92 ^g	2.61 ^{cd}	123.18 ^{ef}
Doğu taç otu	66.78 ^{bc}	3.22 ^b	166.57 ^b
Dağ fiği	62.79 ^{efg}	2.69 ^{cd}	130.78 ^{def}
Kuş fiği	63.47 ^{def}	2.63 ^{cd}	129.62 ^{def}
Kafkas üçgülü	67.00 ^b	2.94 ^{bc}	152.44 ^{bc}
Alaca taç otu	73.26 ^a	3.90 ^a	221.18 ^a
Üç başlı üçgül	63.87 ^{de}	2.64 ^{cd}	130.80 ^{def}
Melez yonca	61.35 ^{fg}	2.46 ^d	116.69 ^f
SEM	0.555	0.089	5.150
Önemlilik Düzeyi	**	**	**

^{a-g}: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. SEM= Ortalamanın standart hatası, KMS= Kuru madde sindirilebilirliği, KMT= Kuru madde tüketimi, NYD= Nispi yem değeri, **= P<0.01

Söz konusu yem bitkilerinin ADF, NDF ve ADL içerikleri, bazı araştırmacıların (Khazal ve ark., 1994; Valentin ve ark., 1999; Kamalak, 2005; Özkan, 2006; Karabulut ve ark., 2007; Seresinhe ve ark., 2012) bulguları ile benzer, kimi araştırmacıların (Yavuz, 2005; Şahin ve ark., 2011) bulgularından ise daha düşük bulunmuştur. Tüylü fiğ ve gazal boynuzu yem bitkileri hücre duvarlarının incelendiği diğer çalışmalardaki NDF ve ADF içeriklerinin, bu çalışmadaki elde edilen verilerden düşük, ADL içeriklerinin ise daha yüksek olduğu görülmüştür (Karabulut ve ark., 2006; Canbolat ve Karaman, 2009).

Çalışmadaki yem bitkilerinin kimyasal içerikleri ile NYD'lerinin, diğer çalışmalarda bildirilen içeriklerle farklı olmasının nedenleri arasında yemin kaynağı dışında, iklim, toprak, bitki tür ve çeşidi, yemin hasat zamanı ve yemin vejetasyon dönem farklılıkları gibi faktörler sayılabilir.

4.2. Yem bitkilerinin kuru madde sindirilebilirlikleri, kuru madde tüketimleri ve nispi yem değerleri ile kimyasal bileşimleri arasındaki korelasyonlar

Baklagil yem bitkilerinin %KMS, %KMT ve NYD'leri Çizelge 2'de, kimyasal bileşimler ile %KMS, %KMT ve NYD arasındaki korelasyonlar ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çalışmada ele alınan yem bitkilerinin %KMS, %KMT ve NYD içerikleri sırasıyla %60.92-73.26, %2.46-3.90 ve 116.69-221.18 arasında değişmiştir. En yüksek KMS, KMT ve NYD içerikleri alaca taç otunda (%73.26, %3.90 ve 221.18), en düşük KMS sarı çiçekli

gazal boynuzunda (%60.36), en düşük KMT ve NYD ise melez yoncada (%2.46 ve 116.69) belirlenmiştir.

Çalışmadaki baklagil yem bitkilerine ait %KMS, %KMT ve NYD'leri bazı çalışmalarda (Adesogan ve ark., 2006; Canbolat ve ark., 2006; Canbolat ve Karaman, 2009) bildirilen bulgular ile benzer, Yavuz (2005) tarafından bildirilen değerlerden ise yüksek bulunmuştur.

Araştırmada incelenen baklagil yem bitkilerine ait %KMS, %KMT ve NYD ile HP içerikleri arasında pozitif (P<0.01), KM değerleri arasında ise negatif (P<0.01) bir ilişki tespit edilmiştir. Bu bulgu, Canbolat ve Karaman (2009) ile Karabulut ve ark. (2007)'nin bulguları ile desteklenmektedir.

Çizelge 3. Baklagil yem bitkilerine ait kimyasal kompozisyon ile KMS, KMT ve NYD arasındaki korelasyonlar

	Besin Maddeleri Bileşimi			
	KM	HK	HP	HY
KMS	-0.644**	-0.005	0.575**	0.053
KMT	-0.626**	-0.069	0.575**	-0.158
NYD	-0.652**	-0.073	0.593**	-0.103

KMS: Kuru madde sindirilebilirliği; KMT: Kuru madde tüketimi, NYD: Nispi yem değerleri, **: P<0.01

Sonuç olarak, çalışmada incelenen baklagil yem bitkilerinin besin maddeleri içeriklerinin NDF, ADF ve ADL değerleri bakımından önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada en yüksek KMS, KMT ve NYD indeksi değerleri alaca taç otu yem

bitkisinde olduğu görülmüş, ayrıca çalışmada ele alınan tüm yem bitkilerinin NYD'leri bakımından yüksek kalite sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen bu bilgilerin Erzurum ili ve daha genel anlamda Doğu Anadolu Bölgesi kapsamında yapılacak mera ıslah çalışmalarında göz önüne alınması durumunda daha kaliteli meraların tesisi mümkün olabilecektir. Bu sayede, bir yandan bölgedeki yetiştiriciler hayvanlarını daha kaliteli meralarda yetiştirme ve dolayısıyla daha yüksek gelir elde etme imkânına sahip olacak, diğer yandan ise artan hayvansal üretim düzeyine bağlı olarak ülke ekonomisine katkı sağlanmış olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Muhlis MACİT danışmanlığında, 2011/334 proje numarasıyla Atatürk Üniversitesi BAP komisyonu tarafından desteklenen ve Esra GÜRSOY tarafından hazırlanan doktora tezinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Abaş, İ., Özpinar, H., Kutay, H.C., Kahraman, R., Eseceli, H., 2005. Determination of the metabolizable energy (ME) and net energy lactation (NEL) contents of some feeds in the marmara region by *in vitro* gas technique. Turk J. Vet. Anim. Sci., 29: 751-757.
- Adesogan, A.T., Sollenberger, L.E., Moore, J.E., 2006. Forage quality. In: Florida Forages Handbook. (Ed. C.G. Chambliss and M. B. Adjei) Univ. of Florida. Cooperative Extension Services.
- Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme Ders Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Erzurum, 179-199.
- Albayrak, S., Ekiz, H., 2005. An investigation on the establishment of artificial pasture under Ankara's ecological conditions. Turk J. Agric For., 29: 69-74.
- AOAC, 1990. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th. Edition, 66-88, Washington, DC., USA.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999. Erzurum yöresi çayır ve meralarındaki yaygın bitki türlerinin ömür uzunluğu, çiçeklenmeye başlama tarihi ve ot kalitesi ile ilgili bazı özellikleri. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23(4): 951-957.
- Ball, D.M., Hoveland, C.S., Lacefield, G.D., 1996. Forage quality. In: Southern Forages (2nd edition). Potash & Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research. Norcross, GA., 124-132.
- Bayraktar, E., 2005. Tekirdağ koşullarında bazı yem bitkilerinin farklı gelişme dönemlerinde kök ve gövdelerinde bitkilerin kimi besin maddelerinin değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, 86s.
- Buxton, D., 1990. Cell-Wall components in divergent germplasm of four perennial forage grass species. Crop Sci., 30: 402-408.
- Buxton, D.R., Mertens, D.R., 1995. Quality-Related characteristics of forages in forages volume II. The Science of Grassland Agriculture, Iowa State Univ. Press., Ames, Iowa, USA, 83-96.
- Buxton, D.R., Redfearn, D.D., 1996. Plant limitations to fiber digestion and utilization. 37th. Annual Ruminant Nut. Conf., 14 April, Washington, 814-818.
- Canbolat, Ö., Kamalak, A., Özkan, C.Ö., Erol, A., Şahin, M., Karakaş, E., Özkose, E., 2006. Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using *in vitro* gas production. Livestock Research for Rural Development, 18(2): 27.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş., 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2): 188-195, Ankara.
- Cherney, D.J.R., Cherney, J.H., Davidson, A.H., 1997. Characterization of legume and grass residues following *in vitro* and in sacco ruminal digestion. Proc. The XVIII. International Grassland Cong., June 8-17, Winnipeg and Saskatoon, Session, 17: 17-23.
- Duncan, D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42.
- Edward, B., Rayburn, D., 1998. Using forage test to identify improvements in forage management west virginia university extension service, PO Box 6108, Morgantown.
- Kamalak, A., 2005. Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 116-120.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., Kamalak, A., 2006. Effect of maturity stage on the nutritive value Value of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) hays. Lotus Newsletter, 36(1): 11-21.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., Kalkan, H., Gürbüzol, F., Sucu, E., Filya, İ., 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. Asian-Agust. J. Anim. Sci., 20(4): 517-522.
- Kaya, Ş., 2008. Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 1(1): 59-64.
- Khazal, K., Boza, J., Orskov, E.R., 1994. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in mediterranean browse: a comparison between the use of the gas production technique with or without insoluble polyvinylpyrrolidone or nylon bag. Anim. Feed. Sci. Technol., 49: 133-149.
- Moore, J.E., 1994. Forage quality indices: Development

- and Application. In: Forage Quality, Evaluation and Utilization. (ed. Fahey, Jr. G.C.). ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, 977-998.
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: Alternative to relative feed value and quality index. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 16-32.
- Norton, B.W., 2012. The Nutritive value of tree legumes. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Pubicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp. 1-10 (Erişim Tarihi: 7 Kasım 2012).
- Özkan, Ç.Ö., 2006. Farklı dönemlerde hasat edilen bazı baklagil yem bitkilerinden sindirim derecesinden ve metabolik enerji değerlerinin *in vitro* gaz eknığı ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. K.S.İ.Ü. Fen. Bil. Ens., Kahramanmaraş, 39s.
- Polat, M., Şayan, Y., Özkul, H., Önenç, S.S., 2007. Kaba yemlerin çeşitli inkübasyon periyotlarındaki *in vitro* metabolik enerji değerleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 44(1): 113-122.
- Rayburn, E.B., 1997. Available at www.caf.wvu.edu/~forage (Erişim tarihi: 6 Kasım 2012).
- Redfearn, D., Zhang, H., Caddel, J., 2006. Forage quality interpretations. Oklahoma Cooperative, Extension Service F-2117, <http://pods.dasnr.okstate.edu/docshare/dsweb/Get/Document-2557/F-2117web.pdf> (Erişim Tarihi: 6 Kasım 2012).
- Richardson, C., 2001. Relative feeding value (RFV), an indicator of hay quality. OSO Extension Fact F2117, <http://clay.agr.okstate.edu/alfalfa/webnews/quality3>.
- Robinson, P.H., 2003. Estimating alfalfa hay and corn silage energy levels, uc davis equations using NDF and ADF. Available at <http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Articles/Fulltext/Pdf/Web200309.pdf> (Erişim Tarihi: 6 Kasım 2012).
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., Jorgensen, N., 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. Journal of Animal Science, 47: 747-759.
- Seresinhe, T., Madushika, S.A.C., Seresinhe, Y., Lal, P.K., Ørskov, K., 2012. Effects of tropical high tannin non legume and low tannin legume browse mixtures on fermentation parameters and methanogenesis using gas production technique. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 25(10): 1404-1410.
- Serin, Y., Gökkuş, A., Tan, M., Koç, A., Çomaklı, B., 1998. Sun'i çayır tesisinde kullanılabilecek uygun yem bitkileri ve karışımlarının belirlenmesi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 22: 13-20.
- Snedecor, G.W., Cochran, W., 1976. Statistical methods. The Iowa State Univ. Pres. Amer. IA., USA.
- Smith, L.W., Goering, H.K., Gordon, C.H., 1972. Relationships of forage compositions with rates of cell digestion and digestibility of cell walls. J. Dairy Sci., 55: 1140-1147.
- Statistica, 1993. Statistica for Windows (Release 4.3), Sat Soft, Inc. Tulsa. OK.
- Şahin, M., Üçkardeş, F., Canbolat, Ö., Kamalak, A., Atalay, A.İ., 2011. Ruminant beslemede kullanılan bazı yemlerin kısmi gaz üretim zamanlarının tahmini. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17(5): 731-734.
- Valentin, S.F., Williams, P.E.V., Forbes, J.M., Sauvant, D., 1999. Comparison of the *in vitro* gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. Animal Feed Science Technology, 78: 81-99.
- Van Dyke, N.J., Anderson, P.M., 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
- Yavuz, M., 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve *in vitro* sindirim değerlerinin belirlenmesi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 97-101.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.289801



Çukurova koşullarında toprak işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı toplam karbon ve azot içerikleri üzerine etkileri

İsmail Çelik*, Mert Acar

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
*Sorumlu Yazar: icelik@cu.edu.tr

Geliş/Received 04/02/2017 Kabul/Accepted 23/03/2017

ÖZET

Çukurova koşullarında yaklaşık % 50 oranında kil içeren bir toprakta uzun süreli (2006-2014) buğday-mısır ve buğday-soya rotasyonu altında altı farklı toprak işleme yönteminin iki farklı derinlikte (0-15 ve 15-30 cm) agregatlara bağlı toplam karbon ve azot içeriğine etkileri araştırılmıştır. Toprak işleme uygulamaları olarak; Anızlı geleneksel toprak işleme (Gİ-1), Anızları yakılmış geleneksel toprak işleme (Gİ-2), Ağır diskli tırmıklı azaltılmış toprak işleme (ATİ-1), Rototillerli azaltılmış toprak işleme (ATİ-2), Ağır diskli tırmıklı azaltılmış sıfır toprak işleme (ASTİ) ve Doğrudan ekimli sıfır toprak işleme (STİ) yöntemleri kullanılmıştır. Her bir işleme yöntemi 480 m²'lik alana uygulanmakta ve 3 tekerrürlü tesadüf parselinden oluşmaktadır. 0-15 cm derinlikte bütün agregat boyutlarında (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) toplam karbon değerleri geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla korumalı işleme uygulamaları altında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Derinlikteki artışla birlikte korumalı işleme yöntemleri altındaki agregatlarda bulunan toplam karbon değerleri azalmıştır. Her iki derinlikte (0-15 cm ve 15-30 cm) ve bütün agregat boyutlarında (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) en yüksek toplam azot değerleri ATİ-1 işleme yöntemi altında belirlenmiştir. Korumalı işleme yöntemleri, geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla agregatlar içerisinde toplam karbonun bağlanmasında önemli iyileşmeler sağladığı belirlenmiştir. ATİ-1 hariç diğer korumalı işleme yöntemlerinde (STİ, ASTİ ve ATİ-2) geleneksel işlemlere göre daha düşük toplam azot değerleri belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Agregat
Korumalı işleme
Sıfır işleme
Toplam azot
Toplam karbon

Effects of soil tillage systems on aggregate-associated total carbon and nitrogen contents under Çukurova conditions

ABSTRACT

The effect of six different tillage methods under long-term (2006-2014) wheat-maize and wheat-soy rotations on aggregate-associated total carbon and nitrogen content in two different depths (0-15, 15-30 cm) were studied under Çukurova conditions in approximately 50 % clay containing soil. The tillage systems consisted of conventional tillage with stubble (CT-1), conventional tillage with stubbles burned (CT-2), heavy disc harrow reduced tillage (RT-1), rototiller reduced tillage (RT-2), reduced tillage with heavy tandem disc harrow followed by no-tillage (RNT), and no-till (NT). Each tillage method applied at 480 m² plot and replicated three times in randomly distributed plots. Aggregate-associated total C contents in 0-15 cm depth were obtained higher in conservation tillage treatments compared to traditional tillage techniques at all aggregate sizes (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm and 1.0-0.5 mm). Aggregate-associated total C values under conservation tillage methods decreased with increasing soil depth. In both depths (0-15, 15-30 cm) and at all aggregate sizes the highest total nitrogen concentration values were determined in RT-1 tillage treatment. Significant enhancements of total carbon bounding in aggregates were observed in conservation tillage methods compared to traditional tillage methods. Except for RT-1 in other conservation tillage methods (NT, RNT and RT-2) total nitrogen values were lower compared to conventional tillage methods.

Keywords:
Aggregate
Conservation tillage
No-till
Total nitrogen
Total carbon

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Türkiye'deki toplam ekilebilir alanların % 5'ini

kapsayan Çukurova bölgesi, sahip olduğu iklim, toprak ve su kaynakları avantajından ötürü bir yıl içerisinde en az iki ürün yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerin başında

gelmektedir. Yoğun tarımsal üretim faaliyetlerinin uygulandığı bu bölgede, topraklar bitkisel yetiştiricilikle kullanılırken daha çok geleneksel yöntem ve aletlerle yoğun bir şekilde işlenmektedir. Toprakların geleneksel yöntemlerle sürekli olarak derin, çok sayıda, yoğun ve parçalayıcı olarak işlenmesi sonucu toprakların kalite özelliklerini oluşturan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde önemli bozunumlar meydana gelmektedir (Cannell ve Hawes, 1994; Lal, 1998; Pagliai ve ark., 2004). Bu özellikler arasında toprak strüktürü, toprak işleme sistemlerinden en çok ve çoğunlukla da olumsuz etkilenen toprak özelliklerinin başında gelmektedir (Kutilex, 2004).

İşleme esnasında makineler toprağı kırdığı, çatlattığı ya da sıkıştırdığı için mekanik kuvvetlerin agregatları parçalama üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır (Blanco-Canqui ve Lal, 2006). Mikro agregatlardan ziyade makro agregatların, toprak işlemenin bu etkisine daha duyarlı olduğu bilinmektedir (Six ve ark., 2000; Christensen, 2001; Barbera ve ark., 2012). Sürekli olarak işlenen bir alanda topraktaki makro agregatlar bu şekilde parçalandığı için agregatlar tarafından korunan organik madde açığa çıkmaktadır (Nardi ve ark., 1996; Islam ve Weil, 2000). Bu yüzden toprağın toplam karbon ve azot içeriğinde mineralizasyona bağlı olarak azalmalar meydana gelmektedir. Buna karşın işlenmeyen veya geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla daha az sayıda ve yoğunlukta işlenen koşullar altında gelişim gösteren makro agregatlar ise, daha yüksek organik karbon (Dexter, 1988; Jiang ve ark., 2011) ve daha yüksek toplam azot içeriğine (Kushwaha ve ark., 2001) sahiptir.

Kasper ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada üç farklı agregat boyutunda (0.63-1, 0.25-0.63 ve 0.063-0.25 mm) en yüksek organik karbon ve toplam azot değerlerinin minimum toprak işlemede saptandığını belirtmişlerdir. Kabiri ve ark. (2015) farklı işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı organik madde değişimini inceledikleri araştırmalarında ise kulaklı pulluk ve diskli pullukla işlemeye kıyasla çizelle ve rototillerli işlemenin makro agregatları (4.00 - 0.25 mm) arttırdığını, buna karşılık mikro agregatları (0.250 - 0.053 mm) azalttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca çizelle ve rototillerli işleme uygulamalarının mikro agregata bağlı karbon (% 50 - % 66) ve azot (% 48 - % 61) değerlerini azalttığı, makro agregata bağlı karbon (% 10 - % 11) ve azot (% 13 - % 15) değerlerini ise arttırdığı da rapor edilmiştir.

Abid ve Lal (2008) drenajlı ve drenajsız koşullarda çizelle işleme ve sıfır işlemenin toprak kalitesine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, 0-10 cm derinlikte agregat boyut dağılımındaki organik karbon ve toplam azotun toprak işleme sistemlerinden önemli bir şekilde etkilendiğini ve bu değerlerin derinlikteki artışla birlikte azaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca >1 mm boyutundaki agregatlarda organik karbon konsantrasyonunun, 1-2 mm boyutundaki agregatlarda ise toplam azotun sıfır işlemede daha fazla olduğu da bildirilmiştir.

Geleneksel toprak işlemeye alternatif olacağı

düşünülen korumalı toprak işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı toplam karbon ve azot üzerine etkileri konusunda ülkemizdeki araştırmalar yetersiz kalmıştır. Özellikle toprak işleme yöntemlerinin hem ağır bünyeli topraktaki etkileri hem de bu yöntemlerin uzun süreli etkilerinin incelenmesine yönelik araştırmalar ise neredeyse hiç bulunmamaktadır. Bu nedenle Çukurova bölgesinde yaygın olarak yapılan kışlık buğday+mısır ya da kışlık buğday+soya bitki rotasyonunda uygulanan geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve toprak işlemesiz (no-till) yöntemlerinin uzun süreli (9 yıllık) kullanımlarının killi bir toprakta (ort. % 50 kil) agregatlara bağlı toplam karbon ve azot içeriğine etkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanı

Araştırma, 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazileri içerisinde yer alan Arık toprak serisi üzerinde kurulmuştur. Toprak taksonomisi sınıflandırma sistemine göre araştırmanın yürütüldüğü alandaki topraklar Vertisol ordosu, Haploxerert büyük grubunda ve Typic Haploxerert alt grubunda yer almaktadır (Soil Survey Staff, 1999).

Arık serisi toprakları, düz ve düze yakın %0-1 eğimli ve derin profilli, oldukça yaşlı alüvyal taban araziler üzerinde yer alan, A-C horizon dizilimine sahiptir. Tüm profil kil tekstürlü ve kireçli olup, çok az kireç yıkanması meydana gelmiştir (Güleç ve Şenol, 2002). Toprak serisi 0-30 cm derinlikte ortalama olarak % 50 kil, % 32 silt ve % 18 kum içermekte, pH'sı 7.82, total tuz içeriği % 0.02, kireç içeriği %24.4, organik karbon içeriği % 0.88 ve hacim ağırlığı 1.31 g cm⁻³ dür (Çelik ve ark., 2009). Araştırma alanı tipik Akdeniz iklim kuşağında yer almakta olup, kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Araştırma alanına 3 km mesafede bulunan Adana İli Meteoroloji İstasyonu tarafından kaydedilen 30 yıllık ortalama iklim verilerine göre ilin yıllık ortalama sıcaklığı 19.1 °C'dir. Yıllık ortalama toplam buharlaşma miktarı 1536 mm, toplam yağış miktarı ise 670 mm olup, bu yağışın % 75'i kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir.

2.2. Deneme deseni ve toprak işleme sistemleri

Araştırma alanı, 6 farklı toprak işleme sistemi için 3 tekerrürlü olarak toplam 18 adet tesadüf parseline ayrılmıştır. Her bir tesadüf parseli 12 m uzunluğunda ve 40 m genişliğinde olmak üzere 480 m²'lik alan kapsamaktadır. Toprak işleme, sulama, gübreleme, bakım ve hasat işlemleri sırasında makine ve traktör işlemlerinde sorunlar yaşanmaması ve parsellerin zarar görmemesi için parsellerin çevresinde 4 m boşluk bırakılmıştır.

Araştırma parsellerine 2006 yılından bu yana korumalı ve geleneksel işleme sistemlerini içeren altı

farklı toprak işleme yöntemi uygulanmaktadır. Bunlar sırasıyla: Anızlı geleneksel toprak işleme (Gİ-1), Anızları yakılmış geleneksel toprak işleme (Gİ-2), Ağır diskli tırmıklı azaltılmış toprak işleme (ATİ-1), Rototillerli azaltılmış sıfır toprak işleme (ATİ-2), Ağır diskli tırmıklı azaltılmış sıfır toprak işleme (ASTİ) ve Doğrudan ekimli sıfır toprak işlemedir (STİ). Her bir toprak işleme sistemi 3 tekerrürlü tesadüf parselinden oluşmaktadır.

2006 yılından bu yana araştırma parsellerine altı farklı (Gİ-1, Gİ-2, ATİ-1, ATİ-2, ASTİ ve STİ) toprak işleme sistemi uygulanarak kışlık bitki olarak (*birinci ürün*) her yıl buğday ve yazlık olarak (*ikinci ürün*)

buğday hasadını takiben sırasıyla bir yıl mısır ve bir yıl soya yetiştirilmiştir. Birinci ve ikinci ürün yetiştiriciliğinde uygulanan toprak işleme yöntemlerine ait işlemlerin ayrıntıları Çizelge 1’de verilmiştir. ASTİ konusunda kışlık ürün olan buğday ekim işleminde azaltılmış işleminin uygulanması, ikinci ürün ekim işleminde ise sıfır işleminin uygulanması nedeniyle (Çizelge 1) bu işleme sistemine “Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Sıfır Toprak İşleme” ismi verilmiştir. Yani ASTİ konusu, bir yıl içerisinde yetiştirilen iki ürün için hem sıfır işleme hem de azaltılmış işleme uygulamalarını kapsamaktadır.

Çizelge 1. Birinci ve ikinci ürünlerin ekiminde kullanılan toprak işleme yöntemleri

Toprak İşleme Yöntemi	Kışlık Ekim (Buğday) İçin Toprak İşleme	İkinci ürün (Mısır/Soya) İçin Toprak İşleme
Anızlı Geleneksel İşleme (Gİ-1)	- Anızların parçalanması - Kulaklı pullukla işleme - Diskli tırmık (Diskaro) (2 kez) - Tapan (2 Kez) - Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların parçalanması - Ağır diskli tırmıklı (Goble) işleme - Diskli tırmıklı işleme (2 kez) - Tapan (2 Kez) - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi
Anızları Yakılmış Geleneksel İşleme (Gİ-2)	- Anızların yakılması - Kulaklı pullukla işleme - Diskli tırmık (Diskaro) (2 kez) - Tapan (2 Kez) - Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların yakılması - Çizelle işleme - Diskli tırmıklı işleme (2 kez) - Tapan (2 Kez) - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi
Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ-1)	- Anızların parçalanması - Ağır diskli tırmıklı (Goble) işleme (2 kez) - Tapan (2 Kez) - Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların parçalanması - Rototillerle işleme - Tapan (2 Kez) - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi
Rototillerli Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ-2)	- Anızların parçalanması - Rototillerle işleme - Tapan (2 Kez) - Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların parçalanması - Rototillerle işleme - Tapan (2 Kez) - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi
Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Sıfır Toprak İşleme (ASTİ)	- Anızların parçalanması - Ağır diskli tırmıklı (Goble) işleme - Tapan (2 Kez) - Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların parçalanması - Herbisit uygulama - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi
Doğrudan Ekimli Sıfır Toprak İşleme (STİ)	- Anızların parçalanması - Herbisit uygulama - Doğrudan tahıl ekim makinası ile buğday ekimi	- Anızların parçalanması - Herbisit uygulama - Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi

2.3. Araştırmada belirlenen toprak parametreleri

Uzun süreli (2006-2014) korumalı ve geleneksel işleme uygulamalarının agregatlara bağlı toplam karbon ve azota etkilerini belirlemek amacıyla 2014 yılı kasım ayında kışlık buğday ekimi gerçekleştirilmeden önce (2014 yılı ikinci ürün soya hasadı sonrasında) tüm parsellerde bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır.

Örnekler her parselin 3 farklı noktasından 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerinden alınmıştır. Alınan toprak örnek sayısı 108 adet olmakla birlikte bu alınan örnekler laboratuvar ortamında kuru elemeye tabi tutularak 4 farklı (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) agregat boyutlarına ayrılmış ve toplam 432 adet toprak örneği elde edilmiştir. Elde edilen agregat büyüklüklerinde toplam karbon ve azot, Elemental

Analiz Cihazı (Costech Ecs 4010 CHNSO Analyzer) kullanılarak kuru yakma yöntemine göre saptanmıştır.

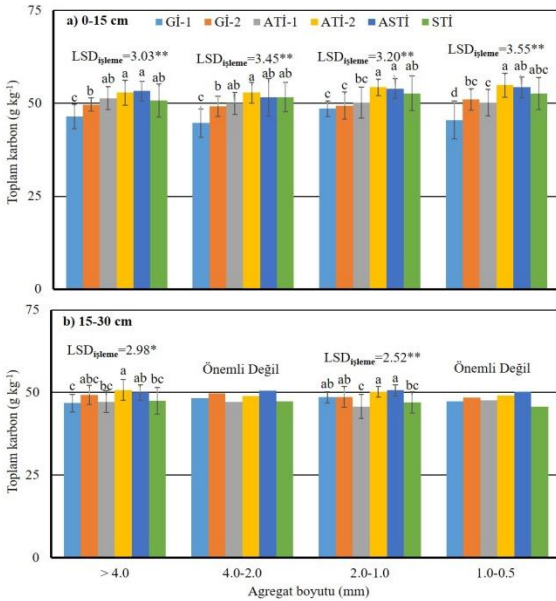
2.4. İstatistiki değerlendirme

Araştırma topraklarından elde edilen sonuçların istatistiki analizlerinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. İşlemler JMP bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Saptanan her toprak parametresinin parsellerdeki 0-15 ve 15-30 cm derinlikteki ortalamalar arası farklılıkları LSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprak işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı toplam karbona etkisi

İşleme uygulamalarının farklı büyüklükteki agregatlarda tutulan toplam karbon içerikleri üzerinde birbirinden farklı ve önemli düzeylerde etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). İşleme uygulamalarının yüzey topraklarında bütün agregat boyutlarındaki (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) toplam karbon üzerine etkileri % 1 düzeyinde önemli çıkarken (Şekil 1a) yüzey altı topraklarında ise sadece >4.0 mm ve 2.0-1.0 mm sırasıyla %5 ve %1 düzeylerinde önemli bulunmuştur (Şekil 1b).



Şekil 1. Farklı toprak işleme uygulamalarının agregatlara bağlı toplam karbona etkileri

Yüzey toprağının agregatlarında geleneksel işleme yöntemlerine (Gİ-1 ve Gİ-2) kıyasla korumalı işleme uygulamalarında (ATİ-1, ATİ-2, ASTİ ve STİ) daha yüksek toplam karbon belirlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak geleneksel işleme yöntemlerinde toprakların alt üst edilerek derin işlenmesi sonucu organik maddenin içerisinde ve aralarında korunduğu

agregatların tahrip olması (Havlin ve ark., 1990), bu agregatların bozulması ve toprakta artan sıcaklık ve havalanma ile organik maddenin ayrışmaya uğraması olduğu söylenebilir. Yapılan birçok çalışmada da bu araştırmada elde edilen bulguları destekler nitelikte olup, korumalı işleme yöntemlerinde geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla daha fazla toplam karbon bulunduğu rapor edilmiştir (Pinherio ve ark. 2004; Bhattacharyya ve ark. 2009; Jacobs ve ark., 2009; Huang ve ark., 2015; Kabiri ve ark., 2015).

0-15 cm derinlikte bütün uygulamalar ve bütün agregat boyutları dikkate alındığında korumalı işleme uygulamalarından biri olan ATİ-2 yöntemi agregatlarda en yüksek toplam karbon birikimini sağlamıştır (Şekil 1a). Bunun nedeni söz konusu bu işleme yönteminde kullanılan rototiller aletinin toprak üzerindeki etkisi olabilir. Zira ATİ-2 yönteminde hem birinci ürün hem de ikinci ürün yetiştiriciliğinde toprak işleme amacıyla rototiller aleti kullanılmaktadır. Bu aletin toprağı yüzeyel olarak (13-15 cm) işlemesi, toprağı kesmeden ve devirmeden olduğu yerde parçalaması ve bu esnada bitkisel artıkları da daha fazla parçalayarak toprağı karıştırmasından ötürü topraktaki toplam karbonu arttırdığına neden olduğu düşünülmektedir. Bu aletin toprağı derin işlememesi, toprağı devirmemesi ve alt-üst etmemesi nedeniyle topraktaki havalanmanın ve sıcaklığın düşük olmasına yol açtığı ve bu nedenle toprakta daha fazla karbon bağlamasına neden olduğu sanılmaktadır. Yapılan bir çok çalışmada pulluk ve ağır diskli tırmık gibi aletler ile toprağın derin ve kesilerek devrilmesi sonucunda toprakta artan havalanma ve sıcaklığa bağlı olarak mineralizasyonun hızlandığı ve bu nedenle topraktaki organik karbonun azaldığı belirtilmektedir (Nardi ve ark., 1996; Paustian ve ark., 1997; Resck ve ark., 1999; Islam ve Weil, 2000).

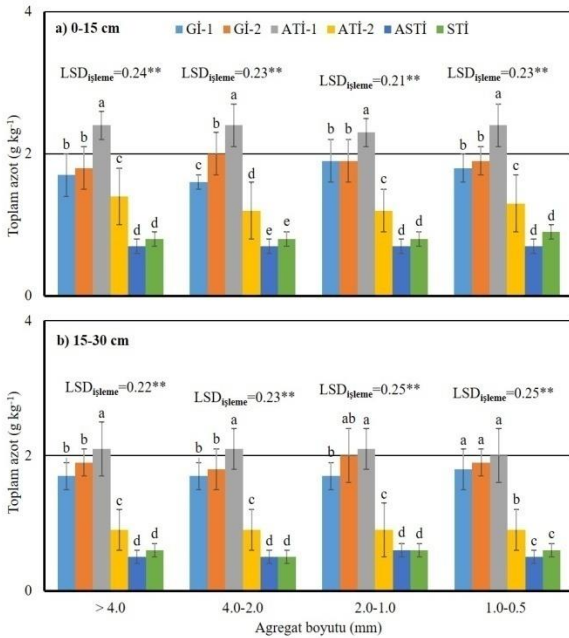
Yüzey toprağına kıyasla 15-30 cm derinlikte korumalı işleme altındaki agregatlarda tutulan toplam karbon değerleri azalış gösterirken geleneksel işleme altındaki agregatlarda tutulan toplam karbon değerleri nispeten artış göstermiştir (Şekil 1b). Diğer bir ifade ile derinlik artışı ile birlikte korumalı işleme uygulamaları altındaki agregatlarda daha düşük toplam karbon değerleri elde edilmiştir. Yapılan değişik bir çok araştırmada da derinlikteki artışla birlikte korumalı işleme yöntemleri altında farklı agregat büyüklüklerindeki toplam karbonun azaldığı rapor edilmiştir (Gal ve ark., 2007; Abid ve Lal, 2008; Andruschewitsch ve ark., 2013; Hou ve ark., 2013). Bu sonuç nispeten doğal ve beklenen bir durumdur. Zira geleneksel işleme uygulamalarında toprakların derin, parçalayıcı ve her bir yıl içerisinde 5-6 kez işlenmesi ile birlikte organik madde kaynağı olan toprak yüzeyindeki anızlar geleneksel işleme yöntemlerinde daha derinlere karıştırılmakta buna karşın korumalı işleme uygulamalarında hasat artıkları toprak yüzeyinde veya yüzey derinliğinde (0-15 cm) kalmakta ve bu nedenle korumalı işleme yöntemlerine kıyasla geleneksel işleme yöntemlerinde 15-30 cm derinlikte daha fazla toplam karbon artışı meydana gelmektedir (Heenan ve ark.,

2004; Gal ve ark., 2007).

Yapılan bir çok çalışmada, azaltılmış ve sıfır işleme (no-till) yöntemlerinin topraklarda karbon bağlanmasını arttırdığı kanıtlanmış bir gerçek olduğu (Campbell ve ark., 1995; Follet ve ark., 2005), ayrıca toprakta ve artık (residual) karbonu koruyan ve potansiyel olarak da bağlanan karbon miktarını arttıran işleme sitemleri başında korumalı işleme yöntemleri geldiği rapor edilmiştir (Lal ve ark., 1998; Lal ve ark., 1999).

3.2. Toprak işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı toplam azota etkisi

İşleme uygulamalarının farklı büyüklükteki agregatlarda tutulan toplam azot içerikleri üzerinde %1 düzeyinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil2). İşleme yöntemlerinin 0-15 cm derinlikte toplam azot içeriğine etkileri genel olarak bütün agregat boyutları (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) için istatistiksel olarak ATİ-1 > Gİ-2 ≥ Gİ-1 > ATİ-2 > STİ ≥ ASTİ şeklinde sıralanmıştır (Şekil 2a). Bütün agregat boyutlarında en yüksek toplam azot içeriği korumalı işleme yöntemlerinden biri olan ATİ-1 yönteminde elde edilirken en düşük toplam azot içeriği yine korumalı işleme yöntemlerinden olan STİ ve ASTİ yöntemlerinde elde edilmiştir (Şekil 2a).



Şekil 2. Farklı toprak işleme uygulamalarının agregatlara bağlı toplam azota etkileri

İşleme yöntemlerinin 0-15 cm derinlikteki agregatlarda tutulan toplam azot değerleri incelendiğinde, azaltılmış işleme uygulamalarından biri olan ATİ-1 yöntemi en iyi toplam azot birikimi sağladığı görülmektedir. Korumalı işleme uygulamalarının (ATİ-1, ATİ-2, ASTİ ve STİ) toprak işlemedeki işleme derinliği, sayısı ve yoğunlukları kendi aralarında kıyaslandığında, ATİ-1 yöntemi korumalı

işleme uygulamaları arasında toprağın en fazla ve en derin işlendiği yöntemdir. Korumalı işleme yöntemleri arasında toprağın hiç işlenmediği (STİ) ve bir yıl içerisinde sadece kışlık ekim için (buğday) toprağın bir kez işlendiği (ASTİ) yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark belirlenmemiş olup bu iki işleme yöntemi altında bütün agregat boyutlarında en düşük toplam azot değerleri saptanmıştır. Buradan anlaşılabileceği gibi korumalı işleme uygulamalarında toprak işleme derinliği ve yoğunluğu azaldıkça buna paralel olarak toprakta depolanan toplam azot içeriği de azalmıştır.

Geleneksel işleme yöntemleri ATİ-1 yöntemi dışındaki korumalı işleme yöntemlerine kıyasla bütün agregat boyutlarında daha yüksek toplam azot birikimi sağlamışlardır. Bazı araştırmacılara göre, diğer toprak işleme sistemleri ile karşılaştırıldığında sıfır işleme sistemi, daha fazla toplam azot birikimi sağlarken (Sisti ve ark., 2004; Steinbach ve Alvarez, 2006; Jacobs ve ark., 2009; Du ve ark., 2010), diğerleri farklı sonuçlar elde etmişlerdir (Alvarez ve ark., 1998; Costantini ve ark., 2006). Birbirinden farklı olan bu sonuçlar deneme koşullarındaki toprak ve iklim koşulları, geçmiş arazi yönetim uygulamaları, ürün rotasyon çeşitliliği, örneklem derinlikleri ve zamanı ve araştırmalarda çalışılan agregat boyut dağılımındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir (Alvarez ve ark., 2014).

İşleme uygulamaların 15-30 cm derinlikte farklı agregat büyüklüklerindeki toplam azot içeriğine olan etkileri yüzey toprağında (0-15 cm) elde edilen sonuçlarla önemli benzerlik göstermektedir. Buna göre bütün agregat boyutlarında olmak üzere en yüksek toplam azot değerleri azaltılmış işleme uygulamalarından biri olan ATİ-1 yönteminde elde edilmiştir (Şekil 2b). Ayrıca 15-30 cm derinlikte farklı büyüklükteki agregatlarda elde edilen toplam azot içerikleri geleneksel işleme yöntemleri altında elde edilen toplam azot değerlerinin 0-15 cm derinlikteki değerlere benzerlik gösterirken korumalı işleme yöntemleri altında elde edilen değerlerin derinlikteki artışla birlikte azaldığı anlaşılmaktadır (Şekil 2). Yapılan çalışmalarda da genel olarak derinlikteki artış ile birlikte toplam azot değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir (Heenan ve ark., 2004; Abid ve Lal, 2008; Hou ve ark., 2013).

Yüzey derinlik olan 0-15 cm derinlikteki toplam azot değerlerinde olduğu gibi 15-30 cm derinlikte de ATİ-1 hariç tutulursa geleneksel işleme yöntemlerine göre korumalı işleme uygulamaları altında daha düşük toplam azot değerleri elde edilmiştir (Şekil 2b). Hem 0-15 cm hem de 15-30 cm derinlikteki toplam azot değerleri bakımından geleneksel işleme uygulamaları olan Gİ-1 ile anızların yakıldığı Gİ-2 yöntemleri arasında bir fark bulunmamıştır. Ancak korumalı işleme uygulamaları olan ATİ-1, ATİ-2, ASTİ ve STİ yöntemleri birbiriyle kıyaslandığında bütün agregat boyutlarında geçerli olmak üzere 15-30 cm derinlikteki toplam azot birikimine etkileri ATİ-1>ATİ-2>ASTİ>STİ şeklinde bir sıralama elde edilmiştir (Şekil 2b). Bu sıralamadan da anlaşılabileceği gibi korumalı

işleme uygulamalarında bile toprak işlemenin yoğunluğu ve sayısı azaldıkça 15-30 cm derinlikteki toplam azot değerleri de azalmıştır (Şekil 2b). Zira toprakların hiç işlenmediği STİ yöntemi altında (sıfır işleme) en düşük toplam azot değerleri elde edilmiş olup bu yöntemden sonra ikinci sırada en düşük değerler, yıl içerisinde iki ürün yetiştiriciliğinde toprakların sadece kışlık ürün buğday ekim işleminde ağır diskl tırmığın bir kez kullanıldığı ASTİ yönteminde elde edilmiştir.

Diğer bir ifade ile bitkisel artıkların tamamen yüzeyde bırakılarak toprağa karıştırılmadığı (STİ) veya toprağın az işlendiği (ASTİ) yöntemlerde bütün agregat boyutlarında olmak üzere toprakta daha düşük toplam azot değerleri elde edilmiştir. Bu durumun nedeni yüzeyde kalan veya toprağa yeterince karıştırılmayan organik artıkların toplam azot değerlerinde azalmaya yol açan ana faktör olabileceği düşünülmektedir. Zira geleneksel işleme uygulamalarında bitkisel ürün artıkları veya bu artıkların yakılmasından arda kalan küllerin derin, parçalayıcı ve toprağı devirici aletlerle toprağın alt katmanlarına karıştırılması sonucunda bu uygulamalar altında daha yüksek toplam azot değerleri elde edilmiştir. Yüzeyde kalan bitki artıklarının pulluk gibi derin aletlerle toprağa karıştırılması durumunda yüzey altı katmanlardaki toplam karbon ve azotun artışına neden olduğu araştırmalarda vurgulanmıştır (Heenan ve ark., 2004; Gal ve ark., 2007).

İşleme yöntemlerinin topraktaki toplam azot içeriğine etkileri ile ilgili olarak yapılan çalışmaların bir çoğunda toplam karbon değerlerinin yüksek olduğu korumalı veya azaltılmış işleme konularındaki toplam karbon içeriğine paralel olarak yüksek toplam azot değerleri de elde edilmiştir (Sisti ve ark., 2004; Steinbach ve Alvarez, 2006; Kahlon ve ark., 2013; Xue ve ark., 2015). Agregat boyutlarındaki toplam azot ile doğrudan ilgili olmamakla birlikte geleneksel işleme uygulamalarına göre azaltılmış veya minimum işlemenin yapıldığı toprakların 15-30 cm derinliğinde daha yüksek toplam azot değerleri elde edildiği rapor etmişlerdir (Rasmussen ve ark., 1998; Torbert ve ark., 1998; Hao ve ark., 2001). Ancak araştırmamızda her iki derinlikteki (0-15 ve 15-30 cm) yüksek toplam karbon değerlerinin elde edildiği azaltılmış ve sıfır işleme yöntemleri altında özellikle de ATİ-2, ASTİ ve STİ uygulamalarında daha düşük toplam azot değerleri saptanmıştır. Bunun temel nedeni, topraktaki organik maddenin ayrışmasının henüz tamamlanmadığı ve/veya ayrışma hızının yavaş seyrettiğidir (Özbek ve ark., 1994; Six ve ark., 2000; Blume ve ark., 2010). Zira literatüre göre C/N oranı 20'den büyük ise topraktaki organik maddenin tamamen ayrışmadığı kabul edilmektedir (Özbek ve ark., 1994). İşleme konularına ait toplam karbon, azot ve araştırma alanı topraklarına ait yüksek CaCO_3 değerlerinden (Çelik ve ark., 2009) yararlanılarak yaklaşık değerlerle hesaplanan C/N değerlerine göre her iki derinlikte ve tüm agregat boyutlarında ATİ-2, ASTİ ve STİ konularında elde edilen C/N oranları 21 ile 40 arasında değişmektedir. Bu konulara ait yüksek C/N oranları toplam karbon

değerlerinin yüksek olduğu korumalı işleme uygulamalarında toplam azot değerlerinin düşük çıkmasının nedenini daha iyi anlaşılır kılmaktadır.

4. Sonuç

Elde edilen bu sonuçlar, Çukurova bölgesi gibi iklim bakımından avantajlı özelliklere sahip olan alanlarda bir yıl içerisinde iki ürün almak amacıyla, toprakların geleneksel işleme yöntemleri ile çok çeşitli ve parçalayıcı aletlerle 5-7 kez derin işlenmesi durumunda makro agregatlarda önemli bozulmalara yol açtığını ve bu agregatlarda tutulan toplam karbonu azalttığını göstermiştir. Buna karşın farklı büyüklükteki agregatlarda tutulan toplam azot değerleri ise ATİ-1 yöntemi dışındaki korumalı işleme yöntemlerine kıyasla geleneksel işleme yöntemleri altında daha yüksek bulunmuştur.

Atmosferik CO_2 ile karbon depolanması ve değişimi için en önemli karasal havuzlardan biri toprağın organik karbonu olduğu son yıllardaki çalışmalarla da kabul görmüş bir gerçektir. Bu nedenle topraktaki karbonu koruyan ve potansiyel olarak bağlanan karbon miktarını arttıran işleme sitemlerinin başında ise korumalı işleme yöntemleri gelmektedir. Tarımsal üretimde geleneksel işleme sistemleri yerine korumalı işleme sistemlerinin kullanılması durumunda, agregatlar içerisinde özellikle toplam karbon tutulmasında önemli gelişmeler sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca azaltılmış işleme yöntemlerinden biri olan ATİ-1 yönteminde her iki derinlikte (0-15 ve 15-30 cm) ve bütün agregat boyutlarındaki toplam azotun depolanmasında en yüksek değerler elde edilmiştir. Geleneksel işleme uygulamalarından biri olan Gİ-2 yönteminde hasat/anız artıklarının yakılması topraktaki agregatlara bağlı toplam karbon üzerinde olumsuz bir etkisi belirlenmemiş olup, bunun aksine anızların yakılmadığı işleme konusu olan Gİ-1'e göre her iki derinlikte özellikle >4.0 mm ve 4.0-2.0 mm agregatlarda daha yüksek toplam karbon içerdiği saptanmıştır. Ancak total azot bakımında bu iki işleme yöntemi arasında fark bulunmamıştır.

Azaltılmış işleme uygulamalarının agregatlara bağlı toplam karbon ve azot üzerine olumlu etkileri olmuştur. Bu nedenle organik madde içeriği düşük, strüktür gelişimi zayıf, erozyona karşı direnci az, CO_2 salınımının çok olduğu ve toprakların kalite göstergelerini oluşturan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri zayıf olan topraklarda geleneksel işleme yerine korumalı işleme sistemleri kullanılmalı veya sıfır işlemeye adapte edilmiş azaltılmış işleme sistemlerinin kullanımı önerilmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2015-4935 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu projeyi destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimine

ve ayrıca makalenin değerlendirilmesi aşamasında değerli görüş ve önerilerini belirten hakemlere teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abid, M., Lal, R., 2008. Tillage and drainage impact on soil quality I. Aggregate stability, carbon and nitrogen pools. *Soil and Tillage Research*, 100: 89–98.
- Alvarez, C., Alvarez, C.R., Costantini, A., Basanta, M., 2014. Carbon and nitrogen sequestration in soils under different management in the semi-arid Pampa (Argentina). *Soil and Tillage Research*, 142: 25–31.
- Alvarez, R., Russo, M.E., Prystupa, P., Scheiner, J.D., Blotta, L., 1998. Soil carbon pool under conventional and no-tillage systems in the Argentine Rolling Pampa. *Agronomy Journal*, 90: 138–143.
- Andruschkewitsch, R., Geisseler, D., Koch, H., Ludwig, B., 2013. Effects of tillage on contents of organic carbon, nitrogen, water stable aggregate and light fraction for four different long-term trials. *Geoderma*, 192: 368–377.
- Barbera, V., Poma, I., Gristina, L., Novara, A., Egli, M., 2012. Long-term cropping systems and tillage management effects on soil organic carbon stock and steady state level of C sequestration rates in a semiarid environment. *Land Degradation and Development*, 23: 82–91.
- Bhattacharyya, B., Prakash, V., Kundu, S., Srivastava, A.K., Gupta, H.S., 2009. Soil aggregation and organic matter in a sandy clay loam soil of the Indian Himalaya under different tillage and crop regimes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 132: 126–134.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2006. Tensile Strength of Aggregates. *Encyclopedia of Soil Science*, vol. 45–48. The Ohio State University, Columbus, OH, USA.
- Blume, H.P., Brümmer, G.W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.M., 2010. Scheffer/Schachtschabel. *Lehrbuch der Bodenkunde*.
- Campbell, C.A., McConkey, B.G., Zentner, R.P., Dyck, F.B., Selles, F., Curtin, D., 1995. Carbon sequestration in a Brown Chernozem as affected by tillage and rotation. *Canadian Journal of Soil Science* 75: 449–458.
- Cannell, R.Q., Hawes, J.D., 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil and Tillage Research*, 30: 245–282.
- Christensen, B.T., 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science*, 52: 345–353.
- Costantini, A., De-Polli, H., Galarza, C., Rossiello, R.P., Romaniuk, R., 2006. Total and mineralizable soil carbon as affected by tillage in the Argentinean Pampas. *Soil and Tillage Research*, 88: 274–278.
- Çelik, İ., Ortaş, İ., Bereketoğlu, Z., Gök, M., Sarıyev, A., Demirbaş, A., Akpınar, Ç., Tülün, Y., 2009. Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Toprak Kalitesi Parametrelerine ve Ürün Verimine Etkileri. TÜBİTAK-TOVAK, Araştırma projesi Sonuç Raporu.
- Dexter, A.R., 1988. Advances in characterization of soil structure. *Soil and Tillage Research*, 11: 199–238.
- Du, Z., Ren, T., Hu, C., 2010. Tillage and residue removal – effects on soil carbon and nitrogen storage in the North China Plain. *Soil Science Society of America Journal*, 74(1): 196–202.
- Follett, R.F., Castellanos, J.Z., Buenger, E.D., 2005. Carbon Dynamics and sequestration in an irrigated Vertisol in Central Mexico. *Soil and Tillage Research* 83: 148–158.
- Gal, A., Vyn, T.J., Micheli, E., Kladiyko, E.J., McFee, W.W., 2007. Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboard plowing over estimated with tilled-zone sampling depths. *Soil and Tillage Research*, 96: 42–51.
- Gülez, M., Şenol, S., 2002. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Deneme Alanının Detaylı Toprak Etüd ve Haritalaması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17: 103–110.
- Hao, X., Chang, C., Lindwall, C.W., 2001. Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. *Soil and Tillage Research*, 62: 167–169.
- Havlin, J.L., Kissel, D.E., Maddux, L.D., Claassen, M.M., Long, J.H., 1990. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 54: 448–452.
- Heenan, D.P., Chan, K.Y., Knight, P.G., 2004. Long-term impact of rotation, tillage and stubble management on the loss of soil organic carbon and nitrogen from a Chromic Luvisol. *Soil and Tillage Research*, 76: 59–68.
- Hou, X., Li, R., Jia, Z., Han, Q., 2013. Effect of Rotational Tillage on Soil Aggregates, Organic Carbon and Nitrogen in the Loess Plateau Area of China. *Pedosphere*, 23: 542–548.
- Huang, M., Liang, T., Wang, L., Zhou, C., 2015. Effects of no-tillage systems on soil physical properties and carbon sequestration under long-term wheat–maize double cropping system. *Catena*, 128: 195–202.
- Islam, K.R., Weil, R.R., 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79(1): 9–16.
- Jacobs, A., Rauber, R., Ludwig, B., 2009. Impact of reduced tillage on carbon and nitrogen storage of two Haplic Luvisols after 40 years. *Soil and Tillage Research*, 102: 158–164.
- Jiang, X., Wright, A.L., Wang, J., Li, Z., 2011. Long-term tillage effects on the distribution patterns of microbial biomass and activities within soil aggregates. *Catena*, 87: 276–280.
- Kabiri, V., Raiesi, F., Ghazavi, M.A., 2015. Six years of different tillage systems affect aggregate-associated SOM in a semi-arid loam soil from Central Iran. *Soil and Tillage Research*, 154: 114–125.
- Kahlon, M.S., Lal, R., Ann-Varughese, M., 2013. Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*, 126: 151–158.
- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A., Blum, W.E.H., 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil and Tillage Research*, 105: 192–199.
- Kushwaha, C.P., Tripathi, S.K., Singh, K.P., 2001. Soil organic matter and water stable aggregate under different tillage and residue conditions in a tropical dry land agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, 16: 229–241.
- Kutilek, M., 2004. Soil hydraulic properties as related to soil structure. *Soil and Tillage Research*, 79: 175–184.
- Lal, R., 1998. Methods for assessment of soil degradation. In: *Advances in Soil Science*. CRC press, Boca Raton, FL.
- Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Cole, C.V., 1998. The Potential of U.S. Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. *Ann Arbor Press, Chelsea, MI*, 128 pp.

- Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Cole, C.V., 1999. Management of U.S. crop land to sequester carbon in soil. *Journal of Soil and Water Conservation* 54: 374–381.
- Nardi, S., Cocheri, G., Dell'Agnola, G., 1996. Biological activity of humus. In: Piccolo, A. (Ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 361–406.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. Toprak Bilimi. P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brummer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann (Çeviri). Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitapları Yay. No: 16.
- Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79: 131–143.
- Paustian, K., Collins, H.P., Paul, E.A., 1997. Management controls on soil carbon. In: Paul, E.A., et al. (Eds.), *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems, Long term Experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 15–49.
- Pinheiro, E.F.M., Pereira, M.G., Anjos, L.H.C., 2004. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil and Tillage Research*, 77: 79–84.
- Rasmussen, P.E., Albrecht, S.L., Smiley, R.W., 1998. Soil C and N change under tillage and cropping systems in semi-arid Pacific Northwest agriculture. *Soil and Tillage Research*, 47: 197–205.
- Resck, D.V.S., Vasconcellos, C.A., Vilela, L., Macedo, M.C.M., 1999. Impact of conversion of Brazilian Cerradost crop land and pastureland on soil carbon pooland dynamics. In: Lal, R., Kimble, J.M., Stewart, B.A. (Eds.), *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*. Adv. Soil Sci. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 169–196.
- Sisti, C.P.J., Dos Santos, H.P., Kohmann, R., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M., 2004. Changes in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 76: 39–58.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil Macro aggregate Turnover and Microaggregate Formation: A Mechanism for C Sequestration under No-Tillage Agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(14): 2099–2103.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd edition. Agriculture Handbook, vol. 435. USDA, NRCS., US Government Printing Office, Washington DC.
- Steinbach, H.S., Alvarez, R., 2006. Changes in soil organic carbon contents and nitrous oxide emissions after introduction of no-till in Pampean agroecosystems. *Journal of Environmental Quality*, 35: 3–13.
- Torbert, H.A., Potter, K.N., Morrison Jr, J.E., 1998. Tillage intensity and crop residue effects on nitrogen and carbon cycling in a Vertisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29(5-6): 717–727.
- Xue, J., Pu, C., Liu, S., Chen, Z., Chen, F., Xiao, X., Lal, R., Zhang, H., 2015. Effects of tillage systems on soil organic carbon and total nitrogen in a double paddy cropping system in Southern China. *Soil and Tillage Research*, 153: 161–168.

Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.293642



Water use efficiency, yield, and nutritive value of maize and sorghum cultivars irrigated in a shallow soil

Ferat Uzun^{a*}, Ali Vaiz Garipoğlu^b, Nuh Ocak^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü

*Corresponding author: fuzun@omu.edu.tr

Geliş/Received 27/02/2017

Kabul/Accepted 15/05/2017

ABSTRACT

To investigate the changes in irrigation water use efficiency (IWUE) and some agronomic and nutritional characteristics of forage maize and sorghum cultivars (cvs) irrigated in a shallow soil, two maize and seven sorghum cvs were evaluated in rain-fed (NIR) and irrigated (IR) field conditions for a 3-year period. The experimental design was a randomized complete block in a split-plot arrangement. The irrigation increased plant height of forages whereas decreased metabolizable energy and relative feed values. There was an advantage for sorghum cvs over maize cvs regarding to agronomic and nutritional traits in a shallow soil, irrespective of irrigation. The IR-cvs had higher yield and nutritional quality compared to the NIR-cvs. The IWUE values of Jumbo, Grazer, Hayday, El Rey and Gözde cvs were higher than those of other sorghum cvs. The studied cvs, except for El Rey (the highest) and Rox (the lowest) had similar IWUE values. The plant heights and dry matter (DM), digestible DM (DDM) and crude protein (CP) yields of sorghum cvs were greater than those of maize cvs, except for Rox and Early Sumac. When cvs classes were compared for the yields of DM, DDM and CP, the classes ranked in the following order: Rx-893 = Karadeniz Yıldızı = Rox = Early Sumac ≤ Gözde = Grazer = Hayday = Jumbo = El Rey.

Keywords:

Chemical composition
Feed value
Forage
Plant morphology
Water stress

Sığ toprakta sulamadan etkilenen mısır ve sorgum çeşitlerinin su kullanım etkinliği, verimi ve besin değeri

ÖZET

Sığ toprakta, sulanan yemlik mısır ve sorgum çeşitlerinin sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE) ve bazı tarımsal ve besin değeri özellikleri için; iki mısır ve yedi sorgum çeşidi, doğal yağış alan (YA) ve doğal yağış artı sulama yapılan (SU) tarla koşullarında 3 yıllık bir sürede değerlendirilmiştir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Sulama, yem bitkilerinin bitki yüksekliğini artırırken, metabolik enerji ve nispi yem değerlerini düşürmüştür. Sulamadan bağımsız olarak, sığ toprakta agronomik ve besleme özellikleri bakımından sorgum çeşitleri mısır çeşitlerinden daha avantajlı bulunmuştur. Sulanan yemlik çeşitler, sulanmayan çeşitlere göre daha yüksek verim ve besleme kalitesine sahip olmuşlardır. Jumbo, Grazer, Hayday, El Rey ve Gözde çeşitlerinin SSKE değerleri diğer sorgum çeşitlerinden daha yüksek bulunmuştur. El Rey (en yüksek) ve Rox (en düşük) hariç, diğer tüm çeşitlerin SSKE değerleri benzer bulunmuştur. Rox ve Early Sumak hariç, sorgum çeşitlerinin bitki yükseklikleri ve kuru madde (KM), sindirilebilir KM (SKM) ve ham protein (HP) verimleri, mısır çeşitlerinden daha yüksek olmuştur. KM, SKM ve HP bakımından çeşitler karşılaştırıldığında sıralama şu şekilde olmuştur: Rx-893 = Karadeniz Yıldızı = Rox = Early Sumak ≤ Gözde = Grazer = Hayday = Jumbo = El Rey.

Anahtar Sözcükler:

Besleme değeri
Bitki morfolojisi
Kimyasal kompozisyon
Su stresi
Yem bitkisi

© OMU ANAJAS 2017

1. Introduction

In the Mediterranean region, including Turkey, the main factor restricting productivity of summer forage crops are high temperatures, inadequacy of precipitation and irrigation possibilities during summer period (Carmi

et al., 2006). Therefore, maize and sorghum forage producers need new hybrids or cultivars with high quality that require less water (Kiziloglu et al., 2009; Jahansouz et al., 2014). Cultivar choice is one of the most important management decisions for forage production and animal operations. In this perspective, sorghum is an important forage (Bean et al., 2013) and

staple food crop (Badigannavar et al., 2016) in many regions of the world, because this forage has higher water use efficiency (WUE) and production capacity, and also, is more tolerant to drought, high temperatures, diseases, pests, unfavorable soil conditions (Farré and Faci, 2006; Jahansouz et al., 2014). However, there are contrasting results with respect irrigation WUE (IWUE) of sorghum cultivars (cvs) under irrigated conditions compared to that under rain-fed conditions (Garofalo and Rinaldi, 2013)

The need for irrigation may differ in fields with different soil characteristics such as deep and shallow, since water storage in soil or soil moisture varies depending on physical and chemical properties of field soil (Cichota et al., 2016). Previous studies (Farré and Faci, 2006; Kiziloglu et al., 2009; Islam and Horadagoda, 2012; Jahansouz et al., 2014; Xin et al., 2015) have highlighted responses of the maize and sorghum plants in terms of agronomic and physiological traits such as biomass, water extraction and canopy dynamics under non-irrigated (NIR)- and irrigated (IR)-field conditions. These studies have focused on crude protein (CP), digestible dry matter (DDM), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and some mineral contents as well as dry matter yield (DMY), plant height and numbers of leaf and tiller at normal soil condition. Agronomic and nutritional characteristics as well as IWUE of maize and sorghum cvs may change in response to irrigation management, especially in shallow soils with limited moisture

retention capacity.

There has been insufficient information on some maize and sorghum cvs regarding to IWUE, agronomic and nutritional traits under rain-fed and irrigated conditions in a shallow soil. Therefore, the objective of this study was to evaluate some agronomic (plant height, the number of leaf and tiller, and DMY) and nutritional (DDM, CP, NDF, ADF and mineral content) responses to irrigation in two maize and seven sorghum cvs and to determine the IWUE of irrigated-cvs for a 3-year period, and thus, to select the water-efficient maize and sorghum cvs in the shallow soil (<30 cm).

2. Material and Methods

This study was conducted at the Experimental Field of the Agricultural Faculty, Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey located in the northern part of Turkey (41°21' N, 36°15' E, elevation 140 m a.s.l.) in a period of three years. The climate of experimental field represents a range of Mediterranean climates that differ only in regards to the extent of summer drought. Long-term (from 1950 to 2015) mean annual precipitation and temperature were 706.3 kg m² and 14.5 °C, respectively. Some weather data such as temperature, humidity, wind speed and sunshine during the growing seasons (May to September) of each experimental year are presented in Table 1. This trial was conducted in soil conditions (shallow soil) with about 20 cm profile depth (Table 2).

Table 1. Some weather data such as temperature (T), relative humidity (RH), wind speed and sunshine during the growing

	Year	May	June	July	August	September
Daily T _{max} (°C)	1st	26.3	27.2	29.7	31.2	28.6
	2nd	26.6	29.1	30.3	32.4	30.2
	3rd	29.4	33.8	29.7	30.3	29.6
Daily T _{min} (°C)	1st	7.5	10.0	16.3	17.5	13.7
	2nd	5.6	14.0	16.4	18.2	14.0
	3rd	7.8	15.0	16.4	18.5	13.6
Daily RH _{max} (%)	1st	96.0	96.0	95.0	94.0	95.0
	2nd	96.0	95.0	90.0	96.0	96.0
	3rd	96.0	95.0	94.0	95.0	96.0
Daily RH _{min} (%)	1st	47.0	48.0	50.0	54.0	51.0
	2nd	55.0	52.0	48.0	41.0	44.0
	3rd	55.0	41.0	48.0	43.0	44.0
Precipitation (mm month ⁻¹)	1st	34.7	51.1	5.9	114.2	69.7
	2nd	69.0	36.3	9.0	0.0	66.2
	3rd	67.0	38.0	31.4	111.8	28.7
ET ₀ (mm d ⁻¹)	1st	2.1	4.1	4.2	4.7	3.2
	2nd	2.4	4.4	5.0	5.3	3.1
	3rd	3.1	4.7	4.7	4.4	3.2
Wind speed (m s ⁻¹)	1st	1.6	2.0	2.0	2.3	2.0
	2nd	1.3	2.0	2.5	2.3	1.9
	3rd	1.5	1.9	2.1	1.7	1.9
Daily sunshine (h)	1st	6.4	9.7	9.7	9.7	7.2
	2nd	5.6	8.7	9.0	9.5	7.2
	3rd	8.1	10.1	10.5	9.4	7.3

Table 2. Some physical and chemical properties of the experimental field soil and irrigation water

Properties	Field soil	Properties	Irrigation water
Effective soil depth (cm)	20	Quality	C ₂ S ₁
Texture	Clay	pH	7.55
Field capacity (P _w)	45.0	SAR	0.41
Wilting point (P _w)	24.0	EC (dS m ⁻¹)	0.29
Bulk density (g cm ⁻³)	1.24		
pH (1:2.5 s w ⁻¹)	6.25		
Electrical conductivity (EC, dS m ⁻¹)	2.25		
Organic matter (mg kg ⁻¹)	2.30		
Extractable P (mg kg ⁻¹)	1.22		
Exchangeable K (mg kg ⁻¹)	109.2		

In this study, composite maize cvs (Rx-893 and Karadeniz Yildizi) and sorghum cvs (Rox and Early Sumac), sudangrass (Gozde), sorghum × sudangrass hybrids (Jumbo, Grazer, Hayday and El Rey) were evaluated in two water treatments (non-irrigated or rain-fed, NIR and irrigated, IR) for three consecutive years (2006, 2007 and 2008). In each year, the experimental design was a randomized complete block in a split-plot arrangement. Water treatment (NIR and IR) was assigned to the main plots. Each plot was 5 × 39.5 m with a distance of 4 m between each plot. Each sub-plot was 5 × 3.5 m with a distance of 1 m between each sub-plot and had five rows with a distance of 70 cm between rows. The plots assigned to water treatments were not changed throughout the experiment. Sub-plots were randomly allocated to nine forage cvs.

Experimental field was tilled to a depth of 15 cm and then seed bed was prepared by raking. Furrows were made in the soil with a hoe and then seeds were sown manually in to a 4-5 cm depth of the soil in May of each year. Sorghum and maize cvs were sown at a density of 25 and 10 seeds per m² (Adelana and Milbourn, 2009). Nitrogen (Calcium ammonium nitrate, 180 kg ha⁻¹) and phosphorus (diammonium phosphate, 100 kg ha⁻¹) fertilizer were based on soil analysis. All of the P and half of the N were applied manually during sowing. The experimental area was hoed during 4-5 leaf growth stage. The other half part of N was applied when the plants reached to a height of 40 cm and the experimental area was hoed again.

The experiment was started with the soil moisture content of all plots at field capacity. To estimate irrigation timing, the plant observation method was used, which is normally used by farmers in the field. As known, this method is based on observing changes in plant characteristics, such as changes in colour of the plants, curling of the leaves and ultimately plant wilting. Therefore, when a few leaves have turned yellow and are rolled but the majority of leaves are still green and relatively turgid (Zhang et al., 2011), irrigation was implemented. In the IR treatment, water was applied to a leveled basin and provided directly from the field channel into the basin through bundbreaks. Soil samples were collected before and two days after each irrigation from two layers (0-10 and 10-20 cm) to determine soil

moisture content and field capacity, as described previously (Carmi et al., 2006). In the study, the topsoil, the slope of land, soil types and available stream size were shallow, gentle (flood plain < 0.3%), clay and 15 l sec⁻¹, respectively. Therefore, the width and length of basins were calculated as approximately 15 m and 17.5 m in order not to expose the infertile subsoil, to be irrigated efficiently and to avoid a water movement belowground from the basins of IR-field once basins are irrigated. Thus, the dimensions of basins were equated to those of sub-plots to ensure the amount of irrigation water supplied (Table 3) and to obtain good water distribution. If rainfall was sufficient to fill the soil profile or the basins to field capacity, irrigation was not applied. Therefore, irrigation interval was irregular in the study.

All cultivars, except for Jumbo were harvested when they reached milk dough stage (during 15 to 22 September). Jumbo, late maturing cultivar was harvested prior to clustering stage. All cultivars re-grown after harvest were harvested second time in the end of October.

At the first harvest, the plant height, leaf and tiller numbers (Kim et al., 2010a,b) per plant were measured and counted. The rest of the parcel discarded the edge effect was completely harvested and weighed. Thus, measurements and observations were made in parcels of 8.4 m². Initially, 2 kg of fresh plant tissue from each parcel was separated. Bulk sample was mixed thoroughly and only 0.5 kg was finally dried at 60 °C for 72 h to determine the dry matter (DM) content. Samples were then finely ground and used for chemical analysis at the Analytical Laboratory of Departments of Field Crops (Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University). The contents of acid detergent fibre (ADF), neutral detergent fibre (NDF), crude protein (CP) and some minerals (Ca, P, Mg and K) contents of all cultivars were determined by using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). The near-infrared spectra were collected with a monochromator (FOSS NIR Systems 6500, Silver Spring, MD, USA), by scanning the 400-2500 nm spectral range. All spectra and reference data were recorded and managed with the WINISI version 1.6 software (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA). The IWUE of forages was

calculated using the following equations (Howell, 2011); IWUE (kg m^{-3}) = (irrigated forage yield–non-irrigated forage yield)/irrigation water amount.

As described previously (Moore and Undersander, 2002), DDM and DM intake (DMI) was calculated from percentage of ADF and NDF values using the following equations; $\text{DDM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$ and $\text{DMI (\% of body weight, BW)} = 120 / (\% \text{ NDF})$. Metabolizable energy (ME) was estimated using the following equation; $\text{ME (MJ kg}^{-1} \text{ DM)} = 0.17\% \text{ DDM} - 2.0$. Relative feed value (RFV) was estimated from DDM and DMI using the following equation; $\text{RFV (g kg}^{-1} \text{ DM)} = (\text{DDM} \times \text{DMI}) / 1.29$. The tetany ratio is calculated on an equivalent weight basis using a so-called tetany ratio $[\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})]$.

An ANOVA technique for split-plot design was performed using the GLM MULT procedure of SPSS 21.0. However, one way ANOVA (Compare Means procedure of SPSS) was conducted to evaluate the effects of the forage cultivar on the IWUE. The assumption of homogeneity of variance was tested using Levene's Test of equality of variances, which is produced in SPSS. Thus, all data were pooled across three years, because error variance was homogeneous. Results are presented as a mean of the three experimental years and a pooled standard error of the mean (SEM). Tukey's range test at a significance level of $P < 0.05$ was applied for mean separation when the F-test was significant.

Table 3. Number (no) of irrigation and amount of irrigation water for maize and sorghum cultivars during the growing periods of three consecutive years

Trait	Years		
	2006	2007	2008
No of irrigation	10	14	12
Amount of irrigation water (mm)			
For maize	390.3	545.7	468.1
For sorghum	304.8	442.7	312.2
Water saving (%)	22.0	18.9	33.3

3. Results and Discussion

The IR treatment increased the plant height, the total DM (14132 vs. 7915 kg h^{-1}), DDM (8957 vs. 5843 kg h^{-1}) and CP (1184.7 vs. 766.6 kg h^{-1}) yields and the ADF (396.98 vs. $379.40 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) content, whereas it decreased the tiller number, RFV (82.56 vs. 85.70) and the DDM (579.76 vs. $593.45 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$), ME (8.09 vs. $7.86 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) contents (Table 4 and Table 5) compared to the NIR treatment. The sorghum cvs in the IR-field had lower ($P < 0.05$) DMY at second harvest compared to those in the NIR-field. The IR treatment decreased Mg content (1.89 vs. $2.13 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$), but increased K content (11.46 vs. $10.48 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) of crops in soil.

The total DMY of Rx-893 (7639 kg/h) was lower ($P < 0.05$) than those of all sorghum cvs (to 11425 kg h^{-1}), whereas those of Karadeniz Yildizi (8511 kg h^{-1}) was similar to those of Rox and Early Sumac (11425 and 11535 kg h^{-1}). El Rey, Jumbo, Hayday, Grazer, and Gözde (16030 , 15914 , 14881 , 14714 , and 14323 kg h^{-1}) had a similar total DMY, but those of Rox and Early Sumac were lower ($P < 0.05$) than those of other sorghum cvs (Table 6). Table 6 shows that Jumbo and Grazer had higher ADF and NDF values and lower DDM, DMI, ME and RFV compared to the other sorghum cvs ($P < 0.05$). In general, Rx-893, Karadeniz Yildizi, Rox and Early Sumac had higher values in terms of DMI and ME contents compared to other cvs ($P < 0.05$). Jumbo and Gözde had the highest ADF values whereas Rx-893, Karadeniz Yildizi, Rox and Early Sumac had the lowest values ($P < 0.05$). The NDF values of sorghum cvs were higher ($P < 0.05$) than those of maize cvs. Jumbo, El Rey and Gözde had the lowest CP and Ca contents compared to maize and other sorghum cvs ($P < 0.05$). The P contents of Grazer and Gözde were lower ($P < 0.05$) than those of Rx-893, Karadeniz Yildizi and Jumbo cvs. The K contents of Jumbo and Hayday were higher than those of Rx-893 and Rox. In terms of the Mg content and $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$ ratio, Jumbo, El Rey and Gözde had lower and higher values ($P < 0.05$), respectively compared to Rx-893, Karadeniz Yildizi and Rox (Table 7).

Although sorghum cvs resulted in an average 24.7% saving (Table 3) in irrigation water compared maize cvs, the studied cvs, except for El Rey and Rox had similar IWUE values (Table 8). The IWUE for El Rey (2.65 kg m^{-3}) was higher ($P < 0.05$) than those for other cvs (0.71 to 1.68 kg m^{-3}). The IWUE values of Jumbo (1.68 kg m^{-3}), Karadeniz Yildizi (1.57 kg m^{-3}), Gözde (1.58 kg m^{-3}), and Hayday (1.54 kg m^{-3}) were higher ($P < 0.05$) than those of Rox (0.71 kg m^{-3}).

When the interaction effects of factors on any of the studied parameters were significant (Table 4), these are presented in Table 5. Table 4 and Table 5 show that a water treatment $\times$ forage cultivar interaction was observed for the yields of total DM ($P = 0.050$), DDM ($P < 0.046$), and CP ($P < 0.001$). Similarly, an effect of interaction was observed for the Ca/P ratio ($P < 0.024$) and the contents of CP ($P < 0.017$), Ca ($P < 0.046$) and K ($P < 0.012$). The rain-fed Jumbo, El Rey and Rx-893 had higher, similar and lower in terms of the total DM, DDM, and CP yields compared to IR-treated counterparts, respectively.

The results of the present study indicate that while yields of studied forages were related to irrigation and cvs, the nutritional quality were related only to cvs, and there was an advantage for sorghum cvs over maize cvs regarding to agronomic and nutritional traits in a shallow soil, irrespective of irrigation. In addition, Grazer, Hayday, Jumbo and El Rey cvs might have an advantage over the other sorghum cvs.

Table 4. Level of significance (P-values) and standard error of the mean (SEM) for water treatment (WT) and forage cultivar (FC) effects on some agronomic and nutritional traits of forage maize and sorghum cultivars as influenced by irrigation in a shallow soil

Item ¹	WT	FC	WT × FC	SEM
Agronomic traits				
Yield (kg ha⁻¹) of				
Total dry matter (DM)	<0.001	<0.001	0.050	250.0
DM at second harvest	<0.001	0.492	0.196	5.180
Digestible DM (DDM)	<0.001	<0.001	0.046	140.5
Crude protein (CP)	<0.001	<0.001	<0.001	21.15
Plant height (cm)	<0.001	<0.001	0.966	3.595
Number of				
Leaves per plant	0.233	<0.001	0.859	0.117
Tiller per plant	0.002	<0.001	0.205	0.076
Nutritional traits				
DDM (g kg ⁻¹ DM)	0.001	<0.001	0.255	2.049
Dry matter intake (DMI, % of BW)	0.238	<0.001	0.991	0.011
Metabolizable energy (ME, MJ kg ⁻¹ DM)	0.001	<0.001	0.255	0.035
Relative feed value (RFV)	0.046	<0.001	0.885	0.781
Acid detergent fiber (ADF, g kg ⁻¹ DM)	0.001	<0.001	0.255	2.631
Neutral detergent fiber (NDF, g kg ⁻¹ DM)	0.261	<0.001	0.964	3.716
CP (g kg ⁻¹ DM)	0.815	<0.001	0.017	1.153
Ca (g kg ⁻¹ DM)	0.538	0.009	0.046	0.117
P (g kg ⁻¹ DM)	0.100	<0.001	0.058	0.025
K (g kg ⁻¹ DM)	0.052	<0.001	0.012	0.260
Mg (g kg ⁻¹ DM)	0.016	<0.001	0.157	0.049
Ca/P	0.199	0.414	0.024	0.065
K/(Ca+Mg)	0.267	<0.001	0.064	0.030

¹Data are averages observed for the three experimental years (2006, 2007 and 2008)

The results on the IWUE values were in unison with the previous studies on sorghum (Farré and Faci, 2006) and maize (Carmi et al., 2006; Ors et al., 2015). These results indicate that the irrigation may be needed and is generally quite beneficial on soils with low available water capacity (Farré and Faci, 2006; Cichota et al., 2016). Enciso et al. (2015), reported that a dry-land treatment resulted in higher average WUE than water limiting and full irrigation treatments. Under the weather conditions of the present study (Table 1), the yield of all sorghum cvs responded positively to irrigation. However, IWUE of the sorghum cvs, except for El Rey was similar those of maize cvs. Therefore, sorghum did not have advantage of irrigation, as reported by Jahansouz et al. (2014) and Afshar et al. (2014) in a well-watered environment. Afshar et al. (2014), noted that irrigation increased grain yield of some sorghum cvs (Kimia and Speedeh), while improving their IWUE. Inconclusive outcomes among the previously published studies and the present study results may be due to the fact that the studies differed not only in the sorghum and maize cvs used (Afshar et al., 2014; Jahansouz et al., 2014), but also in the environmental and soil conditions as well as different in the calculation method of IWUE, the water uptake pattern of both forage cvs and the irrigation system (Carmi et al., 2006; Garofalo and Rinaldi, 2013; Jahansouz et al., 2014; Ors et al., 2015; Cichota et al.,

2016). Indeed, some sorghum cvs such as Jumbo, Grazer, Hayday and Gözde did not take advantage of irrigation because there were not different among these cvs. Our results are in agreement with previous studies (Farré and Faci, 2006; Kiziloglu et al., 2009; Jahansouz et al., 2014) which reported that IWUE was higher in sorghum than in maize under rain-fed field conditions.

In the present study, for each two forage species, the DMV under irrigation was greater than rain-fed conditions, as reported in previous studies (Carmi et al., 2006; Enciso et al., 2015). The decreases in the plant height and total DMV under dry land conditions may be resulted from soil depth (Rostamza et al., 2013). The DMV of sorghum cvs at second harvest may be related to the well-developed root system of rain-fed cvs during drought stress (Afshar et al., 2014; Rostamza et al., 2011). Our results are disagreement with previous studies (Kiziloglu et al., 2009; Jahansouz et al., 2014) indicating that deficit irrigation led to a rise in ADF, and caused significant reductions in digestibility and RFV in maize and sorghum cvs. Forages with low ADF and NDF had higher DDM and DMI values, which result in higher ME and RFV (Kiziloglu et al., 2009), because the levels of ADF and NDF negatively affect the digestibility and intake of forages. Therefore, the IR treatment may be reduced the DDM, ME and RFV of crops due to increase in the ADF contents. An increase in the studied traits of IR-treated both plant cvs

compared to that of NIR-counterparts indicate that the erratic rainfall patterns may not meet water needs of these plants in the condition of the present study. Indeed, when the storage capacity of the soil is limited or the water flow rate is high, nutrients will be transported faster down the profile, limiting the opportunity for plant uptake (Cichota, 2016).

Tiller appearance was highly synchronized with main shoot leaf appearance, with a consistent hierarchy for tillering across environments (Kim et al., 2010b). A significant yield advantage of high-tillering types indicate in high-yielding seasons when water was plentiful, whereas such types incurred a significant disadvantage in water-limited circumstances (Kim et al 2010a,b) as in the present study. This may explain why the tiller numbers per plant decreased whereas the yields of DM, DDM and CP increased in the IR-treated sorghum cvs compared to the NIR-treated sorghum cvs. A reduction in leaf number per plant is one of the first impacts of drought stress on plants (Rostamza et al., 2011). However, the result that the effect of water treatment was not reflected on leaf number of studied crops is in accordance with the results reported by Carmi et al (2006). The results on the leaf and tiller numbers are in accordance with the previous results indicating there is a wide range in tiller number depending on genotype and growing conditions (Kim et al., 2010a,b).

The CP contents of crops is conflict with results of previous studies noting that reduced irrigation led to a decrease (Yosef et al., 2009) or an increase (Jahansouz et al., 2014) in the CP content of forages. Indeed, our data did not indicate any effect of irrigation on CP content, as reported for maize (Islam et al., 2012). The results on the CP content may be related to the fact that the water-stressed plants had similar or higher nitrogen content compared with IR-treated plants (Grzesiak, 2001). Increasing of insoluble fibres in water-stressed plants is one of the physiological responses of plants to prevent moisture loss (Kiziloglu et al., 2009; Jahansouz et al., 2014). Based on these information and our results on leaf number and ADF, NDF and CP contents, either the stress due to the lack of irrigation in the present study has no enough adverse effect on ADF and NDF contents or it was not such a level that would cause an effect on these variables.

Interaction effects observed on yields of DM, DDM and CP may be resulted in genetic makeup of both maize and sorghum cvs, because there is genotypic variation between maize cross hybrids in response to drought stress (Farré and Faci, 2006; Payero et al., 2006; Xin et al., 2015). These researchers reported that irrigation and maize variety had interaction effects on agronomic, chemical, nutritional, and structural features, as found in the present study. The well-watered field conditions led to almost 2.6 and 1.9 times increase in the DMY of Karadeniz Yildizi and El Rey compared to the drought stress. These results support the ideas that maize produces the maximum yield as compared to

sorghum when rainfall is applied in excess quantity and soil is fertile enough (Muchow, 1989), that there are higher yield and vegetative growth in sorghum than in maize under water stress (Jahansouz et al., 2014), and that both maize and sorghum cvs are widely grown under rain-fed conditions (Farré and Faci, 2006).

The maize cvs had lower yields compared to sorghum cvs, except for Rox and Early Sumac in the well-watered field condition. This result may be related to the fact that soil is not fertile enough due to shallow. However, not only relative yields but also prices and labour costs should be taken into consideration in comparison of maize with sorghum. On the other hand, the Karadeniz Yildizi and Gözde cvs breed in Turkey were found to be comparable to other maize and sorghum cvs in the present and previous studies (Payero et al., 2006; Jahansouz et al., 2014; Xin et al., 2015). The fact that used sorghum cvs had similar or better feed value as maize indicate that the forage sorghum cvs had very high yield and in rain-fed fields with the shallow soil as in the present study can out yield maize.

Table 5. The effect of water treatment (non-irrigated, NIR and irrigated, IR) on some agronomic and nutritional traits of forage maize and sorghum cultivars in a shallow soil, irrespective of cultivars

Item ¹	NIR	IR
Agronomic traits		
Yield (kg ha ⁻¹) of		
Total DM	7915b	14132a
DM at second harvest	274.5a	142.7b
DDM	5843.0b	8957a
CP	766.6b	1184.7a
Plant height (cm)	200.52b	275.52a
Number of		
Leaves per plant	11.74	12.03
Tiller per plant	2.28a	1.75b
Nutritional traits		
DDM (g kg ⁻¹ DM)	593.45a	579.76b
DMI (% of BW)	1.85	1.83
ME (MJ kg ⁻¹ DM)	8.09a	7.86b
RFV	85.70a	82.56b
ADF (g kg ⁻¹ DM)	379.40b	396.98a
NDF(g kg ⁻¹ DM)	653.03	661.42
CP (g kg ⁻¹ DM)	78.47b	79.00a
Ca (g kg ⁻¹ DM)	5.52b	5.67a
P (g kg ⁻¹ DM)	2.53	2.45
K (g kg ⁻¹ DM)	10.48b	11.46a
Mg (g kg ⁻¹ DM)	2.13a	1.89b
Ca/P	2.25a	2.41b
K/(Ca+Mg)	0.59	0.67

¹Data are averages observed for three experimental years (see Table 4 for statistical analysis, the abbreviation and SEM of each item); a,b Means with different letters in the same row are different ($P < 0.05$).

Table 6. The effect of cultivars on some agronomic and nutritional traits of forage maize and sorghum cultivars in a shallow soil, irrespective of water treatment

Item ¹	Maize cultivars		Sorghum cultivars						
	Rx-893	K. Yildizi	Jumbo	Grazer	Hayday	El Rey	Gözde	Rox	E. Sumac
Agronomic traits									
Yield (kg ha ⁻¹) of									
Total DM	7639d	8511cd	15914a	14714ab	14881a	16030a	14323ab	11425bc	11535bc
DM at 2 nd harvest				206.8	225.1	212.2	190.6	201.3	215.6
DDM	4611c	5195c	8621a	8402a	8556a	9222a	8090ab	6921b	6984b
CP	679.7bc	779.3c	1059.2a	1119.4a	1163.3a	1124.9a	984.6ab	919.9abc	950.3abc
Plant height (cm)	191.2cd	197.3cd	330.7a	255.7b	266.7b	241.3bc	276.0b	194.3cd	189.0c
Number of									
Leaves per plant	13.7a	11.5bcd	10.9cd	11.7bcd	10.3d	12.1abc	11.4bcd	12.7ab	12.7ab
Tiller per plant				2.5ab	3.1a	2.6ab	1.8bc	1.3c	1.9bc
Nutritional traits									
DDM (g/kg DM)	614.38a	616.87a	539.87d	574.92c	576.40c	578.99bc	565.40cd	606.66a	605.93ab
DMI (% of BW)	2.03a	1.96a	1.71c	1.77bc	1.78bc	1.79bc	1.72c	1.91ab	1.90ab
ME (MJ kg ⁻¹ DM)	8.44a	8.49a	7.18d	7.77c	7.80c	7.84bc	7.61cd	8.31ab	8.30ab
RFV	97.25b	93.92b	71.73c	78.95c	79.74bc	80.44bc	75.47c	90.13ab	89.52ab
ADF (g kg ⁻¹ DM)	352.53d	349.33d	448.18a	403.18b	401.27b	397.96bc	415.40ab	362.44d	363.38cd
NDF (g kg ⁻¹ DM)	599.39d	614.03d	706.54a	679.83ab	679.35ab	675.01ab	701.25a	628.17bc	631.44bcd
CP (g kg ⁻¹ DM)	90.15a	91.24a	70.34b	77.37ab	76.81ab	71.01b	68.39b	81.33ab	81.97ab
Ca (g kg ⁻¹ DM)	6.16a	6.23a	5.02b	5.70ab	5.88a	4.83b	4.76b	6.03a	5.73ab
P (g kg ⁻¹ DM)	2.75a	2.67ab	2.70ab	2.26c	2.42abc	2.38bc	2.22c	2.54abc	2.46abc
K (g kg ⁻¹ DM)	8.66b	10.23ab	13.15a	11.76ab	12.80a	11.61ab	11.14ab	8.62b	10.73ab
Mg (g kg ⁻¹ DM)	2.42ab	2.43ab	1.61d	1.82bcd	1.72cd	1.68d	1.51d	2.49a	2.37abc
Ca/P	2.36ab	2.39ab	1.96c	2.57a	2.49a	2.08bc	2.26b	2.41ab	2.44ab
K/(Ca+Mg)	0.44b	0.51b	0.88a	0.69ab	0.75ab	0.78a	0.79a	0.44b	0.57ab

¹Data are averages observed for the three experimental years (see Table 4 for statistical analysis, the abbreviation and SEM of each item). a,b,c,d Means with different letters in the same row are different ($P < 0.05$). K. Yildizi: Karadeniz Yildizi, E. Sumac: Early Sumac.

Table 7. The effect of water treatment × forage cultivar interaction on agronomic traits (yields of total DM, DDM and CP) and nutritional (CP, Ca and K contents and Ca/P ratio) of forage maize and sorghum cultivars in shallow soil¹

Treat	Cultivars	Yield (kg ha ⁻¹) of			Contents (g kg ⁻¹ DM) of			
		Total	DDM	CP	CP	Ca	K	Ca/P
NIR	Maize							
	Rx-893	4923d	3021f	393.9e	82.40bc	5.92abc	7.08bc	2.18abc
	Karadeniz Yildizi	4724d	2902f	403.1e	87.88ab	5.81ab	10.49abc	2.13abc
	Sorghum							
	Jumbo	12854c	7282de	1033.0bcd	79.26bc	4.64c	14.21a	1.66c
	Grazer	12079c	7180de	997.4bcd	82.96bc	5.82ab	11.14abc	2.50abc
	Hayday	11892c	6916de	856.4cd	71.17cd	5.19abc	11.76abc	2.14abc
	El Rey	11197c	6612de	800.0cd	71.31cd	4.66c	11.53abc	1.95bc
	Gözde	11440c	6452de	759.2d	65.27d	4.43c	12.59bc	2.00bc
	Rox	10149c	6235de	847.0cd	84.32ab	6.77a	6.72c	2.71ab
IR	Early sumac	9862c	5989e	809.1cd	81.63bc	6.44ab	8.78abc	2.95a
	Maize							
	Rx-893	10355c	6200de	965.5bcd	97.90a	6.39ab	10.23abc	2.55abc
	Karadeniz Yildizi	12298c	7488de	1155.6b	94.61ab	6.66ab	9.97abc	2.64ab
	Sorghum							
	Jumbo	18975ab	9960b	1085.4bc	61.43d	5.40abc	12.09abc	2.26abc
	Grazer	17348ab	9621bc	1241.4ab	71.78cd	5.58abc	12.37ab	2.65ab
	Hayday	17869ab	10197ab	1470.1a	82.44bc	6.58ab	13.84a	2.84ab
	El Rey	20862a	11832a	1449.9a	70.71cd	5.00bc	11.69abc	2.22abc
	Gözde	17206b	9728bc	1210.0ab	71.51c	5.08bc	9.70abc	2.51abc
	Rox	12701c	7606de	992.9bcd	78.34b	5.29bc	10.52abc	2.11abc
	Early Sumac	13208c	7979cd	1091.5bc	82.31bc	5.02bc	12.69a	1.93bc

¹Data are averages observed for the three experimental years (see Table 4 for statistical analysis, the abbreviation and SEM of each item). a,b,c,d Means with different letters in the same column are different ($P < 0.05$).

Table 8. Relative dry matter yields (DMY, %) of forage cultivars under non-irrigated (NIR) and irrigated (IR) field conditions and irrigation water use efficiency (IWUE, kg ha⁻¹ mm⁻¹) values of forage cultivars in the growing periods under IR-field conditions

Treat	Forage cultivar	DMY ¹	DMY ²	IWUE ³
NIR	Maize			
	Rx-893	47.5	40.0	
	Karadeniz Yildizi	38.4	38.4	
	Sorghum			
	Jumbo	67.7	61.6	
	Grazer	69.6	57.9	
	Hayday	66.5	57.0	
	El Rey	53.7	53.7	
	Gözde	66.5	54.8	
	Rox	79.9	48.6	
IR	Early Sumac	74.7	47.3	
	Maize			
	Rx-893	100.0	84.2	1.15bc
	Karadeniz Yildizi	100.0	100.0	1.57b
	Sorghum			
	Jumbo	100.0	91.0	1.68b
	Grazer	100.0	83.2	1.46bc
	Hayday	100.0	85.7	1.54b
	El Rey	100.0	100.0	2.65a
	Gözde	100.0	82.5	1.58b
	Rox	100.0	60.9	0.71c
	Early Sumac	100.0	63.3	1.04bc

¹Expressed as a percentage of the yield of each cultivar from IR-field.

²Expressed as a percentage of the yield of maize or sorghum cultivars with the highest yield from IR-field.

³Data are averages observed for the three experimental years. Standard error of the mean = 0.018; ^{a,b}Means with different letters in the same column are different ($P < 0.05$).

In general, the research data show that sorghum cvs, except Rox and Early Sumac appear to be inferior to maize in DDM and DMI. Rox and Early Sumac in sorghum cvs, characterized by reduced ADF, had the digestibility, ME and RFV to a level close to that of maize cvs. In addition, these cvs had higher yields of DM, DDM and CP compared to maize cvs under rain-fed conditions in the shallow soil. Therefore, the DDM, DMI, ME, CP and RFV of maize and sorghum cvs reconfirm high forage quality of maize cvs, as reported by Jahansouz et al. (2014). Nutrient contents of studied cultivars were within the ranges reported for different maize and sorghum cvs (Payero et al., 2006). The RFV, ME and CP are the major limiting nutritive properties in roughages for livestock, since forages with higher RFV are more digestible and palatable (Jahansouz et al., 2014). Therefore, the tested sorghum cvs, especially Hayday, Grazer and El Rey may be more suitable for sustainable forage production under rainfall-limited conditions in the shallow soil.

An imbalance of K, Ca and Mg in the forage crops may cause grass or hypomagnesemic tetany in livestock (Jefferson et al., 2001). However, the change in the Mg and K contents as influenced by irrigation in a shallow

soil did not cause tetany risk, because K/(Ca+Mg) ratio in all cultivars was very lower than 2.2 (Bean et al., 2013). Besides, P must be balanced in the diet with adequate Ca and vitamin D for meeting the requirements of ruminant animals. The Ca/P ratio of forage is often discussed when investigating forage quality. As long as there is enough P to meet the nutritional requirements of livestock (Jefferson et al., 2001), an acceptable Ca/P ratio is between 1/1 and 7/1. Therefore, the Ca/P ratios of all studied cvs were within the desirable ranges.

In the present study, although there were differences in times and amount of irrigation or climatic conditions among the experimental years (Table 1 and Table 3), no difference in the results between years was founded. This may be attributed to the similar planting date and growing periods of cvs and the ineffectiveness of differences in precipitation distribution in each year. Indeed in our study, irrigation was implemented according to the method based on observing changes in colour of the plants, curling of the leaves and ultimately plant wilting (Zhang et al., 2011). The results on the effects of year and its interactions are not supported by findings in earlier reports on maize (Farré and Faci, 2006) and sorghum (Afshar et al., 2014). These discrepancies between the findings show that either the differences in times and amount of irrigation or climatic conditions among the years were not at a level that would cause a great difference in the results between years or used forage cvs were more tolerant to climatic and soil conditions in our study (Farré and Faci, 2006; Jahansouz et al., 2014).

4. Conclusions

Our findings indicated that agronomic and nutritional traits as well as IWUE of two maize (*Zea mays* L.) and seven sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cvs may change as influenced by irrigation in a shallow soil. In conclusion, 2) the maize and sorghum cvs differed in their responses to irrigation, 3) in terms of yields, IR-cvs had higher values compared to NIR-cvs, and 4) the plant heights and DM, DDM and CP yields of sorghum cvs, except for Rox and Early Sumac were greater than those of maize cvs. These results suggested that in general, the advantage for sorghum cvs over maize cvs increased as the rain deficit occurred in the present experimental condition, and that trying to increase the yields of maize cvs by irrigating is not a good strategy. However, introducing practical methods for improving yield of forage crops and efficient use of limited available water for irrigation in shallow soils with limited moisture retention capacity can enhance the sustainability of forage production in these areas. The sorghum cvs had higher forage yields by saving almost 24.7% of the irrigation water, although IWUE of the sorghum cvs, except for El Rey was similar those of maize cvs. In summary, when cultivars classes were

compared for yields of DM, DDM and CP, the classes ranked in the following order: Rx-893 = Karadeniz Yildizi = Rox = Early Sumac $\leq$ Gözde = Grazer = Hayday = Jumbo = El Rey, irrespective of irrigation.

References

- Adelana, B.O., Milbourn, G.M., 2009. The growth of maize. I. The effect of plant density on yield of digestible dry matter and grain. *The Journal of Agricultural Science*. 78(1): 65-71. doi.org/10.1017/S0021859600087700.
- Afshar, R.K., Jovini, M.A., Chaichi, M.R., Hashemi, M., 2014. Grain sorghum response to arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilizer under deficit irrigation. *Agronomy Journal*, 106(4): 1212-1218. doi:10.2134/agronj13.0589.
- Badigannavar, A., Girish, G., Ramachandran, V., Ganapathi, T.R., 2016. Genotypic variation for seed protein and mineral content among post-rainy season-grown sorghum genotypes. *Crop Journal*, 4(1): 61-67. doi: 10.1016/j.cj.2015.07.002.
- Bean, B.W., Baumhardt, R.L., McCollum, F.T., McCuistion, K.C., 2013. Comparison of sorghum classes for grain and forage yield and forage nutritive value. *Field Crops Research*, 142: 20-26. doi: 10.1016/j.fcr.2012.11.014.
- Carmi, A., Aharoni, Y., Edelstein, M., Umiel, N., Hagiladi, A., Yosef, E., Nikbachad, M., Zenou, A., Miron, J., 2006. Effect of irrigation and plant density on yield, composition and in vitro digestibility of a new forage sorghum variety, Tal, at two maturity stages. *Animal Feed Science and Technology*, 131(1): 121-133.
- Cichota, R., Kelliher, F.M., Thomas, S.M., Clemens, G., Fraser, P.M., Carrick, S., 2016. Effects of irrigation intensity on preferential solute transport in a stony soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 59(2), 141-155. doi.org/10.1080/00288233.2016.1155631.
- Enciso, J., Jifon, J., Ribera, L., Zapata, S.D., Ganjegunte, G.K., 2015. Yield, water use efficiency and economic analysis of energy sorghum in South Texas. *Biomass Bioenergy*, 81: 339-344. doi:10.1016/j.biombioe.2015.07.021.
- Farré, I., Faci, J.M., 2006. Comparative response of maize (Zea mays L.) and sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 83(1): 135-143. doi: 10.1016/j.agwat.2005.11.001.
- Garofalo, P., Rinaldi, M., 2013. Water-use efficiency of irrigated biomass sorghum in a Mediterranean environment. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4): 1153-1169. doi.org/10.5424/sjar/2013114-4147.
- Grzesiak, S. 2001. Genotypic variation between maize (Zea mays L.) single cross hybrids in response to drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23(4): 443-456. doi:10.1007/s11738-001-0055-4.
- Howell, T.A., 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2): 281-289. doi:10.2134/agronj2001.932281x.
- Jahansouz, M.R., Keshavarz, A.R., Heidari, H., Hashemi, M., 2014. Evaluation of yield and quality of sorghum and millet as alternative forage crops to corn under normal and deficit irrigation regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 10(4): 699-715.
- Islam, M., Garcia, S., Horadagoda, A., 2012. Effects of irrigation and rates and timing of nitrogen fertilizer on dry matter yield, proportions of plant fractions of maize and nutritive value and in vitro gas production characteristics of whole crop maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 172(3-4): 125-135. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.11.013.
- Jefferson, P.G., Mayland, H.F., Asay, K.H., Berdahl, J.D., 2001. Variation in mineral concentration and grass tetany potential among Russian Wildrye Accessions. *Crop Science*, 41(2): 543-548. doi:10.2135/cropsci2001.412543x.
- Kim, H.K., Luquet, D., van Oosterom, E., Dingkuhn, M., Hammer, G., 2010a. Regulation of tillering in sorghum, genotypic effects. *Annual Botanical*, 106(1): 69-78. doi.org/10.1093/aob/mcq080.
- Kim, H.K., van Oosterom, E., Dingkuhn, M., Luquet, D., Hammer, G., 2010b. Regulation of tillering in sorghum, environmental effects. *Annual Botanical*, 106(1): 57-67. doi.org/10.1093/aob/mcq079.
- Kiziloglu, F.M., Sahin, U., Kuslu, Y., Tunç, T., 2009. Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *Irrigation Science*, 27(2): 129-137. doi.org/10.1007/s00271-008-0127-y.
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proc 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, p. 16-32, January 10-11, University of Florida, USA.
- Muchow, R.C., 1989. Comparative productivity of maize sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. *Field Crops Research*, 20(3): 207-219. doi.org/10.1016/0378-4290(89)90080-4.
- Ors, S., Sahin, U., Kiziloglu, F.M., 2015. Yield, quality and irrigation water use of drip-irrigated silage maize with different irrigation techniques. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 52(3): 595-607.
- Payero, J.O., Melvin, S., Irmak, S., Tarkalson, D., 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*, 84(1-2): 101-112. doi.org/10.1016/j.agwat.2006.01.009.
- Rostamza, M., Chaichi, M.R., Jahansouz, M.R., Rahimian, M.H., Sharifi, H.R., 2011. Effects of water stress and nitrogen fertilizer on multi-cut pearl millet forage yield, nitrogen, and water use efficiency. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(20): 2427-2440. doi.org/10.1080/00103624.2011.609252.
- Rostamza, M., Richards, R.A., Watt, M., 2013. Response of millet and sorghum to a varying water supply around the primary and nodal roots. *Annual Botany*, 112(2): 439-446. doi.org/10.1093/aob/mct099.
- Xin, H., Abeysekara, S., Zhang, X., Yu, P., 2015. Magnitude differences in agronomic, chemical, nutritional, and structural features among different varieties of forage corn grown on dry land and irrigated land. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 63(9): 2383-2391. doi.org/10.1021/jf505911a.
- Yosef, E., Carmi, A., Nikbachat, M., Zenou, A., Umiel, N., Miron, J., 2009. Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. *Animal Feed Science and Technology*, 152(1-2): 1-11. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.01.018.
- Zhang, L., Clarke, M.L., Steven, M.D., Jaggard, K.W., 2011. Spatial patterns of wilting in sugar beet as an indicator for precision irrigation. *Precision Agriculture*. 12(2): 296-316. doi.org/10.1007/s11119-010-9177-2.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.296511



Otlatma olgunluğundaki doğal meranın familyalar bazında besleme değeri

Duygu Algan^a, İbrahim Aydın^{a*}, Mustafa Olfaz^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun, Türkiye

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: iaydin@omu.edu.tr

Geliş/Received 06/03/2017

Kabul/Accepted 18/09/2017

ÖZET

Meraların verimliliği ve üretilen otun kalitesi bitki türlerinin özelliği ve botanik kompozisyon tarafından belirlenir. Bu çalışmanın amacı doğal merada bulunan bitki türlerinin familya bazında besin maddeleri içeriklerini otlayan hayvanların ihtiyaçları açısından incelemektir. Araştırma sonucunda, ham protein (HP) içeriği bakımından, baklagiller familyasına dahil türlerin oldukça zengin, diğer familyaların yeterli ve buğdaygillerin ise yetersiz olduğu belirlenmiştir. Kalite faktörü açısından incelendiğinde; asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler bakımından, meradaki baklagiller ve diğer familyaların 1. sınıf, buğdaygiller familyasına dahil türlerin ise 2. sınıfta yer aldığı görülmektedir. Nötral çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler bakımından ise meradaki baklagiller ve diğer familyalar 1. sınıfta, buğdaygil familyasına ait bitkiler ise 4. sınıfta yer almaktadır. Baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların nispi yem değerleri sırasıyla 145.6, 90.4 ve 125.9 olarak tespit edilmiştir. Meralarda otlayan hayvanların metabolik enerji (ME) ihtiyaçlarının karşılanması açısından, baklagiller ve diğer familyaların yeterli, buğdaygiller familyasına dahil türlerin ise yetersiz olduğu belirlenmiştir. Meralarda bulunan bitki familyaları arasında hayvanların besin maddeleri ihtiyaçlarını karşılama yetenekleri bakımından belirgin farklılıklar vardır. Hayvanların HP, sindirilebilir kuru madde ve ME ihtiyaçlarının karşılanabilmesi açısından meralarda yeterli oranda baklagil ve diğer familyaların bulunması hayati bir önem taşımaktadır.

Anahtar Sözcükler:
Botanik kompozisyon
Ham protein
Kalite
Metabolik enerji
Nispi yem değeri

Nutritive value of rangeland in the grazing maturity on the family basis

ABSTRACT

Yield and the quality of the rangeland depend on the botanical composition. The purpose of this study is to investigate the nutrient content of the plants available in a native rangeland on the family basis with respect to the nutritional requirements of the livestock grazing on that rangeland. The results of the study showed that the legumes found on the rangeland were rich in crude protein (CP) content while other species belonging the other families were sufficient with the exception of grasses, which was insufficient. With respect to the quality factor, it was found that legumes and other families were "first class" in terms of their acid detergent fiber content with the exception of grasses, which was classified as "second class". Moreover, it was found that legumes and other families were "first class" in terms of their neutral detergent fiber content with the exception of grasses, which was classified as "4th grade". The relative feed value of the species belonging to legumes, grasses and other families were found as 145.6, 90.4 and 125.9, respectively. Legumes and species belonging to other families were found sufficient while grass species were found insufficient in terms of their ability to meet the metabolic energy (ME) requirements of the livestock grazing on the rangeland. There are marked differences between plant families found in rangelands in terms of their abilities to meet nutrient requirements of animals. As a result, the presence of legumes and the other families in adequate amounts is vital for meeting the CP, digestible dry matter and ME requirements of animals.

Keywords:
Botanical composition
Crude protein
Quality
Metabolic energy
Relative feed value

© OMU ANAJAS 2017

Bu çalışma Duygu Algan'ın doktora tezinin bir kısmından yararlanılarak hazırlanmıştır.

1. Giriş

Meralar ülkemizin ve dünyanın en önemli kaba yem kaynaklarıdır. Mera vejetasyonları fonksiyonel grup

olarak farklı familyalara ait bitkilerden oluşan kompozite bir topluluktur. Otun niteliğinden kaynaklanmak üzere, hayvansal ürüne dönüşüm oranı açısından familyalar ve türler arasında belirgin bir farklılık vardır. Bazı

araştırmacılar, kaliteli kaba yem kullanımı ile hayvansal üretimde % 40-50 daha fazla verim artışı sağlanabileceğini belirtmektedir (Ball ve ark., 2001; Kemp ve ark., 2010). Kaba yemin kalitesi açısından en önemli parametre HP içeriğidir (Gillen ve Berg, 1998). Kaba yemlerin sindirilebilirliği ve dolayısıyla yem değeri HP içeriğine bağlı olarak artar (Van Soest, 1973). Hayvanlara sağlanan 1.8 kg HP'nin 1 kg kemikli ete dönüştüğü bildirilmektedir (NRC, 2007). HP dışında, yemlerin kalite göstergesi olarak genellikle sindirilebilir kuru madde (SKM), toplam sindirilebilir besin maddesi (TSM) ve ME gibi parametreler de kullanılmaktadır (White ve Wight, 1984; Pinkerton ve ark., 1991; France ve ark., 2000).

Son yıllarda kaba yemlerin teorik besin değerinin belirlenmesinde ve borsalarda satılmasında nispi yem değerinin (NYD) kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bir yemin NYD'si, o yemin asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) ve nötral çözücülerde çözünmeyen lifli bileşiklerin (NDF) içeriği ile ilgilidir. Nitekim hayvanların istekli yem tüketimi, yemlerin ADF içeriği ile ilişkili iken, yemlerin sindirilebilirliği NDF içeriği ile ilgilidir. Yemlerdeki yüksek NDF içeriği sindirimi yavaşlattığından dolayı, fiziksel olarak hayvanların tokluk hissetmesine neden olur ve tüketim düşer (Van Soest, 1994). Belyea ve ark. (1993), çiftlik hayvanlarının ME ihtiyaçlarının belirlenmesinde yemlerdeki NDF ve ADF miktarının belirleyici iki faktör olduğunu ifade etmişlerdir.

Yemlerin NYD'sinin hesaplanmasında protein oranı dikkate alınmamaktadır. NYD yoncada tam çiçeklenme döneminde 100 olarak kabul edilir ve diğer türler bu orana göre değerlendirilir. Besin içeriği açısından baklagil ve buğdaygil familyaları arasında net bir farklılık bulunmaktadır. Buğdaygil yem bitkilerinin ADF ve NDF içerikleri, baklagillere göre genelde daha yüksektir. Dolayısıyla buğdaygiller, baklagillere göre daha düşük NYD'ye sahiptirler. Diğer taraftan mera alanlarında baklagiller familyasına dahil bitki türleri, buğdaygillere göre yaklaşık 2 kat daha fazla HP içermektedir (Aydın ve Uzun, 2005). Hayvanların sindirim sistemleri açısından kaba yemlerde belirli düzeye kadar selülozun bulunması gerekir. Ancak bir noktadan sonra yemlerde ADF ve NDF oranının artması, kaba yemlerin besleme değerini önemli ölçüde azaltır. Yem bitkileri türlerinde NDF içeriği açısından farklılık, ADF içeriğine göre çok daha yüksek olabilir (Pak, 2016). Yem bitkilerinde türler ve genotipler NYD bakımından birbirinden oldukça farklı olabilirler (Yavuz, 2005; Canpolat ve Karaman, 2009; Albayrak ve ark., 2011; Çınar, 2012).

Yemin kalitesi, hayvanların besin madde ihtiyaçlarının karşılanmasında o yemin kapasitesi olarak tanımlanır (Adesogan ve ark., 2006; Newman ve ark., 2006). Hayvanların yemlenme davranışı, yem tüketimi, yemin sindirilebilirliği ve hayvansal ürüne dönüşüm oranı yemin kalitesine bağlı olarak değişir (Van Soest, 1994; Pavlu ve ark., 2006; Schut ve ark., 2010). Çok sayıda türden meydana gelen meraların, otlatma

kapasitelerinin belirlenmesinde meradaki otun miktarı kadar, otun kalitesi de önem taşımaktadır (Tallowin ve Jefferson, 1999; Bruinenberg ve ark., 2002; Jouven ve ark., 2006). Meralarda ot kalitesi büyük oranda botanik kompozisyon tarafından belirlenir (Samuel ve Hard, 1998; Koc, 2013). Yemin kalitesini etkileyen diğer faktörler; bitkinin büyüme devresi, iklim, toprak, sıcaklık ve amenajman ilkelerine uyumluluktur (Erkovan ve ark., 2009; Schut ve ark., 2010; Koc ve ark., 2014).

Yem değeri yüksek olan bitkilerin hayvansal ürüne dönüşüm oranı da yüksektir. Bu açıdan baklagil türleri buğdaygillere göre daha üstündür. Kemp ve ark. (2010), ak üçgül ve çayır üçgülünün bulunduğu meralarda otlayan hayvanların, çok yıllık çimin dominant olduğu meralarda beslenenlere göre % 40 daha fazla canlı ağırlık artışı sağladığını belirtmektedirler. Baklagillerce zengin meraların buğdaygillerin dominant olduğu meralara göre hayvanlarda daha yüksek performans oluşturacağı bildirilmektedir (Schreurs ve ark., 2007a, b; Keady ve Hanrahan, 2010). Ball ve ark. (2001), yonca ile beslenen sığırların, domuz ayrığı + ak üçgül karışımından oluşan merada beslenenlere göre % 50 daha fazla canlı ağırlık kazancına sahip olduğunu vurgulamaktadırlar. Corriher ve ark. (2009), baklagil yem bitkisi türlerinin yer aldığı yapay merada otlayan sığırların, buğdaygil bitkilerinden oluşan meradaki hayvanlara göre daha fazla canlı ağırlık artışına sahip olduğunu bildirmektedirler. Schreurs ve ark. (2007a, b) ise, ak üçgül bakımından zengin meralarda otlayan hayvanların etlerinin, buğdaygillerce zengin merada otlayan hayvanların etlerine göre daha fazla tercih edildiğini belirtmektedirler. Sadece baklagil ve buğdaygil bitkileri değil, diğer familyalara ait bitkiler de meranın kalitesi açısından önem taşırlar. Hindiba ve sinir otları türleri, çok yıllık çim bitkisine göre hayvanlar açısından çok daha fazla besleyicidirler (Barry, 1998; Moorhead ve ark., 2002; Li ve Kemp, 2005).

Meraların niteliği büyük ölçüde iklim, toprak ve botanik kompozisyon tarafından belirlenir. Bu nedenle sürdürülebilir bir verimlilik açısından meralarda farklı familyalara sahip türlerin belirli bir oranda bulunması mera yönetimi açısından hayati bir önem taşımaktadır. Bu araştırma, doğal bir merada bulunan familyaların besleme değerlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Otlatma olgunluğundaki doğal meranın familyalarına ait veriler, üstten tohumlama (tohumlama yapılan ve yapılmayan) ve farklı gübre dozlarının (azotun ve fosforun 3'er (0, 6 ve 12 kg da⁻¹) ve potasyumun 2 (0 ve 8 kg da⁻¹) dozu), meranın verim ve ot kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla kurulan denemeden elde edilmiştir (Aydın ve ark., 2016). Denemede gübre olarak amonyum nitrat (% 33 N), potasyum sülfat (% 50 K₂O) ve triple süper fosfat (% 46 P₂O₅) kullanılmıştır. Söz konusu deneme, Samsun ili,

Ondokuz Mayıs ilçesinde toprağın karakterleri bakımından tınlı, pH bakımından nötr (7.1), az kireçli (2.5) ve tuzsuz (0.016) olan ve aynı zamanda, fosfor içeriği çok az (2.54 kg da⁻¹), potasyum içeriği fazla (43 kg da⁻¹) ve organik madde içeriği orta seviyede (% 2.07) olan doğal bir merada yürütülmüştür. Deneme süresince toplam yağış ve ortalama sıcaklık bakımından iklimsel özellikleri 578.3 mm ve 776.2 mm ile 16.0 °C ve 15.5 °C arasında değişmiştir (MGM, 2015). Meradaki bitkilerin familyalar bazında besin değerlerinin belirlenmesinde, üstten tohumlama ve farklı gübre uygulamalarının etkilerinden bağımsız olarak, bu işlemlerin ortalama verileri dikkate alınmıştır.

İlgili araştırmadan elde edilen familyalara ait hasat özellikleri ve dominant bitki türleri aşağıdaki şekilde bildirilmiştir. Hasat, her biri 12 m² olan parsellerin 6 m² alanından dominant bitkilerin tam çiçeklenme döneminde yapılmış ve bitki türleri baklagil, buğdaygil ve diğer familyalar olarak ayrılmıştır. Baklagillere ait dominant bitki türlerini ak üçgül (*Trifolium repens* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.) oluştururken, bunları şerbetçiotu yoncası (*Medicago lupulina* L.), arap yoncası (*Medicago arabica* L.) Huds.), mini yonca (*Medicago minima* L.) Bart.), anadolu üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.) ve gelemen üçgülü (*Trifolium meneghinianum* L.) Clem.) takip etmiştir. Buğdaygiller familyasında ise domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) ve mavi ayrık (*Agropyron intermedium* (Host.) Beauv.) dominant türler olurken, kaba brom (*Bromus racemosus* L.), çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.), ve çayır tilkikuyruğu (*Alopecurus pratensis* L.) bitkileri araştırma sahasında rastlanan türler olarak kaydedilmiştir. Diğer familyalara dahil türler ise sinir otu (*Plantago lanceolata* L.),

çayırüzeli (*Bellis perennis* L.), turna gagası (*Geranium asphodeloides* Burm. fil.), kızıl turna gagası (*Erodium cicutarium* L.) Her.), kuzu kulağı (*Rumex acetosella* L.), aslan dişi (*Taraxacum scaturiginosum* G. Hagl.), akyıldız (*Ornithogalum orthophyllum* Ten.) ve *Parentucellia latifolia* (L.) Caruel türlerinden oluşmuştur.

Her bir familyaya ilişkin HP (Uzun, 2010), ADF ve NDF içerikleri (ANKOM, 2003) belirlenen değerler SKM (Eşitlik 1), kuru madde tüketimi (KMT, Eşitlik 2), NYD (Eşitlik 3) ve ME (Eşitlik 4) hesaplamalarında kullanılmıştır.

$$SKM (\%) = 88.9 - [0.779 \times ADF (\%)] \quad (\text{Undersander, 2003}) \quad (1)$$

$$KMT (\text{canlı ağırlığın \%’si olarak } (\%) = 120/[NDF (\%)] \quad (\text{Undersander, 2003}) \quad (2)$$

$$NYD = [SKM (\%) \times KMT (\%)]/1.29 \quad (\text{Moore ve Undersander, 2003}) \quad (3)$$

$$ME (MJ \text{ kg}^{-1}) = 0.17 \times [SKM (\%)] - 2.0 \quad (\text{Belyea ve ark., 1993}) \quad (4)$$

Baklagil, buğdayil ve baklagil karışımlarına ait kalite standartları Lacefield (1988)’e göre yapılmıştır (Çizelge 1). Familyaların KMT, HP ve ME değerlerinin yeterliliğini belirlemek için, 500 kg canlı ağırlığa sahip et ırkı bir sığırın KMT, HP ve ME ihtiyaçları (NRC, 1996) kıstas alınmıştır. Her bir familyaya ait KMT esas alınarak, bu KMT üzerinden sağlanan HP ve ME değerleri hesaplanmış ve hayvanın ihtiyacı ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Baklagil, buğdayil ve baklagil karışımlarına ait kalite standartları

*Kalite standartları	HP ^a	ADF ^b	NDF ^c	SKM ^d	KMT ^e	NYD ^f
	**KM’nin %’si			%	**CA’nın %’si	
En iyi kalite	>19	<<31	<<40	>65	>3.0	>151
1	17-19	31-35	40-46	62-65	3.0-2.6	151-125
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2.5-2.3	124-103
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2.2-2.0	102-87
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1.9-1.8	86-75
5	<<8	>45	>65	<<53	<<1.8	<<75

(*Lacefield, 1988). **Kuru madde (KM), **Canlı ağırlık (CA).

^aHam protein (HP), ^basit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF), ^cnötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (NDF),

^dsindirilebilir kuru madde (SKM), ^ekuru madde tüketimi (KMT) ve ^fnispi yem değeri (NYD)

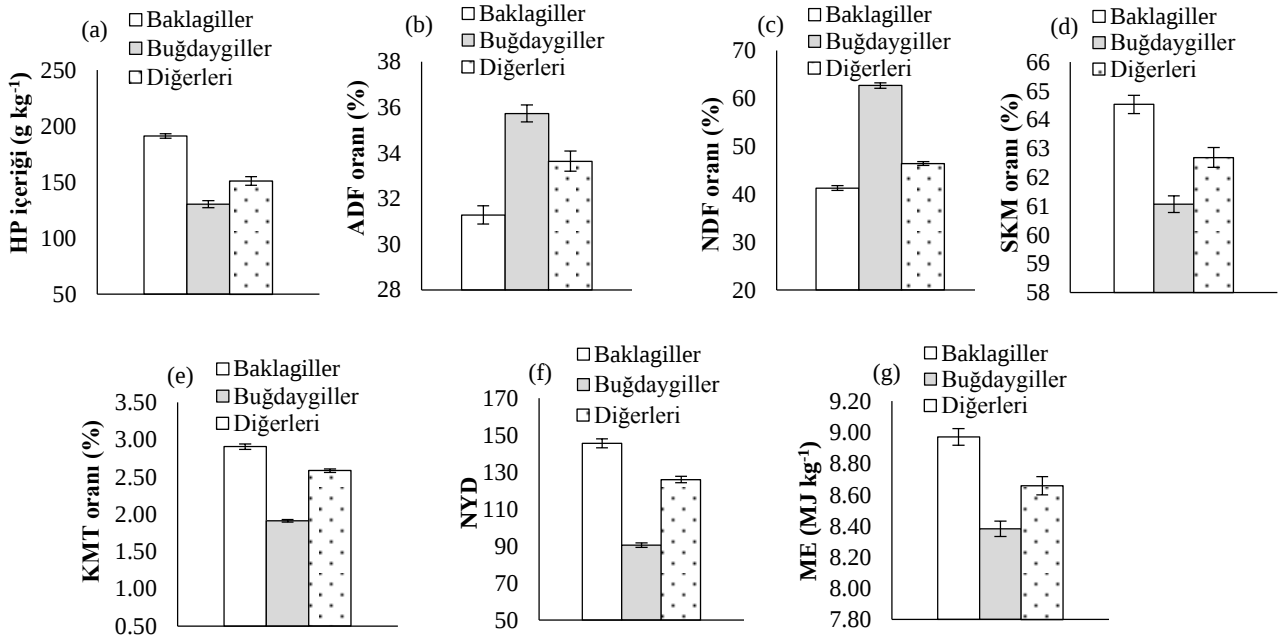
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ham protein içeriği

Ortalama HP içeriği baklagiller familyasında 191.1 g kg⁻¹ ile en yüksek, bunu 151.0 g kg⁻¹ HP ortalaması ile diğer familyalar ve 130.2 g kg⁻¹ HP ortalaması ile buğdaygillere ait bitkiler izlemektedir (Şekil 1.a).

Familyaların HP içerikleri kalite standartları

bakımından (Lacefield, 1988) sınıflandırıldığında, baklagillerin “en iyi kalitede”, diğer familyaların “2. sınıf” ve buğdaygillerin ise “3.sınıf” kalitede olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bir sığırın (500 kg) günlük 1.4 kg HP tüketmesi önerilmektedir (NRC, 1996). Baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların KMT üzerinden hayvanlara sağlayabileceği HP miktarlarının ise sırasıyla 2.8, 1.2 ve 2.0 kg gün⁻¹ olabileceği hesaplanmıştır (Çizelge 2).



Şekil 1. Familaların (a) HP (ham protein) içeriği (g kg^{-1}), (b) ADF (asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler) oranı (%), (c) NDF (nötral çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler) oranı (%), (d) SKM (sindirilebilir kuru madde) oranı (%), (e) KMT (kuru madde tüketimi) oranı (%), (f) NYD (nispi yem değeri) ve (g) ME (metabolik enerji) (MJ kg^{-1}) değerleri. * Hata çubukları standart hatayı göstermektedir

Çizelge 2. Familaların besin içeriklerinin 500 kg canlı ağırlıktaki et ırkı bir sığırın günlük ihtiyaçlarıyla karşılaştırılması

Özellik	İhtiyaç*	Baklagiller**	Buğdaygiller**	Diğer familyalar**
^a KMT (kg gün^{-1})	11.3	14.6 +	9.6 -	13.0 +
^b HP (kg gün^{-1})	1.4	2.8 +	1.2 -	2.0 +
^c ME (Mcal gün^{-1})	24.2	31.2 +	19.2 -	26.9 +

(*NRC, 1996). **+ işareti; ihtiyaçların karşılanabilirliğini; **- işareti; ihtiyaçların yetersizliğini ifade etmektedir. ^aKuru madde tüketimi (KMT), ^bham protein (HP) ve ^cmetabolik enerji (ME)

Bu duruma göre baklagil ve diğer familyaların hayvanların ihtiyaçlarından daha yüksek bir protein içeriğine sahip olduğu, buna karşın buğdaygillerin ise hayvan besleme açısından yetersiz HP ürettiği söylenebilir. Baklagil ve buğdaygil karışımına sahip bir meranın ise, HP açısından dengeli olabileceği görülmektedir.

3.2. Asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler oranı

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, baklagiller familyası % 31.3 ile en düşük ADF oranına sahipken, buğdaygiller familyası % 35.7 ile en yüksek ADF ortalamasına sahiptir. Diğer familyaların ADF oranı ise ortalama % 33.6 olarak bulunmuştur (Şekil 1.b). Familyalar arasında ADF oranı açısından belirgin bir farklılığın olmaması dikkat çekmektedir. Nitekim Pak (2016), mera bitkilerinde kalite açısından oluşan

farklılıkta ADF oranının fazla bir katkısı olmadığını bildirmektedir. Kalite standartları açısından incelendiğinde, meradaki baklagil ve diğer familyaların “1. sınıf”, buğdaygil familyasının ise “2. sınıf”ta” yer aldığı görülmektedir (Lacefield, 1988) (Çizelge 1).

3.3. Nötral çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler oranı

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, familyalara ait NDF oranları arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir. En yüksek NDF oranı buğdaygiller familyasına dahil bitkilerde (% 62.7) bunu % 46.4 ile diğer familyalar izlemektedir. En düşük NDF oranı ise % 41.3 ile baklagiller familyasına dahil türlerde belirlenmiştir (Şekil 1.c). Baklagiller ve diğer familyalar “1. sınıf”, buğdaygil familyasına dahil bitkilerin ise “4. sınıf”ta” yer aldığı saptanmıştır (Lacefield, 1988) (Çizelge 1). Bilindiği üzere, NDF, ADF’den farklı

olarak hemiselüloz içerir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, otlak alanlarında bulunan buğdaygil bitkileri baklagil ve diğer familyalara göre çok daha fazla hemiselüloz biriktirirler. Familyalar arasında NDF oranı açısından önemli farklılıklar bulunması, yem bitkilerinde NDF oranının kalite unsuru açısından en önemli değişken olduğunu göstermektedir. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Erkovan ve ark., 2009; Dasci ve ark., 2010; Koc ve ark., 2014).

3.4. Sindirilebilir kuru madde

Baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların ortalama SKM oranları sırasıyla % 64.5 61.1 ve 62.7 olarak bulunmuştur (Şekil 1.d). SKM oranları bakımından Lacefield (1988)'in kalite standartlarına göre yapmış olduğu sınıflandırmada; baklagillerin ve diğer familyaların "1. sınıf", buğdaygillerin ise "2. sınıf'ta" yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Familyaların ADF oranları arasında büyük bir farklılık olmadığından, hesaplanan SKM oranları da birbirine yakın çıkmıştır.

3.5. Kuru madde tüketimi

Baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların ortalama KMT oranları sırasıyla % 2.91, 1.91 ve 2.59 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1.e). Buğdaygiller familyasına ait ortalama NDF oranı diğerlerine göre oldukça yüksek olduğundan, familyaların KMT oranları arasında çok belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. KMT oranları açısından baklagil ve diğer familyaların, "1. sınıf" ve buğdaygillerin ise "4. sınıf" kalite standartlarında yer aldığı görülmektedir (Lacefield, 1988) (Çizelge 1).

3.6. Nispi yem değeri

Baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların ortalama NYD'si sırasıyla 145.6, 90.4 ve 125.9 olarak belirlenmiştir (Şekil 1.f). Baklagil familyasına dahil türlerin ortalama NYD'si buğdaygillere göre % 50'den daha fazladır. Kalite standartları açısından değerlendirildiğinde meradaki baklagillerin ve diğer familyaların "1. sınıf", buğdaygillerin ise "3. sınıf'ta" yer aldığı saptanmıştır (Lacefield, 1988) (Çizelge 1). Sürdürülebilir bir verimlilik ve yüksek hayvansal üretim açısından meralarda botanik kompozisyonun bileşenleri her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim baklagillerce zengin merada otlayan hayvanların, buğdaygillerin dominant olduğu meralarda beslenenlere göre çok daha fazla canlı ağırlık artışına sahip olduğu bildirilmektedir (Ball ve ark., 2001; Schreurs ve ark., 2007 a, b; Corriher ve ark., 2009; Keady ve Hanrahan, 2010). Burada dikkat çekici diğer bir husus, diğer familyaların besin değeri açısından buğdaygillere göre daha yüksek bir değere sahip olmalarıdır. Hayvanların severek tükettiği türleri kapsamaması durumunda, meralarda diğer familyaların bulunması bir zenginlik

olarak sayılabilir.

3.7. Metabolik enerji

Familyalara ilişkin ME değerleri Şekil 1.g'de verilmiştir. ME değerleri açısından familyalar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların ortalama ME değerleri sırasıyla 8.97, 8.38 ve 8.66 MJ kg⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Bir sığır (500 kg) günde 24.2 Mcal ME'ye ihtiyaç duymaktadır (NRC, 1996). Araştırmamızda baklagil, buğdaygil ve diğer familyaların KMT üzerinden sağladıkları ortalama ME değerleri sırasıyla 31.2, 19.2, 26.9 Mcal gün⁻¹ olarak hesaplanmıştır. ME değerleri açısından, baklagillerin ve diğer familyaların yeterli, buğdaygiller familyasına ait bitkilerin ise ihtiyacı karşılayamadığı görülmektedir (Çizelge 2).

4. Sonuç

Mera bitkilerinde kalite denildiğinde, üretilen otun hayvanların besin madde ihtiyacını karşılama durumu anlaşılır. Bitki besin içeriği açısından meralarda familyalar arasında belirgin bir farklılık vardır. Bilindiği üzere, otun kalitesi ile hayvansal performans arasında çok yakın ilişki bulunmaktadır. Baklagil familyasına dahil türlerin dominant olduğu suni veya doğal meralarda otlayan hayvanların canlı ağırlık artışı, buğdaygillerin yoğun olduğu alanlarda otlayanlara göre % 40 daha fazla olabilir. Sonuç olarak, hayvanların HP, SKM ve ME ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için, meralarda yeterli oranda baklagil ve diğer familyaların bulunması hayati bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir mera kullanımı ve üretilen otun kalitesi açısından yeterli oranda baklagiller familyasına ait türlerin yer alması gerektiği dikkate alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG grubu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 112 O 742).

Kaynaklar

- Adesogan, A.T., Sollenberger, L.E., Moore, J.E., 2006. Florida Forage handbook. C.G. Chambliss, University of Florida, Cooperative Extension Services, Florida.
- Albayrak, S., Türk, M., Yüksel, O., Yılmaz, M., 2011. Forage yield and the quality of perennial legume-grass mixtures under rainfed conditions. Not Bot Hort Agrobot Cluj, 39(1): 114-118.
- Ankom, 2003. Method for determining neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude fiber. Ankom Technology, Macedon, NY.
- Aydın, İ., Olfaz, M., Algan, D., 2016. Bazı ıslah işlemlerinin doğal merada verim, botanik kompozisyon ve yemin mineral dengesinden kaynaklanan potansiyel hastalık risklerine etkileri. TÜBİTAK-TOVAG, 112 O 742, Proje Kesin Sonuç Raporu, Samsun.

- Aydin, I., Uzun, F., 2005. Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield forage quality and botanical composition. *European Journal of Agronomy*, 23(1): 8-14. doi:10.1016/j.eja.2004.08.001.
- Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., Wolf, M.W., 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication, 1-01, Park Ridge, IL, p. 16.
- Barry, T.N., 1998. The feeding value of chicory (*Chichorium intybus*) for ruminant livestock. *The Journal of Agricultural Science*, 131(3): 251-257.
- Belyea, R.L., Stevens, B., Garner, G., Whittier, J.C., Sewell, H., 1993. Using NDF and ADF to balance diet. University of Missouri Extension, G3161.
- Bruinenberg, M., Valk, H., Korevaar, H., Struik, P., 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science*, 57(3): 292-301. doi:10.1046/j.1365-2494.2002.00327.x.
- Canpolat, Ö., Karaman, Ş., 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 188-195.
- Corriher, V.A., Hill, G.M., Pringle, T.D., Mullinix, B.G., 2009. Forage-finished beef supplemented with corn and corn oil. *The Professional Animal Scientist*, 25(5): 586-595. doi:10.15232/S1080-7446(15)30761-0.
- Çınar, S., 2012. Çukurova taban koşullarında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygıl yem bitkilerinin yonca (*Medicago sativa* L.) ile uygun karışımlarının belirlenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 151s, Adana.
- Dasci, M., Gullap, M.K., Erkovan, H.I., Koc, A., 2010. Effects of phosphorus fertilizer and phosphorus solubilizing bacteria applications on clover dominant meadow: II. Chemical composition. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(1): 18-24.
- Erkovan, H.I., Gullap, M.K., Dasci, M., Koc, A., 2009. Changes in leaf area index, forage quality and above-ground biomass in grazed and ungrazed rangelands of eastern Anatolia region. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(3): 217-223.
- France, J., Theodorou, M., Lowman, R., Beever, D., 2000. Feed evaluation for animal production, feeding systems and feed evaluation models. CABI Publishing. pp. 12-20.
- Gillen, R.L., Berg, W.A. 1998. Nitrogen fertilization of a native grass planting in Western Oklahoma. *Journal of Range Management*, 51(4): 436-441. doi:10.2307/4003330.
- Jouven, M., Carrère, P., Baumont, R., 2006. Model predicting dynamics of biomass, structure and digestibility of herbage in managed permanent pastures, 1. Model description. *Grass and Forage Science*, 61(2): 112-124. doi:10.1111/j.1365-2494.2006.00515.x.
- Keady, T.W.J., Hanrahan, J.P., 2010. An evaluation of tyfon and chicory, as the sole forage or in combination with perennial ryegrass on the performance of finishing lambs. *Proceedings of the British Society and Animal Science*, p. 151.
- Kemp, P.D., Kenyon, P.R., Morris, S.T., 2010. The use of legume and herb forage species to create high performance pastures for sheep and cattle grazing systems. *Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 39: 169-174. doi:10.1590/S1516-35982010001300019.
- Koc, A., 2013. Phosphorus doses and application season affect hay yield, hay quality and botanical composition of clover dominant meadow in highlands of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 18(2): 205-210.
- Koc, A., Kaya, A., Gullap, M.K., Erkovan, H.I., Macit, M., Karaoglu, M., 2014. The effect of supplemental concentrate feed on live weight gain of yearling heifers over grazing season in subirrigated rangelands of East Anatolia. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38(4): 278-284. doi: 10.3906/vet-1309-56.
- Lacefield, G.D., 1988. Alfalfa hay quality makes the difference university of kentucky department of agronomy, AGR-137, Lexington, KY. http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr137/agr_137.htm/ (Erişim tarihi: 5 Şubat 2017).
- Li, G., Kemp, P.D., 2005. Forage chicory (*Cichorium intybus* L.): A review of its agronomy and animal production. *Advances in Agronomy*, 88: 187-222.
- MGM, 2015. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SAMSUN> (Erişim tarihi: 15 Şubat 2016).
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index, *Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, U.S.A, pp. 16-32.
- Moorhead, A.J.E., Judson, H.G., Stewart, A.V., 2002. Liveweight gain of lambs grazing 'Ceres Tonic' plantain (*Plantago lanceolata*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 62: 171-173.
- National Research Council, 1996. The Evaluation of Forensic Dna Evidence. Washington, (DC); National Academy Press.
- National Research Council, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 6th. ed, National Academy Press Washington, DC, USA.
- Newman, Y.C., Lambert, B., Muir, J.P., 2006. Defining forage quality. The Texas A&M University System, U.S. Department of Agriculture, and the County Commissioners Courts of Texas Cooperating, pp. 1-13.
- Pak, B., 2016. Mera bitkilerinin besin içerikleri açısından karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 107s, Samsun.
- Pavlu, V., Hejcmán, M., Pavlu, L., Gaisler, J., Nežerková, P., 2006. Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113: 349-355. doi:10.1016/j.agee.2005.10.010.
- Pinkerton, B., Cross, D.L., Service, C.U.C.E., 1991. Forage quality. Cooperative Extension Service, Clemson University.
- Samuel, M.J., Hart, R.H., 1998. Nitrogen fertilization, botanical composition and biomass production on mixed-grass rangeland. *Journal Range Management*, 51(4): 408-416.
- Schreurs, N.M., Marotti, D.M., Tavendale, M.H., Lane, G.A., Barry, T.N., Lopez-Villalobos, N., McNabb, W.C., 2007a. Concentration of indoles and other rumen metabolites in sheep after a meal of fresh white clover, perennial ryegrass or *Lotus corniculatus* and the appearance of indoles in the blood. *Journal Science Food and Agriculture*, 87(6): 1042-1051. doi:10.1002/jsfa.2804.
- Schreurs, N.M., McNabb, W.C., Tavendale, M.H., Lane, G.A.,

- Barry, T.N., Cummings, T., Fraser, K., Lopez-Villalobos, N., Ramirez-Restrepo, C.A., 2007b. Skatole and indole concentration of fat from lambs that had grazed perennial ryegrass/white clover pasture or *Lotus corniculatus*. *Animal Feed Science and Technology*, 138(3-4): 254-271. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.11.020.
- Schut, A., Gherardi, S., Wood, D., 2010. Empirical models to quantify the nutritive characteristics of annual pastures in south-west Western Australia. *Crop and Pasture Science*, 61(1): 32-43. doi:10.1071/CP08438.
- Tallowin, J., Jefferson, R., 1999. Hay production from lowland semi-natural grasslands: a review of implications for ruminant livestock systems. *Grass and Forage Science*, 54(2): 99-115. doi:10.1046/j.1365-2494.1999.00171.x.
- Uzun, F., 2010. Azot analizi. In: Uzun, F. (Ed). *Tarla Bitkilerinde Laboratuvar Analizleri (Uygulama Ders Notu)*. Ders Notu No:1, 28-34, Samsun.
- Undersander, D., 2003. The new Forage Quality Index-concepts and use, World's Forage Superbowl Contest. http://www.dfrc.ars.usda.gov/WDExpPdf/new_Relative_FQ_index.pdf (Erişim tarihi: 12 Şubat 2017).
- Van Soest, P.J., 1973. Composition and nutritive value of forages, *The Science of grassland Agriculture* Iowa State University Press, Ames, IA.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University, Ithaca, p. 476.
- White, L.M., Wight, J.R., 1984. Forage yield and quality of dryland grasses and legumes. *Journal Range Management*, 37(3): 233-236.
- Yavuz, M., 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 97-101.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.297081



Kivilerde kök çürüklüğü hastalığına neden olan bazı funguslara karşı organik ve inorganik tuzların engelleyici etkilerinin belirlenmesi

Mehmet Yaman, Muharrem Türkkan *

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 52200 Merkez, Ordu
*Sorumlu yazar/corresponding author: muharremturkkan@odu.edu.tr

Geliş/Received 09/03/2017

Kabul/Accepted 20/09/2017

ÖZET

Bu çalışmada kivilerde kök çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum*, *F. solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'e karşı 21 organik ve inorganik tuz ve sentetik fungusit olarak Captan'ın etkinliği değerlendirilmiştir. *İn vitro* ön denemelere göre, amonyum karbonat, amonyum bikarbonat, potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfid ve Captan'ın da dahil olduğu 7 bileşiğin % 2 konsantrasyonda üç fungusun miselyal gelişimini tamamen engellediği belirlenmiştir. Bu çalışma, birkaç istisna dışında, sodyum metabisülfidin funguslara karşı diğer 6 bileşikten daha büyük bir etkiye sahip ED₅₀, MIC ve MFC değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Toprak testleri amonyum karbonat (% 0.75), amonyum bikarbonat (% 1), potasyum sorbat (% 0.5), sodyum benzoat (% 0.5) ve sodyum metabisülfid (% 0.25)'in *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini tamamen engellediğini, buna karşın Captan'ın % 95.23'e kadar azalttığını göstermiştir, ancak bunların engelleyici etkileri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz (P<0.05) bulunmuştur. Ayrıca üç fungusu karşı % 0.25 sodyum metabisülfid, % 0.25 Captan, % 0.25 potasyum sorbat, % 0.75 amonyum karbonat ve % 1 amonyum bikarbonat uygulamalarının engelleyici etkileri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (P<0.05). Kök testlerinde her üç fungusu karşı % 0.1 sodyum metabisülfid ve % 0.25 Captan uygulamalarının kivi fidelerindeki kök çürüklüğü şiddetini patojenlerle inokuleli kontrol bitkilerine kıyasla önemli oranda azalttığı, ancak % 0.75 amonyum karbonat, % 1 amonyum bikarbonat, % 0.25 potasyum benzoat, % 0.25 potasyum sorbat ve % 0.25 sodyum benzoat uygulamalarının kök çürüklüğü şiddetini azaltmadığı saptanmıştır (P<0.05).

Anahtar Sözcükler:
Alternatif mücadele
Captan
Fusarium oxysporum
F. solani
Rhizoctonia solani AG 4

Determination of the inhibitory effects of organic and inorganic salts against some fungi causing root rot disease on kiwifruit

ABSTRACT

The efficacy of 21 organic and inorganic salts and Captan as a synthetic fungicide against three kiwifruit root rot pathogens including *Fusarium oxysporum*, *F. solani* and *Rhizoctonia solani* AG 4 were evaluated in the present study. According to the preliminary *in vitro* trials, 7 compounds including ammonium carbonate, ammonium bicarbonate, potassium benzoate, potassium sorbate, sodium benzoate, sodium metabisulphite and Captan (2 %) were able to completely inhibit mycelial growth of all three fungi. With few exceptions, this study showed that sodium metabisulphite had the ED₅₀, MIC and MFC values having a greater effect against the fungi than six other compounds. Soil tests showed that ammonium carbonate (0.75 %), ammonium bicarbonate (1 %), potassium sorbate (0.5 %), sodium benzoate (0.5 %) and sodium metabisulphite (0.25 %) completely inhibited mycelial growth of *R. solani* AG 4, whereas Captan reduced the mycelial growth of the fungus by 95.23 %; however, differences among the inhibitory effects of treatments were found to be statistically insignificant (P<0.05). In addition, there was no significant differences among the inhibitory effects of 0.25 % sodium metabisulphite, 0.25 % Captan, 0.25 % potassium sorbate, 0.75 % ammonium carbonate and 1 % ammonium bicarbonate against all three fungi (P<0.05). In the root tests, the treatments of 0.1 % sodium metabisulphite and 0.25 % Captan against each three fungi significantly reduced the severity of root rot in kiwifruit seedlings in comparison to the inoculated control plants, but 0.75 % ammonium carbonate, 1 % ammonium bicarbonate, 0.25 % potassium benzoate, 0.25 % potassium sorbate and 0.25 % sodium benzoate did not (P<0.05).

Keywords:
Alternative control
Captan
Fusarium oxysporum
F. solani
Rhizoctonia solani AG 4

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Türkiye’de kivi [*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferg.] üretimi, 2016 yılı verilerine göre toplam 32.000 da alandan 41.635 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2016). Bu üretimde Ordu ili 6.263 ton ile Yalova (18.892)’dan sonra 2. sırada yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi (Artvin, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Trabzon ve Zonguldak) kivi yetiştiriciliği yapılan alanların % 57.2 (13.792 da)’sini kapsamakta olup, toplam üretimdeki payı % 45.4 (18.912 ton)’tür (TÜİK, 2016). Bölgede 2000 yılında başlanan kivi yetiştiriciliğinde, son yıllarda tesis edilen kivi bahçelerinin sayısındaki artış ile beraber üretimde de önemli artışlar yaşanmaktadır. Ancak bu aynı zamanda kivi yetiştiricilerinin çeşitli bitki koruma problemleri ile yüz yüze gelmesine neden olmuştur. Bu şikayetlere yönelik olarak farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile kivi yetiştiriciliği alanlarında sorun olan hastalık, zararlı ve yabancı otlar ile ilgili tespitler rapor edilmiştir (Karakaya, 2001; Erper ve ark., 2011a; Ak ve ark., 2011; Baştaş ve Karakaya, 2012; Güncan, 2015; Yonat, 2016).

Dünyanın farklı ekolojik koşullarında kivi üretimini olumsuz olarak etkileyen çok sayıda kök ve gövde çürüklüğü etmen [*Armillaria* spp. (*A. novae-zelandiae*, *A. mellea*), *Botryosphaeria dothidea*, *Cylindrocladium crotalaria*, *Cadophora* spp. (*C. luteo-olivacea*, *C. malorum*, *C. melinii*), *Fomitiporia punctata*, *Fusarium* spp. (*F. stilboides* ve *F. coccophilum*), *Lecytophora luteoviridis*, *Phaeoacremonium* spp. (*P. aleophilum*, *P. iraniamum*, *P. mortoniae*, *P. parasiticum*, *P. viticola*), *Phytophthora* spp. (*P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. gonapodyides*, *P. lateralis*, *P. nicotiana*, *P. megasperma*), *Rhizoctonia solani*, *Rosellinia necatrix* ve *Verticillium dahliae*]’leri tespit edilmiş olup (Brook, 1986; Krausz ve Caldwell, 1987; Conn ve ark., 1991; Latorre ve ark., 1991; Anonim, 1999; Elena ve Paplomatas, 2002; Di Marco ve ark., 2000, 2003, 2004; Prodi ve ark., 2008; Thomidis ve Exadaktylou, 2010), bu patojenlerin bir kısmı Türkiye’de Karadeniz Bölgesi’nde belirlenmiştir. Bu hastalık etmenlerinden özellikle fungal kök çürüklüğü etmenleri *Cylindrocarpon pauciseptatum*, *Cylindrocladiella parva*, *Ilyonectria* spp. (*I. europaea*, *I. liriodendri*, *I. robusta* ve *I. torresensis*) ve *Phytophthora* spp. (*P. citrophthora*, *P. cryptogea* ve *P. megasperma*) rapor edilmiştir (Akıllı ve ark., 2011; Erper ve ark., 2011a; Erper ve ark., 2013; Kurbetli ve Ozan, 2013). Ayrıca Ordu ili kivi yetiştiriciliği yapılan alanlardan da *Cylindrocarpon* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Pythium* sp. ve *Rhizoctonia* sp. gibi kök çürüklüğü etmenleri tespit edilmiştir. Bu etmenler arasında özellikle *F. oxysporum*, *F. solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4 türlerinin diğerlerinden daha sık izole edildiği ve yapılan patojenisite testlerinde *F.*

solani’nin diğer iki etmenden daha şiddetli kök çürüklüğüne neden olduğu bildirilmiştir (Türkkan, 2017).

Toprak kökenli fungal hastalık etmenleri ile mücadelede sağlıklı üretim materyali kullanılması, topraktaki fazla suyun drenaj edilmesi, enfekteli bitki artıklarının alandan uzaklaştırılması, dengeli gübreleme ve sulama gibi kültürel önlemler, bitkisel materyallerin sıcak suya daldırılması ve toprak solarizasyonu gibi fiziksel önlemler, dayanıklı bitki çeşitlerinin yetiştirilmesi, topraktaki faydalı mikroorganizma (bakteri, fungus vd.)’ları harekete geçirmek için toprağa organik materyal (buğdaygil saplarının, lahanagillerin ve kitosan eklenmesi)’ler ile zenginleştirilmesi ve arbuskular mikorhizal uygulamaları gibi biyolojik önlemlerin yanı sıra bitkisel materyalin çeşitli fungusitler (bakır oksiklorür, bakır sülfat, benomyl, captan, carbendazim, didecyldimethylammonium chloride, fosetyl-Al, hydroxyquinoline sulfat, imazalil, metalaxyl, prochloraz ve thiram) ile muamelesi ve toprak fumigasyonu (metam sodyum ve metil bromid) gibi kimyasal savaşım yöntemleri tavsiye edilmektedir (Farih ve ark., 1981; Yuen ve ark., 1991; Agrios, 2005; Alaniz ve ark., 2011). Ancak bu hastalık etmenleri ile mücadele, toprakta uzun yıllar canlılıklarını koruyabildikleri dayanıklı yapılarının olması (klamidospor, oospor, sklerot vb.), hepsine karşı etkili fungusitlerin olmaması, fungusitlere karşı direnç kazanmaları ve kullanılan fungusitlerin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle oldukça zordur (Yangui ve ark., 2008). Bu fungusit uygulamaları yetiştiriciliği yapılan ürünlerde ve toprakta kimyasal fungusit kalıntılarının neden olmakta, çevre ve insan sağlığını olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Ayrıca bu etmenlere karşı mücadelede en etkili olan bazı fungusitler (benomyl, metil bromid) günümüzde hem dünyadaki gelişmiş ülkelerde hem de ülkemizde yasaktır (Fan ve ark., 2008). Kaldı ki ülkemizde kivilerde tespit edilen kök çürüklüğü etmenlerine karşı kullanılabilecek ruhsatlı bir fungusit bulunmamaktadır. Bu yüzden, bitki hastalıkları ile mücadelede yeni stratejiler içerisinde bitkinin gelişme sezonu içerisinde kullanılabilen az veya hiç sentetik fungusit içermeyen bileşiklerle patojenlerin mücadelesinin yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde bu amaca ulaşmanın en iyi yollarından biri, çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz bir etkisi olmayan, genel olarak güvenli kabul edilen maddeler olan organik ve inorganik tuzların kullanımıdır (FDA, 2016). Bu tuzlar geniş bir antifungal aktiviteye sahip olup, önemli bir kısmı gıda sanayinde koruyucu, pH düzenleyici, tat ve yapı düzenleyici madde olarak kullanılmaktadır (Miyasaki ve ark., 1986; Corral ve ark., 1988; Olivier ve ark., 1998). Son yıllarda amonyum, sodyum ve potasyumun organik ve inorganik tuzları bahçe ve tarla bitkilerinde, hasat sonu fungal bitki hastalıklarında, fidanlıklarda kök ve kök boğazı hastalıklarının yanı sıra çok sayıda toprak kökenli fungal hastalık etmenine karşı kullanılmış ve başarılı

sonuçlar alınmıştır (DePasquale ve ark., 1990; Ziv ve Zitter, 1992; Punja ve Gaye, 1993; Palmer ve ark., 1997; Olivier ve ark., 1999; Campanella ve ark., 2002; Hervieux ve ark., 2002; Mecteau ve ark., 2002; Palou ve ark., 2002; Arslan ve ark., 2006; Reuveni ve ark., 1996; Valencia-Chamorro ve ark., 2008; Arslan ve ark., 2009; Latifa ve ark., 2011; Erper ve ark., 2011b; Arslan ve ark., 2013; Türkkan, 2013; Türkan ve Erper, 2014; Türkkan, 2015).

Bu çalışmada Ordu ili kivi bahçelerinde kök çürüklüğüne neden olan bazı fungal kök çürüklüğü etmenleri (*F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4)'ne karşı sentetik fungusitlere alternatif olarak kullanılabilecek bazı organik ve inorganik tuzların etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Fungal Kültür

Çalışmada kullanılan *Fusarium oxysporum*, *F. solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4 kültürlerine ait izolatlar Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı Mikoloji laboratuvarındaki fungal kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

2.1.2. Organik Tuzlar ve Captan

Çalışmada kullanılan 21 organik ve inorganik tuz Merck (Darmstadt, Almanya) ve Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya)'den, Captan (Captan'H % 50 WP, Hektaş, Kocaeli, Türkiye)'den satın alınmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Organik ve İnorganik Tuzlar ve Captan'ın Fungusların Miselyal Gelişmeleri Üzerine Etkilerinin ve Toksisitelerinin Belirlenmesi

Organik ve inorganik tuzlar ve Captan'ın %2'lik konsantrasyonları otoklav (Nüve OT 40L SteamArt, Akyurt, Ankara, Türkiye)'de 121°C'de 20 dakika sterilize edilmiş ve 50°C'de soğutulmuş 100 ml'lik erlenlerdeki patates dekstroza agar (PDA, BD Difco, Sparks, Amerika Birleşik Devletleri) besi ortamına eklenmiştir. Bileşiklerin manyetik karıştırıcı (MTOPS MS300HS, Misung Scientific Co., Ltd., Kore) ile karıştırılarak homojen bir şekilde tüm besi ortamına dağılması sağlandıktan sonra pH metre (Hanna HI 2211, Hanna Instruments, Almanya) ile pH'ları belirlenmiştir. Bileşiklerin % 2 konsantrasyonlarını içeren PDA besi ortamları, 7 veya 9 cm çapındaki petri kaplarına 10-12 ml olacak şekilde paylaştırılmıştır. Bu petriler, daha önceden PDA besi ortamında geliştirilmiş 7-10 günlük fungus kültürlerinden mantar delici ile alınan 5 mm çaplı miselyal disklerle inokule edilmiştir. Petriler

parafilm ile kaplandıktan sonra 24±1°C'de inkübe edilmiştir. Aynı koşullarda inkübe edilen kontrol grubu (sadece PDA besi ortamı içeren) petrilerdeki fungusların gelişmeleri günlük olarak izlenerek petriyi kaplamaya yakın olduğunda, kontrol ve farklı bileşikler içeren petrilerdeki fungusların gelişmeleri dijital kumpas (TorQ 150 mm Digital Caliper, Çin Halk Cumhuriyeti) ile ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümler sırasında fungusların en uzun ve kısa radyal gelişmeleri esas alınmıştır. Deneme her bileşik için 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Miselyal gelişmenin engellenmesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Mecteau ve ark., 2002).

$$\text{MGE (\%)} = [(kpfg - bepfg) / kpfg] \times 100$$

MGE (%) = miselyal gelişmenin yüzde olarak engellenmesi

kpfg = kontrol petrilerindeki fungal gelişme

bepfg = bileşik eklenmiş petrilerdeki fungal gelişme

Fungusların miselyal gelişmesini % 50 oranında engelleyen bileşiklerin konsantrasyonlarını (ED₅₀ = etkili doz) belirlemek için bunların farklı konsantrasyonları (% 0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0)'nı içeren petri kapları yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Buradan elde edilen sonuçlar IBM SPSS Statistic paket programı kullanılarak probit analizi ile ED₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Miselyal gelişmeyi tamamen engelleyen en küçük konsantrasyon (MIC = minimum inhibition concentration) ise paralel denemelerle gözlemsel olarak besin ortamında gelişmeyen en küçük konsantrasyon esas alınarak tespit edilmiştir.

Bileşiklerin fungisidal veya fungistatik etkileri Thompson, (1989) ve Tripathi ve ark., (2004)'nın metodları izlenerek belirlenmiştir. Ayrıca gelişmeyen fungus diskleri petrilerden alınarak, taze besin ortamı içeren petrilere aktarılmış ve gelişmeleri 24±1°C'de 9 gün boyunca izlenmiştir. Bu sürede fungusta geri dönüşümsüz olarak hiç bir miselyal gelişme belirlenmemişse, bu konsantrasyon fungusun miselyal gelişimine fungisidal etki yapan minimum konsantrasyon (MFC = minimum fungicidal concentration) olarak belirlenmiştir.

2.2.2. Toprak Testi

Bu testte, *in vitro*'da *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'ün misel gelişimini tamamen engelleyen organik ve inorganik tuzlar ile Captan kullanılmıştır. Arslan ve ark., (2009)'na göre hazırlanan mısır unu-kum karışımı 7 cm çapındaki cam petrilere konulup, 130°C'de 5 saat süre ile etüvde (Ecocell LSIS-B2V/EC111; MMM Group, Planegg, Almanya) steril edilmiştir. PDA ortamında 7-10 gün geliştirilmiş fungal kültürlerden mantar delici (5 mm) ile alınan diskler 0.5 cm derinlikteki mısır unu-kum karışımı ortamına konulmuştur. Amonyum karbonat ve bikarbonat için % 0.75 ve 1; potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum

benzoat ve Captan için % 0.25 ve 0.5; sodyum metabisülfite için % 0.1 ve 0.25'lik konsantrasyonlar, steril saf su kullanılarak hazırlanmış ve bunların solüsyonlarının 12 ml'si petrilere cam pipet kullanılarak eklenmiştir. Petriler 25°C'de 4-8 gün süre boyunca karanlıkta inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda petrilereki fungal gelişme petri kapağı üzerine yerleştirilen asetat kağıdına fungal gelişimin sınırları çizilerek aktarılmıştır. Asetat kağıtlarındaki çizimler üzerinde 5 cm'lik bar olan beyaz A4 kağıtlarına aktarılmış ve Mustek 1200 UB Plus (Mustek Systems, Inc., Hsin Chu, Taiwan, Çin Halk Cumhuriyeti), masaüstü tarayıcı ile taranarak 24-bit bmp dosyası olarak kaydedilmiştir. Daha sonra Digimizer programı (Version 4.0.0.0 for Windows 2005-2011 MedCalc Software bvba Broekstraat 52, 9030 Mariakerke, Belçika) kullanılarak bunların yüzey alanları hesaplanmıştır. Fungusların miselyal gelişmesi ile kontroldeki miselyal gelişimin karşılaştırılması sonucunda elde edilen veriler yüzde engelleme değerlerine dönüştürülerek bileşiklerin engelleme yüzdeleri belirlenmiştir. Deneme 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

2. 2. 3. Kök Testi

Bu test Türkkan (2015)'in metodu kısmen modifiye edilerek yapılmıştır. Bu metoda göre 2-4 yapraklı Hayward cinsi kivi fidanları steril % 70 toprak ve % 30 kum karışımı içeren 0.8 l saksılarda yetiştirilmiştir. Fungus kültürleri ile inokule edilmiş mısır unu-kum karışımları cam şişeler içerisinde 3 hafta süreyle 25°C'de inkübe edilmiştir. Gelişen fungal kültürlerden hazırlanan inokulum (w/w, % 5) ile kivi fidanlarının kök bölgeleri inokule edilmiştir. Yukarıdaki toprak testinde funguslara karşı etkili bulunan ve kivi fidanlarında fitotoksisteye neden olmayan bileşik konsantrasyonları steril saf su içerisinde çözülerek solüsyonları hazırlanmış ve bu solüsyonlardan her bir saksıya 100 ml ilave edilmiştir. Saksılar 25±2°C'deki bitki yetiştirme odasına yerleştirilmiş ve 6 gün boyunca sulanmamıştır. Altıncı günün sonunda bitkilere her 3-4 günde bir su verilmiş ve kivi fidanları 48 gün sonra sökülüp 0-5 kök çürüklüğü skalasına göre değerlendirilmiştir (Erper ve ark., 2013). Kök uzunlukları ve yaş ağırlıkları belirlenmiş ve daha sonra kökler 60°C'de kurutulup kök kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

2. 2. 4. İstatistik Analiz

Tüm istatistik analizler IBM SPSS istatistik program (version 19, Property of SPSS, Inc., IBM Company, USA)'ı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine tabi tutularak, ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey-HSD

(P<0.05) testine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan 21 organik ve inorganik tuz ile Captan'ın % 2 konsantrasyonlarında *F. oxysporum*, *F. solani*, *R. solani* AG 4'e karşı engelleyici etkilerinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu bileşikler arasında amonyum bikarbonat, amonyum karbonat, potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfite ve Captan, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini tamamen engellemiş ve bu sonuç her üç fungus için de istatistiksel olarak diğer organik ve inorganik tuzlardan farklı bulunmuştur (P<0.05). Potasyum karbonat, sodyum bikarbonat ve sodyum karbonat *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini tamamen engellemesine karşın, potasyum benzoat % 68.13 oranında bir engelleme sağlamıştır. Ancak potasyum benzoat hem *F. oxysporum* hem de *F. solani*'yi tamamen engellemiş, fakat diğerlerinin % 43.53-89.45 arasında bir engelleme gösterdiği belirlenmiştir. Kalsiyum propionat *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini % 95.86 oranında engellemesine rağmen, yukarıda tam engelleme gerçekleştiren 9 organik ve inorganik bileşikten istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (P<0.05). Ayrıca kalsiyum asetate, *F. oxysporum* ve *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini kontrole kıyasla sırasıyla % 14.39 ve 66.62 oranında engellemesine karşın, *F. solani*'nin miselyal gelişmesini artırmış, fakat bu istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmamıştır (P<0.05).

Birkaç istisna dışında (kalsiyum sitrat ve sodyum tartarat) diğer tuzların *R. solani*'nin miselyal gelişmesini daha etkili bir şekilde engellediği görülmüştür. Ayrıca % 2 konsantrasyonda organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın pH değerlerinin 4.80-10.65 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Yirmi bir organik ve inorganik tuz ile Captan'ın ED₅₀, MIC ve MFC değerlerinin *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4 için birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bunlardan amonyum bikarbonat, amonyum karbonat, potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfite ve Captan'ın her üç fungus için de yüksek fungitoksik etkiye sahip bileşikler olduğu, fakat diğerlerinin toksik etkilerinin düşük olmakla birlikte *R. solani* AG 4'e karşı *Fusarium* türlerinden daha etkili oldukları belirlenmiştir.

Amonyum karbonat ve bikarbonat tuzlarının diğer karbonat ve bikarbonatlardan daha yüksek bir fungitoksik etkinlik gösterdiği, MIC değerlerinin *F. oxysporum* ve *F. solani* için % 0.5 iken *R. solani* AG 4 için ise % 0.25 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca birkaç istisna dışında, sodyum metabisülfitin bu üç fungusu karşı en düşük ED₅₀, MIC ve MFC değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın % 2'lik konsantrasyonlarının *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'ün miselyal gelişmesi üzerine etkileri ve pH değerleri

Bileşikler	pH	% Engelleme		
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>R. solani</i> AG 4
A. asetat*	6.50	28.36 fg ^a	21.31 fg	73.56 c
A. bikarbonat	8.06	100.00 a	100.00 a	100.00 a
A. karbonat	8.64	100.00 a	100.00 a	100.00 a
K. asetat	4.80	14.39 i	-2.33 j	66.62 e
K. propiyonat	9.10	42.81 e	30.50 de	95.86 ab
K. silikat	5.15	53.32 d	35.69 d	41.20 g
K. sitrat	6.70	15.86 i	26.50 ef	0.74 ij
P. benzoat	6.18	100.00 a	100.00 a	68.13 de
P. bikarbonat	8.40	26.07 f-h	35.67 d	71.44 cd
P. karbonat	10.60	43.53 e	52.36 c	100.00 a
P. sorbat	6.51	100.00 a	100.00 a	100.00 a
S. asetat	6.71	32.61 f	10.63 i	50.92 f
S. benzoat	6.27	100.00 a	100.00 a	100.00 a
S. bikarbonat	8.26	64.67 c	46.67 c	100.00 a
S. format	6.00	21.92 g-i	11.24 i	69.48 c-e
S. karbonat	10.65	89.45 b	88.19 b	100.00 a
S. metabisülfite	4.84	100.00 a	100.00 a	100.00 a
S. propiyonat	6.81	52.14 d	50.51 c	94.48 b
S. sitrat	7.08	60.02 cd	33.17 de	92.84 b
S. süksinat	7.05	18.50 hi	12.54 i	16.40 hi
S. tartarat	6.10	18.38 hi	13.79 hi	4.78 i
Captan	5.11	100.00 a	100.00 a	100.00 a
Kontrol	5.78	0.00 j	0.00 j	0.00 j

A=Amonyum, K=Kalsiyum, P=Potasyum ve S=Sodyum kısaltmalarını ifade etmektedir.

^aAynı sütunda yer alan ve aynı harfle gösterilen değerler için Tukey-HSD P<0.05'e göre fark yoktur.

Organik ve inorganik tuzlardan bazıları ve Captan'ın fungitoksik etkileri Çizelge 3'te belirtilmiştir. Amonyum karbonat ve bikarbonatın fungistatik etkilerinin *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4 için benzer olduğu, fakat her iki tuzun *R. solani* AG 4'e karşı daha yüksek bir fungitoksik etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca diğer karbonat ve bikarbonat tuzlarının aksine amonyum karbonat ve bikarbonat her üç fungusa karşı da fungisidal etki göstermiştir. Potasyum benzoat *R. solani* AG 4'e karşı herhangi bir fungitoksik etki göstermezken, sodyum benzoat % 0.5'te fungisidal etki göstermiştir. Potasyum sorbat *R. solani* AG 4'e karşı % 0.25'te fungisidal etki göstermesine karşın, *Fusarium* türlerine karşı fungistatik etki göstermiştir. Captan her üç fungusa karşı fungisidal etki göstermiştir. Benzer olarak sodyum metabisülfite *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'e karşı fungisidal etki göstermiş ve çalışmadaki en toksik bileşik olduğu belirlenmiştir. Toprak testinde potasyum benzoat (% 0.25 ve 0.5)'in aksine, amonyum bikarbonat (% 1), amonyum karbonat (% 0.75 ve 1),

potasyum sorbat (% 0.25), sodyum metabisülfite (% 0.1 ve 0.25) ve Captan (% 0.25 ve 0.5) *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini ya yüksek bir oranda engellemiş ya da tamamen durdurmuştur ki, bu sonuç istatistik olarak farklı bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 4). Ayrıca sodyum benzoatın % 0.5 konsantrasyondaki engelleme değerleri *F. oxysporum* hariç, diğer iki fungus için yukarıdakilerden farksız bulunmuştur (P<0.05).

Kök testinde kivilerde kök çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'e karşı kullanılan 7 organik ve inorganik tuz ve Captan'ın farklı konsantrasyonlarının etkinlikleri değerlendirilmiştir. Uygulamaların inokulum bulaştırılmış ve/veya inokulum bulaştırılmamış kontrol bitkilerine kıyasla kök çürüklüğü ve kök uzunluğu değerleri istatistiki olarak önemli iken (P<0.05), kök yaş ve kuru ağırlığı önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 5). Sodyum metabisülfite ve Captan uygulamalarının her üç etmenin neden olduğu kök çürüklüğü şiddetini inokuleli kontrol bitkilerine kıyasla önemli oranda azalttığı belirlenmiştir

Çizelge 2. *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'e karşı organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın ED₅₀, MIC ve MFC değerleri (% w/v)

Bileşikler	<i>F. oxysporum</i>			<i>F. solani</i>			<i>R. solani</i> AG 4		
	*ED ₅₀	MIC	MFC	ED ₅₀	MIC	MFC	ED ₅₀	MIC	MFC
A. asetat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0.80	>2	>2
A. bikarbonat	0.26	0.5	1	0.29	0.5	1	0.12	0.25	0.25
A. karbonat	0.18	0.5	1	0.23	0.5	1	0.09	0.25	0.25
K. asetat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0.68	>2	>2
K. propiyonat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0.05	>2	>2
K. silikat	0.96	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
K. sitrat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
P. benzoat	0.30	1	>2	0.22	1	>2	0.53	>2	>2
P. bikarbonat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	1.69	>2	>2
P. karbonat	>2	>2	>2	1.53	>2	>2	0.29	1	>2
P. sorbat	0.05	0.25	>2	0.04	0.1	>2	0.06	0.25	0.25
S. asetat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
S. benzoat	0.19	0.5	>2	0.30	0.5	2	0.13	0.5	0.5
S. bikarbonat	0.96	>2	>2	>2	>2	>2	0.22	2	>2
S. format	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0.69	>2	>2
S. karbonat	0.42	>2	>2	1.02	>2	>2	0.27	1	>2
S. metabisülfid	0.07	0.25	0.25	0.05	0.25	0.25	0.03	0.1	0.1
S. propiyonat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0.10	>2	>2
S. sitrat	1.25	>2	>2	>2	>2	>2	0.87	>2	>2
S. süksinat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
S. tartarat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
Captan	<0.025	2	2	0.03	1	1	<0.025	1	2

*ED₅₀ = Effective dose, MIC=Minimum inhibition concentration, MFC=Minimum fungicidal concentration.

(P<0.05). Potasyum benzoat ve sorbat *F. oxysporum* ve *F. solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğünü inokuleli kontrole kıyasla azaltırken, sodyum benzoat *R. solani* AG 4'ününün azaltmış, ancak diğer funguslarınkini azaltamamıştır (P<0.05).

Amonyum bikarbonat *F. oxysporum* ve *R. solani* AG 4'ün neden olduğu kök çürüklüğü şiddetini azaltırken, amonyum karbonat sadece *F. solani*'ninkini azaltabilmiştir (P<0.05). Fidanların kök uzunluğu üzerine tüm uygulamaların hastalık etmenlerine karşı etkili olduğu ve inokuleli kontrol bitkilerinden uygulama yapılan bitkilerin istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Ayrıca bu uygulamalardan bazıları (*F. oxysporum* ve *R. solani* AG 4'e karşı amonyum bikarbonat ve *R. solani* AG 4'e karşı sodyum metabisülfid) inokule edilmemiş kontrol bitkilerinden istatistiki olarak farksız bulunmuştur (P<0.05).

Birçok çalışmada çeşitli bitki hastalıklarının mücadelesinde sentetik fungisitlere alternatif olarak

kullanılabilecek farklı organik ve inorganik tuzların etkinliği *in vitro*, *in vivo*, sera ve tarla denemeleri ile değerlendirilmiş ve bu tuzlardan bikarbonat, fosfat, karbonat, klor, silikat, sülfid ve organik asit tuzlarının bazılarının birçok patojene karşı etkili olduğu gösterilmiştir (Punja ve Grogan, 1982; Elmer, 1989; Gottstein ve Kuc, 1989; Cherif ve Belanger, 1992; Ziv ve Zitter, 1992; Punja ve Gaye, 1993; Palmer ve ark., 1997; Olivier ve ark., 1998; Mecteau ve ark., 2002; Palou ve ark., 2002; Mills ve ark., 2004; Bi ve ark., 2006; Orbovic ve ark., 2008; Arslan, 2015; Türkkan ve Erper, 2015; Jabnoun-Khiareddine ve ark., 2016).

Bu çalışmada, Ordu ili kivi bahçelerinde kök çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'e karşı amonyum, kalsiyum, potasyum ve sodyumun bazı organik ve inorganik tuzları ve sentetik fungisit olarak Captan'ın etkinlikleri *in vitro* denemeler, toprak ve kök testleri ile ilk kez çalışılmıştır.

Çizelge 3. *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'e karşı organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın fungistatik ve/veya fungisidal etkileri

Bileşikler	Funguslar	Konsantrasyon (% w/v)						
		0.025 Gün*	0.05 Gün	0.1 Gün	0.25 Gün	0.5 Gün	1.0 Gün	2.0 Gün
A. bikarbonat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	8	MFC	MFC
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	8	MFC	MFC
	<i>R. solani</i>	B	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC
A. karbonat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	8	MFC	MFC
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	8	MFC	MFC
	<i>R. solani</i>	B	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC
P. benzoat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	B	8	9
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	B	9	9
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	B	B	B
P. karbonat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	B	4	5
P. sorbat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	8	8	9	9
	<i>F. solani</i>	B	B	7	7	8	8	9
	<i>R. solani</i>	B	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC
S. benzoat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	8	9	9
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	9	9	MFC
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	MFC	MFC	MFC
S. bikarbonat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	B	B	3
S. karbonat	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	B	B	B
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	B	3	3
S. metabisülfite	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC
	<i>F. solani</i>	B	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC
	<i>R. solani</i>	B	B	MFC	MFC	MFC	MFC	MFC
Captan	<i>F. oxysporum</i>	B	B	B	B	B	ND	MFC
	<i>F. solani</i>	B	B	B	B	B	MFC	MFC
	<i>R. solani</i>	B	B	B	B	B	7	MFC

*Tamamen engelleme gerçekleşen petriplerdeki fungal inokulum taze besi ortamına aktarıldıktan sonra petriyi kaplaması için geçen gün sayısı, B= Belirlenemedi

Çizelge 4. Toprak testinde *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'ün miselyal gelişimleri üzerine organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın etkisi

Bileşikler	Konsantrasyon (%, w/v)	% Engelleme		
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>R. solani</i> AG 4
A. bikarbonat	0.75	89.66 ab*	82.91 b-d	100.00 a
	1	95.60 a	96.95 a	100.00 a
A. karbonat	0.75	83.61 ab	92.86 a	100.00 a
	1	92.89 a	98.80 a	100.00 a
P. benzoat	0.25	40.55 d	49.56 f	21.44 e
	0.5	52.11 cd	55.38 f	26.55 e
P. sorbat	0.25	64.85 c	78.13 cd	76.86 d
	0.5	87.94 ab	92.74 ab	100.00 a
S. benzoat	0.25	47.75 d	59.81 ef	83.01 cd
	0.5	61.58 c	86.35 a-d	100.00 a
S. metabisülfite	0.1	79.84 b	72.93 de	89.33 bc
	0.25	94.87 a	91.22 a-c	100.00 a
Captan	0.25	90.15 ab	93.50 ab	95.23 ab
	0.5	96.21 a	97.69 a	98.89 a
Kontrol	0	0 e	0 g	0 f

*Aynı sütünde yer alan ve aynı harfle gösterilen değerler için Tukey-HSD $P < 0.05$ 'e göre fark yoktur

Çizelge 5. Kök testinde *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* AG 4'e karşı organik ile inorganik tuzlar ve Captan'ın etkisi

Bileşikler (%, w/v)	Funguslar	Kök çürüklüğü	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
Kontrol (Negatif)	-	0.67 f*	23.73 a	9.64 ^a	1.75
Kontrol (Pozitif)	<i>F. oxysporum</i>	4.33 a-c	6.03 f-h	0.71	0.10
	<i>F. solani</i>	5.00 a	0.83 h	0.17	0.02
	<i>R. solani</i>	4.67 ab	4.83 gh	0.59	0.23
A. bikarbonat (1.0)	<i>F. oxysporum</i>	3.00 b-e	17.83 a-c	7.60	1.40
	<i>F. solani</i>	3.33 a-e	12.00 c-g	3.59	0.65
	<i>R. solani</i>	3.00 b-e	20.50 ab	7.16	1.24
A. karbonat (0.75)	<i>F. oxysporum</i>	3.67 a-d	12.07 c-g	2.82	0.39
	<i>F. solani</i>	3.00 b-e	15.37 b-e	3.58	0.55
	<i>R. solani</i>	3.33 a-e	13.80 b-f	4.69	0.79
P. benzoate (0.25)	<i>F. oxysporum</i>	2.33 d-f	15.47 b-d	6.78	01.11
	<i>F. solani</i>	2.33 d-f	16.90 a-d	7.40	1.38
	<i>R. solani</i>	3.33 a-e	9.53 c-g	2.78	0.32
P. sorbat (0.25)	<i>F. oxysporum</i>	2.00 d-f	14.83 b-e	3.38	0.62
	<i>F. solani</i>	2.67 c-e	13.49 b-f	6.12	1.27
	<i>R. solani</i>	3.33 a-e	12.07 c-g	4.84	0.69
S. benzoat (0.25)	<i>F. oxysporum</i>	4.33 a-c	7.53 e-h	1.54	0.29
	<i>F. solani</i>	3.67 a-d	9.13 d-g	3.19	0.56
	<i>R. solani</i>	3.00 b-e	12.13 c-g	3.60	0.45
S. metabisülfite (0.1)	<i>F. oxysporum</i>	2.00 d-f	15.57 b-d	3.04	0.55
	<i>F. solani</i>	1.67 ef	14.13 b-e	4.53	0.71
	<i>R. solani</i>	2.00 d-f	16.47 a-d	4.74	0.79
Captan (0.25)	<i>F. oxysporum</i>	1.67 ef	15.03 b-e	3.19	0.46
	<i>F. solani</i>	2.00 d-f	9.67 d-g	2.90	0.48
	<i>R. solani</i>	3.00 b-e	12.27 c-g	5.67	1.10

*Aynı sütünde yer alan ve aynı harfle gösterilen değerler için Tukey-HSD P<0.05'e göre fark yoktur

^a İstatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05)

In vitro'da % 2 konsantrasyonda, çalışmada kullanılan 22 bileşikten sadece 6 (amonyum bikarbonat, amonyum karbonat, potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfite ve Captan)'sı her üç fungusun miselyal gelişmesini tamamen engellemiştir. Potasyum benzoat *F. oxysporum* ve *F. solani*'nin miselyal gelişmesini tamamen engellerken, potasyum karbonat, sodyum bikarbonat ve sodyum karbonat *R. solani* AG 4'ün misel gelişimini tümüyle engellemiştir. Birkaç istisna dışında amonyum asetat, kalsiyum (asetat, propionat, silikat ve sitrat) ve sodyum (asetat, format, propionat, sitrat, süksinat ve tartarat) bileşikler *R. solani* AG 4'ün miselyal gelişmesini iki *Fusarium* türüne kıyasla daha kuvvetli bir şekilde engellemiştir. Hatta kalsiyum propionat yukarıda tamamen engelleme gerçekleştiren 9 organik ve inorganik tuzdan istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır (P<0.05). Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar bizim bulgularımız ile paralellik göstermektedir. Mecteau ve ark., (2002, 2008) sodyum benzoatın ve sodyum metabisülfite 0.2 M (%7.6) konsantrasyonlarında *F. sambicinum* ve *F. solani* var. *coereuleum*'un miselyal gelişmesini tamamen engellediğini bildirmiştir. Önceki çalışma ile aynı konsantrasyondaki sodyum metabisülfite

Helminthosporium solani'nin hem miselyal gelişmesi hem de konidi oluşumunu ve konidi çimlenmesini tamamen engellediği belirlenmiştir (Hervieux ve ark., 2002). Hatta daha düşük konsantrasyonda (0.02 M) bile sodyum metabisülfite ve amonyum karbonatın *Penicillium italicum*'un miselyal gelişimini ve sporulasyonunu engellediği bildirilmiştir (Latifa ve ark., 2011). Arslan ve ark. (2009) *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum*'un miselyal gelişmesinin amonyum bikarbonat ve potasyum sorbatın % 0.05-0.6 konsantrasyonlarında tamamen engellediği, ancak potasyum benzoatın çalışmada kullandıkları en yüksek konsantrasyonda (% 2) bile *R. solani*'yi engelleyemediğini tespit etmişlerdir. Türkkan ve Erper (2015) sodyum benzoat, sodyum metabisülfite ve Captan'ın % 2 konsantrasyonda *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. solani* f. sp. *phaseoli*, *F. verticillioides*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. rolfsii*'nin miselyal gelişmesini tamamen engellediğini, ancak sodyum karbonat ve sodyum bikarbonatın *Fusarium* türlerini yaklaşık % 37-90 arasında değişen oranlarda engellediğini bildirmişlerdir. Ancak aynı çalışmada sodyum karbonatın *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. rolfsii*'yi tamamen

engellerken, sodyum bikarbonatın *S. rolfii* hariç tamamen engelleme sağlamamasına karşın, diğer iki fungusa karşı engelleyici etkisinin oldukça yüksek olduğu ve istatistikî olarak sodyum karbonattan farklı olmadığını tespit etmişlerdir. Amonyum asetat, kalsiyum (asetat, propionat ve silikat) ve sodyum (asetat, format, sitrat, süksinat ve tartarat) tuzlarının *I. liriodendri*'nin miselyal gelişimini yaklaşık % 2–35 gibi düşük oranlarda engellediği bildirilmiştir (Türkkan, 2015).

Çalışmada *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4 için Captan'ın ED₅₀ değeri amonyum bikarbonat, amonyum karbonat ve sodyum metabisülfitten düşük olmasına karşın, MIC ve MFC değerleri % 1-2 arasında bulunmuştur. *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'e karşı sodyum metabisülfitin fungistatik ve fungisidal etkileri sırasıyla % 0.25, 0.25 ve 0.1 olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda bizim sonuçlarımızla uyumlu olup, Nisa ve ark. (2011) Captan'ın % 0.2 konsantrasyonunun *F. oxysporum*'un tamamen engellenmesi için yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Türkkan ve Erper (2015) Captan'ın ED₅₀ değerinin çalışmadaki sekiz fungusa karşı sodyum metabisülfite ve diğer sodyum bileşiklerinden daha düşük bir değere sahip olduğunu, ancak fungistatik etkisinin sodyum metabisülfitten oldukça yüksek bir konsantrasyonda ortaya çıktığını belirtmiştir. Talibi ve ark. (2011) *P. italicum*'a karşı kullandıkları 28 organik asit ve tuz içerisinde sodyum metabisülfitin en düşük ED₅₀, MIC ve MFC değerlerine sahip olup, sırasıyla 1.69 (% 0.03), 5 (% 0.1) ve 5 (% 0.1) mM olarak belirlemişlerdir. Benzer olarak Arslan (2015) kükürt içeren 6 tuz içerisinde *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum*'a karşı en düşük ED₅₀, MIC ve MFC değerlerinin sodyum metabisülfite ait olduğunu ve tüm funguslar için % 0.03-0.12, % 0.05-0.17 ve % 0.1-0.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Türkkan (2013, 2015) *F. oxysporum* f. sp. *cepae* ve *Ilyonectria liriodendri* için sodyum metabisülfitin ED₅₀, MIC ve MFC değerlerinin çalışmada kullanılan amonyum karbonat, amonyum bikarbonat ve diğer tuzlardan daha düşük olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da sodyum metabisülfite her üç fungusa karşı diğer bileşiklerden daha yüksek bir fungitoksik etki göstermiştir. Amonyum karbonat ve bikarbonat için MIC ve MFC değerleri *F. oxysporum* ve *F. solani* için sırasıyla % 0.5 ve 1 ve *R. solani* AG 4 için ise % 0.25 ve 0.25 olarak tespit edilmiştir. Amonyum karbonat ve bikarbonatın % 0.5'lik konsantrasyonlarında her iki *Fusarium* türü de 8 gün içinde gelişmiş, fakat % 0.25 konsantrasyonu *R. solani* için fungisidal olarak belirlenmiştir. Ancak potasyum karbonat, sodyum karbonat ve sodyum bikarbonatın % 1 veya 2 konsantrasyonlarında *R. solani* AG 4, 3-5 gün içerisinde gelişmiştir. Palou ve ark. (2001) sodyum karbonat ve bikarbonatın % 4 konsantrasyonda *P. italicum*'a fungisidal olmaktan daha çok fungistatik etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Arslan ve ark. (2009) amonyum bikarbonat dışında diğer karbonat ve

bikarbonat (potasyum ve sodyum)'ların çalışmada kullandıkları en yüksek konsantrasyon olan % 2'de bile *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *M. phaseolina* ve *R. solani*'ye karşı fungisidal etki göstermediklerini belirtmişlerdir. Benzer olarak aynı konsantrasyonda potasyum sorbatın *F. oxysporum* f. sp. *melonis* ve *M. phaseolina*'ya karşı fungistatik etki gösterdiğini ve sırasıyla fungusların 9 ve 4 gün içerisinde geliştiğini tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada potasyum sorbat % 0.1 ve 0.25 gibi düşük konsantrasyonlarda *F. solani* ve *F. oxysporum* için fungistatik etki gösterirken *R. solani* için % 0.25'te fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak potasyum sorbat ve potasyum benzoatın % 2'lik konsantrasyonlarında *F. oxysporum* ve *F. solani* 9 gün içinde gelişmesine rağmen, sodyum benzoatın aynı konsantrasyonunun *F. oxysporum* için etkisi benzerken *F. solani* için fungisidal olduğu saptanmıştır.

Organik ve inorganik tuzlar ile Captan'ın % 2 konsantrasyonunda pH değerlerinin birbirinden farklı olup, 4.80-10.65 arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük pH değerlerine sahip kalsiyum asetat (4.80) ve sodyum metabisülfite (4.84)'in funguslar üzerine etkilerinin farklı olup, sodyum metabisülfite her üç fungusun miselyal gelişmesini tamamen engellerken, kalsiyum asetatın *F. solani*'ninki üzerine hiç bir engelleyici etkisi olmadığı, hatta tuz eklenmemiş kontrol petrilerinden istatistikî olarak farksız olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$). Önceki çalışmalar ile sonuçlarımız benzerlik göstermektedir. Türkkan ve Erper (2014) benzer pH değerlerine sahip olan sodyum metabisülfite (pH: 4.80)'in *F. oxysporum* f. sp. *cepae*'nin miselyal gelişmesini % 2 konsantrasyonda tamamen engellediğini, sodyum fosfat monobazik (pH: 4.85)'in ise fungusun miselyal gelişmesini negatif olarak etkilemediğini, aksine uygulama görmemiş kontrole kıyasla artırdığını belirtmektedir. Benzer olarak Türkkan (2015) % 2 konsantrasyonda sodyum metabisülfitin *I. liriodendri*'yi tamamen engellediğini, ancak kalsiyum asetatın kontrol petrilere kıyasla yaklaşık % 6 oranında bir engelleme sağladığını tespit etmiştir. Sodyum metabisülfitin toksik etkisinin esasen asidik koşullarda oluşan sülfüroz asit ve bisülfite iyonlarından kaynaklandığı bildirilmektedir (Russell, 2005). Dolayısıyla organik ve inorganik tuzların pH değerlerinin onların toksik etkilerinde sınırlı bir role sahip olduğu bildirilmiştir (Mecteau ve ark., 2002).

Toprak testlerinde amonyum karbonat ve bikarbonat konsantrasyonları hariç benzer konsantrasyon (% 0.25)'da kullanılan Captan, potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat ve sodyum metabisülfite arasında funguslara karşı en etkili olanlar sodyum metabisülfite ve Captan olarak belirlenmiştir. Bu bulgular Arslan ve ark. (2006) tarafından da doğrulanmaktadır. Aynı araştırmacılar, toprak testlerinde % 0.6'lık potasyum sorbatın, *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *M. phaseolina* ve *R. solani*'yi tamamen engellediğini, ancak amonyum bikarbonatın çalışmada kullandıkları en yüksek konsantrasyon (% 2)'da bunu gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir. Arslan (2015),

toprak testlerinde potasyum ve sodyum metabisülfite % 0.4 konsantrasyonda *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum*'u tamamen engellediğini belirlemiştir. Benzer olarak Türkkan ve Erper (2015) Captan, sodyum benzoat ve sodyum metabisülfite % 0.1 ve daha yüksek konsantrasyonlarında *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. solani* f. sp. *phaseoli*, *F. verticillioide*s, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. rolfsii*'nin misel gelişmelerini tamamen engellediğini belirlemişlerdir.

Kök testlerinde en etkili bileşiklerin sodyum metabisülfite ve Captan uygulamaları olup, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'ün kivi fidanlarında neden olduğu kök çürüklüğü şiddetini inokuleli kontrol bitkilerine kıyasla önemli oranda azalttığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğerlerinin kök çürüklüğüne karşı etkilerinin genellikle funguslara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. İnokuleli kontrole kıyasla, fidanların kök uzunluğu üzerine amonyum karbonat, amonyum bikarbonat, potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfite ve Captan'ın hastalık etmenlerine karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak tüm uygulamalar kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu sonuçlar önceki çalışmaların bulguları ile uyumludur. Sodyum metabisülfite uygulamasının *F. oxysporum*, *F. semitectum* ve *F. moniliforme*'nin yerfıstıklarında neden olduğu enfeksiyonu etkili bir şekilde kontrol ettiği bildirilmiştir (Vir ve Vaidya, 1987). Yine bir başka araştırmacı patateslerde kuru çürüklüğe neden olan *F. sambucinum*'a karşı sodyum metabisülfite koruyucu etkiye sahipken, alüminyum kloritin tedavi edici özellikte olduğunu tespit etmiştir (Mecteau ve ark., 2002). Arslan (2015) sodyum metabisülfite (% 0.5) ve potasyum metabisülfite (% 0.75)'in buğday ve fasulye yapraklarına uygulanması ile pas hastalığı etmenleri *Puccinia triticina* ve *Uromyces appendiculatus*'un neden olduğu püstülleri sırasıyla yaklaşık olarak % 62-68 ve % 68-70 oranında azalttığını belirtmiştir. Ayrıca Türkkan, (2015) kivi fidanları üzerinde yaptığı fitotoksiste çalışmalarında potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat ve sodyum metabisülfite % 0.25 konsantrasyon uygulamalarının herhangi bir fitotoksiste neden olmazken, % 2 amonyum bikarbonat ve % 1.5 amonyum karbonat uygulamalarının fitotoksiste neden olduğunu tespit etmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen bulgular kivilerde kök çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4'ün kontrolünde organik ve inorganik bazı tuzların kullanılabileceğini göstermiştir. Çalışmada kullanılan 21 organik ve inorganik tuz arasından amonyum bikarbonat, amonyum karbonat, potasyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum benzoat ve sodyum metabisülfite *in vitro*'da funguslara karşı etkili bulunmuş,

hatta çalışmada kullanılan sentetik fungusit Captan da olduğu gibi amonyum karbonat, amonyum bikarbonat ve sodyum metabisülfite fungistatik ve/veya fungisidal etki gösterdikleri belirlenmiştir. Toprak testlerinde Captan ve sodyum metabisülfite, amonyum karbonat ve bikarbonattan daha düşük konsantrasyonda kullanılmasına karşın her üç fungusa karşı etkili oldukları görülmüştür. Bu bulgular kök testlerinde de doğrulanmış olup, sodyum metabisülfite ve Captan fungusların neden olduğu kök çürüklüğü şiddetini inokuleli kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak kök uzunluğu üzerine tüm uygulamaların hastalık etmenlerine karşı etkili olduğu ve inokuleli kontrol bitkilerinden farklı grupta yer aldığı görülmüştür.

Ülkemizde kivide kök çürüklüğü hastalıkları yeni yeni tanımlanmakta olup, henüz bu hastalıklara karşı ruhsatlı fungusitler bulunmamaktadır. Bu çalışmada kullanılan organik ve inorganik tuzların çevre ve insan sağlığı üzerine toksik bir etkisinin az veya hiç olmaması ve ayrıca şu ana kadar bunlara karşı patojenlerde henüz bir direnç tespit edilmemesinden dolayı, kontrolü oldukça zor olan kök çürüklüğü hastalıklarının mücadelesinde sentetik fungusitlere karşı etkili bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu tuzlar tavsiye edilmeden önce hem doğal çevre koşulları üzerine etkileri (toprak pH'sı) ve farklı konukçu patojen interaksyonları araştırılmalıdır. Ayrıca bu tuzların daha sonraki çalışmalarda kök çürüklüğü patojenleri ile bulaşık kivi bahçelerinde yürütülecek denemeler ile değerlendirilmesi gerekir.

Teşekkür

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi TF-1454 Proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Agrios, G.N., 2005. Plant pathology, 5th edition. Elsevier academic press, San Diego, USA, 948 s.
- Ak, K., Saruhan, İ., Tuncer, C., Akyol, H., Kılıç, A., 2011. Ordu ili kivi bahçelerinde yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türlerinin tespiti ve zarar oranları. Türkiye Entomoloji Bülteni 1 (4):229-234.
- Akıllı, S., Serçe, Ç.U., Katircioğlu, Y.K., Karakaya, A., Maden, S., 2011. Involvement of *Phytophthora citrophthora* in kiwifruit decline in Turkey. Journal of Phytopathology 159:579-581.
- Alaniz S, Abad-Campos P, García-Jiménez J, Armengol, J., 2011. Evaluation of fungicides to control *Cylindrocarpon liriodendri* and *Cylindrocarpon macrodymum* *in vitro* and their effect during the rooting phase in the grapevine propagation process. Crop Protection 30(4):489-494.
- Anonim, 1999. [https:// bio.kiwifruit.it.1999.pdf](https://bio.kiwifruit.it.1999.pdf) (Erişim Tarihi 24.11.2016).
- Arslan, U., İlhan, K., Karabulut, O.A., 2006. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds for the control of bean rust and wheat leaf rust. Journal of Phytopathology 154:534-541.

- Arslan, U., Kadir, I., Vardar, C., Karabulut, O.A., 2009. Evaluation of antifungal activity of food additives against soilborne phytopathogenic fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25: 537-543.
- Arslan, U., İlhan, K., Karabulut, O.A., 2013. Evaluation of the use of ammonium bicarbonate and oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) extract on the control of apple scab. *Journal Phytopathol* 161:382-388.
- Arslan, U., 2015. Evaluation of antifungal activity of sulfurcontaining salts against phytopathogenic fungi. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(5a):1879-1886.
- Baştaş, K., Karakaya, A., 2012. First report of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Turkey. *Plant Disease* 96(3):452.
- Bi, Y., Tian, S.P., Guo, Y.R., Ge, Y.H., Qin, G.Z., 2006. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami melons: induce resistance and fungistatic effects. *Plant Disease* 90: 279-83.
- Brook, P.J., 1986. Diseases of kiwifruit. In 'Kiwifruit: science and management'. (Eds IJ Warrington, GC Weston). New Zealand, Ray Richards Publisher pp 420-428.
- Campanella, V., Ippolito, A., ve Nigro, F., 2002. Activity of calcium salts in controlling *Phytophthora* root rot of citrus. *Crop Protection* 21: 751-756.
- Cherif, M., Belanger, R.R., 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Plant Disease* 76: 1008-1011.
- Conn, K.E., Gubler, W.D., Mircetich, S.M., Hasey, J.K., 1991. Pathogenicity and relative virulence of nine *Phytophthora* spp. from kiwifruit. *Phytopathology*, 81: 974-979.
- Corral, L.G., Post, L.S., Montville, T.J., 1988. Antimicrobial activity of sodium bicarbonate. *Journal Food Science* 53: 981-982.
- DePasquale, D.A., El-Nabarawy, A., Rosen, J.D., Montville, T.J., 1990. Ammonium bicarbonate inhibition of mycotoxigenic fungi and spoilage yeasts. *Journal of Food Protection* 4: 282-350.
- Di Marco, S., Calzarano, F., Gams, W., Cesari, A., 2000. A new wood decay of kiwifruit in Italy. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 28: 69-73.
- Di Marco, S., Osti, F., Spada, G., 2003. The wood decay of kiwifruit and first control measures. *Acta Horticulturae* 610:291-294.
- Di Marco, S., Calzarano, F., Osti, F., Mazzullo, A., 2004. Pathogenicity of fungi associated with a decay of kiwifruit. *Australasian Plant Pathology*, 33: 337-342.
- Elena, K., Paplomatas, E.J. 2002. First report of *Fomitiporia punctata* infecting kiwifruit. *Plant Disease*, 86(10): 1176.
- Elmer, W.H. 1989. Effect of chloride and nitrogen form on growth of asparagus infected by *Fusarium* spp. *Plant Disease* 73:736-740.
- Erper, İ., Tunali, B., Agusti-Brisach, C., Armengol, J., 2011a. First report of *Cylindrocarpum liriodendri* on kiwifruit in Turkey. *Plant Disease* 95:76.
- Erper, İ., Türkkan, M., Karaca, G.H., Kılıç, G., 2011b. Evaluation of in vitro antifungal activity of potassium bicarbonate on *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-I, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Trichoderma* sp. *African Journal of Biotechnonology* 10(43): 8605-8612.
- Erper, İ., Agusti-Brisach, C., Tunali, B., Armengol, J., 2013. Characterization of root rot disease of kiwifruit in the Black Sea region of Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 136:291-300.
- Fan, C.M., Xiong, G.R., Qi, P., Ji, G.H., He, Y.Q., 2008. Potential biofumigation effects of *Brassica oleracea* var. *caulorapa* on growth of fungi. *Journal of Phytopathology*, 156:321-325.
- FAO, 2016. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim Tarihi: 10.10.2016).
- Farihi, A., Menge, J.A., Tsao, P.H., Ohr, H.D., 1981. Metalaxyl and fosite aluminum for control of *Phytophthora gummosis* and root rot on citrus. *Plant Disease*, 65:654-657.
- FDA, 2016. <http://www.fda.gov/IngredientsPackaging> (ErişimTarihi: 01.11.2016).
- Gottstein, H.D., Kuc, J., 1989. Induction of systemic resistance to anthracnose in cucumber by phosphates. *Phytopathology* 79: 176-179.
- Güncan, A., 2015. Current status of the kiwifruit pests in Turkey. *Acta Horticulture*, 1096:371-376.
- Hervieux, V., Yaganza, E.S., Arul, J., Tweddell, R.J., 2002. Effect of organic and inorganic salts on the development of *Helminthosporium solani*, the causal agent of potato silver scurf. *Plant Disease*, 86: 1014-1018.
- Jabnoun-Khiareddine, H., Abdallah, R., El-Mohamedy, R., Abdel-Kareem, F., Gueddes-Chahed, M., Hajlaoui, A., Daami-Remadi, M., 2016. Comparative efficacy of potassium salts against soil-borne and air-borne fungi and their ability to suppress tomato wilt and fruit rots. *Journal of Microbial and Biochemical Technology* 8(2): 45-55.
- Karakaya, A., 2001. First report of infection of kiwifruit by *Pestalotiopsis* sp. in Turkey. *Plant Disease* 85(9):1028.
- Kurbetli, İ., Ozan, S., 2013. Occurrence of *Phytophthora* root and stem rot of kiwifruit in Turkey. *Journal of Phytopathology* 161: 887-889.
- Krausz, J.P., Caldwell, J.D., 1987. *Cylindrocladium* root rot of kiwifruit. *Plant Disease* 71: 374-375.
- Latifa, A., Idriss, T., Hassan, B., Amine, S.M., El Hassane, B., Abdellah, A.B.A., 2011. Effects of organic acids and salts on the development of *Penicillium italicum*: the causal agent of citrus blue mold. *Plant Pathology J* 10: 99-107.
- Latorre, B.A., Alvarez, C., Ribeiro, O.K., 1991. *Phytophthora* root rot of kiwifruit in Chile. *Plant Disease* 75, 949-952.
- Mecteau, M.R., Arul, J., Tweddell, R.J., 2002. Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. *Mycological Research*, 106: 688-696.
- Mecteau, M.R., Arul, J., Tweddell, R.J., 2008. Effect of different salts on the development of *Fusarium solani* var. *coeruleum*, a causal agent of potato dry rot. *Phytoprotection*, 89: 1-6.
- Mills, A.A.S., Platt, H.W., Hurta, R.A.R., 2004. Effect of salt compounds on mycelial growth, sporulation and spore germination of various potato pathogens. *Postharvest Biology and Technology*, 34: 341-350.
- Miyasaki, K.T., Genco, R.J., Wilson, M.E., 1986. Antimicrobial properties of hydrogen peroxide and sodium bicarbonate individually and in combination against selected oral, gram-negative, facultative bacteria. *Journal of Dental Research*, 65: 1142-1148.
- Nisa, T., Wani, A.H., Bhat, M.Y., Pala, S.A., Mir, R.A., 2011. *In vitro* inhibitory effect of fungicides and botanicals on mycelial growth and spore germination of *Fusarium oxysporum*. *Journal Biopest*, 4(1): 53-56.
- Olivier, C., Halseth, D.E., Mizubuti, E.S.G., Loria, R., 1998. Postharvest application of organic and inorganic salts for

- suppression of silver scurf on potato tubers. Plant Disease, 82: 213-217.
- Olivier, C., MacNeil C.R., Loria R., 1999. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tubers can suppress silver scurf during potato storage. Plant Disease 83:814-818.
- Orbovic, V., Syvertsen, J.P., Bright, D., Van Clief, D.L., Graham, J.H., 2008. Citrus seedling growth and susceptibility to root rot as affected by phosphite and phosphate. Journal Plant Nutrition, 31: 774-787.
- Palmer, C.L., Horst, R.K., Langhans, R.W., 1997. Use of bicarbonates to inhibit in vitro colony growth of *Botrytis cinerea*. Plant Disease, 81:1432-1438.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Usall, J., Viñas, I., 2001. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. Plant Disease, 85: 371-376.
- Palou, L., Usall, J., Smilanick, J.L., Aguilar, M-J., Viñas, I., 2002. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds as alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* on citrus fruit. Pest Management Science, 58: 459-466.
- Prodi, A., Sandalo, S., Tonti, S., Nipoti, P., Pisi, A., 2008. Phialophora-like fungi associated with kiwifruit elephantiasis. Journal of Plant Pathology, 90: 487-494.
- Punja, Z.K., Grogan, R.G., 1982. Effects of inorganic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. Phytopathology, 72: 635-639.
- Punja, Z.K., Gaye, M.M., 1993. Influence of postharvest handling practices and dip treatments on development of black root rot on fresh market carrots. Plant Disease 77:989-995.
- Reuveni, M., Agapov, V., Reuveni, R., 1996. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Crop Prot., 15: 49-53.
- Russell, A.D., 2005. Mechanisms of action, resistance, and stress adaptation. In: Michael Davidson P, Sofos JN, Brannen AL. (eds) Antimicrobials in Food, 3rd edn. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, pp 633-657.
- Talibi, I., Askarne, L., Boubaker, H. Boudyach, E.H., Aoumar, A.A.B., 2011. *In vitro* and *In vivo* antifungal activities of organic and inorganic salts against citrus sour rot agent *Geotrichum candidum*. Plant Pathology Journal, 10: 138-145.
- TÜİK, 2016. <https://biruni.tuik.gov.tr/> (ErişimTarihi: 10.10.2016).
- Türkkan, M., 2013. Antifungal effect of various salts against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* the causal agent of Fusarium basal rot of onion. Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Sciences), 19: 178-187.
- Türkkan, M., Erper, İ., 2014. Evaluation of antifungal activity of sodium salts against onion basal rot caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Plant Protection Science, 50(1):19-25.
- Türkkan, M., 2015. Evaluation of inhibitory effect of organic and inorganic salts against *Ilyonectria liriodendri*, the causal agent of root rot disease of kiwifruit. Journal Phytopathology, 163(7-8):567-577.
- Türkkan, M., Erper, İ., 2015. Inhibitory influence of organic and inorganic sodium salts and synthetic fungicides against bean root rot pathogens. Gesunde Pflanzen, 67: 83-94.
- Türkkan, M., 2017. Ordu ili kivi bahçelerinde görülen fungal kök çürüklüğü hastalık etmenlerinin belirlenmesi. ORDU BAP tarafından desteklenen TF-1306 nolu projenin sonuç raporu, Ordu, 22s.
- Thomidis, T., Exadaktylou, E., 2010. Effect of boron on the development of brown rot (*Monilinia laxa*) on peaches. Crop Protection, 29(6): 572-576.
- Thompson, D.P., 1989. Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. Mycologia, 81: 151-153.
- Tripathi, P., Dubey, N.K., Banerji, R., Chansouria, J.P.N., 2004. Evaluation of some essential oils as botanical fungi toxicants in management of post-harvest rotting of citrus fruits. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 20: 317-321.
- Valencia-Chamorro, S.A., Palou, L., del Rio, M.A., Perez-Gago, M.B., 2008. Inhibition of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* by hydroxypropyl methylcellulose- lipid edible composite films containing food additives with antifungal properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 11270-11278.
- Vir, D., Vaidya, A., 1987. Efficacy of fungicides XLI. Relative efficacy of fungicides as post harvest chemical treatment for control of *Fusarium* species causing spoilage and loss of oil in stored groundnut. International Journal of Tropical Plant Disease, 5: 211-216.
- Yangui, T., Rhouma, A., Triki, M.A., Gargouri, K., Bouzid, J., 2008. Control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* using olive mill waste water and some of its indigenous bacterial strains. Crop Protection, 27: 189-197.
- Yonat, H., 2016. Ordu ili kivi bahçelerinde görülen yabancı ot türlerinin ve yoğunluklarının belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ordu.
- Yuen, G.Y., Schroth, M.N., Weinhold, A.R., Hancock, J.G., 1991. Effects of soil fumigation with methyl bromide and chloropicrin on root health and yield of strawberry. Plant Disease, 75: 416-420.
- Ziv, O., Zitter, T.A., 1992. Effects of bicarbonate and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. Plant Disease, 76: 513-517.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg. 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.297144



Üstten tohumlanan ve gübrelenen merada otların nitrat ve makro element içerikleri

Duygu Algan, İbrahim Aydın*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
*Sorumlu yazar: iaydin@omu.edu.tr

Geliş/Received 10/03/2017

Kabul/Accepted 22/09/2017

ÖZET

Ekolojinin ve bitkisel varlığın uygun olduğu yerlerde, meralarda verimliliği arttırmamanın en etkili yolu, bu alanların gübrelenmesidir. Meralara uygulanan fosforlu ve potasyumlu gübrelerin baklagilleri, azotlu gübrelerin ise buğdaygilleri teşvik ettiği bilinmektedir. Dolayısıyla uygulanan gübrelerin doz ve cinsine bağlı olarak, meranın botanik kompozisyonunda belirgin bir değişim olabilir. Hayvan besleme açısından, hem otun mineral içeriği, hem de bazı mineraller arasındaki oranlar önem taşımaktadırlar. Bu çalışma, iki yıllık bir sürede üstten tohumlama ve NPK'lı gübrelemenin mera otunda nitrat, makro element içerikleri ve elementler arası bazı oranlara etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Üstten tohumlama (tohumlanmamış ve üstten tohumlanmış) ve gübreleme (3 azot (0, 6 ve 12 kg da⁻¹), 3 fosfor (0, 6 ve 12 kg da⁻¹) ve 2 potasyum (0 ve 8 kg da⁻¹) dozunun karışımı) sırasıyla ana parsel ve alt parseller olarak kullanılmıştır. Mera bitkilerinin nitrat, makro element içerikleri ve elementler arası bazı oranları üstten tohumlamadan etkilenmemiştir. Gübreleme otun kalsiyum (8.30-12.32 g kg⁻¹), magnezyum (2.70-3.66 g kg⁻¹), potasyum (20.87-26.02 g kg⁻¹), fosfor (3.35-4.25 g kg⁻¹) ve kükürt (1.71-2.56 g kg⁻¹) içeriklerini değiştirmiştir. Otun K/(Ca+Mg), Ca/P ve N/S oranları sırasıyla 0.66-1.01, 2.18-3.43 ve 9.44-14.46 arasında değişmiştir. Farklı gübre dozlarında bitkilerin nitrat içeriği ise 1747-1848 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Ayrıca baklagiller, buğdaygillerden daha fazla nitrat biriktirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları; otun makro element içerikleri ve oranlarının otlayan hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak yeterlilikte veya daha yüksek olduğu ve nitrat içeriğinin gebe ve genç hayvanların sağlığı açısından risk oluşturabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:
Botanik kompozisyon
Doğal mera
Hayvanların mineral gereksinimleri
Mineraller
Tetani

The macro element and nitrate contents of plants on overseeded and fertilized rangeland

ABSTRACT

The most effective way to increase productivity of rangelands, where ecological factors and botanical composition are suitable, is to fertilize those lands. It is known that phosphorus and potassium fertilizations affect legumes, but nitrogen fertilizers affect grasses at rangelands. For that reason, it is expected that botanical composition of rangelands can be changed distinctly depending on doses and types of the applied fertilizers. In terms of animal feeding, both content and balance of minerals in herb are important. The study was carried out to determine the effect of over seeding and NPK fertilization on the nitrate, macro elements contents and rates among some elements in rangeland herbs for a 2-year period. Seeding (unseeded and over seeded) and fertilization (composed of 3 nitrogen (0, 6 and 12 kg da⁻¹), 3 phosphorus (0, 6 and 12 kg da⁻¹) and 2 potassium (0 and 8 kg da⁻¹) doses were utilized as main plots and sub-plots, respectively. Nitrate contents and K/(Ca+Mg), Ca/P and N/S ratios of plants were not affected by over seeding. Fertilization changed calcium (8.30-12.32 g kg⁻¹), magnesium (2.70-3.66 g kg⁻¹), potassium (20.87-26.02 g kg⁻¹), phosphorus (3.35-4.25 g kg⁻¹) and sulfur (1.71-2.56 g kg⁻¹) contents of herbs. K/(Ca+Mg), Ca/P and N/S ratios of herbs varied between 0.66-1.01, 2.18-3.43 and 9.44-14.46, respectively. Nitrate content of plant varied between 1747-1848 mg kg⁻¹ for different fertilization rates. Also, legumes accumulated more nitrate than grasses. The results of the present study indicated that mineral contents and ratios of rangeland plants were to be sufficient or higher to meet mineral requirements of the grazing animals, however, nitrate contents can be risk for pregnant and young animals.

Keywords:
Botanical composition
Native pasture
Mineral requirements of animal
Minerals
Tetany

© OMU ANAJAS 2017

Bu çalışma Duygu ALGAN'ın doktora tezinin bir kısmından hazırlanmıştır

1. Giriş

Ülkemizde meralarda verimliliği arttırmak için başta azot olmak üzere yoğun bir makro gübreleme yapılmaktadır. Böylece meraların botanik kompozisyonunda, dolayısıyla da elde edilen otun mineral içeriğinde önemli değişimler olmaktadır. Bu durum, hayvanlarda mineral madde dengesizliğinden kaynaklanan bazı hastalık risklerini arttırabilir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz iklim kuşağında yer alan meralarda otlayan hayvanlarda beslemeye bağlı bazı sağlık problemleri görülmektedir (Alp ve ark., 2001). Meralarda düzensiz gübrelemeyle azalan baklagil oranına veya değişen kompozisyona bağlı olarak, hayvanlarda beslenmeden kaynaklanan bazı sağlık problemleri gelecekte daha da artabilir (Mayland ve Hankins, 2001). Özellikle Karadeniz Bölgesi gibi bulutlu ve yağmurlu gün sayısının çok fazla olduğu yerlerde, hayvanlarda başta çayır tetanisi (Aydın ve Uzun, 2008) olmak üzere enzootik ataksi, beyaz kas gibi hastalık riskleri daha da artar (Umucalı ve Gülşen, 2005). Mayland ve Wilkinson (1989), iyi düzenlenmiş bir gübreleme programı ile otlayan hayvanlarda mineral madde yetersizliği veya dengesizliğinden kaynaklanan hastalık risklerinin azaltılabileceğini vurgulamaktadırlar. Yeni Zelanda'dan Avrupa'ya kadar tüm dünyada yaygın olarak görülen çayır tetanisinden sadece ABD'de her yıl ölen sığırların maliyeti 300 milyon dolar civarındadır (Lock ve ark., 2000). Berger (2008), İngiltere'de çayır tetanisine yakalanan hayvan sayısının % 1 düzeyinde olduğunu, bunun yaklaşık $\frac{1}{3}$ 'ünün ölümlerle sonuçlandığını bildirmiştir. Follett ve ark. (1977), çayır ve meralarda hem azotlu hem de potasyumlu gübrelemenin yemlerdeki K/(Ca+Mg) oranını arttırdıklarından dolayı, çayır tetanisi açısından çok önemli risk faktörü olduğunu saptamışlardır. Whitehead (1995), baklagil bitkilerinin kalsiyum ve magnezyum bakımından buğdaygillere göre çok daha zengin olduğunu, bu nedenle baklagil bitkilerinin dominant olduğu mera alanlarında otlayan hayvanlarda çayır tetanisi vakalarına sık rastlanmadığını tespit etmiştir. Mayland ve Hankins (2001), özellikle laktasyon dönemindeki koyunların ve sığırların çayır tetanisine karşı çok hassas olduğunu vurgulamaktadırlar.

Açıkgöz (2001), genel olarak kuru otun Ca/P oranının 2:1 olmasını tavsiye etmekte, fazlalığında ise hayvanlarda süt humması oluşabileceğini vurgulamaktadır. Ancak, hayvanlar yeterince D vitamini aldıklarında bu oranı 7:1'e kadar tolere edebilmektedir (Buxton ve Fales, 1994). Singer (2002), yem bitkilerinde nitrat içeriğinin azotlu gübrelemeye bağlı olarak arttığını, ancak bu artışın bitki türlerine göre çok değiştiğini belirtmektedir. Hayvanlarda mineral madde dengesizliğinden ileri gelen hastalıkların teşhis ve tedavisi son derecede zordur. Smith ve Guthrie (2004), bazı hayvan grupları için kritik nitrat düzeylerini; 6 aylık dana için 700 ppm, damızlık sığır için 1000 ppm, 6 aylık gebe inek için 1500 ppm ve diğerleri için 2500

ppm düzeyinde olduğunu bildirmektedirler. Şanlı ve ark. (1983), 1000 ppm'den fazla nitrat içeren ot ve yemlerin, yavru atma dahil olmak üzere diğer kronik nitrat zehirlenmelerine neden olduğunu ve yemlerdeki nitrat içeriği 2100 ppm'i aştığında ise, tiroit bezinde bozukluklara yol açtığını vurgulamaktadırlar. Bu araştırma, meralarda makro gübrelemenin otlayan hayvanlarda bazı hastalıkların risk düzeylerine etkisini ve otun mineral içeriğinin hayvanlar açısından yeterlilik seviyesini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma Samsun ili, Ondokuz Mayıs ilçesinde doğal bir merada 2013-2015 yılları arasında yürütülmüştür. Bölgede, vejetasyon periyodu süresince uzun yılların ortalaması olarak toplam yağış miktarı 705.8 mm ve ortalama sıcaklık 14.5 °C olarak belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında toplam yağış ve ortalama sıcaklığa ilişkin değerler sırasıyla, 578.3 mm ve 16.0 °C olurken, 2. yılda ise bu değerler, 776.2 mm ve 15.5 °C olarak gerçekleşmiştir (MGM, 2015). Denemenin yürütüldüğü toprağın karakteri, tınlı bünyeye sahip, pH bakımından nötr (7.1), az kireçli (2.5) ve tuzsuz (0.016) olduğu tespit edilmiştir. Toprağın fosfor içeriğinin çok az (2.54 kg da⁻¹), potasyum içeriğinin fazla (43 kg da⁻¹) ve organik madde açısından ise orta seviyede (% 2.07) olduğu belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

Deneme "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller" deneme desenine göre 3 tekrarlamalı ve 2 yıl süreyle çakılı olarak kurulmuştur. Ana parsellerde üstten tohumlama (üstten tohumlama yapılan ve yapılmayan), alt parsellerde ise azotun ve fosforun 3'er (0, 6 ve 12 kg da⁻¹) ve potasyumun 2 (0 ve 8 kg da⁻¹) dozu kombinasyonları halinde yer almıştır. Denemede gübre olarak amonyum nitrat (% 33 N), potasyum sülfat (% 50 K₂O) ve triple süper fosfat (% 46 P₂O₅) kullanılmıştır. Her ana parsel 18 alt parselden oluşmuştur. Deneme, ekim ayının sonunda kurulmuş ve üstten tohumlama işlemiyle birlikte gübre kombinasyonları uygulanmıştır. Azotun $\frac{1}{3}$ 'ü ile fosfor ve potasyumlu gübre kombinasyonlarının tamamı ekimle birlikte, azotun kalanı ise, erken ilkbaharda uygulanmıştır. Denemenin 2. yılında ise sadece gübreleme işlemi yapılmıştır. Üstten tohumlama, merada yetersiz olan çok yıllık baklagil ve buğdaygil bitki oranını arttırmak amacıyla yapılmıştır. Üstten tohumlamada baklagillerden yonca (*Medicago sativa* L.) ve ak üçgül (*Trifolium repens* L.), buğdaygillerden ise domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), mavi ayrık (*Agropyron intermedium* (Host.) Beauv.) ve çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'den oluşan 3 kg da⁻¹ tohumluk kullanılmıştır. Bu amaçla dekara 750'şer g ak üçgül ve yonca, 500'er g domuz ayrığı, mavi ayrık

ve çok yıllık çim tohumlukları atılmıştır. Üstten tohumlamanın yapıldığı parsellerde, tohumlar ekildikten sonra, üzerine ağırlık konulmuş bir tırmıkla vejetasyonun kısmen de ($\frac{1}{3}$ oranında) olsa yırtılması sağlanmıştır.

Her biri 12 m² olan alt parsellerde, 6 m²'lik alanda Mayıs ayı sonlarında dominant bitkiler tam çiçeklenme dönemindeyken hasat yapılmış ve 1 m²'lik alanlarda bitkiler familyalarına göre ayrılmışlardır. Baklagil familyasında, dominant olarak ak üçgül (*Trifolium repens* L.) ve yoncanın (*Medicago sativa* L.) yanında şerbetçiotu yoncası (*Medicago lupulina* L.), arap yoncası (*Medicago arabica* (L.) Huds.), mini yonca (*Medicago minima* (L.) Bart.), anadolu üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.) ve gelemen üçgülü (*Trifolium meneghinianum* (L.) Clem.) türleri bulunmuştur. Buğdaygil familyasında ise dominant olarak domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) ve mavi ayrık (*Agropyron intermedium* (Host.) Beauv.) yer almıştır. Diğer türleri ise kaba brom (*Bromus racemosus* L.), çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) ve çayır tilkikuyruğu (*Alopecurus pratensis* L.) bitkileri oluşturmuştur. Diğer familyaları ise, dominant olarak sinir otu (*Plantago lanceolata* L.) olmak üzere, çayırüzeli (*Bellis perennis* L.), turna gagası (*Geranium asphodeloides* Burm.fil.), kızıl turna gagası (*Erodium cicutarium* (L.) Her.), kuzu kulağı (*Rumex acetosella* L.), aslan dişi (*Taraxacum scaturiginosum* G. Hagl.), akyıldız (*Ornithogalum orthophyllum* Ten.) ve *Parentucellia latifolia* (L.) Caruel oluşturmuştur.

Her parsel için familyalarına göre ayrılıp öğütülen bitki numuneleri 0.5-2.0 g arasında tartılmış ve her 1 g örnek için 12 ml nitrik-perklorik asit karışımı konularak 24 saat ön yakma işlemi gerçekleştirilmiştir (Uzun, 2010). Çözeltilerden elde edilen süzüklerden kalsiyum

(Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), fosfor (P) ve kükürt (S) element okumaları Perkin-Elmer atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir. Nitrat analizinde ise, Consort P⁹⁰⁰ uyumlu nitrat elektrotu yardımıyla örneklerin nitrat içerikleri potansiyometrik olarak ölçülmüştür.

Her parselde makro element ve nitrat içeriğini belirlemek için, o parseldeki familyaların oranları ile makro element ve nitrat içeriklerinin tartılı aritmetik ortalaması alınmıştır. Araştırmada, yıl ve üstten tohumlama işleminin, otun makro element ve nitrat içeriği ile elementler arası bazı oranlara etkisiz olması nedeniyle, gübreleme işlemlerine ait veriler; yılların ve tohumlama işlemlerinin ortalamasına aittir. Familyaların nitrat, makro element içerikleri ve makro elementler arası bazı oranlara ilişkin verileri ise, gübreleme, yıl ve tohumlama işlemlerinin ortalaması olarak değerlendirilmiştir.

Verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (SPSS, 2008).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Üstten tohumlama

Üstten tohumlama işlemi, nitrat, makro element ve elementler arası bazı oranlara etkili olmamıştır (Çizelge 1). Bunun nedeni, üstten tohumlama yapılarak vejetasyona ilave edilen bitkilerle, vejetasyondaki yerleşik bitkilerin element içeriklerinin benzer olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Üstten tohumlamanın nitrat içeriği, makro elementler ve elementler arası bazı oranlara etkisi (yıllardan ve gübrelemeden bağımsız)

Makro elementler (g kg ⁻¹) ve elementler arası bazı oranlar	Tohumlama yapılmayan	Üstten tohumlanan	OSH	P-değeri
Ca	10.56	10.86	0.165	ÖD
Mg	3.23	3.18	0.031	ÖD
K	24.28	23.45	0.098	ÖD
P	3.84	3.80	0.012	ÖD
S	2.14	2.12	0.020	ÖD
NO ₃ ⁻	1788	1792	4.411	ÖD
K/(Ca+Mg)	0.82	0.77	0.013	ÖD
Ca/P	2.78	2.88	0.047	ÖD
N/S	12.15	12.10	0.176	ÖD

OSH: ortalamanın standart hatası, ÖD: önemli değildir

3.2. Makro elementler ve elementler arası bazı oranlar

3.2.1. Kalsiyum içeriği

Gübreleme işlemleri otun Ca içeriğini etkilemiştir (P<0.01) (Çizelge 2). En yüksek Ca içeriği azot verilmeyen parsellerde olmak üzere 10.83-12.32 g kg⁻¹ arasında değişmektedir. Benzer şekilde N₆P₆K₈, N₆P₁₂K₀ ve N₆P₁₂K₈ uygulamalarının yapıldığı

parsellerin sırasıyla 11.80, 11.24 ve 12.28 g kg⁻¹ Ca içerikleri de en yüksek grupta yer almaktadır. Dekara 12 kg azotun uygulandığı tüm parsellerde ise Ca içeriği (8.30-10.36 g kg⁻¹) hızla azalmıştır. Bu azalışın temel nedeni büyük oranda dolaylı bir etkiden kaynaklanmaktadır. Zira azot uygulamalarının meralarda baklagil bitkilerini azalttığı bilinmektedir (Aydın ve Uzun, 2008). Bu araştırmada da görüleceği üzere, baklagil bitkileri özellikle buğdaygillere göre Ca

içeriği açısından çok daha fazla zengindirler (Şekil 1.a). Dolayısıyla makro gübrelemenin yem bitkilerinde besin elementi içeriğine etkisi tartışılırken, bu uygulama ile botanik kompozisyonda meydana gelecek değişimin de dikkate alınması gerekir.

Familyalara ilişkin ortalama Ca içeriği Şekil 1.a'da yer almaktadır. Görüleceği üzere diğer familyalar 15.79 g kg⁻¹ ile en yüksek Ca içeriğine sahiptir. Bunu 15.30 g kg⁻¹ Ca içeriği ile baklagil familyasına ait bitkiler ve 5.25 g kg⁻¹ Ca içeriği ile buğdaygillere ait bitkiler izlemektedir. Ca içeriği açısından baklagil bitkilerinin buğdaygillere göre 3 kat daha zengin olması dikkat çekmektedir. Baklagiller ve diğer familyaların Ca içerikleri NRC (2007)'nin koyunlar için referans gösterdiği sınırların (2.0-8.2 g kg⁻¹) üzerindedir. Buğdaygil bitkilerinin Ca içerikleri ise otlayan koyunların ihtiyaçlarını karşılayacak durumdadır. Familyalara ilişkin elde edilen Ca içerikleri NRC (2000)'nin sığırlar için referans gösterdiği sınırların (1.6-15.3 g kg⁻¹) içerisinde yer almaktadır. Baklagil bitkilerinin buğdaygillere göre oldukça yüksek Ca içermesi, otlayan hayvanlarda çayır tetanisi riskini azaltma açısından önem taşır (Whitehead, 1995). Araştırmada Ca içeriğine ilişkin elde ettiğimiz sonuçlar, Acar ve ark. (2001), Tan ve Yolcu (2001)'nin bildirdikleriyle benzerlik göstermektedir.

3.2.2. Magnezyum içeriği

Gübreleme işlemleri, otun Mg içeriğini etkilemiştir (P≤0.01) (Çizelge 2). Kontrol parsellerinin ortalama Mg

içeriği 3.30 g kg⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. En az Mg içerikleri ise 2.70-2.91 g kg⁻¹ arasında değişmek üzere, N₁₂P₀K₀, N₁₂P₆K₈ ve N₁₂P₁₂K₀ parsellerinden elde edilmiştir. Gübrelemenin Mg içeriğine etkisi, Ca içeriğine benzer olarak botanik kompozisyonda meydana gelen değişimden kaynaklanmaktadır. Nitekim azotlu gübrelemenin buğdaygilleri, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin ise baklagilleri teşvik ettiği bilinmektedir. Mg içeriği açısından baklagillerin buğdaygillere göre oldukça zengin olduğu bilinir (Aydın ve Uzun, 2008).

Familyaların ortalama Mg içeriği Şekil 1.b'de yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, Mg içeriği bakımından en yüksek değere diğer familyaların sahip olduğu (4.67 g kg⁻¹) görülmektedir. Bunu 3.53 g kg⁻¹ Mg içeriği ile baklagiller izlemektedir. En düşük Mg içeriği ise 2.38 g kg⁻¹ ile buğdaygil familyasına aittir. Bitkilerin Mg içeriğine ilişkin elde edilen veriler, NRC (2007)'de koyunlar için referans gösterilen sınırların (1.2-1.8 g kg⁻¹) ve NRC (2000)'de sığırlar için referans gösterilen sınırların (1.0-2.0 g kg⁻¹) üzerindedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, meranın botanik kompozisyonu ne olursa olsun, otlayan hayvanların Mg ihtiyaçlarının karşılandığı söylenebilir. Mera bitkilerinin Mg içeriklerine ilişkin elde ettiğimiz veriler, Acar ve ark. (2001) ve Tan ve Yolcu (2001)'nin bildirdikleri değerlerden düşük, Aydın ve ark. (2005)'nin bildirdikleri değerlerden yüksek ve Aydın ve ark. (2015)'nin bildirdiği değerler ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. N-P-K'lı gübrelemenin mera otunun makro element içeriğine etkisi (g kg⁻¹)

	N-P	Ca	Mg	K	P	S
K ₀	0-0	10.83 a-e	3.30 bc	24.14 bc	3.82 e-h	2.38
	0-6	12.32 a	3.66 a	23.06 de	3.89 def	2.42
	0-12	11.55 abc	3.37 b	23.55 cd	3.85 efg	2.08
	6-0	10.03 c-g	3.05 cde	23.58 cd	3.72 hij	1.98
	6-6	10.09 c-g	3.19 bcd	25.70 a	3.80 f-i	1.71
	6-12	11.24 a-d	3.21 bc	20.87 g	3.35 i	1.97
	12-0	8.30 h	2.70 f	22.74 def	3.71 hij	1.95
	12-6	9.83 d-h	3.31 bc	25.85 a	4.25 a	2.23
	12-12	9.20 fgh	2.91 def	23.16 de	3.67 jk	1.79
K ₈	0-0	12.22 a	3.28 bc	22.69 def	3.58 k	2.36
	0-6	12.20 a	3.27 bc	23.56 cd	3.70 ij	1.99
	0-12	12.14 a	3.36 b	25.72 a	4.08 b	2.09
	6-0	10.35 b-f	3.22 bc	26.02 a	3.69 ij	2.41
	6-6	11.80 ab	3.32 bc	22.09 f	3.73 g-j	1.92
	6-12	12.28 a	3.40 b	23.61 cd	3.92 cde	1.99
	12-0	9.27 e-h	3.03 cde	24.81 b	4.05 b	2.38
	12-6	8.71 gh	2.88 ef	25.97 a	4.02 bc	2.23
	12-12	10.36 b-f	3.21 bc	22.46 ef	3.97 bcd	2.56

a,b,.. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (P≤0.05)

3.2.3. Potasyum içeriği

Gübreleme işlemleri bitkilerin K içeriğini etkilemiştir (P≤0.01) (Çizelge 2). Ancak, parsellerin K içeriği açısından değişimin son derecede dar bir alan

içinde gerçekleştiği görülmektedir. Kontrol parsellerinin ortalama K içeriği 24.14 g kg⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Parsellerden elde edilen en yüksek K içerikleri ise 25.70-26.02 g kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Familyalara ilişkin ortalama K içeriği Şekil 1.c'de

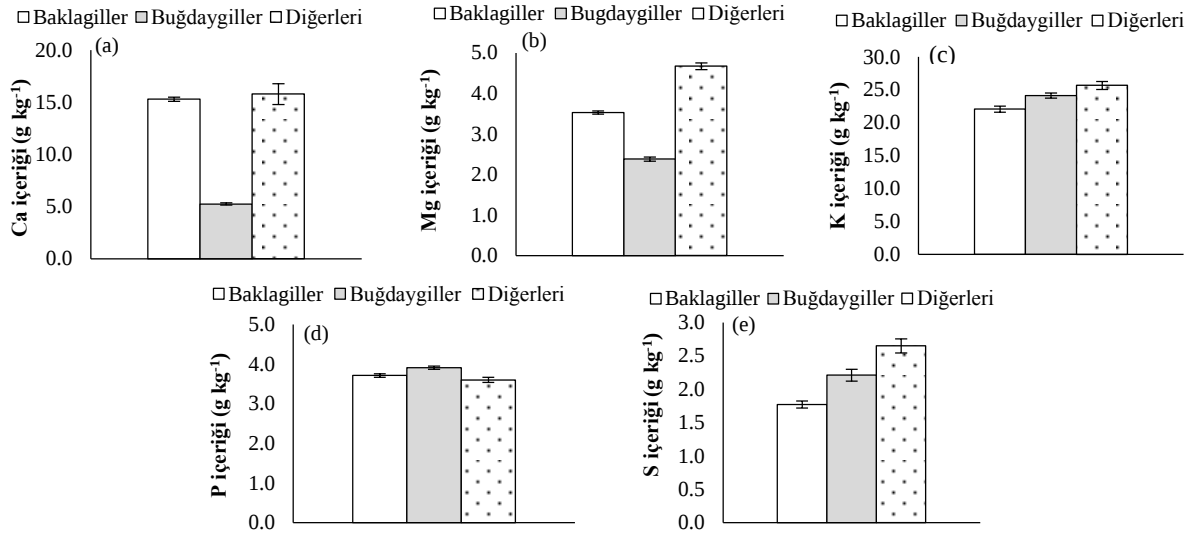
yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, K içeriği bakımından en yüksek değere diğer familyaların sahip olduğu (25.66 g kg^{-1}) görülmektedir. Bunu 24.14 g kg^{-1} K içeriği ile buğdaygiller izlemektedir. En düşük K içeriği ise 22.07 g kg^{-1} ile baklagil familyasındaki bitkilere aittir. Bitkilerin K içeriğine ilişkin elde edilen veriler, NRC (2007)'nin koyunlar için ($5.0\text{-}8.0 \text{ g kg}^{-1}$) ve NRC (2000)'nin sığırlar için referans gösterdiği sınırların oldukça ($6.5\text{-}10.0 \text{ g kg}^{-1}$) üzerindedir. Bilindiği üzere bitkilerin yüksek K içermesi çayır tetanisi açısından bir risk unsurudur. Bazı araştırmacılar azotlu ve potasyumlu gübre uygulamasıyla birlikte bitkilerin K içeriğinde büyük artışlar olabileceğini belirtmektedirler (Aydın and Uzun, 2008). Bu araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre, azotlu ve potasyumlu gübreleme ile otun K içeriğindeki artışın sınırlı kaldığı söylenebilir. Araştırmada bitkilerin K içeriğine ilişkin elde edilen sonuçlar, Aganga ve Mesho (2008)'nin bildirdiği değerlerden düşük, Bayraktar (2012)'nin bildirdiği değerlerden yüksek ve Khan ve ark. (2009)'nın bildirdikleri değerlerle benzerlik

göstermektedir.

3.2.4. Fosfor içeriği

Makro gübreleme, bitkilerin P içeriği üzerine etkili olmuştur ($P \leq 0.01$) (Çizelge 2). Kontrol parsellerinin ortalama P içeriği 3.82 g kg^{-1} iken, $N_{12}P_6K_0$ işleminde 4.25 g kg^{-1} ile en fazla olmuştur.

Familyalara ilişkin ortalama P içeriği Şekil 1. d'de yer almaktadır. Görüleceği üzere buğdaygill bitkileri 3.91 g kg^{-1} ile en yüksek P içeriğine sahiptir. Bunu 3.71 g kg^{-1} P içeriği ile baklagil familyasına ait bitkiler ve 3.60 g kg^{-1} P içeriği ile diğer familyalar izlemektedir. Bitkilerin P içeriğine ilişkin elde edilen veriler, NRC (2007)'nin koyunlar ($1.6\text{-}3.8 \text{ g kg}^{-1}$) ve NRC (2000)'nin sığırlar ($1.7\text{-}5.9 \text{ g kg}^{-1}$) için referans gösterdiği sınırların içerisinde yer almaktadır. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar, Alp ve ark. (2001), Tan ve Yolcu (2001) ve Ayan ve ark. (2006)'nın bildirdikleri değerlerle benzerlik göstermektedir.



Şekil 1. Familyaların (a) Ca (g kg^{-1}), (b) Mg (g kg^{-1}), (c) K (g kg^{-1}), (d) P (g kg^{-1}) ve (e) S (g kg^{-1}) içerikleri. Hata çubukları standart hatayı göstermektedir

3.2.5. Kükürt içeriği

Meradan elde edilen otun S içeriği üzerine, gübreleme işlemlerinin etkisi önemli değildir. Kontrol parsellerinin ortalama S içeriği 2.38 g kg^{-1} olmuştur. Parsellere göre gübre işlemlerinin S içeriği $1.71\text{-}2.56 \text{ g kg}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 2).

Familyaların S içeriğine ilişkin değerler Şekil 1.e'de verilmiştir. En yüksek S içeriği 2.65 g kg^{-1} ile diğer familyalarda görülmektedir. Bunu 2.21 g kg^{-1} ile buğdaygill familyasına ait bitkiler izlemektedir. En düşük S içeriği ise 1.77 g kg^{-1} ile baklagil familyasına aittir. Bitkilerin S içeriğine ilişkin elde edilen veriler, NRC (2007)'nin koyunlar için (1.5 g kg^{-1}) ve NRC (2000)'nin sığırlar için referans gösterdiği sınırların ($1.2\text{-}1.8 \text{ g kg}^{-1}$) üzerindedir. Çayır mera bitkilerinde S 378

içeriğine ilişkin olarak elde edilen bu veriler, Wells (1983), Mathis ve Sawyer (2004) ve Guidry (2009)'nin bildirdikleri değerlerle bir paralellik göstermektedir.

3.2.6. Nitrat içeriği

Otun nitrat içeriği üzerine gübreleme işlemlerinin etkisi önemli olmuştur ($P \leq 0.01$) (Çizelge 3). Kontrol parsellerini ortalama nitrat içeriği 1787 mg kg^{-1} olmuştur. Azotun uygulanmadığı buna karşın fosfor ve potasyumun yalın ya da birlikte uygulandığı parsellerden elde edilen otların nitrat içerikleri 1809 ve 1848 mg kg^{-1} arasında değişmek üzere en yüksek olmuştur. Benzer şekilde $N_6P_{12}K_0$ ve $N_6P_{12}K_8$ uygulanan parsellerin nitrat içerikleri de (sırasıyla 1806 ve 1815 mg kg^{-1}) en yüksek grupta yer almaktadır.

Azotun dekara 12 kg olarak uygulandığı parsellerdeki bitkilerin nitrat oranları kontrol parseli ile birbirinden farklı değildir. Genelde meralara uygulanan azot miktarı arttıkça, otun içerdiği nitrat miktarının da artması beklenir (Singer, 2002). Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar bu bilgiyle örtüşmemektedir. Bunun temel nedeni, nem ve sıcaklık şartları uygun olduğu takdirde, meralara dekara 12 kg düzeyinde verilen azotun bitkiler tarafından değerlendirilerek proteine dönüştürüldüğü, dolayısıyla nitrat birikimiyle ilgili bir sorunun oluşmadığı ileri sürülebilir. Araştırmada otun nitrat içeriğine ilişkin elde ettiğimiz bu sonuçlar, Singer (2002)'in bildirdiği değerlerden düşük, Sindhu ve ark. (2011)'nin bildirdiği değerlerden ise yüksektir. Sulak ve Aydın (2005)'in bildirdiğine göre, 1000 ppm'e kadar nitrat içeren yemler; güvenli olarak kullanılabilir. Buna karşın, 1000-2000 ppm arasında nitrat içeren yemler; az da olsa risk taşırlar ve gebe hayvanlara az miktarda verilmeli, 2000-3400 ppm arasında nitrat içeren yemler ise hayvanlara hiç verilmemelidir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, otların nitrat içeriğinin gebe ve genç hayvanlar için risk oluşturduğu açıktır.

Familiyaların ortalama nitrat içeriğine ilişkin değerler Şekil 2.a'da verilmiştir. En yüksek nitrat içeriği 1940 mg kg⁻¹ ile baklagil familiyalarına ait bitkilerde görülmektedir. Bunu 1726 mg kg⁻¹ ile buğdaygil familiyasına ait bitkiler izlemektedir. En düşük nitrat içeriği ise 1692 mg kg⁻¹ ile diğer familiyalarda görülmektedir. Shiel ve ark. (1999), baklagil bitkilerinin buğdaygillere göre daha az nitrat içerdiğini, bu nedenle baklagillerin dominant olduğu alanlarda nitrat zehirlenmesinin gerçekleşmeyeceğini ifade etmektedirler. Ancak bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, baklagil bitkilerinin buğdaygillere göre daha fazla nitrat biriktirebileceğini göstermektedir. Baklagil bitkileri erken ilkbaharda buğdaygillere göre çok daha hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu dönemdeki ekolojik şartların olumsuzluğu, bitkilerdeki nitrat birikimini teşvik edebilir. Bu nedenle buğdaygillere göre daha erken gelişme gösteren baklagil bitkileri nispi olarak daha fazla nitrat biriktirmiştir. Bu veriler ışığında, eğer şartlar olumsuzsa baklagil bitkilerinin de otlayan hayvanlar için toksik olabilecek kadar nitrat biriktirebileceğini göstermektedir.

Çizelge 3. N-P-K'lı gübrelemenin mera otunun nitrat içeriği ve elementler arası oranlarına etkisi

	N-P	NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	K/(Ca+Mg) oranı	Ca/P oranı	N/S oranı
K ₀	0-0	1787 c-g	0.78 d-g	2.88 b-f	10.51 fg
	0-6	1815 a-d	0.66 gh	3.18 abc	11.55 def
	0-12	1826 abc	0.71 fgh	3.02 a-e	12.40 cde
	6-0	1771 efg	0.83 c-f	2.71 d-g	12.61 cde
	6-6	1787 c-g	0.88 bcd	2.70 d-g	14.46 a
	6-12	1806 a-e	0.66 gh	3.38 a	11.73 def
	12-0	1753 g	0.97 ab	2.25 h	12.44 cde
	12-6	1760 fg	0.90 a-d	2.31 gh	11.96 def
	12-12	1761 fg	0.88 bcd	2.54 fgh	12.33 cde
K ₈	0-0	1809 a-e	0.68 gh	3.43 a	11.29 def
	0-6	1837 ab	0.70 gh	3.33 ab	13.77 abc
	0-12	1848 a	0.75 e-h	2.99 a-f	14.37 ab
	6-0	1772 d-g	0.87 b-e	2.82 c-f	10.42 fg
	6-6	1798 b-f	0.67 gh	3.18 abc	12.78 bcd
	6-12	1815 a-d	0.69 gh	3.14 a-d	13.90 abc
	12-0	1747 g	0.91 abc	2.31 gh	10.87 efg
	12-6	1760 fg	1.01 a	2.18 h	11.45 def
	12-12	1772 d-g	0.76 e-h	2.62 e-h	9.44 g

a,b,... Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (P≤0.05)

3.2.7. K/(Ca+Mg) oranı

Gübreleme işlemi mera otunun K/(Ca+Mg) oranını etkilemiştir (P≤0.01) (Çizelge 3). Kontrol parsellerinin ortalama K/(Ca+Mg) oranı 0.78 olmuştur. N₁₂P₁₂K₈ ve N₁₂P₁₂K₀ uygulamaları hariç olmak üzere, dekara 12 kg azotun uygulandığı parsellerde K/(Ca +Mg) oranları 0.90-1.01 arasında olmak üzere en yüksek olmuştur. Mera otunun K/(Ca+Mg) oranına ilişkin elde edilen veriler, referans olarak aldığımız 2.2 (Grunes ve Welch, 1989) değerinin altında olduğu için otlayan hayvanlarda tetani riski taşımamaktadır. Çayır meralarda K/(Ca+Mg) oranına ilişkin araştırma sonuçları, Karaca ve Çimrin

(2002), Algan (2012) ve Bayraktar (2012)'nin bildirdikleri değerlerden düşük, Eğritaş ve Aşçı (2015)'nin bildirdikleri değerlerden yüksek, Acar ve ark. (2001) ve Türk ve ark. (2014)'nin bildirdikleri değerlerle benzerlik göstermektedir.

Familiyaların ortalama K/(Ca+Mg) oranına ilişkin değerler Şekil 2.b'de verilmiştir. En yüksek K/(Ca+Mg) oranı 1.35 ile buğdaygillere aitken, en düşük değerler sırasıyla 0.54 ve 0.56 ile baklagiller ve diğer familiyalarda görülmektedir. Familiyaların K/(Ca+Mg) oranına ilişkin baklagil ve buğdaygiller arasındaki büyük farklılık dikkat çekmektedir. Bu araştırma sonuçlarına göre buğdaygillerin K/(Ca+Mg) oranı,

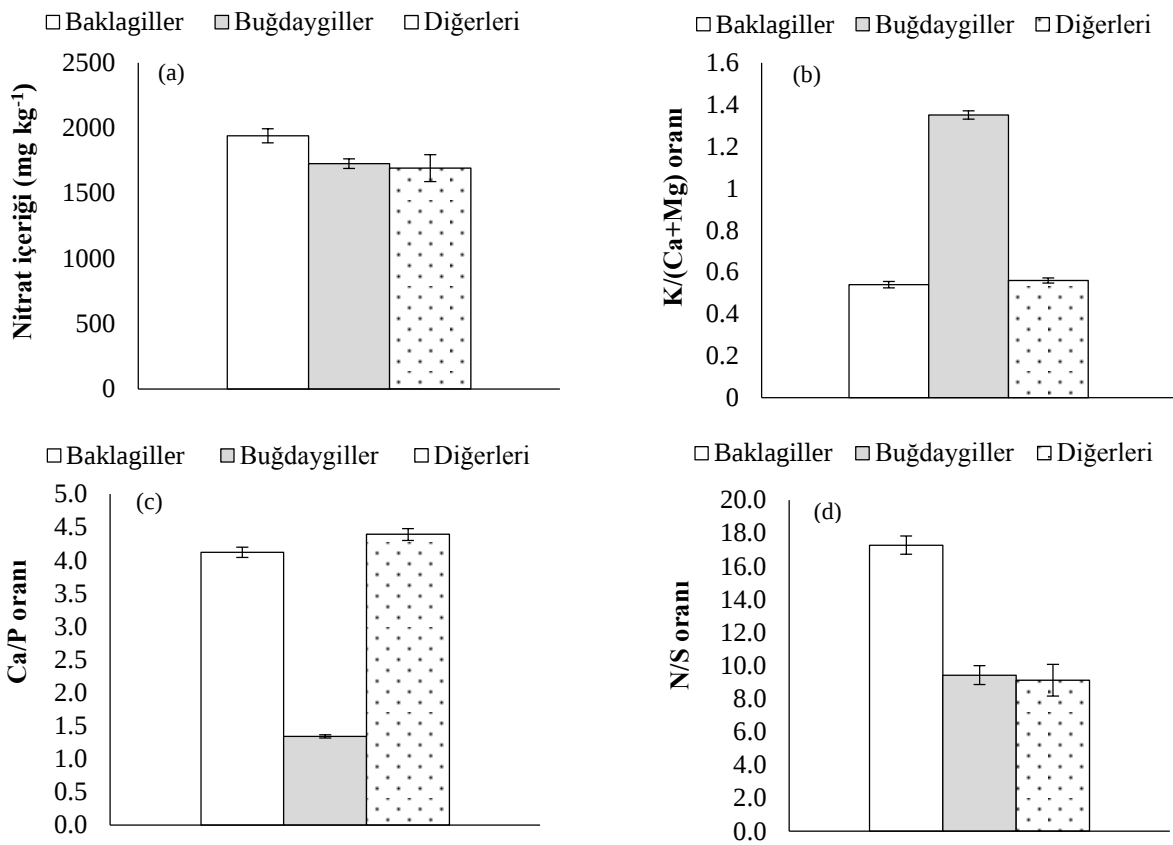
baklagillerin 2 katından daha fazladır. Bunun temel nedeni ise, buğdaygil bitkilerinin Ca ve Mg içeriği bakımından baklagil bitkilerine göre daha fakir olmasından kaynaklanmaktadır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, otlayan hayvanlarda tetani riskinin buğdaygillerin yoğun olduğu otlak alanlarda daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2.8. Ca/P oranı

Ca/P oranı üzerine gübreleme işlemlerinin etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$) (Çizelge 3). Kontrol parsellerinin ortalama Ca/P oranı 2.88 olarak gerçekleşmiştir. Farklı gübreleme uygulamalarında değişmek üzere, en yüksek Ca/P oranı 2.99 ile 3.43

arasındadır.

Familiyaların ortalama Ca/P oranına ilişkin değerler Şekil 2.c'de verilmiştir. En yüksek Ca/P oranları sırasıyla 4.39 ve 4.12 ile diğer familyalar ve baklagillerde görülürken, en düşük Ca/P değeri ise 1.34 ile buğdaygil familyasındaki bitkilere aittir. Ca/P oranı açısından baklagil bitkileri buğdaygillere göre 3 kat daha fazla bir değere sahiptir. Bitkilerin Ca/P oranına ilişkin elde edilen veriler referans olarak aldığımız 2/1 ile 1/1 (Mayland ve Hankins, 2001) oranlarının üzerindedir. Araştırmadan elde edilen Ca/P oranları, Seiler ve Campbell (2006)'ın bildirdiği değerlerden düşük, Belesky ve ark. (2001), Ayan ve ark. (2006) ve Eğritiş ve Aşçı (2015)'nin bildirdiği değerlerle paralellik göstermektedir.



Şekil 2. Familiyaların (a) nitrat içeriği (mg kg⁻¹), (b) K/(Ca+Mg) oranı, (c) Ca/P oranı ve (d) N/S oranı. Hata çubukları standart hatayı göstermektedir

3.2.9. N/S oranı

Parsellerden elde edilen otun N/S oranı üzerine gübreleme işlemlerinin etkisi önemli olmuştur ($P \leq 0.01$) (Çizelge 3). En yüksek N/S oranları 13.77-14.46 arasında değişmiştir. En az N/S oranları ise, 10.51, 10.42 ve 9.44 olmak üzere sırasıyla kontrol, N₆P₀K₈ ve N₁₂P₁₂K₈ uygulamalarından alınmıştır.

Familiyaların ortalama N/S oranına ilişkin değerler Şekil 2.d'de verilmiştir. En yüksek N/S oranı 17.28 ile

baklagillere aiten, en düşük değerleri sırasıyla 9.12 ve 9.43 ile diğer familyalar ve buğdaygiller oluşturmaktadır.

Bitkilerin N/S oranına ilişkin elde edilen değerler, koyunlar için referans gösterilen 11/1 (Kincaid, 1988) oranına yakındır. Araştırmadan elde edilen N/S oranları Wells (1983) ve Ayan ve ark. (2006)'nın bildirdikleri değerlerden daha yüksektir.

4. Sonuç

Üstten tohumlama işlemi, nitrat, makro element ve elementler arası bazı oranlara etkili olmamıştır. Bunun nedeni, üstten tohumlama yapılarak vejetasyona ilave edilen bitkilerle, vejetasyondaki yerleşik bitkilerin element içeriklerinin benzer olmasından kaynaklanmaktadır.

Azot, fosfor ve potasyumlu gübreler, meralarda otun makro element (Ca, Mg, K ve P) düzeyine etkili olmuştur. Ancak bu etki, merada otlayan hayvanlar açısından bir önem taşımamaktadır. Nitekim kontrol grubu dahil, tüm örneklerde kuru otun mineral içeriği hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde ya da daha fazladır. Gübreleme ile bitkilerdeki bazı makro elementler arası oranlar (K/(Ca+Mg), Ca/P, N/S) ve nitrat düzeyi de değişmiştir. Genel bilgilerin aksine, meralarda bulunan baklagil bitkileri, buğdaygillerden daha fazla nitrat biriktirme potansiyeli taşımaktadır. Elde edilen bu sonuçlara göre, gübresiz şartlarda merada otlayan hayvanların makro element ihtiyaçlarının karşılandığı, dolayısıyla hayvan besleme açısından makro gübrelemenin belirleyici bir rol oynamadığı ileri sürülebilir. Araştırmada, gerek kontrol, gerekse gübrelenen parsellerdeki otun gebe ve genç hayvanlar için risk oluşturacak düzeyde nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Üreticilerin, özellikle ilkbaharın erken dönemlerinde gebe ve genç hayvanların beslenmesinde bu hususa dikkat etmesi önerilebilir.

Teşekkür

Finansal destek TÜBİTAK-TOVAG grubu tarafından sağlanmıştır (Proje No: 112 O 742).

Kaynaklar

Acar, Z., Ayan, İ., Gülser, C., 2001. Some morphological and nutritional properties of legumes under natural conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(1): 1312-1315. doi:10.3923/pjbs.2001.1312.1315.

Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 182, Bursa.

Aganga, A.A., Mesho, E.O., 2008. Mineral contents of browse plants in kweneng district in botswana. *Agricultural Journal*, 3(2): 93-98. doi:aj.2008.93.98.

Algan, D., 2012. Azotlu gübrelemenin kaba yemlerde nitrat düzeylerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 66 s, Samsun.

Alp, M., Kahraman, R., Kocabağlı, N., Özçelik, D., Eren, M., Türkmen, İ., Yavuz, M., Dursun, Ç., 2001. Marmara bölgesindeki yem bitkilerinin mineral madde düzeylerinin saptanması ve koyunlarda beslenme bozuklukları ile ilişkisi. *Turkish Journal of Veterinary Sciences*, 25: 511-520.

Ayan, İ., Acar, Z., Başaran, U., Aşçı, Ö., Mut, H., 2006. Samsun ekolojik koşullarında bazı burçak (*Vicia ervilia* L.) hatlarının ot ve tohum verimlerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 318-322.

Aydın, A., Çağan, E., Başbağ, M., 2015. Mardin ili Derik ilçesinde yer alan bir meranın ot verimi ve kalitesinin

belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2: 1631-1637.

Aydın, A., Kant, C., Ataoğlu, N., 2005. Erzurum ve Rize yöresi toprak örneklerine uygulanan farklı dozlardaki bor ve fosforun mısır (*Zea mays* L.)'ın kuru madde miktarı ve mineral içeriğine etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2): 125-129.

Aydın, I., Uzun, F., 2008. The possibility of compensating potential tetany hazard arising from N and K fertilization to rangelands by Mg treatments. *European Journal of Agronomy*, 29(1): 33-37. doi:10.1016/j.eja.2008.02.003.

Bayraktar, E., 2012. Taban ve orman içi meralarda bitki örtülerinin verimleri, tür bileşimi ve önemli türlerin bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107 s, Tekirdağ.

Belesky, D.P., Turner, K.E., Fedders, J.M., Ruckle, J.M., 2001. Mineral composition of swards containing forage chicory. *Agronomy Journal*, 93: 468-475.

Berger, L.L., 2008. Salt reduces grass tetany. <http://www.htmlsaltinstitute.org/tetany> (Erişim tarihi: 1 Şubat 2017).

Buxton, D.R., Fales, S.L., 1994. Plant environment and quality. *Forage Quality, Evaluation and Utilization* (Eds. G.C. Fahey, : Collins, D.R. Mertens & L.E. Moser), pp. 155-199, Madison, WI, USA.

Eğritaş, Ö., Aşçı, Ö., 2015. Yaygın fiğ- tahıl karışımlarının bazı mineral madde içeriğinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1): 13-18.

Follett, R.F., Power, J.F., Grunes, D.L., Klein, C.A., 1977. Effect of N, K, and P fertilization, N source, and clipping on potential tetany hazard of bromegrass. *Plant and Soil*, 48(2): 485-508. doi:10.1007/BF02187256.

Grunes, D.L., Welch, R.M., 1989. Plant contents of magnesium, calcium, and potassium in relation to ruminant nutrition. *Journal of Animal Science*, 67: 3485-3494.

Guidry, K.A., 2009. A mineral survey of louisiana beef cow/calf production systems. PhD Thesis, Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana, State University and Agricultural and Mechanical College, p.71.

Karaca, S., Çimrin, K.M., 2002. Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)+arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1): 47-52.

Khan, Z.I., Ashraf, M., Ahmad, K., Valeem, E.E., McDowell, L.R., 2009. Mineral status of forage and its relationship with that of plasma of farm animals in southern punjab. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 41(1): 67-72.

Kincaid, R., 1988. Macro elements for ruminants, In D.C. Churc (ed.) *The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. NJ.

Lock, T.R., Kallenbach, R.L., Blevins, D.G., Reinbott, T.M., Crawford, R.J., Massie, M.D., Bishop-Hurley, G.J., 2000. Phosphorus fertilization of tall fescue may prevent grass tetany. *Better Crops*, 84(3): 12-13.

Mathis, C.P., Sawyer, J.E., 2004. New Mexico forage mineral survey. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol: 55.

Mayland, H.F., Hankins, J.L., 2001. Mineral imbalances and animal health: A management puzzle. *Anti-quality factors in rangeland and pastureland forages*. In: Launchbaugh, K. (Ed.), *Universty of Idaho, Moscow*, pp. 54-62.

Mayland, H.F., Wilkinson, S.R., 1989. Soil factors affecting magnesium in plant-animal systems: A review, *Journal of Animal Science*, 67: 3437-3484.

- MGM, 2015. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SAMSUN> (Erişim tarihi: 15 Şubat 2016).
- National Research Council, 2000. Nutrient requirements of beef cattle, (7th ed). National Academy Press, Washington, USA.
- National Research Council, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids (6th ed). National Academy Press, Washington, USA.
- Seiler, G.J., Campbell, L.G., 2006. Genetic variability for mineral element concentrations of wild jerusalem artichoke forage. *Euphytica*, 150(1): 281-288. doi:10.1007/s10681-006-9119-2.
- Shiel, R.S., El-Tilib, A.M.A., Younger, A., 1999. The influence of fertilizer nitrogen, white clover content and environmental factors on the nitrate content of perennial ryegrass and ryegrass/white clover swards. *Grass and Forage Science*, 54(3): 275-285. doi: 10.1046/j.1365-2494.1999.00180.x.
- Sindhu, P.K., Bedi, G.K., Meenakshi, V., Mahajan, S., Sharma, K., Sandhu, S., Gupta, M.P., 2011. Evaluation of factors contributing to excessive nitrate accumulation in fodder crops leading to ill-health in dairy animals. *Toxicology International*, 18(1): 22-26. doi:10.4103/0971-6580.75848.
- Singer, J.W., 2002. Fresh versus field-cured grass quality, mineral, and nitrate concentration at different nitrogen rates. *Crop Science*, 42: 1656-1661.
- Smith, J.W., Guthrie, L.D., 2004. Extension dairy scientists nitrate toxicity and prussic acid poisoning in dairy cattle. <http://www.ces.uga.edu/pubcd/b1153> (Erişim tarihi: 10 Ocak 2017).
- Statistical Package For Social Sciences, 2008. SPSS statistics for Windows, version 17.0. Chicago: SPSS Inc.
- Sulak, M., Aydın, İ., 2005. Yem bitkilerinde nitrat birikmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 106-109.
- Şanlı, Y., İmren, H.Y., Kaya, S., Koç, B., Kahraman, B., 1983. Isparta yöresinde doğmuş buzağılarda görülen amorozis olguları ile gebe ineklerde karşılaşılan kronik nitrat zehirlenmeleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30: 657-673. doi:10.1501/Vetfak_0000000194.
- Tan, M., Yolcu, H., 2001. Yabancı ot karakterindeki bazı bitkilerin kaba yem olarak besin değeri özellikleri, Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 199-204, 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Türk, M., Albayrak, S., Bozkurt, Y., 2014. Seasonal trends in chemical composition of different artificial pastures. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 53-58.
- Umucalılar, H.D., Gülşen, N., 2005. Çiftlik hayvanlarında beslenme bozuklukları. Basımevi: Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Uzun, F., 2010. Mineral element analizi. In: Uzun, F. (Ed). *Tarla Bitkilerinde Laboratuvar Analizleri (Uygulama Ders Notu)*. Ders Notu No:1, 44-46, Samsun.
- Wells, K.L., 1983. N/S ratio of forages in Kentucky. *University of Kentucky, Plant and Soil Science*, 16(4): 1-6.
- Whitehead, D.C., 1995. *Grassland nitrogen*. Biddles Ltd, p.397, Guildford.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.306199



Azotlu çözelti ile dip sürgünü temizliğinin fındıkta verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri

Ümit Serdar^{a*}, Coşkun Gülser^b, Burak Akyüz^a, Ayşegül Balta^c, Yusuf Çil^d
Fatma Yılmaz Figen^d

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Atakum, Samsun

^cÇarşamba Tarım İlçe Müdürlüğü, Çarşamba, Samsun

^dAgroföy Tarımsal Pazarlaması, Samsun

*Sorumlu yazar/corresponding author: userdar@omu.edu.tr

Geliş/Received 14/04/2017

Kabul/Accepted 22.06.2017

ÖZET

Bu çalışmada fındık dip sürgünü temizliğinde azotlu çözelti uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Deneme, Samsun'un Çarşamba ilçesinde çit dikim sistemine sahip üretici bahçesinde "Çakıldak" fındık çeşidinde yürütülmüştür. Çalışmada Mart 2016'da bütün ocaklarda fındık bacağı kullanılarak elle dip sürgünü temizliği yapılmıştır. Azotlu çözelti uygulamalarına dip sürgünleri yaklaşık 10-20 cm boya ulaştığında başlanmıştır. Uygulamalar Nisan-Ağustos ayları arasında 4 defa tekrarlanmıştır. Denemede fındık dip sürgünlerine % 21 Amonyum Sülfat ve % 26 Kalsiyum Amonyum Nitrat gübrelerinin % 0, 10, 15 ve 20'lik dozları uygulanmıştır. Fındık dip sürgünü temizliği amacıyla yapılan azotlu çözelti uygulamalarının verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla karanfil (dişi çiçek kümesi) sayısı, çotanak sayısı, çotanaktaki meyve sayısı, meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, kabuk kalınlığı, sağlam iç ve buruşuk iç oranları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda azotlu çözelti ile dip sürgünü temizliğinin fındıkta karanfil ve çotanak sayıları üzerine olumlu etki yaptığı, ancak meyve kalitesi üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Azotlu çözelti
Dip sürgünü temizliği
Fındık
Verim
Meyve kalitesi

The effects of sucker management with nitrogen solution applications on yield and nut quality in hazelnut

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of nitrogen solution applications in hazelnut sucker management on yield and quality. This study was carried out at an orchard; established with the hedgerow system in Çarşamba district of Samsun province. 'Çakıldak' cultivar was used in the study. Hazelnut suckers were removed by hand with a knife in March, 2016. About 1.5 months later, nitrogen solution applications were started when suckers reached 10-20 cm in length. Nitrogen solution applications were repeated four times from April to August, 2016. Doses of 0, 10, 15 and 20 % of the solutions for both 21 % ammonium sulphate (AS) and 26 % calcium ammonium nitrate (CAN) were applied. To reveal the effects of this method on yield and quality, number of female flower clusters, number of clusters per shoot, number of nuts per cluster, nut weight, kernel weight, kernel ratio, thickness of the shell, good and wrinkled kernel ratios were determined. As a result of this study, sucker management with nitrogen solution applications positively affected the number of female flowers and number of clusters per shoot. On the other hand, this application didn't affect fruit quality.

Keywords:
Nut quality
Hazelnut
Nitrogen solution
Sucker control
Yield

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Fındık, *Betulaceae* familyası *Corylus* cinsi içerisinde yer alan sert kabuklu bir meyve türüdür. Ülkemizde fındık yetiştiriciliği yoğun olarak Karadeniz bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemiz, yıllara göre değişmekle birlikte

400-800 bin ton fındık üretimiyle dünya fındık üretiminin % 70'ini, ihracatının ise % 80'ini sağlamaktadır. Fındık, ülkemizde yaklaşık 500.000 ailenin geçimine katkı sağlamaktadır. 2014 yılı verilerine göre fındık üretiminde ülkemizi İtalya (75.456 ton), Gürcistan (37.400 ton), ABD (32.659 ton)

ve Azerbaycan (29.796 ton) takip etmektedir (FAOSTAT, 2017). Fındık, ülkemiz için çok önemli bir meyve türü olmasına rağmen fındık üretilen illerden büyük şehirlere doğru yoğun bir göç yaşanmıştır. Bu göçün en önemli sebeplerinden biri miras nedeniyle arazilerin parçalanması ve mevcut arazilerin üreticilerin geçimini sağlamaya yetmemesidir. Ülkemizde fındık arazileri genellikle meyilli alanlarda bulunmaktadır. Bu durum mekanizasyonu zorlaştırmakta, üretim maliyetinin yüksek olmasına ve üreticilerin fındıktan elde ettikleri kârın azalmasına neden olmaktadır. Fındık yetiştiriciliğinin daha kârlı hale getirilebilmesi için yetiştiricilik maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir. Fındık yetiştiriciliğinde hasattan sonra en önemli maliyet unsurları fındık dip sürgünü temizliği ve gübrelemedir. Fındık yetiştiriciliğinde dip sürgünlerinin sonbahar ve yaz başında olmak üzere yılda iki defa temizlenmesi önerilmektedir (Okay ve ark., 1986; Beyhan ve ark., 1996; Karadeniz ve ark., 2009). Ancak hem bu işlemin yüksek maliyete sahip olması hem de köylerde genç nüfusun az olması ve istenildiği zaman bu işi yapacak kişilerin bulunamaması nedeniyle dip sürgünü temizliği ancak yılda bir ya da iki yılda bir defa yapılabilmektedir (Kurnaz ve Serdar, 1993; Kılıç ve ark., 2009). Bu durum fındık verim ve kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve üreticilerin fındıktan elde ettikleri geliri azaltmaktadır. Bazı üreticiler yetiştiricilik maliyetini azaltmak amacıyla yabancı ot ve fındık dip sürgünü temizliğinde herbisit kullanmaktadırlar. Ancak herbisit kullanımı hem çevreye zarar vermekte, hem de eğimli arazilerde erozyona neden olmaktadır. Diğer

Çizelge 1. Deneme bahçesinin özellikleri

Genel özellikler							Toprak özellikleri				
Rakım (m)	Eğim (%)	Taç yaşı (yıl)	Bahçe sistemi	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	pH (1:1)	Toplam tuz (%)	Fosfor (mg kg ⁻¹)	Potasyum (cmol kg ⁻¹)	Organik madde (%)
20	0-1	15	Sıra	63.2	24.7	12.1	7.30	0.04	24.2	0.54	2.20

2.2. Metot

Mart 2016'da bütün ocaklarda fındık bıçağı kullanılarak elle dip sürgünü temizliği yapılmıştır.

Fındık dip sürgünü temizliği amacıyla azotlu çözelti uygulamalarına fındık dip sürgünleri yaklaşık 10-20 cm boya ulaştığında başlanmıştır. Azotlu çözelti uygulamaları Nisan-Ağustos ayları arasında 4 defa tekrarlanmıştır (Çizelge 2).

Denemede fındık dip sürgünlerine % 21 Amonyum Sülfat ve % 26 Kalsiyum Amonyum Nitrat gübrelerinin % 0, 10, 15 ve 20'lik dozları uygulanmıştır. Kontrol uygulamasında (% 0) çeşme suyu kullanılmıştır. Azotlu çözeltiler fındık dip sürgünlerine motorlu pülverizatör ile püskürtülmüştür. Azotlu çözelti uygulamalarında 15 dala sahip alana yaklaşık 1 litre çözelti harcanmıştır. Uygulama sırasında dip sürgünlerinin tamamen ıslatılmasına, bununla birlikte azotlu çözeltilerin meyve veren dallara püskürtülmemesine özen gösterilmiştir.

tarafından sürekli herbisit kullanımı toprakta kalıntı bırakma, toprak mikroorganizmaları üzerine olumsuz etkiler yapma ve mevcut ocakların hayatıyetleri için tehdit oluşturma gibi riskler taşımaktadır. Bu nedenle herbisitlere göre daha çevre dostu alternatif metotlara ihtiyaç duyulmuştur. Herbisitlere alternatif kimyasallar olarak azotlu çözeltilerin dip sürgünü temizliğinde uygulanmasıyla ilgili 2014-2015 yıllarında ön çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalardan olumlu sonuçlar alınmıştır. Ancak bulunan bu yeni yöntemin fındıkta verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin olup olmadığının belirlenmesine de ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışmada fındık dip sürgünü temizliğinde "azotlu çözelti" uygulamasının fındığın verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2016-2017 yılları arasında Samsun'un Çarşamba ilçesinde yürütülmüştür.

2.1. Materyal

Çalışma sıra dikim sistemine sahip üretici bahçesinde 'Çakıldak' fındık çeşidi kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 1). Çalışmada, sıradaki her 15 dal bir ocak kabul edilmiştir. Araştırmada, fındık dip sürgünü temizliği için azotlu çözelti uygulaması yapılmış, bu amaçla % 21 Amonyum Sülfat ve % 26 Kalsiyum Amonyum Nitrat gübreleri kullanılmıştır.

Denemede her 15 dala sahip alana başlangıçtan itibaren hep aynı uygulama yapılmıştır. Azotlu çözelti uygulamalarının meyve veren dalların verimliliği üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 2016 yılında çotanak ve çotanaktaki meyve sayısı, 2016 ve 2017 yıllarında ise karanfil (dişi çiçek kümesi) sayısı belirlenmiştir.

Karanfil (dişi çiçek kümesi) sayısı: Şubat ayının ikinci yarısında her ocakta yaklaşık 1-2 cm çapındaki (3-4 yaşlı) 10 sürgünde karanfil sayısı belirlenmiş ve sayım yapılan sürgünün gövde kesit alanına (cm²) düşen karanfil sayısı hesaplanmıştır.

Çotanak sayısı: Temmuz sonunda her ocakta yaklaşık 1-2 cm çapındaki (3-4 yaşlı) 10 adet sürgünde çotanak sayısı belirlenmiş ve sayım yapılan sürgünün gövde kesit alanına (cm²) düşen çotanak sayısı hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Deneme bahçesinde dip sürgünü temizliği yöntemleri, tarihleri, uygulamalar arasında geçen süre ve uygulama sırasında dip sürgünlerinin boyu (cm)

Dip sürgünü temizliği yöntemi	Uygulama tarihi	Uygulamalar arasında geçen süre (gün)	Uygulama sırasında dip sürgünlerinin boyu (cm)
Fındık bıçağı	5 Mart 2016	-	40-50
	23 Nis 2016	44	10-20
Azotlu çözelti	2 Haz 2016	40	15-20
	7 Tem 2016	35	20-30
	19 Ağu 2016	43	25-35

Çotanaktaki Meyve Sayısı: Derim döneminde her ocaktan tesadüfen seçilmiş 50 çotanakta meyveler sayılarak ortalaması alınmıştır.

Azotlu çözelti uygulamalarının meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 2016 yılında aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır.

Meyve Ağırlığı: Her ocaktan 100 adet kabuklu meyvede (meyve kuruduktan sonra) hassas terazi ile meyve ağırlığı tartılmış ve ortalama meyve ağırlığı hesaplanmıştır.

İç Ağırlığı: Kabuklu ağırlığı tespit edilen 100 adet meyvenin içi çıkarılarak hassas terazi ile iç ağırlığı belirlenmiş ve ortalama iç ağırlığı hesaplanmıştır.

İç Oranı (%): Kabuklu ağırlığı tespit edilen 100 adet meyvenin içi çıkarılarak toplam iç ağırlığının toplam kabuklu meyve ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

İç Oranı (%) = $\frac{\text{Toplam İç Ağırlığı (g)}}{\text{Toplam Meyve Ağırlığı (g)}} \times 100$

Kabuk Kalınlığı (mm): Tesadüfen seçilmiş 30 meyvede, meyvelerin tabla kısmı ile uç kısmının tam ortasındaki kabuk kalınlığı dijital kompas yardımıyla ölçülmüştür.

Sağlam Meyve Oranı (%): Kabuklu ağırlığı tespit edilen 100 adet meyvenin içi çıkarılarak sağlam ve bütün olanların sayısı toplam kabuklu meyve sayısına bölünerek tespit edilmiştir.

Buruşuk Meyve Oranı (%): Kabuklu ağırlığı tespit edilen 100 adet meyvenin içi çıkarılarak buruşuk olanların sayısı toplam kabuklu meyve sayısına bölünerek tespit edilmiştir.

Çalışma, 2 azotlu çözelti (% 21 Amonyum Sülfat ve % 26 Kalsiyum Amonyum Nitrat) x 4 doz (% 0, 10, 15 ve 20) x 3 tekrür ve her tekrürde 3 Ocak olmak üzere toplam 72 ocakta yürütülmüştür.

Çalışmamızda tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Verilerin SPSS istatistik paket programında ANOVA ile analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda, gübre çeşitlerinin çotanak sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Gübre x doz interaksyonunun çotanak sayısı üzerine etkisi incelendiğinde ise farklı gübre ve dozlarına göre değişken sonuçlar elde edilmiştir. Çotanak sayısı en fazla AS-10 ve AS-15 uygulamalarından elde edilmiştir. Çotanaktaki meyve sayısı incelendiğinde ise hem gübre çeşitleri hem de gübre x doz interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Meyve veren dallardaki birim kesit alanına çotanak ve çotanaktaki meyve sayıları

Uygulama	Çotanak sayısı (adet cm ⁻²)		Çotanaktaki meyve sayısı (adet)	
	Gübre x doz interaksyonu	Gübre çeşidi	Gübre x doz interaksyonu	Gübre çeşidi
AS-0	8.3 ab		2.21	
AS-10	9.8 a	8.8	2.12	2.17
AS-15	9.4 a		2.26	
AS-20	7.8 ab		2.07	
CAN-0	6.9 b		1.91	
CAN-10	8.0 ab	8.2	2.06	2.01
CAN-15	8.8ab		2.12	
CAN-20	9.0 ab		1.95	
Önemlilik	0.01	0.23	0.53	0.07

Araştırmamızda her iki deneme yılında da gübre çeşitlerinin karanfil sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Gübre x doz interaksyonları incelendiğinde ise 2016 yılında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmez iken;

2017 yılında gübre dozlarına göre değişken sonuçlar elde edilmiştir. Bununla beraber 2017 yılında karanfil sayısında bazı gübre dozlarında kontrole göre artış saptanmıştır (Çizelge 4). Karanfil sayısı en çok AS-10, CAN-10 ve CAN-20 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 4. Meyve veren dallardaki karanfil sayıları

Yıl	2016		2017	
Uygulama	Gübre x doz interaksyonu	Gübre çeşidi	Gübre x doz interaksyonu	Gübre çeşidi
AS-0	14.7		15.5 b	
AS-10	14.7	14.2	24.5 a	18.0
AS-15	16.3		15.6 b	
AS-20	11.1		16.3 b	
CAN-0	12.7		13.9 b	
CAN-10	11.0	12.0	29.4 a	21.8
CAN-15	11.3		15.1 b	
CAN-20	12.8		29.1 a	
Önemlilik	0.12	0.08	0.00	0.06

Araştırmamızda azotlu çözeltili uygulamaları sonucunda 2016 yılında çötanak; 2017 yılında ise karanfil sayısında kontrole göre artış saptanmıştır. Fındıkta dip sürgünleri meyve veren dalların besinlerine ortak olmakta, hatta meyve dallarına göre daha kuvvetli gelişme göstererek toprağı sömürmektedir. Çalışmamızda verim özelliklerinde tespit edilen artışların dip sürgünlerinin zamanında ve etkili bir şekilde kontrolü ile sağlandığı kanaatindeyiz. Nitekim fındıkta (fındık bıçağı kullanılarak yapılan) dip sürgünü temizliği sıklığının verim ve meyve kalitesine etkisinin

belirlenmesi amacıyla yapmış olduğumuz bir çalışmada yılda bir defa dip sürgünü temizliği uygulaması kontrole göre % 3.9-17.0 verim artışı sağlarken, yılda iki defa dip sürgünü temizliği uygulaması kontrole göre % 27.7-55.9 verim artışı sağlamıştır (Tez, yazım aşamasında). Araştırmamızda azotlu çözeltili uygulaması ile fındık dip sürgünü temizliğinde gübre çeşidi ile gübre x doz interaksyonlarının meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, kabuk kalınlığı, sağlam meyve oranı ve buruşuk meyve oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır (Çizelge 5-6). .

Çizelge 5. Fındıkların bazı meyve özellikleri

Uygulama	Meyve ağırlığı (g)	İç ağırlığı (g)	İç oranı (%)	Kabuk kalınlığı (mm)
AS-0	1.81	0.99	54.7	0.92
AS-10	1.82	0.99	53.8	0.88
AS-15	1.72		55.4	0.82
AS-20	1.84		57.1	0.88
CAN-0	1.85	1.05	56.8	0.91
CAN-10	1.87	1.04	55.6	0.90
CAN-15	1.87		55.6	0.84
CAN-20	1.84		54.9	0.85
Önemlilik	0.06	0.06	0.06	0.32

Çizelge 6. Sağlam ve buruşuk meyve oranları

Uygulama	Sağlam meyve oranı (%)	Buruşuk meyve oranı (%)
AS-0	88.5	1.0
AS-10	90.5	1.8
AS-15	86.7	1.7
AS-20	91.3	
CAN-0	90.1	1.4
CAN-10	90.8	3.2
CAN-15	94.6	2.2
CAN-20	88.6	
Önemlilik	0.34	0.32

Farklılığın gözlenmemesi deneme bahçesindeki tüm bitkilerin bakımlı ve sağlıklı olmasından ileri gelebilir. Nitekim çalışmayı yürüttüğümüz deneme bahçesi verimli bir arazide bulunmakta ve damla sulama ve yaprak gübrelemesi dahil tüm kültürel işlemler zamanında ve titizlikle yürütülmektedir.

4. Sonuç

Fındıkta dip sürgünü temizliği etkili bir şekilde yapıldığında verimde önemli artışlar sağlanmaktadır. Araştırmamızda fındık dip sürgünü temizliğinin daha kolay ve ekonomik olarak yapılabilmesi için azotlu çözeltili uygulamaları yapılmıştır. Çalışmamızda azotlu çözeltili uygulamasıyla yapılan dip sürgünü temizliği sonucunda fındıkta karanfil ve çotanak sayısında artış sağlanmıştır. Bununla birlikte bu amaçla kullanılan azotlu gübreler arasında verim ve kalite bakımından farklılık bulunmamıştır. Ancak verim ve kalitede olabilecek değişikliklerin uzun yıllar yapılan denemeler sonucunda incelenmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, fındık dip sürgünü temizliğinde azotlu çözeltili uygulamalarının kullanılması önerilebilir.

Teşekkür

Çalışmamızı maddi olarak TOVAG 1150241 nolu proje ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Beyhan, N., Serdar, Ü. Demir, T., 1996. 2,4-D ve Paraquat'ın fındık dip sürgünü kontrolünde kullanılabilirliği. Tarımsal Öğretim 150. Yıldönümü Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, s.: 195-204, Samsun,
- FAOSTAT. 2017. Dünya fındık üretim verileri. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/> (Erişim Tarihi:15 Mart 2017).
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C., Tarakçıoğlu, C., 2009. Fındık Yetiştiriciliği (1. Basım). Ordu: Ziraat Odaları İl Koordinasyon Kurulu Yayınları No 1.
- Kilic, O., Ceyhan, V., Alkan, I., 2009. Determinants of economic efficiency: A case study of hazelnut (*Corylus avellana*) farms in Samsun Province, Turkey. New Zeal J Crop and Hort., 37: 263-270.
- Kurnaz, Ş., Serdar, Ü., 1993. Fatsa ilçesi fındık işletmelerinin genel özellikleri, üretim tekniği ve yetiştiricilik sorunları üzerinde bir araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi., 8: 114-135.
- Okay, A., Kaya, A., Küçük, V., Küçük, A., 1986. Fındık Tarımı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı (1. Baskı). Ankara: Tegdem-12.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.309651



Farklı substrat ve besin çözeltisi miktarının domates bitkisinin azot, fosfor ve potasyumdan yararlanma oranına etkisi

Güney Akınoğlu*, Ahmet Korkmaz, Ayhan Horuz

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Atakum, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: guney_akinoglu@gmail.com

Geliş/Received 28/04/2017 Kabul/Accepted 18/09/2017

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 1:1 torf:perlit karışımında 600 g az (SA), 1030 g orta (SO) ve 1490 g fazla (SF) katı ortam kültürüne uygulanan günlük 75, 125, 175 ve 225 mL besin çözeltisinin domates bitkisinin N, P ve K'dan yararlanma oranına etkisini belirlemektir. Deneme sera şartlarında 3 x 4 faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen verilere göre substrat miktarı azaldıkça meyvenin besin çözeltisi ile verilen azottan yararlanma oranında artış görülmüştür. Meyvede en düşük azottan yararlanma oranı 1490 g substrat ortamında 75 mL besin çözeltisi uygulandığında elde edilmiştir. Meyvede azot ve fosfordan en yüksek yararlanma oranı 600 g katı ortamda 125 mL besin çözeltisi uygulamasında elde edilmiştir. Sapta azottan ve meyve+sapta fosfordan optimum yararlanma oranları için uygun besin çözeltisi miktarları substrat miktarlarına göre değişmiştir. Besin çözeltisine verilen potasyumdan sapta yararlanma oranı meyvede yararlanma oranına ilişkin değerlerden düşük bulunurken; meyve ve sapta potasyumdan yararlanma oranına ilişkin değerler substrat miktarı ve günlük besin çözeltisi miktarına bağlı bulunmuştur. Domates bitkisine verilen azottan meyvede yararlanma oranı 75, 125 ve 175 mL besin çözeltisi uygulandığında katı ortam miktarlarına göre SA>SO>SF şeklinde sıralanmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Katı ortam
Domates
Substrat miktarı
Günlük besin çözeltisi
hacmi
NPK kullanımı
etkinliği

Effect of different substrate and nutrition solution amount on nitrogen, phosphorus and potassium use efficiency of tomato

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of 75, 125, 175 and 225 mL of nutrient solution amount applied daily in 600 g low (SA), 1030 g medium (SO) and 1490 g excess (SF) solid substrate media consisting of 1:1 peat:perlite mixture on the nutrient N, P and K use efficiency of tomato plant. This experiment was carried out according to the 3x4 factorial experimental design with 3 replications. It was observed that use efficiency of nitrogen supplied from nutrient solution f increased with decreasing substrate amount. The lowest nitrogen use efficiency was obtained when 75 mL nutrient solution was applied on 1490 g substrate medium. The highest nitrogen and phosphorus use efficiency in tomato fruit was obtained when 125 mL of nutrient solution was applied on 600 g of solid medium. Available nutrient solution amounts for optimum nitrogen use efficiency in stem and optimum use efficiency in fruit + stem were found to be dependent on substrate amounts. The potassium use efficiency in stem has been found to be lower than the potassium use efficiency in fruit. The values of potassium use efficiency in fruit and stem were not related to the amount of substrate but they were affected by the amount of daily supply of nutrient solution. The nitrogen use efficiency by tomato fruit according to substrate amounts is ranked as SA> SO> SF when applied 75, 125 and 175 mL of nutrient solution.

Keywords:
Solid media
Tomato
Substrate amount
Daily nutrient Solution
amount
NPK use efficiency

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Topraksız yetiştiricilikte besin çözeltisi uygulamaları daha kontrollü yapıldığından ve ayrıca verilen besin elementlerinin fikse olması gibi durumlar söz konusu olmadığından dolayı besin çözeltisi ile uygulanan

elementlerden bitkiler daha hızlı ve fazla oranda yararlanabilmektedir. Genel olarak bitkilerin uygulanan gübrelerden yeterince yararlanabilmesi ve gübrelerin kullanım etkinlikleri çok sayıda faktöre bağlı bulunmaktadır (Baligar, 2001). Bunlardan başlıcaları: 1) Toprak faktörü 2) Biyolojik faktör 3) Bitki faktörü 4)

Bitki besleme yönetim stratejisi 5) Agronomik faktörler 6) İklimsel faktörlerdir 7) Azotlu gübrelerin gaz şeklinde uçuşu ya da nitrat formunda yıkanması 8) Gübreleme zamanı ve yöntemleri. Söz konusu faktörler dikkate alınarak yapılan gübre uygulamaları ile gübre kullanım etkinliğinde önemli artışlar kaydedilmiştir (Alam ve ark., 2003; Gerendas ve ark., 2008). Karaman ve Turan (2012) gübre kullanım etkinliğini azaltan çok sayıda faktör bulunduğunu ve bu faktörlerin gübre kullanım etkinliğini azaltma oranlarını aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

- 1) Uygun olmayan tohum yatağının gübre kullanım etkinliğini azaltma oranı % 10-20,
- 2) Uygun olmayan bitki çeşidinin gübre kullanım etkinliğini azaltma oranı % 20-40
- 3) Ekim ve dikimde geç kalmanın gübre kullanım etkinliğini azaltma oranı % 20-40
- 4) Erken dikim ve ekimin kullanım etkinliğini azaltma oranı % 5-20
- 5) Yetersiz sulamanın kullanım etkinliğini azaltma oranı % 10-20
- 6) Hastalıkların kullanım etkinliğini azaltma oranı % 15-20
- 7) Zararlıların kullanım etkinliğini azaltma oranı % 5-50
- 8) Bilinçsiz gübre uygulamasının gübre kullanım etkinliğini azaltma oranı % 20-50
- 9) Yanlış gübre uygulama zamanının gübre kullanım etkinliğini azaltma oranı % 5-10'dur.

Bilhassa gübre uygulama zamanının ve miktarının gübre etkinliğini önemli ölçüde etkilediğini ve kök gelişme ortamında zayıf strüktür, düşük veya yüksek su tutma kapasitesi gibi fiziksel özelliklerdeki olumsuzluklarda gübreleme etkinliğini azalttığını belirtmişlerdir (Adiloğlu ve Eraslan, 2012). Aynı yazarlar gübre kullanım etkinliği üzerinde kimyasal ve organik gübre çeşitlerinin, uygulanan gübre dozlarının, uygulama zamanları ve yöntemlerinin etkilerinin önemli olduğunu da bildirmişlerdir. Besin element kaybındaki azalmaların gübre kullanım etkinliğini arttırdığı (Li ve ark., 2001), ihtiyacın üzerinde verilen gübrenin ortamda birikmesine veya yıkanmasına ve verimin azalmasına neden olabileceği, gübrenin ihtiyacın altında verilmesi halinde ise verim düşüklüğüne neden olacağı ifade edilmiştir (Karaman ve ark., 2008).

Besin elementleri arasındaki etkileşimler (antagonizm=olumsuz etkileşim, sinerjizm=olumlu etkileşim) ve diğer bitkisel faktörlerde gübre kullanım etkinliği açısından önemlidir (Karaman ve ark., 2006). Bitki çeşidi ve hatta aynı çeşidin farklı genotipleri arasında dahi besin elementi alım ve kullanım etkinliğinin değiştiği belirlenmiştir (Karaman ve Turan, 2012). Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilebilir. Genellikle azot (N) için bu değer % 40-60 arasında, fosfor (P) için % 20-30 arasında, potasyum (K) için % 65-80 arasında değişmektedir. En yüksek etkinlik çoğunlukla besin elementi noksanlığı görülen ortamlara

uygulanan gübrelerden elde edilir (Karaman, 2012). Değişen koşullara göre bitki besleme yönetim stratejilerin doğru belirlenmesi ve farklı bitkilerin gübre kullanım etkinliklerinin bilinmesi gübrelemeden beklenen yararın elde edilebilmesi için son derece önemlidir. Etkinlik kavramlarının tarımda temel kullanım amacı ise gübrelerin daha bilinçli, ekonomik ve dolayısıyla etkin kullanımlarının sağlanmasıdır (Karaman ve Turan, 2012). Korkmaz ve ark. (1991) çeltikte ¹⁵N etiketli üre gübresi uygulayarak yaptıkları çalışmada; çeltiğin gelişme dönemine bağlı olarak üreden yararlanma oranının değiştiği, en yüksek yararlanmanın başaklanma döneminde verilen üreden sağlandığı ve ayrıca her dönemdeki tatbik edilen üre miktarının değişmesi ile ürenin yararlanma oranında önemli değişiklikler oluştuğunu bildirmişlerdir. Fertigasyon yoluyla gübre kullanım etkinliği büyük ölçüde arttırılabilmektedir (Schepers ve ark., 1995). Geleneksel yöntemlerle fertigasyonun kıyaslandığı çalışmalarda fertigasyonla gübre kullanım etkinliğinin %20-50 daha fazla olduğu bildirilmektedir (Gaskell, 2004).

Bu çalışmanın amacı, katı ortam kültüründe substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi hacminin domates bitkisinin NPK'dan yararlanma oranına etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme

Çalışmada 1:1 torf-perlit karışımından hazırlanan katı ortam kültüründen 3 litrelik saksılara 1490 ve 1030 g, 2 litrelik saksılara ise 600 g konularak yürütülmüştür. Katı ortam kültür miktarı SA:600 g az, SO:1030 g orta ve SF:1490 g fazla olarak değerlendirilmiştir. Farklı miktardaki her 3 ortama günlük bitki başına 75, 125, 175 ve 225 mL besin çözeltisi 3×4 faktöriyel deneme deseni planına göre 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Buna göre denemede toplam 36 saksı kullanılmıştır. Denemede drenajı sağlamak için saksıların dipleri delinmiştir. Denemede Tybiff Aq domates çeşiti (*Lycopersicon esculentum*) fideleri her saksıya 31.03.2014 tarihinde bir adet olacak şekilde dikilmiştir. Denemede sulamalar besin çözeltisi ve ilave sulama suyu kullanılarak yapılmıştır. Gerek besin çözeltisi hazırlanmasında gerekse sulamada kullanılan suyun pH'sı 7.68 olup elektriksel iletkenlik (EC) değeri 0.42 dS/m'dir. Ayrıca sulama suyu 35.06 mg L⁻¹ kalsiyum (Ca), 11,08 mg L⁻¹ magnezyum (Mg), 0.02 mg L⁻¹ çinko (Zn) içermektedir. Saksılar erken dönemlerde her gün tartılarak ortam miktarlarına bağlı olarak tarla kapasitesinde tutulmuştur. Ortam miktarı azaldıkça tarla kapasitesine getirmek için verilen su miktarı azalmıştır. Bitkinin ileri dönemlerinde tartım yapılmadığı için çok az bir yıkanma (%10-20'lik bir yıkanma) olacak şekilde besin çözeltisi uygulamalarından sonra ilave olarak sulama yapılmıştır. Denemede dikimden meyve tutum başlangıcına kadar (39 gün) ve meyve tutum

başlangıcından hasata kadar (45 gün) aşağıda verilen konsantrasyonlarda Gül (2008)'in bildirdiği Hoogland besin çözeltisi uygulanmıştır (Çizelge 1). Meyve tutum döneminden itibaren hasata kadar (45 gün) geçen süre boyunca fosfor ve potasyum konsantrasyonları artırılmıştır. Besin çözeltilerinin hazırlanmasında kalsiyum nitrat tetrahidrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), amonyum nitrat (NH_4NO_3), potasyum nitrat (KNO_3), magnezyum sülfat heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), demir-etilen diamin-dihidroksifenilasetik asit (Fe-EDDHA), mangan sülfat monohidrat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), borik asit (H_3BO_3), bakır sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), çinko sülfat heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), amonyum molibdat tetrahidrat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Domates bitkisine verilen besin çözeltisinde element konsantrasyonu (Gül, 2008)

Element	Konsantrasyon (mg L^{-1})	
	Dikim-meyve tutum başlangıcı	Meyve tutum başlangıcı-hasat
N	242	242
P	31	54
K	234	263
Ca	160	160
Mg	48	48
Fe	2.5	2.5
Mn	0.5	0.5
B	0.5	0.5
Cu	0.02	0.02
Zn	0.05	0.05
Mo	0.01	0.01

Miktarları farklı her 3 ortama vegetatif ve generatif dönemlerde domates bitkisine günlük uygulanan besin çözeltisi miktarlarına bağlı olarak toplam uygulanan besin element miktarları hesap edilmiştir. Deneme 20.06.2014 tarihinde hasat edilmiş bitki başına taze meyve ağırlıkları, meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı muamele konularına bağlı olarak tespit edilmiştir. Muamele konularına bağlı olarak bitkinin gövde ve yaprakları ayrı ayrı 65°C 'de kurutularak gövde+yaprak kuru madde miktarları belirlenmiştir. Taze meyve örnekleri de 65°C 'de kurutulmuş ve ayrıca muamele konularına bağlı olarak bitki başına kuru madde miktarları tespit edilmiştir.

2.2. Bitki analizleri

Kurutulmuş sap ve meyve örnekleri çelik değirmende öğütüldükten sonra toplam N mikro kjeldahl metodu ile fosfor bartın sarı renk metoduna göre kolorimetrik olarak spektrofotometrede (JENWAY 7320D) ve potasyum atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (PERKIN ELMER AA 200) Kacar ve İnal (2008)'in bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Kuru meyve ve sap ile kaldırılan besin elementi miktarları (g saksı^{-1}) hesap edilmiştir. Ayrıca N, P ve K

için muamele konularına bağlı olarak toplam verilen N, P ve K'dan meyvenin, sapın ve meyve+sapın toplam yararlanma oranları aşağıdaki formülle belirlenmiştir:
 $\% \text{ Yararlanma oranı} = (\text{Kaldırılan element miktarı, g/saksı} / \text{Toplam verilen element miktarı, g/saksı}) \times 100$

2.3. İstatistiksel analizler

Elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve muamele konularına ilişkin ortalamalar en küçük anlamlı fark testi (LSD) ile $\%5$ seviyesinde karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1982).

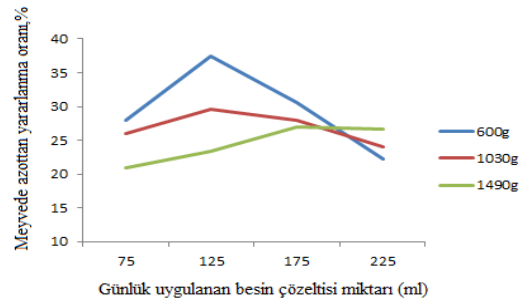
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yem hammaddeleri kompozisyonu

3.1. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde N, P, K' dan yararlanma oranına etkisi

Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta N'dan yararlanma oranına etkisine ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Günlük 75, 125 ve 175 mL besin çözeltisi uygulamalarında verilen azottan meyvenin yararlanma oranına ilişkin değerler substrat miktarına (SA:600 g az, SO:1030 g orta ve SF: 1490 fazla) bağlı olarak SA>SO>SF şeklinde sıralanmıştır. Substrat miktarı azaldıkça besin çözeltisi ile verilen azottan meyvenin yararlanma oranında artış görülmüştür. 225 mL günlük uygulanan besin çözeltisi uygulamasında ise SF>SO>SA şeklinde sıralanmıştır. Meyvede azottan yararlanma oranı en yüksek 600 g substrat ortamında günlük 125 mL besin çözeltisi uygulandığında elde edilmiştir. Meyvede azottan yararlanma oranı en düşük 1490 g substrat ortamında 75 mL besin çözeltisi uygulandığında elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı miktarda substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının meyvede azottan yararlanma oranına etkisi

Çizelge 2. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta azottan yararlanma oranına etkisi

Günlük besin çözeltisi miktarı (ml)	Meyvede N yararlanma oranı, %				Sapta N yararlanma oranı, %				Meyve+sapta N yararlanma oranı, %			
	Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)				Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)				Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	20.9e	26.0bcde	28.0bcde	24.8C	59.1b	56.0c	66.1a	60.4A	79.9	82.1	90.0	84.0A
125	23.4cde	29.6bc	37.4a	30.1A	44.2e	44.0e	51.9d	46.0B	67.5	73.6	89.4	76.8B
175	27.0bcde	27.9bcd	30.5b	28.5B	41.0ef	41.5ef	42.1ef	41.5C	68.1	69.5	72.7	70.1C
225	26.6bcde	24.1bcde	22.3e	24.3C	36.1f	45.7e	45.8e	42.5BC	62.7	69.8	68.2	66.9C
Ort.	24.48B	26.9AB	29.4A		45.1B	46.8A	51.5A		69.6B	73.7B	80.1A	
LSD _{0.05} A		3.41				3.37				4.70		
LSD _{0.05} B		LSD _{0.05} A				3.89				5.42		
LSD _{0.05} AXB		LSD _{0.05} B				6.74						

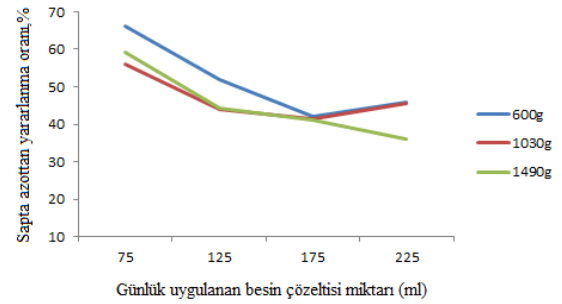
Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur. Aynı sütun ve satırdaki aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur. A: Substrat miktarı ; B: Günlük besin çözeltisi miktarı; AxB: İnteraksiyon

Azottan meyvenin yararlanma oranına ilişkin değerler istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte en yüksek değer 600 ve 1030 g substrat ortamlarında günlük 125 mL besin çözeltisi uygulamasıyla; 1490 g substrat ortamında ise 175 mL besin çözeltisi uygulamasıyla elde edilmiştir. 600 ve 1030 g substrat ortamlarında meyvenin azottan yararlanma oranı günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL'ye artırıldığında artış göstermiş, buna karşın 175 ve 225 mL'ye artırıldığında domates meyvesinin azottan yararlanma oranına ilişkin değerler azalma göstermiştir. Aynı şekilde 1490 g substrat ortamında günlük besin çözeltisi miktarı 175 mL'ye kadar artırıldığında verilen azottan meyvenin yararlanma oranı artmıştır. Günlük 175 ve 225 mL besin çözeltisi uygulamalarında 1490 g substrat ortamında meyvenin azottan yararlanma oranına ilişkin değerler istatistiksel olarak aynı bulunmuştur.

Sapta azottan yararlanma oranı substrat miktarına bağlı olarak günlük 75 mL besin çözeltisi dozunda SA>SF>SO şeklinde; 125 mL besin çözeltisi dozunda SA>SF=SO şeklinde ve 175 mL besin çözeltisi dozunda ise SA=SO=SF şeklinde; 225 mL besin çözeltisi uygulamasında ise substrat miktarına bağlı olarak SA=SO>SF şeklinde sıralanmıştır. Sapta azottan yararlanma oranı en düşük 1490 g substrat ortamında günlük 225 mL besin çözeltisi uygulanmasında (36.1 g/saksı) görülmüştür. Sapta azottan yararlanma oranına ilişkin en yüksek değer 600 g substrat ortamında günlük 75 mL besin çözeltisi uygulanması halinde (66.1 g/saksı) elde edilmiştir (Şekil 2).

Substrat miktarı 600, 1030 ve 1490 g ortamlarında sapta azottan yararlanma oranı günlük besin çözeltisi miktarı arttıkça kontrole göre azalma göstermiştir. Domates bitkisinde verilen azottan meyvenin yararlanma oranı substrat ve besin çözeltisi miktarına bağlı olarak % 20.9-37.4 arasında, sap yararlanma oranı % 36.1-66.2 arasında, meyve+sap yararlanma oranı ise % 62.7-90.0 arasında bulunmuştur. Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilebilir. Bu gübre etkinlik oranı azot için %40-

60 arasında olup, en yüksek etkinliğin çoğunlukla besin elementi noksanlığı görülen ortamlara uygulanan gübrelerden elde edildiği belirtilmiştir (Karaman, 2012).



Şekil 2. Farklı miktarda substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının sapta azottan yararlanma oranına etkisi

Verilen azottan sap yararlanma oranına ilişkin değerler meyvenin yararlanma oranına ilişkin değerlerden büyük bulunmuş, verilen azotun büyük kısmının sapta bulunduğu görülmüştür. Substrat ortamına verilen azottan domatesin sap+meyvesi ile yararlandığı toplam azot oranı oldukça yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni topraksız yetiştiricilikte besin çözeltisi uygulamalarının kontrollü şartlarda yapılması ve verilen besin elementlerinin fiks olması gibi durumlar söz konusu olmadığından dolayı uygulanan elementlerden bitkilerin çabuk ve fazla oranda yararlanabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca kontrollü şartlarda besin kayınındaki azalmaların da gübre kullanım etkinliğini artıracak bildirilmiştir (Li ve ark., 2007). Halitligil ve ark (2002) damla sulama fertigasyon sistemi ile uygulanan azotun toprağın daha alt katmanlarına yıkanmasını önlediği için bitkinin azottan yararlanma oranını artırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca Korkmaz ve ark (1991) çeltiğin azottan yararlanma oranının en fazla başaklanma döneminde olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel yöntemlerle fertigasyonun kıyaslandığı

çalışmalarda fertigasyonla gübre kullanım etkinliğinin %20-50 daha fazla olduğu bildirilmektedir (Gaskell, 2004). Yapılan çalışmada, substrat miktarları dikkate alınmadığında günlük besin çözeltisi miktarı arttıkça meyve+sapta azottan yararlanma oranı önemli derecede azalma göstermiştir. Buna karşın günlük besin çözeltisi miktarları dikkate alınmadığında substrat miktarı

azaldıkça azottan yararlanma oranı önemli derecede artmıştır.

Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta fosfordan yararlanma oranına etkisi değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta fosfordan yararlanma oranına etkisi

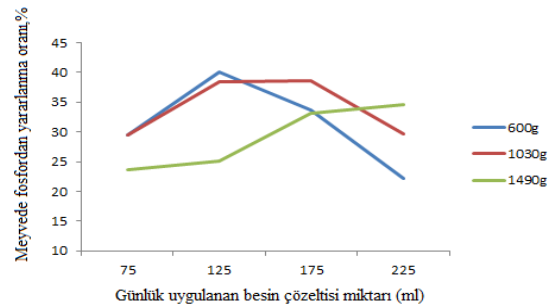
Günlük besin çözeltisi miktarı (mL)	Meyvede P yararlanma oranı, %				Sapta P yararlanma oranı, %				Meyve+sapta P yararlanma oranı, %			
	Substrat miktarı (g saksı ⁻¹)				Substrat miktarı (g saksı ⁻¹)				Substrat miktarı (g saksı ⁻¹)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	23.68cd	29.54bc	29.42bc	27.54B	42.48	36.01	41.02	39.8A	66.41ab	65.80ab	71.30a	67.8A
125	25.19cd	38.35a	40.07a	34.53A	33.10	28.86	30.98	30.9B	58.4bc	63.21ab	71.20a	64.3A
175	33.17b	38.54a	33.74ab	35.15A	32.23	26.37	27.15	28.5BC	65.5ab	61.01b	61.0b	62.5AB
225	34.51ab	29.66bc	22.17d	28.78B	27.71	28.16	28.08	27.9C	62.3ab	57.95bc	50.34c	56.9B
Ort.	29.13B	34.02A	31.35AB		33.88A	29.85B	31.80A		63.14	61.99	63.46	
LSD _{0.05} A		3.24				2.16				5.79		
LSD _{0.05} B		3.74				2.50				-		
LSD _{0.05} AXB		6.48				-				10.03		

Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Aynı sütun ve satırdaki aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur

Genel olarak verilen fosfordan sapta yararlanma oranına ilişkin değerler meyvede yararlanma oranına ilişkin değerlere yakın bulunmuştur. Meyvede fosfordan yararlanma oranı günlük 75 mL besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SF<SO=SA şeklinde; 125 mL besin çözeltisi uygulamasında SF<SO<SA şeklinde; 175 mL besin çözeltisi uygulamasında SF=SA<SO şeklinde; 225 mL besin çözeltisi uygulamasında ise SA<SO<SF şeklinde sıralanmıştır. Günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı 225 mL olduğunda substrat miktarı arttıkça meyvenin verilen fosfordan yararlanma oranı artmıştır. Verilen fosfordan meyvenin yararlanma oranına ilişkin en yüksek değer 600 g substrat ortamına günlük 125 mL besin çözeltisi uygulanması ile elde edilmiştir. 1490g substrat ortamına uygulanan günlük besin çözeltisi miktarı arttıkça meyvede verilen fosfordan yararlanma oranı artmıştır. Buna karşın 600 g substrat ortamına uygulanan günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL'ye artırıldığında meyvede fosfordan yararlanma oranı artmış; besin çözeltisi günlük 125 mL'den daha fazla uygulandığında ise azalmıştır. 1030 g substrat ortamında ise günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL'ye artırıldığında meyvede fosfordan yararlanma oranı artmış; 175 mL'de değişmezken, 225 mL'de azalmıştır (Şekil 3).

Verilen fosfordan meyvenin yararlanma oranına ilişkin en yüksek değerler 600, 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında sırasıyla, 125, 175 ve 225 mL besin çözeltisi uygulamalarıyla elde edilmiştir. İstatistiksel olarak 600 g substrat ortamında günlük 125 mL, 1030 g substrat ortamında günlük 125 mL besin çözeltisi ve 1490 g substrat ortamında ise günlük 175 mL besin çözeltisi uygulamaları önemli bulunmuştur.



Şekil 3. Farklı miktarda substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının meyvede fosfordan yararlanma oranına etkisi

Domates bitkisinde verilen fosfordan meyvenin yararlanma oranı substrat ve besin çözeltisi miktarına bağlı olarak % 22.17-40.07 arasında, sap yararlanma oranı % 26.37-42.48 arasında, meyve+sap yararlanma oranı ise % 50.34-71.30 arasında bulunmuştur. Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilebilir. Bu gübre etkinlik oranı fosfor için % 20-30 arasında olup, en yüksek etkinliğin çoğunlukla besin elementi noksanlığı görülen ortamlara uygulanan gübrelerden elde edildiği belirtilmiştir (Karaman, 2012).

Meyve+sapta fosfordan yararlanma oranı 600 g substrat ortamında 125 mL, 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında ise günlük 225 mL besin verilen fosfordan yararlanma oranı önemli derecede azalma göstermiştir. 1490 g substrat ortamında ise günlük besin çözeltisi miktarları 75, 175 ve 225 mL olduğunda meyve+sapta fosfordan yararlanma oranına ilişkin değerler istatistiksel olarak birbirlerine yakın oldukları halde, günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL olduğunda

meyve+sapta fosfordan yararlanma oranına ilişkin değerlerde diğer besin çözeltileri uygulamalarına göre azalma görülmüştür. Yapılan çalışmada günlük besin çözeltisi miktarı 225 mL olduğunda meyve+sapta fosfordan yararlanma oranı substrat miktarı arttıkça artmıştır. Verilen fosfordan meyve+sapta yararlanma oranına ilişkin en yüksek değer 600 g substrat ortamına günlük 75 mL besin çözeltisi uygulanması halinde elde edilmiştir.

Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta potasyumdan yararlanma oranına etkisi ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Verilen potasyumdan sapta yararlanma oranına ilişkin değerler meyvede yararlanma oranına ilişkin değerlerden düşük bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle verilen potasyumun büyük bir kısmının meyveye taşındığı görülmüştür. Meyvede ve sapta potasyumdan yararlanma oranına ilişkin değerler substrat miktarına bağlı bulunmamıştır. Meyvede ve sapta potasyumdan yararlanma oranına ilişkin değerler günlük besin çözeltisi miktarıyla etkilenmiştir. Substrat miktarları dikkate alınmadığında günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL'ye artırıldığında meyvede potasyumdan yararlanma oranı artmış, 175 ve 225 mL'de meyvede potasyumdan yararlanma oranına ilişkin değerler yakın

bulunmuştur. Substrat miktarları dikkate alınmadığında sapta potasyumdan yararlanma oranı günlük besin çözeltisi miktarı 125 mL'ye artırıldığında azalmış fakat 175 ve 225 mL dozlarında sapta potasyumdan yararlanma oranına ilişkin değerler benzer bulunmuştur. Meyve+sapta potasyumdan yararlanma oranı substrat ve besin çözeltisi miktarlarıyla önemli derecede etkilenmemiştir. Domates bitkisinde verilen potasyumdan meyvenin yararlanma oranı substrat ve besin çözeltisi miktarına bağlı olarak % 28.89-51.25 arasında, sap yararlanma oranı ise % 48.60-61.35 arasında bulunmuştur. Besin elementlerinden yararlanma veya besin alım gücü olarak ifade edilen gübre kullanım etkinliği potasyum için % 65-80 arasında değişmekte olup, en yüksek etkinliğin çoğunlukla besin elementi noksanlığı görülen ortamlara uygulanan gübrelerden elde edildiği belirtilmiştir. (Karaman, 2012).

Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak da ifade edilebilir. Bu etkinlik oranının potasyum için % 65-80 arasında değişmekte olup, en yüksek etkinliğin çoğunlukla besin elementi noksanlığı görülen ortamlara uygulanan gübrelerden elde edildiği belirtilmiştir. (Karaman, 2012).

Çizelge 4. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisinde meyvede, sapta ve meyve+sapta potasyumdan yararlanma oranına etkisi.

Günlük besin çözeltisi miktarı (mL)	Meyvede K yararlanma oranı, %				Sapta K yararlanma oranı, %				Meyve+sapta K yararlanma oranı, %			
	Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)				Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)				Substrat miktarı (g sakı ⁻¹)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	28.89	39.77	37.14	35.36BC	24.21	21.34	20.67	22.07A	53.15	61.15	57.86	57.4
125	36.25	44.39	47.52	42.82A	20.26	15.12	16.61	17.33B	56.60	59.56	61.35	59.2
175	39.30	39.54	42.0	40.28AB	16.78	12.41	16.94	15.37B	56.10	51.56	58.91	55.7
225	40.1	32.34	51.25	34.56C	16.04	19.43	17.32	17.59B	56.16	53.48	48.50	53.4
Ort.	36.13	39.01	39.55		19.32	17.07	17.88		55.50	57.03	56.68	
LSD _{0.05} A			-				-				-	
LSD _{0.05} B			5.56				2.54				-	
LSD _{0.05} AXB			-				-				-	

Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Aynı sütun ve satırdaki aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur

4. Sonuç

Çalışma sonunda meyve, sap ve meyve+sap N, P ve K'dan yararlanma oranı substrat ve besin çözeltisi miktarına bağlı değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, verilen azottan meyvenin yararlanma oranına ilişkin optimum değer 600 ve 1030 g substrat miktarlarında 125 mL besin çözeltisi uygulamasıyla, 1490 g substrat miktarın da ise 175 mL besin çözeltisi uygulamasıyla elde edilmiştir. Sapta azottan en fazla yararlanma oranı en düşük substrat (600 g) ve besin çözeltisi (75 mL) miktarından elde edilmiştir. Meyve+sapta azottan yararlanma oranı azalan substrat miktarı ve besin çözeltisi miktarı ile azalma göstermiştir.

Fosfordan yararlanma oranı sapta ve meyvede

birbirine yakın bulunmuştur. Verilen fosfordan meyvenin optimum yararlanma oranı 600 ve 1030 g substrat ortamlarında günlük 125 mL besin çözeltisi uygulamasıyla; 1490 g substrat ortamında ise günlük 175 mL besin çözeltisi uygulamasıyla elde edilmiştir. Günlük besin çözeltisi miktarı 225 mL olduğunda meyve+sapta fosfordan yararlanma oranı substrat miktarı arttıkça artmıştır. Meyve+sapta fosfordan yararlanma oranına ilişkin en yüksek değer 600 g substrat ortamına günlük 75 mL besin çözeltisi uygulanması ile elde edilmiştir.

Potasyumdan yararlanma oranı meyvede ve sapta substrat miktarına bağlı bulunmazken, günlük besin çözeltisi miktarıyla etkilenmiştir. Yararlanma oranı sapta meyveden düşük bulunmuştur.

Genel olarak domates bitkisine verilen azot ve fosfordan en yüksek yararlanma oranını elde etmek için meyvede 125 mL, sap ve meyve+sapta 75 mL besin çözeltisi miktarları tavsiye edilirken; potasyum için meyve ve meyve+sapta 125 mL, sapta 75 mL günlük besin çözeltisi miktarları tavsiye edilmiştir.

Kaynaklar

- Adiloğlu, A., Eraslan, F., 2012. Bitki Besleme. 4. Bölüm Gübreler ve gübreleme tekniği. Editör M.R. Karaman, Pelin Ofset Matbaacılık, s. 347-475, Çorum.
- Alam, S.M., Shah, S.A., Akhter, M., 2003. Varietal differences in wheat yield and phosphorus use efficiency as influenced by method of phosphorus application. Songklanakarin J. Sci. Tech., 25: 175-181.
- Baligar, V.C., Fageria, N.K., He, Z.L., 2001. Nutrient use efficiency in plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 32: 7-8.
- Gaskell, M., 2004. Nitrogen availability, supply, and sources in organic row crops. Proc. California Organic Production and Farming in the New Millennium: A Research Symposium. Berkeley, CA, 15 July 2004. University of California Sustainable Agr. Res. and Educ. Program, University of California, Davis. p. 13-20.
- Gerendas, J., Abbadi, J., Sattelmacher, B., 2008. Potassium efficiency of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.). J Plant Nutr Soil Sci., 171:431-439.
- Gül, A., 2008. Topraksız tarım. Hasat Yayıncılık, 144 s., İstanbul.
- Halitligil, M.B., Antep, S., Öner toy, Ş., Kışlal, H., Şirin, H., Şirin, C., 2002. Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme Araştırmalarında Kullanılan İzotop ve Radyasyon Teknikleri Taek-Antham Nükleer Tarım Radyoizotop Uygulama Notları, s. 31 Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın No:1241, 892 s. Ankara.
- Karaman, M.R., Turan, M., 2012. Bitki beslemede sürdürülebilir yönetim stratejisi ve gübre etkinlik parametreleri. Toprak Su Dergisi 1(1): 15-21, Ankara.
- Karaman, M.R., 2012. Bitki Besleme (Editör: M.R. Karaman), Gübretaş Rehber Kitapları Dizisi:2, 685-729, Ankara. ISBN:978-605-87103-2-0.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Sert, T., 2006. Site Specific phosphorus status of wheats plants (*Triticum aestivum*) on calcareous soils. Journal of Revue De Cytologie Et Biologie Vegetales 28:128-134, France.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Göktolga, G., Cangi, R., 2008. Tokat yöresi bağlarında gübre kullanımında etkili sosyo-ekonomik faktörler. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim, Bildiriler, s. 126-136, Konya.
- Korkmaz, A., Halitligil, M.B., Torun, M., 1991. Determination of Urea Utilization of Rice at different Growth Stages By 15N Tracer Technique. Turkish Journal of Nuclear Sciences, 18(2):35-46.
- Li, Y.L., Stanghellini, C., Challa, H., 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Scientia Horticulturae 88, 11-29.
- Li, X.X., Hu, C.S., Jorge, A.D., Zhang, Y.M. 2007. Increased nitrogen use efficiencies as a key mitigation alternative to reduce nitrate leaching in north china plain. Agr Water Manage., 89:137-147.
- Schepers, J. S., Varvel, G. E., Watts, D. G., 1995. Nitrogen and water management strategies to reduce nitrate leaching under irrigated maize. J. Contaminant Hydrol., 20: 227239.
- Yurtsever, N., 1982. Tarla deneme tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No. 91, Rapor Yayın No. 47. Ankara.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.311895



Organik ve kimyasal azot kaynağının ıspanak bitkisinin bazı besin içeriği ve nitrat birikimi üzerine etkileri

Damla B. Özenç^{a*}, Gültekin Şenlikoğlu^b

^aOrdu Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu, Türkiye

^bGiresun Orman Bölge Müdürlüğü, Giresun, Türkiye

*Sorumlu Yazar: damlabender@hotmail.com

Geliş/Received 11/04/2017

Kabul/Accepted 04/10/2017

ÖZET

Geleneksel yöntemlerde yoğun kullanılan tarımsal girdilerin yol açtığı sorunlar nedeniyle bitkisel üretimde yeni yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Bu amaçla, bitkisel ve hayvansal atıklar, kompost gibi materyaller yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sera koşulları altında kış döneminde yürütülen bu çalışmada, organik ve kimyasal azot kaynağının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) temel besin kapsamı ve nitrat birikimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Organik materyal olarak farklı dozlarda fındık züruf kompostu, zenginleştirilmiş kompost ve hayvan gübresi (0 g kg⁻¹, 20 g kg⁻¹, 40 g kg⁻¹, 80 g kg⁻¹) ve kimyasal azot kaynağı olarak 15 kg saf N da⁻¹ olacak şekilde % 26 CAN gübresi kullanılmıştır. Genel olarak, kimyasal azot kaynağı kadar kompost ve hayvan gübresi uygulamaları da bitki gelişimini ve besin içeriklerini önemli düzeylerde artırmıştır. Gübre uygulaması yapılmayan ancak kompost kullanılan bitkilerin azot (N) kapsamı artmış, bu materyallerin toprağa karıştırılması gübre etkinliğini de artırmıştır. Azotlu gübreleme ile birlikte kompost kullanımı bitkide nitrat (NO₃⁻) birikimi ve potasyum (K) içeriğini hayvan gübresine göre daha fazla artırmış, en yüksek değerler azotlu gübre yapılan 80 g kg⁻¹ zenginleştirilmiş kompost ortamında bulunmuş, en yüksek fosfor (P) kapsamı ise 80 g kg⁻¹ hayvan gübresi ortamında elde edilmiştir. Sonuç olarak, kompost uygulamalarının bitki beslenmesi üzerine hayvan gübresi ile rekabet edecek düzeyde etkili olduğu, nitrat birikiminin kabul edilebilir değerlerde kaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Beslenme
NO₃⁻
Organik materyal
Azotlu gübre
Spinacia oleracea L.

Effects of organic and chemical nitrogen source on some nutrient content and nitrate accumulation of spinach plants

ABSTRACT

New approaches at the plant production gain importance because of the problems caused by the intensive use of agricultural inputs in traditional methods. For this purpose, materials such as plant and animal wastes, and compost have been widely used. In this study carried out in winter season under greenhouse conditions, the effects of organic and chemical nitrogen source on the essential nutrient content and nitrate accumulation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) were investigated. Different doses of hazelnut husk compost, enriched compost and farmyard manure (0 g kg⁻¹, 20 g kg⁻¹, 40 g kg⁻¹, 80 g kg⁻¹) as organic materials and 26 % CAN fertilized in the form of 15 kg pure N da⁻¹ as chemical nitrogen source were used. In general, as well as chemical nitrogen source, compost and farmyard manure applications have increased plant growth and nutrient content considerably. In plants where fertilizer application is not performed but composting is used, the N content has increased, mixing these materials with soil has increased the fertilizer efficiency too. The use of compost with nitrogen fertilization more increased the NO₃⁻ accumulation and K content at the plant than the animal fertilization, the highest values were found in the 80 g kg⁻¹ enriched compost media with nitrogen fertilizer, but the highest P content was obtained in 80 g kg⁻¹ farmyard manure media. As a result, compost applications were effective enough to compete with farmyard manure on nutrient concentrations, and nitrate accumulation remained in the acceptable values.

Keywords:
Nutrition
NO₃⁻
Organic material
Nitrogen fertilizer
Spinacia oleracea L.

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Kompost birçok ülkede hem atık yönetimi alternatifi hem de bahçe bitkileri ve tarımsal kaynak olarak kullanılmaktadır (Glenn ve Goldstein, 1999; Scheurell ve Mahafee, 2002). Kompostlama, organik atıkları ortadan kaldırma, organik gübre üretimi ve toprakların biyolojik verimliliğini iyileştirmek için kullanılan bir sistemdir (de Bertoldi ve Civilini, 2006). Bitkisel atıkların toprak düzenleyici gibi katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ile hem atık gideriminin azaltılması hem de toprak kalitesinin korumasını sağlamaktadır. Ayrıca, bitkinin büyüme ve gelişimi için gerekli olan besin maddelerinin geri dönüşümünü sağlayan (Smiciklas ve ark., 2008), toprak verimliliğini artırma ve sürdürülebilir bir tarım sistemi geliştirmek için etkili bir araçtır (Ebid ve ark., 2008). Organik atıklar, organik madde, azot, fosfor ve diğer besinler için değerli bir kaynaktır. Dolayısıyla tarımda kullanımları, tarımsal üretim için etkili bir yöntemdir (Zubillage ve Lavado, 2006).

Organik gübre olarak geleneksel kullanılan materyal ahır gübresidir. Ahır gübresi uzun vadeli etki gösteren iyi bir besin maddesi kaynağı olarak, özellikle organik koşullarda ıspanak yetiştiriciliğinde oldukça etkili olduğu bildirilmektedir (Çıtak ve Sönmez, 2010). Ülkemizin önemli ürün çeşitlerinden biri olan fındığın hasat sonrası oldukça büyük miktarlarda atığı açığa çıkmaktadır. Fındık zurufu sahip olduğu bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile organik bir materyal olarak tarımda değerlendirilebileceği, ancak yüksek C/N nedeniyle doğrudan değil, kompostlanarak kullanılması gerektiği (Çalışkan ve ark., 1996) ifade edilmiştir. Yüksek organik madde miktarı, uygun pH ve EC değerlerine karşılık, yetersiz N ve P kapsamı, fazla ve yeter düzeyde K ve mikro element içeriğine sahip olduğu (Kacar ve Katkat, 1998) bildirilmiştir. Kompostlanmış fındık zurufunun toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirdiği (Zeytin ve Baran, 2003; Bender Özenç, 2005; Bender Özenç ve Özenç, 2008; Aygün, 2015), yetiştirme ortamı olarak tarımda değerlendirileceği (Bender Özenç, 2006; Yılmaz ve Bender Özenç, 2012) ortaya konulmuştur.

Birçok durumda, yoğun olarak yönetilen ekim sistemlerinde daha yüksek oranda azotlu gübre kullanımı, bitkiler tarafından alınan veya toprakta depolanan azot miktarını aşmaktadır; bundan dolayı azot bitki kök bölgesinin altına sızmakta ve su kirliliğine neden olmaktadır (Jarvis, 1993; Zhang ve ark., 1998; Sönmez ve ark., 2008). Organik materyallerin toprağa olan katkısını artırmak için N dönüşümleri nicel hale getirmek ve verimli bir toprak için yönetim programı uygulamak gereklidir. Azotun formu ve farklı formlara dönüşüm oranı, düzenleyici maddelerin kaynağına ve onların C/N oranlarına, kompostun olgunlaşma derecesine ve ilave edilen organik materyallerin niceliğine ve kalitesine bağlıdır (Gale ve ark., 2006; Ebid ve ark., 2008). Ebid ve ark. (2007) kompostlanmış çay yaprakları, kahve atığı ve

mutfak atıklarının net azot mineralizasyonu ve P, K, Ca ve Mg yarıyışlılığı üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, kompostlanmış mutfak atıklarında nitrat azotunun amonyum azotundan dikkate değer düzeyde yüksek çıktığı, çay kompostunda ise amonyum azotunun daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bitkiye uygulanan azot miktarının bitkinin gerçek ihtiyacı ve toprakta bulunan azot miktarı dikkate alınmadan azotlu gübre uygulanması durumunda bazı bitkiler tarafından aşırı azot alımı sonucunda nitrat birikimi söz konusudur. Doğrudan tüketime yaranan bitkilerde yüksek nitrat içerikleri istenmez. İnsanlar tarafından günlük olarak alınan bazı bitkilerin çeşitli aksamlarındaki nitrat düzeyleri, azotlu gübrelemeye bağlı olarak toksik düzeylere kadar ulaşabilmektedir (Zhou ve ark., 2000; Zhong ve ark., 2002; Chung ve ark., 2003; Umar ve Iqbal, 2007). Sebzelerde nitrat ve nitrit birikimini etkileyen faktörler, azot kaynağı ve miktarı, uygulama zamanı, diğer besin elementlerinin etkisi, toprak özellikleri ve iklimin etkisi, tür ve çeşit farklılıklarıdır. Belirli bir toprakta, farklı bölgelerde yetiştirilen sebzelerde tarımsal uygulamalar aynı olsa dahi nitrat içerikleri farklı olabilmektedir. Sebzelerin nitrat kapsamı, yöresel azotlu gübre uygulamalarından özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları ile artış göstermesine rağmen, çoğu sebzelerde belirlenen nitrat miktarları insan sağlığı için tavsiye edilen kritik değerlerden düşük bulunmuştur. (Karaman ve ark., 2000; Oruç ve Ceylan, 2001; Kardeş, 2012). Türk Gıda Kodeksi 2008 yılı verilerine göre, taze ıspanakta en fazla bulunabilecek nitrat değeri 2500 - 3500 mg kg⁻¹ olarak verilmiştir (Anonim, 2008).

Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, uygulanan azotlu gübre ile fındık zuruf kompostu (FZK), yanmış hayvan gübresi (HG) ve bunlardan hazırlanmış olan zenginleştirilmiş kompost (ZK) uygulamalarının ıspanak bitkisinin N, P, K içeriği ve NO₃⁻ birikimi üzerine etkilerinin ortaya konulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma, Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait cam serada 2013 yılı sonbahar dönemi sonunda yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak killi tın tekstüre sahip olup, hafif alkali özellikte, tuzsuz ve organik madde kapsamı bakımından düşük sınıfa girmektedir. Toplam azot, alınabilir fosfor ve potasyum bakımından sırasıyla, az, çok az ve yeterli durumdadır (Çizelge 1).

Organik madde kaynağı olarak fındık zuruf kompostu (FZK) (doğal koşullar altında yığın halinde 2 yıl beklemiş), yanmış hayvan gübresi (HG) ve bu iki materyalle Kütük ve ark. (1995) tarafından belirtildiği şekilde hazırlanan zenginleştirilmiş kompost (ZK) (ahır gübresi (%20), üre (%0.5), ham fosfat (%1), potasyum sülfat (%54) ve kireç (%1.5), ağırlık cinsinden), inorganik azot kaynağı olarak kalsiyum amonyum nitrat

(CAN, % 26 N) gübresi kullanılmıştır. Materyaller fiziksel özellikleri bakımından kısmen farklılıklar taşırken, fosfor içeriği dışında belirlenen kimyasal özelliklerde aralarında büyük bir ayırım bulunmamaktadır (Çizelge 1).

Ispanak tohumu olarak sera yetiştiriciliğinde tercih edilen Viroflay (erkenci) grubundan, Dynasty F1 türü kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Denemenin kurulması

Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre, iki azot uygulaması (azot gübresi uygulanmış, azot gübresi uygulanmamış), üç kompost materyali (fındık zuruf kompostu, zenginleştirilmiş kompost, hayvan gübresi), dört farklı dozda (0 g kg^{-1} , 20 g kg^{-1} , 40 g kg^{-1} , 80 g kg^{-1}) ve 4 tekerrürlü olarak

kurulmuştur. Toprağa karıştırılacak oranlar belirlenirken, 1 da toprağa 5 t organik materyal ilavesi dikkate alınmıştır. 1 dönüm alanda yaklaşık 250 000 kg toprak kabul edilerek hesaplama yapılmış ve dozlar belirlenmiştir. 4 mm'lik elekten elenmiş toprak ve kompost materyalleri, belirlenen oranlarda ayrı ayrı karıştırılarak hazırlanan ortamlar $84 \text{ cm} \times 34 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ebatlarındaki saksılara doldurulmuş ve her uygulama için gruplandırma yapılmıştır. Her saksıya 3-4 cm derinliğe 20 cm aralıklarla 3'er tohum ekilmiş ve saksılar sulanmıştır. En iyi çıkış ve çimlenme gösteren bitkiler saksılarda bırakılarak seyreltme yapılmıştır. CAN gübresi (% 26 N), dekara 25 kg azotlu gübre uygulamasından hesaplanarak gübre uygulanacak gruptaki saksılara hem ekimde hem de ekimden sonra uygulanmış, diğer gübreleme işlemleri de yapılmıştır. Bitkiler 8-10 yapraklı olana kadar gereken kültürel işlemler yapılarak yetiştirilmiş ve yaklaşık 90 gün sonra bitki toprak üzerinden kesilerek hasat edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağı ve organik materyallere ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

	Toprak	HG	FZK	ZK
Tekstür	Killi Tın	-	-	-
Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	1.23	0.28	0.16	0.35
Toprak reaksiyonu (pH)	7.59	7.05	6.84	6.99
Elektriksel iletkenlik (EC, dS m^{-1})	1.13	2.80	1.02	1.41
Tarla kapasitesi (%)	27.25	-	-	-
Organik madde (%)	2.22	59.84	60.99	60.10
Azot (%)	0.125	1.43	1.10	1.39
Mineral azot ($\text{NH}_4\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$) (%)	1.55	-	-	-
Fosfor (mg kg^{-1})	4.79	1.25 (%)	1.57 (%)	1.32 (%)
Potasyum (mg kg^{-1})	380	0.15 (%)	0.30 (%)	0.21 (%)

2.2.2. Analiz yöntemleri

Hasat edilen bitkiler önce normal su, sonra saf suyla yıkanıp, kaba kurutma kâğıdı ile kurulandıktan sonra yaş ağırlıkları alınmıştır. Daha sonra kimyasal analizler için 65°C ' de 48 saat etüvde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları alınmıştır. Öğütülen örneklerde toplam azot Kjeldahl yaş yakma yöntemi ile (Bremner, 1965), alınabilir fosfor kuru yakma yöntemiyle spektrofotometrede; potasyum kuru yakma yöntemiyle atomik absorpsiyon spektrofotometre yöntemiyle (Chapman ve ark., 1961), bitkide nitrat birikimi salisilik asitin nitritleşmesi yoluyla kolorimetrik olarak Cataldo ve ark. (1976)' na göre belirlenmiştir.

Deneme toprağına ait özelliklerin belirlenmesinde, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri hava kuru duruma getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak bünyesi hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ile, hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'a göre, tarla kapasitesi Klute (1986)'a göre, toprak pH ve EC' si 1:2.5 toprak: su karışımında (U.S.Salinity Lab.Staff, 1954), organik madde Walkley-

Black yaş yakma yöntemi ile Nelson ve Sommers (1982)' e göre, toplam azot (Bremner, 1965), mineral azot spektrofotometrik olarak Mulvaney (1996)' e göre, yarıyıllı fosfor (Olsen ve Watanable, 1957), yarıyıllı potasyum (Knudsen ve ark., 1982) tarafından belirtildiği şekilde analiz edilmiştir. Organik materyallerin tanımlanması amacıyla hacim ağırlığı De Boodt ve ark. (1973)' e göre, organik madde DIN 11542 (1978)'e göre, pH ve EC (Gabriels ve Verdonck (1992)' a göre; P ve K Chapman ve ark. (1961)'na göre yapılmıştır.

Deneme sonunda elde edilen veriler "JUMP" paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile analiz edilmiş ve özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için % 1 ve % 5 önem düzeyinde LSD (Least Significant Difference-en küçük önem farkı) çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, sonuçlar ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları

Ispanak bitkisinin yaş ağırlıkları üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak ($p<0.01$) düzeyinde, kuru ağırlıkları üzerine ($p<0.05$) düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Çizelge 2). Çizelgeden görüleceği üzere, azotlu gübre uygulaması bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarını artırmıştır. Azotlu gübrelemenin ve azot kaynaklarının bitki gelişimi ve verim öğelerini artış sağladığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Turan, 2002; Albayrak ve ark., 2006; Tekeli ve Daşgan, 2013). Bu grupta kompost uygulaması yapılması ile bu artış daha belirgin olarak ortaya çıkmış, özellikle ZK uygulamalarında daha etkili ve yüksek verilere ulaşılmış; bunun HG ve FZK uygulamaları izlemiştir. Bitkilerin verim öğelerinden olan yaş ve kuru ağırlık değerleri, bitkinin çeşidi yanında, yetiştirildiği ortamın özellikleriyle doğrudan ilişkilidir.

Ayrıca, kompost uygulama oranı arttıkça bitki gelişimi de artmış, kontrol grubu bitkilerinin yaş ve kuru ağırlıkları 1.58 g ve 1.43 g olurken, özellikle toprağa 80 g kg^{-1} ZK karıştırılması ile en yüksek yaş ve

kuru ağırlıklar (36.17 g yaş ağırlık, 5.47 g kuru ağırlık) elde edilmiştir. ZK ortamında yetişen bitkiler daha fazla sayıda ve daha büyük yapraklara sahip olması, bitkilerin daha fazla fotosentez yaparak bitkinin daha iyi gelişmesini sağlamış yaş ve kuru ağırlıklarda da öne çıkan kompost materyali olmuştur. Bitkilerin vejetatif gelişimini artırmak için inorganik gübrelerin kullanımı özellikle de azotlu gübreleme yapılması kaçınılmazdır. Burada dikkat çekici olan, azotlu gübre uygulaması yapılmadan 80 g kg^{-1} ZK uygulamasında (ortalama 30.33 g yaş ağırlık, 5.07 g kuru ağırlık) da önemli düzeyde artışlar elde edilmesidir. Bu ortam, fındık zuruf kompostu ve hayvan gübresi ile inorganik gübre ilave edilerek hazırlandığı için, her iki materyalin yetersiz taraflarını tamamladığını ve azotlu gübrenin bulunmaması halinde de etkili olabileceği düşünülmektedir. Koç (2008), fındık zurufu gübresi ile mısır bitkisinden elde edilen organik gübrelerin; Soba (2012), belirli oranlarda topraktan ve yaprakdan uygulanan yarasa gübresinin bitki yaş ve kuru ağırlığı üzerine istatistiki olarak önemli etkisi olduğu ve uygulama dozu arttıkça bu özelliklerde artış olduğunu açıklamışlardır. Bu sonuçlar yapılan bazı çalışmalarla da uyum içerisinde.

Çizelge 2. Azotlu gübre ve uygulamaların ıspanak bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları (g) üzerine etkileri

Azotlu Gübre (G)	Yaş Ağırlık				Kuru Ağırlık		
	Doz (D) (g kg^{-1})	Uygulamalar (U)			Uygulamalar (U)		
		HG	FZK	ZK	HG	FZK	ZK
Gübreli	0	1.58k	1.58k	1.58k	1.43jk	1.43jk	1.43jk
	20	11.95fg	1.83jk	17.04e	2.16f-ı	1.48ı-k	4.37bc
	40	16.11e	3.66j	20.23d	3.07de	2.41e-g	4.72bc
	80	25.45c	6.66ı	36.17a	4.27c	2.56d-g	5.47a
Gübresiz	0	1.01k	1.01k	1.01k	1.00k	1.00k	1.00k
	20	9.78h	1.11k	12.61f	1.65h-k	1.01k	2.62d-f
	40	10.41gh	3.03jk	25.15c	1.89g-j	2.27f-h	3.21d
	80	16.32e	6.47ı	30.33b	2.58d-g	2.40e-g	5.07ab
LSD ($p<0.01$)=1.04005					LSD ($p<0.05$)=0.36255		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir ($p<0.05$).

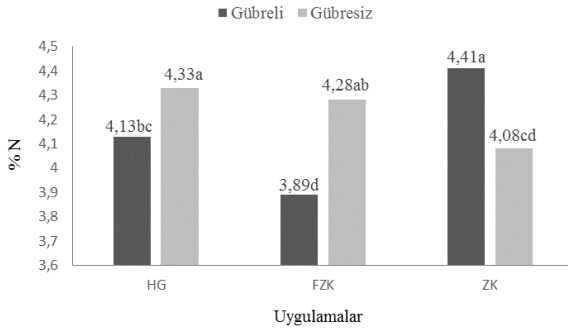
3.2. Bitkinin temel besin elementi içerikleri ve nitrat birikimi

3.2.1. Azot içeriği

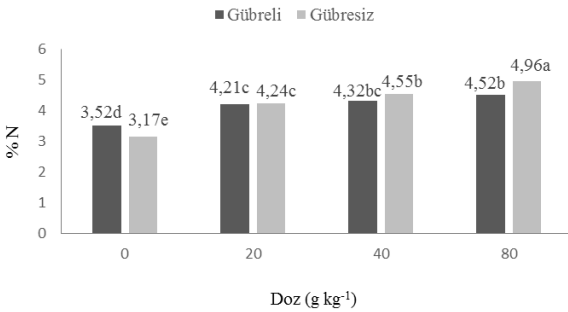
Ispanak bitkisinin toplam azot kapsamı üzerine azotlu gübre uygulaması tek başına önemli bir fark yaratmazken, kullanılan kompost çeşitlerine ve uygulama dozlarına bağlı olarak etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Azotlu gübre uygulanan zenginleştirilmiş kompost ortamındaki bitkilerde toplam azot kapsamı ortalama % 4.41 bulunmuş, bunu azotlu gübre uygulaması yapılmayan hayvan gübresi ortamı % 4.33 ile aynı grupta yer almış ve fındık zuruf kompostu ortamı % 4.28 ile izlemiştir

(Şekil 1). Burada gübre uygulaması yapılmayan ortamlarda da bitkideki toplam azot miktarının daha yüksek çıkması dikkat çekicidir. Azotlu gübre uygulanması yapılmayan bitkiler daha az gelişim göstermiş, bu bitkilerde düşük kuru madde miktarına bağlı olarak besin elementi birikimi olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2). Ayrıca organik materyallerin özelliğine ve kalitesine bağlı olarak, bitkilerin azot formlarından yararlanma şekli değişmektedir. En fazla azot içeriğine sahip olan hayvan gübresi ile, inorganik gübre katkılı zenginleştirilmiş kompost ortamlarında yetişen bitkilerin yüksek azot kapsamı beklenen bir sonuç olmuştur. Kır ve Mordoğan (2006), yeşil gübre, farklı dozlarda hayvan gübresi, bitkisel atıklardan elde edilen kompost ve ticari organik

gübreleri kullanarak yetiştirdikleri biber bitkisinde, organik parsellerdeki bitkilerde azot ve nitrat birikiminin mineral gübreli parsellerden daha fazla olduğu, Ebid ve ark. (2008) tarafından, farklı kompost ortamlarında yetiştirdikleri ıspanak ve bazı sebze çeşitlerinde çay kompostunun N alınımı ve bitki N kapsamının diğerler kompost uygulamalarından daha fazla artırdığı ifade edilmiştir.



Şekil 1. Kompost uygulamalarının toplam N içeriğine etkisi

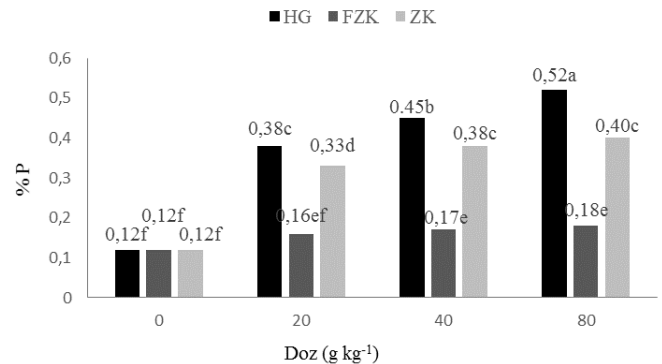


Şekil 2. Kompost uygulama dozlarının toplam N içeriğine etkisi

Diğer yandan, ıspanak bitkisinin toplam azot içeriği, azotlu gübre uygulamasından ziyade organik madde kaynağının toprakta bulunduğu miktarların etkisinde kalmıştır (Şekil 2). Kontrol ortamı olan toprakta bitkilerin azot içeriği en düşük (% 3.17) olup, azot içeriği bakımından yetersiz (% 3- 3.49, Jones ve ark., 1991) bulunmuştur. En yüksek toplam azot değeri (% 4.96) gübresiz ve 80 g kg⁻¹ organik materyal ortamında elde edilmiş, dolayısıyla toprakta organik madde kaynağı bulunması bitkinin azot kapsamını artırarak yeter sınıfında (% 3.5- 5.50, Jones ve ark., 1991) yer almasını sağlamıştır. Organik materyallerin, özellikle de kompostlanarak kullanılan materyallerin besin elementleri yönünden zengin olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiş, kompostların tarımda toprak düzenleyicisi olarak kullanılabileceği açıklanmıştır (Yalınkılıç ve ark., 1996; Kara ve Erel, 1999; Alagöz ve ark., 2006; Polat ve ark., 2008; Tüzel ve ark., 2011).

3.2.2. Fosfor içeriği

İspanak bitkisinin toplam fosfor kapsamı üzerine uygulamaların ve bunlara ait dozların etkisi istatistiksel olarak ($p < 0.01$) önemli bulunmuş, azotlu gübre uygulamasının bir etkisi olmamıştır. Hiçbir uygulamanın yapılmadığı koşullarda yetiştirilen bitkilerin fosfor kapsamı % 0.12 ile en düşük düzeyde bulunmuş, bu değer ıspanak bitkisinin fosfor içeriği sınır değerlerine göre (% 0.22 - 0.24 az grubunda) oldukça düşüktür (Kacar ve Katkat, 2009). Toprağa organik madde kaynağı olarak yapılan uygulamalar bitkinin fosfor içeriğini artırmıştır (Şekil 3). FZK uygulamaları ile bu değer % 0.16-0.18 arasında değişmiş, kontrole göre bir artış olmasına rağmen ifade edilen sınır değerler bakımından hala yetersiz olduğu görülmüştür. ZK uygulamaları ile % 0.33-0.40 arasındaki fosfor kapsamı ile sınır değerler bakımından yeter (% 0.25- 0.50, Jones ve ark., 1991) grubunda yer almıştır. En yüksek fosfor kapsamı HG uygulamaları ile elde edilmiş, % 0.38-0.52 bulunan değerler, sınır değerler ($> % 0.50$) bakımından fazla grubunda yer almıştır. Çıtak ve ark. (2011), uygulamalarının ıspanak bitkisinin fosfor kapsamı üzerine ahır gübresinin vermikomposttan daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Hayvan gübresi diğer materyallere göre daha yüksek fosfor içeriğine sahip olduğu (Çizelge 1), fiksasyon ve mikrobiyal immobilizasyona bağlı fosfor davranışları (Barral ve ark., 2011) nedeniyle fosfor mineralizasyon hızından kaynaklanan farklılıklarla HG ortamında daha belirgin etki göstermiştir. Mupondi ve ark. (2006) tarafından, çalıştıkları sebze fidelerinde kullandıkları kompostların özelliklerine bağlı olarak yaprak N, P ve K konsantrasyonlarının etkilendiği, kullanılan inorganik gübrelemenin yaprak P konsantrasyonunu etkilemediği ifade edilmiştir. Toprağın yapısını düzenleyen organik materyal ilavesi ve artan dozları toprağın bazı verimlilik özelliklerinde özellikle toprağın toplam N, P, Fe, Mn ve Cu miktarlarında önemli artışlar yapmaktadır (Yılmaz ve Alagöz, 2009; Soba, 2012).



Şekil 3. Kompost uygulama dozlarının ıspanak bitkisinin fosfor içeriği üzerine etkisi

3.2.3. Potasyum içeriği

Uygulamaların ıspanak bitkisinin potasyum içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.01$), toplam potasyum değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, azotlu gübre uygulaması ile ıspanak bitkisinin potasyum içeriği gübresiz ortamda yetiştirilenlerden daha yüksek olduğu, ortamda bulunan azotun potasyum alımını artırdığı görülmektedir. Bununla birlikte, toprağa farklı oranlarda karıştırılan organik materyallerde sahip oldukları özelliklere bağlı olarak bitkinin potasyum içeriğini etkilemiş, kontrol koşullarında % 4.04 ve % 4.51 iken toprağa uygulanan dozlar arttıkça bitkide potasyum içeriği artmıştır. En yüksek değer 80 g kg^{-1} ZK ilave edilen ortama azotlu gübre uygulaması (% 7.95) ile elde edilmiş, bunu fındık zuruf kompostu (% 7.38) ve hayvan gübresi (% 7.04) karıştırılan ortamlar takip etmiş, yapılan uygulamalar bitki K içeriğinde yaklaşık 2 kat bir artış sağlamıştır. Bu değerler Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen fazla sınıfı ($> \% 5.50$ fazla) içerisinde yer almaktadır. Fındık zuruf kompostu yüksek potasyum içeriği ile dikkati çeken bir materyaldir (Çizelge 1). Kacar ve Katkat (1998), fındık zuruf kompostunun azot ve fosfor bakımından az ve yetersiz, özellikle potasyum içeriğini bakımından yeter düzeyde olduğu, Özenç ve Çalışkan (2001), zuruf kompostu uygulamasının toprağın azot ve potasyum oranlarını artırdığını, Demir ve ark. (2006), toprak düzenleyicisi olarak fındık zurufu kullanıldığında, toprağın potasyum içeriğinin arttığı ifade edilmiştir. Yüksek K içeriğine sahip fındık zuruf kompostu ve bundan elde edilen zenginleştirilmiş kompostun toprağa karıştırılması, bitki için alınabilir potasyum miktarını artırmasına ve de daha yüksek değerlere ulaşılmasını sağlamış, ayrıca azotlu gübrelemenin K alımını teşvik ettiği düşünülmektedir.

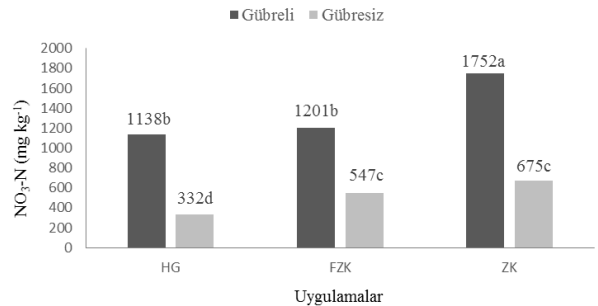
Çizelge 3. Azotlu gübre ve uygulamaların ıspanak bitkisinin potasyum (%) içeriği üzerine etkileri

Azotlu Gübre (G)	Doz (D) (g kg^{-1})	Uygulamalar (U)		
		HG	FZK	ZK
Gübreli	0	4.51g	4.51g	4.51g
	20	4.31g	5.67ef	5.93ef
	40	5.62f	5.71ef	7.27bc
	80	7.04bc	7.38ab	7.95a
Gübresiz	0	4.04g	4.04g	4.04g
	20	4.46g	4.24g	4.27g
	40	6.07d-f	5.87ef	6.02d-f
	80	6.28de	6.65cd	7.07bc
LSD ($p<0.01$)=0.32337				

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir ($p<0.05$).

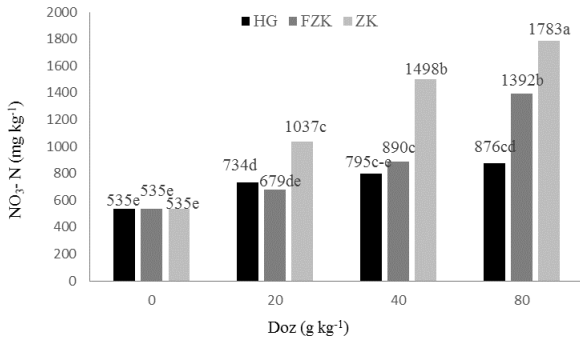
3.2.4. Nitrat içeriği

Azotlu gübre uygulanan ıspanak bitkisinin nitrat içeriği gübresiz koşullara göre önemli düzeyde artış sağlarken, yetiştirme ortamında bulunan kompost çeşitlerine bağlı olarak önemli ($p<0.01$) farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4). Şekilden de görüleceği üzere, azotlu gübre uygulaması bitkideki nitrat içeriğinin oldukça yükselmesine neden olmuştur. Azot gübrelemesi ile bitki dokularında azot tüketiminin azalması sonucunda nitrat birikimi kolaylaşmaktadır (Van der Leij et al., 1998). Artan azotlu gübre dozlarına bağlı olarak ıspanak bitkisinde $\text{NO}_3^- \text{ N}$ kapsamının arttığını, CAN gübresi ile olan bu artışın diğer gübrelerden daha fazla olduğu (Güneş, 1994), İnal ve Tarakçıoğlu (2001), amonyum veya nitrat ve amonyum karışımlarına dayanan gübrelerin kullanılması, bitkideki nitrat içeriğini azaltabileceğini belirtmişlerdir. Toprağa ilave edilen kompost çeşitlerinden azotlu gübre ilaveli zenginleştirilmiş kompost uygulaması yapılan ortamda ortalama 1752 mg kg^{-1} ile en yüksek nitrat içeriği elde edilmiş, bunu aynı uygulamadaki fındık zuruf kompostu (1138 mg kg^{-1}), hayvan gübresi (1201 mg kg^{-1}) ortamları izlemiştir. Uygulama koşullarına bağlı olarak bitkide nitrat birikiminin nedeni gübreleme ile nitrat sağlanması ve organik materyallerin mineralizasyonun artmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Nazaryuk ve ark. (2002) tarafından, azotun bulunabilirliği (mineral gübre> sıvı gübre> gübre> kompost) ne kadar yüksekse ve asimilasyon yoğunluğu ne kadar düşük olursa, nitrat birikiminin o kadar yüksek olabileceği ifade edilmiştir. Kardeş (2012), yöresel azotlu gübre ve organik tavuk gübresi uygulanarak yetiştirilen sebzelerin nitrat kapsamının, özellikle nitrat formundaki gübrelerle tavuk gübresi uygulamalarında artış gösterdiğini bildirmiştir. Nitrat metabolizmasında potasyum içeriği nitratın bitki tarafından alınımı ve taşınmasını hızlandırırken, bitki dokularında bulunan inorganik fosfor enzim reaksiyonlarını önleyerek, hücrede anormal basınç yaratır ve yaşlanmayı hızlandırarak nitrat alımı ve birikimi azalmasına neden olur (Ahmed ve ark., 2000). Yüksek potasyum içeriğine sahip fındık zuruf kompostu ve zenginleştirilmiş kompost ortamında nitrat içeriğinin yüksek olması ve yüksek fosfor içeriği gösteren hayvan gübresi ile yetişen bitkilerde nitrat içeriğinin daha düşük olmasını açıklar niteliktedir.



Şekil 4. Kompost uygulamalarının bitkide nitrat birikimi üzerine etkisi

Toprağa ilave edilen kompost materyallerinin uygulandıkları oranlara bağlı olarak da ıspanak bitkisinin nitrat kapsamı değişmiş, bu materyallerin uygulama oranları arttıkça bitki nitrat kapsamı artmıştır (Şekil 5). Toprak ortamında (kontrol) yetişen bitkilerde 535 mg kg^{-1} ile en düşük, zenginleştirilmiş kompostun 80 g kg^{-1} uygulaması ise 1783 mg kg^{-1} ile en yüksek değer bulunmuştur. Aynı ortamın 40 g kg^{-1} uygulaması, fındık zurufunun 80 g kg^{-1} , zenginleştirilmiş kompostun 20 g kg^{-1} , fındık zurufunun 40 g kg^{-1} ve hayvan gübresinin dozları izlemiştir. Yapılan azotlu gübreleme ve uygulanan kompost materyallerinin bitkideki nitrat miktarında meydana getirdiği artış, Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğinde belirtilen değerlerin (en yüksek $2500 - 3500 \text{ mg kg}^{-1}$) çok altında kalmış, insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeylerde değildir.



Şekil 5. Kompost uygulama dozlarının bitkide nitrat birikimi üzerine etkisi

Organik gübrelerle yetiştirilen sebzeler, mineral olarak gübrenilmiş veya konvansiyonel olarak yetiştirilen sebzelere kıyasla düşük nitrat içeriğine sahiptir ve bu etki saha koşullarından bağımsızdır (Raupp, 1996). Yusheng ve ark., (2005), organik gübre uygulanan sebzelerde nitrat içeriğinin her zaman inorganik gübre kullanılarına göre düşük olmadığını ifade etmiştir. Azotlu, fosfatlı, potasyum gübrelerin yanı sıra yeşil ve çiftlik gübrelerinin doğru uygulanması, sebzelerde nitrat birikimini önemli ölçüde azaltabilir (Zhou ve ark., 2000).

4. Sonuç

Toprak düzenleyicisi olarak kullanılan farklı kompost türleri sahip oldukları özelliklere ve uygulama oranlarındaki artışa bağlı olarak ıspanak bitkisinin gelişimi ve bazı besin elementi kapsamalarını olumlu yönde etkilemiş, ayrıca yapılan azotlu gübrenin etkisini de artırmışlardır. Fosfor kapsamı üzerine azotlu gübreleme doğrudan etkili olmamış, hayvan gübresinin 80 g kg^{-1} uygulaması en etkili ortam olarak bulunmuştur. Azot, potasyum kapsamlarında da gübreli koşullarda zenginleştirilmiş kompostun 80 g kg^{-1} uygulaması ile en yüksek değere ulaşılmıştır. Yaprığı yenen bitkilerde nitrat birikimi önemli bir sorun olup, yine gübreli koşullarda zenginleştirilmiş kompostun

80 g kg^{-1} uygulaması ile en yüksek nitrat içeriği elde edilmiş, ancak bu değer sınır değerlerinin oldukça altında kalmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ıspanak yetiştiriciliğinde organik azot kaynağı olan kompost materyallerinin bitki gelişimi ve besin içeriği bakımından değerlendirilmesi gereken uygulamalar olduğu söylenebilir.

Önemli bir atık potansiyeline sahip olan fındık zurufunun, ıspanak bitkisi yetiştiriciliğinde tek başına kompost olarak yeterli olmadığı, zenginleştirilerek elde edilen kompostun değerlendirilmesinin atık yönetimi ve yetiştiricilik bakımından önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (TF-1322 nolu proje) kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ahmed A.H.H., Khalil M.K., Farrag A.M. 2000. Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plant as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid, In: Proceedings of ICEHM 2000, Cairo University, pp. 495–508, Egypt.
- Alagöz Z., Yılmaz E., Ötügen F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 245-254.
- Albayrak, S., Çamaş, N. 2006. Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin azotlu gübrelemeye karşı performansları. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(1): 44-48.
- Anonim, 2008. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2008/26) Ek 1. Nitrat
- Aygün, S. 2015. Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s, Ordu.
- Barrai, M.T., Paradelo, R., Dominguez, M., Díaz-Fierros, Francisco. 2011. Nutrient release dynamics in soils amended with municipal solid waste compost in laboratory incubations. Compost Science & Utilization, 19(4): 235-243. doi:10.1080/1065657X.2011.10737007
- Bender Özenç, D. 2006. Effects of composted hazelnut husk on growth of tomato plants. Compost Science & Utilization, 14(4): 271-275. doi:10.1080/1065657X.2006.10702296
- Bender Özenç, D., Özenç, N. 2008. Short-term effects of hazelnut husk compost and organic amendment applications on clay loam soil. Compost Science & Utilization, 16(3):192–199. doi:10.1080/1065657X.2008.10702377
- Blake, G.R., Hartge, K.H. 1986. Bulk density, particle density. In: Methods of soil analysis. Part I, ASA-SSSA, Madison, WI, 363-382.
- Bouyoucos, G.H. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. Journal of Agronomy, 43: 434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen. In methods of soil

- analysis, Black, C.A.(Eds). American Society of Agronomy, Madison, WI, Agronomy No:9, Part 2, 1149-1178.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 6(1): 71-80.
- Chapman, H.D., Pratt, P. F., Parker, F., 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters. Univ. of California. Div. of Agric. Sci.
- Chung, S.Y., Kim, J.S., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M., Song, S., 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives and Contaminants*. Vol.20, No.7, 621-628. doi:org/10.1080/0265203031000124146
- Çalışkan, N., Koç, N., Kaya, A., Şenses, T., 1996. Fındık zürufundan kompost elde edilmesi. Sonuç Raporu. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 41 s, Giresun.
- Çıtak, S., Sönmez, S., 2010. Influence of organic and conventional growing conditions on the nutrient contents of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) during two successive seasons. *J. of Agric. and Food Chem.* 58(3): 1788-1793. doi:10.1021/jf903416a
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yasin, S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1): 56-69.
- De Bertoldi, M., Civilini, M. 2006. High rate composting with innovative process control. *Compost Science & Utilization*, 14(4): 290-295. doi:10.1080/1065657X.2006.10702299
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I. 1973. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Proc. Sym. Artificial Media in Horticulture*, pp. 2054-2062.
- Demir, Z., Gülser, C., Candemir, F., İç, S. 2006. Organik düzenleyiciler olarak fındık zürufu ve tütün atıklarının toprağın bazı kimyasal özelliklerine etkileri. *Türkiye 3. Organik Tarım Sempozyumu*, 542-550, 1-4 Kasım, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Merkezi, Yalova.
- DIN 11542, 1978. Torf für Gartenbau und Landwirtschaft. Germany. *Drought Tolerance. Tree Physiology*, Vol. 24, No. 10, (August 2004), pp. 1165-1172.
- Ebid, A., Ueno, H., Ghoneim, A. 2007. Nitrogen mineralization kinetics and nutrient availability in soil amendment with composted tea leaves, coffee waste, and kitchen garbage. *Int. J. Soil Sci.*, 2:96-106. doi: 10.3923/ijss.2007.96.106
- Ebid, A., Ueno, H., Ghoneim, A., Asagi, N. 2008. Nitrogen uptake by radish, spinach and chingensai from composted tea leaves, coffee waste and kitchen garbage. *Compost Science & Utilization*, 16(3): 152-158. doi:10.1080/1065657X.2008.10702373
- Gabriels, R., Verdonck, O., 1992. Reference methods for analysis of compost. In: *Composting and compost quality assurance criteria*. pp. 173-183.
- Gale, E.S., Sullivan, D.M., Cogger, C.G., Bary, A.I., Hemphill, D.D., Myhre, E.A. 2006. Estimating plant-available nitrogen release from manures, composts, and specialty products. *J. Environ. Qual.* 35: 2321-2332. doi:10.2134/jeq2006.0062
- Glenn, J., Goldstein, N. 1999. MSW composting in the United States. *BioCycle*, Vol. 40, No. 8, 30-36.
- Güneş, A. 1994. Ankara koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisine uygulanan azotlu gübrelerin verim ve nitrat birikimi üzerine etkisi, Doktora Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara.
- İnal A., Tarakçıoğlu, C. 2001. Effects of nitrogen forms on growth, nitrate accumulation, membrane permeability, and nitrogen use efficiency of hydroponically grown bunch onion under boron deficiency and toxicity, *J. Plant Nutr.* 24, 1521-1534. http://dx.doi.org/10.1081/PLN-100106018
- Jarvis, S.C. 1993. Nitrogen cycling and losses from dairy farm. *Soil Use and Management*, 9 (3): 99-105.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 1998. Bitki besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa, s. 595.
- Kacar, B., Katkat V. 2009. Bitki besleme. Nobel Yayın, No:849, 4. Baskı, Ankara
- Kara, E.E., Erel, A. 1999. Tavuk gübresinin bazı toprak özelliklerine ve yulaf kuru bitki ağırlığına etkisi. *Anadolu Journal of AARI*, 9 (2): 91 – 104.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Günes, A., İnal, A., Alpaslan, M. 2000. Yöresel değişik azotlu gübre uygulamalarının Tokat bölgesinde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 24(1): 1-10.
- Kardeş, T.A. 2012. Azotlu ve organik gübrelemenin Beypazarı yöresinde yetiştirilen bazı sebzelerin nitrat kapsamına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Kır, A., Mordoğan, N. 2006. Organik Tarım sisteminde uygulanan değişik organik gübrelerin Yalova yağlık 28 biberinin (*Capsicum annuum* L.) verim ve bazı kalite kriterleri ile topraktaki azot birikimine etkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Klute, A. 1986. Water retention. laboratory methods. In: *Methods of soil analysis, Part II, ASA-SSSA, Madison, WI*, 635-662.
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium. methods of soil analysis. Part II, ASA-SSSA, WI, 225-245.
- Koç, F., 2008. Farklı organik gübrelerin domates ve biber bitkisinin gelişimi ile beslenmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Çakıcı, H., Yoldaş, F. 2001. Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 38 (1): 85-92.
- Mupondi, L.T., Mnkeni, P.N.S., Brutsch, M.N. 2006. Evalution of pine bark with goat manure or sewage sludge cocomposts as growing media for vegetable seedlings. *Compost Science & Utilization*, 14(4): 238-243. doi:10.1080/1065657X.2006.10702291
- Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen – Inorganic forms. p. 1123-1184. In: Sparks, D.L. et al. (Ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical properties*. SSSA Book Ser. 5. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and soil organic matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, ASA-SSSA, Madison, WI*, 539-579.
- Nazaryuk V.M., Klenova M.I., Kalimullina F.R. 2002. Eco agrochemical approaches to the problem of nitrate pollution in agroecosystems, *Russ. J. Ecol.* 33: 392-397. doi:10.1023/A:1020995329784
- Olsen, S.R., Watanable, F.S. 1957. A method to determine a phosphorus adsorption maximum for soils as measured by langmuir isotherm. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* (21): 144-149.
- Oruç, H.H., Ceylan, S. 2001. Bursa'da tüketilen bazı sebzelerde nitrat ve nitrit. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(3): 17-21.
- Özenç, N., Çalışkan, N. 2001. Effect of husk compost on

- hazelnut yield and quality. Proceedings of The Fifty International Congress on Hazelnut, Acta Horticulturae, 556: 559-566.
- Özenç, B.D. 2005. Usage of hazelnut husk compost as growing medium. Acta Hort. 686: 309-319.
- Polat, M., Çelik, M. 2008. Ankara (Ayaş) koşullarında organik çilek yetiştiriciliği. Tarım Bilimleri Dergisi, 14(3): 203-209.
- Raupp J. 1996. Fertilization effects on product quality and examination of parameters and methods for quality assessment, in: Raupp J. (Ed.), Quality of plant products grown with manure fertilization, Darmstadt, pp. 44-48.
- Scheurell, S., Mahfee, W. 2002. Compost tea: Principles and prospects for plant disease control. Compost Science & Utilization, 10(4): 313-338. doi:10.1080/1065657X.2002.10702095
- Smiciklas, K.D., Walker, P.M., Kelley, T.R. 2008. Evaluation of compost for use as a soil amendment in corn and soybean production. Compost Science & Utilization, 16(3): 183-191. doi:10.1080/1065657X.2008.10702376
- Soba, M.R. 2012. Toprakta ve yaprakta uygulanan yaraş gübresinin domates ve biber bitkilerinde beslenme ile ürün miktarı ve meyvede bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Sönmez, S., Kaplan, M. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergi, 25(2): 24-34.
- Tekeli, E., Daşgan, H.Y. 2013. Ser biber yetiştiriciliğinde organik azot beslemesinin optimizasyonu. Ç.Ü.Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 29-2, 49-57.
- Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D., Kayıkcıoğlu, H.H. 2011. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı Gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, (17): 190-203.
- Umar, A.S., Iqbal, M. 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. Agron. Sustain. Dev. 27: 45-57. doi: 10.1051/agro:2006021
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Agricultural Handbook, No: 60.
- Van der Leij, M., Smith S.J., Miller A.J. 1998. Remobilization of vacuolar stored nitrate in barley root cells, Planta 205, 64-72.
- Yusheng, Q., Shihua, T., Wenqiang, F., Xifa, S., Qingrui, C. 2005. Effect of organic and inorganic fertilizers on yields and nitrate accumulation of vegetables. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 11(5): 670-674. ISSN: 1008-505X
- Yalınkılıç, M.K., Altun, L., Kalay, Z. 1996. Çay fabrikaları çay yaprağı artıklarının kompostlaştırılarak orman fidanlıklarında organik gübre olarak kullanılması. Ekoloji Çevre Dergisi, 18: 28-32.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z. 2009. Organik materyal (elma posası) uygulamasının toprağın bazı verimlilik özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 233-250.
- Yılmaz, S., Bender Özenç, D. 2012. Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of corn plant (Zea mays L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management" Volume V, pp.620-626. May 15-17, Çeşme-İzmir, Turkey.
- Wanga, Z., Lia, S., 2004. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. Journal of Plant Nutrition, 27(3): 539-556. doi:10.1081/PLN-120028877
- Zeytin, S., Baran, A. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresource Technology, 88: 241-244. doi:10.1016/S0960-8524(03)00005-1
- Zhang, M.H., Geng, S., Smallwood, K.S. 1998. Assessing ground water nitrate contamination for resource and landscape amangement. Ambio, 27:170-174.
- Zhong, W., Hu, C., Wang, M. 2002. Nitrate and nitrite in vegetable from north China: content and intake. Food Additives and Contaminants, 19(12): 1125-1129. doi:10.1080/0265203021000014806
- Zhou, Z.Y., Wang, M.J., Wang, J.S. 2000. Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China. Food Rev. Int. 16, 61-76. doi:10.1081/FRI-100100282
- Zubillaga, M.S., Lavado, R.S. 2006. Phytotoxicity of biosolids compost at different degrees of maturity compared to biosolids and animal manures. Compost Science & Utilization, 14(4) 267-270. doi:10.1080/1065657X.2006.10702295

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.319335



Enerji dengesine dayalı evapotranspirasyon haritalamada içsel kalibrasyon için temel hücrelerin görüntü filtreleme yaklaşımı ile seçilmesi

Sakine Çetin*, Eyüp Selim Köksal, Emre Tunca

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,
*Sorumlu yazar/corresponding author: sakinecetin@msn.com

Geliş/Received 06/06/2017

Kabul/Accepted 18/09/2017

ÖZET

Evapotranspirasyon (ET) haritalama çalışmaları, su kaynakları yönetiminde hidrolojik su bütçelerinin hazırlanması ve sulu tarım alanlarında kullanılan su miktarlarının tahmin edilmesi gibi konularda büyük öneme sahiptir. Son yıllarda gelişen uydu teknolojileri sayesinde ET haritalama olanakları giderek artmaktadır. ET haritalarının hazırlanması amacıyla geliştirilmiş modellerin hemen hepsi (METRIC, SEBAL vb.) temel bileşenleri gizli ısı akısı (LE), hissedilebilir ısı akısı (H), net radyasyon (R_n) ve toprak ısı akısı (G) olan enerji dengesine dayanmaktadır. Uydu görüntülerinden elde edilen veriler ve meteorolojik verilerin bir arada kullanıldığı bu modellerde en önemli aşamalardan birisi hissedilebilir ısı akısı (H) hesaplamasıdır. METRIC ve SEBAL modellerinde H'nin hesabı bir içsel kalibrasyon işlemi içermektedir. Bu kalibrasyon, çalışma alanından seçilen soğuk ve sıcak hücre olarak adlandırılan iki uç koşula dayanmaktadır. Soğuk hücre, ET'nin potansiyel düzeyde olduğu ve sıcak hücre ET'nin en az düzeyde olduğu koşulları temsil etmektedir. Bu nedenle soğuk ve sıcak hücrenin seçilmesi, elde edilen ET haritasının doğruluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Söz konusu hücrelerin tarım alanlarından seçilmesi gerekmektedir ve çalışma sahası büyük olduğunda çeşitli filtreleme eşitliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, güncel bir yaklaşım olan METRIC modelinde soğuk ve sıcak hücrelerin seçimini kolaylaştıracak ve böylece ET haritalarının doğruluğunu arttıracak filtreleme yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Çalışma, yarı nemli (Bafra) ve yarı kurak (Suluova) iklim özelliklerine sahip iki ayrı bölge için yürütülmüştür. Hesaplamalar için Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Filtreleme amacıyla geliştirilen eşitlikler normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI) ve yüzey sıcaklığına (Ts) dayandırılmıştır. Geliştirilen filtreleme yöntemi ile soğuk ve sıcak hücre seçimi başarılı ve kolay bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Filtreleme uygulanması, bir kişiden diğerine değişebilecek soğuk ve sıcak hücre seçimine belli bir standart getirmiştir. Filtreleme uygulaması ile soğuk ve sıcak hücre seçimi ET haritalamada doğruluğu arttırmış ve önemli düzeyde zaman kazandırmıştır.

Anahtar Sözcükler:
ET haritalama
Landsat 8
Enerji Dengesi
Soğuk hücre
Sıcak hücre

Selection of anchor pixels by a using image filtering approach for internal calibration step of evapotranspiration mapping through energy balance

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) has a great importance for calculation of hydrologic water budget in water resource management and estimation of irrigation water amount in agricultural water management. In recent years, ET mapping opportunities have been gradually increased by the development of satellite technologies. Almost all models (METRIC, SEBAL etc.) developed for ET mostly depends on energy balance, the main components of which are latent heat flux (LE), sensible heat flux (H), net radiation (R_n) and soil heat flux (G). METRIC and SEBAL are two important energy balance based models. In order to run these models, the data obtained from satellite images and meteorological stations should be used together, and one of the most important step is the calculation of sensible heat flux (H). In METRIC and SEBAL models, the calculation of H contains an internal calibration process which depends on two selected anchor pixels called hot and cold. Cold pixel represents a condition of ET at potential level and hot pixel represents a situation with ET at zero level. Therefore, the selection of hot and cold pixels have an important effect on the accuracy of ET maps. Anchor pixels should be selected from agricultural areas, and the filtration equations are required in the case of the large study area. The

Keywords:
ET mapping
Landsat 8
Energy Balance
Anchor pixel

main purpose of this study was to develop filtration equations for facilitating the selection of anchor pixels for a current model approach, METRIC and thus improve the accuracy of ET maps. This study was carried out for two separate regions; one of them having sub-humid (Bafra) and the other having semi-arid (Suluova) climate conditions. Landsat 8 satellite images were used for calculations. The equations developed for filtration purposes were based on the normalized difference vegetation index (NDVI) and surface temperature (Ts). By using the filtration method developed in this study, the selection of anchor pixels was achieved correctly and easily. This filtration method standardized the anchor pixel selection, which could vary from one person to another. The application of filtration improved the accuracy of ET maps and offered a significant opportunity to save time. © OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Evapotranspirasyonun (ET) hidrosfer, atmosfer ve biyosferin enerji ve kütle değişimlerinde önemli rol oynadığı uzun zamandır bilinmektedir (Sellers ve ark., 1996). Evapotranspirasyon, tarımsal alanlarında yağış ve sulama ile toprakta depolanan suyun eksilmesinde başlıca etmendir (Gowda ve ark., 2008b). Tarımda su kullanım etkinliğini arttırmak için alınacak her türlü tedbir için ET'nin güvenilir biçimde tahmin edilmesi gerekmektedir. ET değerleri tarımsal uygulamalarla birlikte meteorolojik koşullara bağlı olarak bölgesel ve mevsimsel olarak değişebilmektedir (Hanson 1991). ET'nin zamansal ve konumsal değişimlerinin belirlenmesi özellikle su kaynaklarının planlanması ve yönetimi açısından da oldukça önemlidir.

Toprak su bütçesine dayanan yöntemler ile ET doğru bir biçimde ölçülebilir. Toprak su bütçesi elemanları ise lizimetre sistemleri ile güvenli bir biçimde belirlenebilmektedir. Bunun yanı sıra ET, Bowen oranı (BR), Eddy kovaryans (EC) teknikleriyle ve uzaktan algılamaya dayanan enerji dengesi modelleri ile belirli seviye doğrulukla izlenebilir. Fakat BR ve EC teknikleri ile bölgesel ölçekte ET'nin konumsal dağılımları hakkında bilgi elde edilememektedir. Bu nedenle uzaktan algılanmış verilerin kullanıldığı enerji dengesi tabanlı modeller ET'nin alansal dağılımını da tahmin etmek için daha uygundur (Allen ve ark., 2007a). Günümüze kadar uzaktan algılanmış veriler ile meteorolojik verileri bir arada kullanan çok sayıda model geliştirilmiştir (Gowda ve ark., 2008a). Bu tür modeller sayesinde zaman etkili bir şekilde kullanılarak daha az maliyetle, daha doğru ve güvenilir ET tahmini yapılabilmektedir (Polhamusa ve ark., 2013).

Enerji dengesine dayanan evapotranspirasyonun haritalanmasında yüksek çözünürlük ve içsel kalibrasyon (METRIC) modeli ET tahmininde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Allen ve ark., 2005; Kjaersgaard ve ark., 2009). METRIC modeli enerji dengesi bileşenlerinden net radyasyon (Rn), toprak ısı akısı (G), hissedilebilir ısı akısı (H) ve gizli ısı akısı'nın (LE) ayrı ayrı tahmin edilmesine dayanmaktadır. METRIC modelinde H hesabı, oldukça karmaşıktır ve içsel bir kalibrasyon ve iterasyon işlemlerini kapsamaktadır. İçsel kalibrasyon çalışma alanının uydu görüntüsünde seçilecek sıcak ve soğuk hücrelere ait enerji dengesi bileşenlerine dayanmaktadır. Sıcak ve soğuk hücre seçiminde literatürde belirgin bir matematiksel yöntem olmamakla birlikte, bu hücrelerin

genel özellikleri net bir biçimde tanımlanmıştır. Sıcak hücre bitki örtüsünden yoksun ve ET'nin hemen hemen hiç gerçekleşmediği tarım arazilerine ait hücrelerden seçilmelidir. Soğuk hücre ise vejetasyonun yoğun olduğu, su eksikliğinin olmadığı ve potansiyel düzeyde ET'nin gerçekleşebildiği tarım arazilerine ait hücreler arasından seçilmelidir. METRIC modeli ile ET'nin haritalanmasında sıcak ve soğuk hücrelerin seçilmesi ET'nin hangi aralıkta (en yüksek ve en düşük) değişeceğini belirleyen önemli bir aşamadır (Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007; Singh ve Irmak, 2011).

Bu çalışmanın amacı, METRIC modelinde içsel kalibrasyon için gerekli olan sıcak ve soğuk hücrelerin daha kolay belirlenmesi için bir filtreleme uygulamasının geliştirilmesi ve değerlendirilmesidir. Çalışma yarı kurak (Suluova) ve yarı nemli (Bafra) iklim özelliklerine sahip iki ayrı bölge için yürütülmüştür. Filtreleme işlemlerinde çeşitli yüzey sıcaklığı (Ts) ve Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi (NDVI) sınır değerleri test edilmiştir. Bu sınır değerlere göre iki farklı iklim bölgesinde seçilen soğuk ve sıcak hücreler karşılaştırılmış ve ET haritalarına olan etkileri değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma yarı kurak iklim özelliği gösteren Amasya ili Suluova ilçesi ve yarı nemli iklime sahip Samsun ili Bafra ilçesi tarım arazileri için yürütülmüştür (Şekil 1). Orta Karadeniz Bölgesi'nin iç kısımlarında yer alan Suluova, Amasya'nın 25 km batısında yer almaktadır. Başlıca temel geçim kaynağı tarımdır. Tersakan Çayı ilçenin en önemli su kaynağıdır ve bölgede çoğunlukla sulu tarım yapılmaktadır. Son 30 yıllık iklim verilerine göre, ortalama sıcaklık değeri 13.7 °C, ortalama oransal nem değeri % 60.0 ve ortalama yıllık toplam yağış değeri ise 460.0 mm'dir. Orta Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde bulunan Bafra, Samsun merkezine yaklaşık 50.0 km uzaklıktadır. Temel geçim kaynağı tarımdır. Kızılırmak Bafra'nın en önemli su kaynağıdır ve bölgede çoğunlukla sulu tarım yapılmaktadır. Son 30 yıllık iklim verilerine göre, ortalama sıcaklık değeri 14.5 °C, ortalama oransal nem değeri % 73.0 ve ortalama yıllık toplam yağış değeri ise 694.0 mm'dir (Anonim, 2017).



Şekil 1. Çalışma alanı coğrafik konumu.

Bu çalışma için Amasya ve Samsun merkezli 2013 yılına ait 25 Haziran tarihinde çekilen 2 adet Landsat 8 uydu görüntüsü temin edilmiştir. Bu görüntülerin işlenmesinde saatlik ve günlük iklim verilerinden hava sıcaklığı (T_a), atmosferik basınç (P), oransal nem (RH), güneş radyasyonu (R_s) ve rüzgar hızı (u) kullanılmıştır. Veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) bağlı meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir. Çalışmada uydu görüntülerinin işlenmesinde ve sayısal veri elde etmede Erdas Imagine 10.0, haritalama çalışmalarında Global Mapper 13.0 ve Arc GIS 10.0 bilgisayar yazılımları kullanılmıştır.

2.2. Metod

Çalışmada ET'nin haritalanmasında uydu görüntüleri ve iklim verileri kullanılarak yüzey enerji dengesine dayanan METRIC modeli kullanılmıştır. Modelin dayandığı enerji dengesi genel olarak Eşitlik 1'de verildiği gibidir.

$$LE = R_n - H - G \quad (1)$$

Eşitlikte tüm birimler Wm^{-2} cinsindendir (Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007; Kjaersgaard ve ark., 2009; Gowda ve ark., 2011). Enerji dengesinin tüm bileşenleri kullanılan uydu görüntülerinin her bir hücresi (pikseli) için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu kapsamda ilk önce R_n haritaları daha sonra sırasıyla G ve H haritaları elde edilmiştir. Son olarak LE haritaları oluşturulmuştur. LE haritalarından anlık ET haritaları oluşturulmuştur. Anlık ET nin günlük ET ye dönüştürülmesinde uzun boylu bitki için hesaplanan saatlik ve günlük referans bitki su tüketimi (ET_r) değerleri kullanılmıştır (Allen 2005a, 2007). ET_r hesabında ise detayları ASCE-EWRI (2005)'de verilen Standardize Penman Monteith eşitliklerinden yararlanılmıştır.

Enerji dengesi bileşenlerinin hesabında gerekli olan vejetasyon indekslerinden albedo (α), Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi (NDVI), Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vejetasyon İndeksi (SAVI) ve Yaprak Alan İndeksi (YAI) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bununla birlikte termal bant verisi kullanılarak yüzey sıcaklığı (T_s) hesaplamaları yapılmıştır. Söz konusu hesaplamalarda Allen ve ark. (2007)'de verilen yöntemler kullanılmıştır.

Enerji dengesi bileşenlerinden H , oldukça karmaşık bir algoritmaya sahiptir. H , bitki seviyesi ile bitkinin üzerinde belirli bir seviye arasındaki ısının değişimine tesir eden enerjiyi açıklamaktadır (Bastiaanssen ve ark., 1998a, 1998b; Bastiaanssen ve Boss, 1999; Bastiaanssen ve ark., 2001; Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007). H hesabına ilişkin en temel eşitliklerden birisi Eşitlik 3'de verilmiştir. Burada, ρ havanın yoğunluğu ($kg\ m^{-3}$), C_p hava sabitesi ($J\ kg^{-1}\ K^{-1}$), dT yüzey sıcaklığı ile atmosfer sıcaklığı arasındaki fark ($^{\circ}C$) ve r_{ah} aerodinamik dirençtir ($s\ m^{-1}$).

$$H = \frac{\rho \times C_p \times dT}{r_{ah}} \quad (2)$$

Hissedilebilir ısı akısı hesabında dT ve r_{ah} hesabı önemli aşamalardan birisidir. Bu parametreler bir uydu görüntüsünün her bir hücresinde farklı olabilmektedir. METRIC modelinde dT hesabında ET'nin potansiyel düzeyde gerçekleşebildiği (soğuk hücre) ve hemen hemen hiç gerçekleşmediği koşulları (sıcak hücre) dikkate alan bir içsel kalibrasyon işlemi geliştirilmiştir. Sıcak ve soğuk hücreler ilgili görüntüler kullanılarak seçilmektedir. Hesaplanacak olan H ve dolayısı ile ET değerlerinin doğruluk seviyesi, bu seçimlerin doğruluğuna dayanmaktadır. METRIC modelinde sıcak hücre bitki örtüsünden yoksun çıplak ve kurak tarım arazilerine ait hücre ve soğuk hücre vejetasyonun yoğun olduğu ve potansiyel düzeyde ET' nin gerçekleşebileceği kadar su eksikliğinin olmadığı tarım arazilerine ait hücre olarak tanımlanmaktadır. Buna göre soğuk ve sıcak hücrelerde enerji dengesinin sırasıyla Eşitlikler 3, 4 ve 5' de verildiği gibi olduğu kabul edilmektedir. Eşitlik 4 soğuk hücre için LE ' nin tahmin edilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Sıcak hücrede ise LE ' nin yaklaşık olarak sıfır olduğu varsayılmaktadır (Allen ve ark., 2007).

$$H_{soğuk} = R_n - G - LE_{soğuk} \quad (3)$$

$$LE_{soğuk} = 1.05 \times \lambda \times ET_r \quad (4)$$

$$H_{sıcak} = R_n - G - LE_{sıcak} \quad (5)$$

Eşitliklerde $H_{soğuk}$ soğuk hücre için hesaplanan H , $LE_{soğuk}$ soğuk hücre için hesaplanan LE , ET_r uzun boylu bitki için hesaplanan saatlik referans bitki su tüketimi, $H_{sıcak}$ sıcak hücre için hesaplanan H ve $LE_{sıcak}$ sıcak hücre için hesaplanan LE 'yi ifade etmektedir.

Yukarıda verilen bilgilere göre sıcak ve soğuk hücrenin seçimi, görüntüdeki tarım arazilerine ait bölümlerden yapılabilmektedir. Çalışmada, filtreleme

eşitliklerinde vejetasyon göstergesi olarak NDVI ve ET göstergesi olarak Ts haritaları kullanılmıştır. İşlenen uydu görüntülerinde, tarım arazilerinin yaklaşık en yüksek ve en düşük NDVI ve Ts değerleri genel olarak belirlenmiştir. Ardından ilgili yazılım aracılığı ile soğuk hücre için NDVI değeri yüksek (örneğin $NDVI > 0.8$) ve sıcak hücre için NDVI değeri düşük (örneğin $NDVI < 0.15$) olan bölgelerin yüzey sıcaklığı haritaları $T_{s_{soğuk}}$ ve $T_{s_{sıcak}}$ olarak isimlendirilmiş ve her biri ayrı görüntü dosyası olarak saklanmıştır. Filtrelemede 2. aşama, $T_{s_{soğuk}}$ ve $T_{s_{sıcak}}$ isimli dosyalarda tarım arazilerine ait olan en soğuk ve en sıcak hücrelerin seçimi yapılmıştır (Örneğin soğuk hücre için $T_s < 295$ (K) ve sıcak hücre için $T_s > 307$ (K)). Bu görüntü dosyalarındaki Ts değerlerinin değişim aralıkları ilgili yazılımın genel istatistiksel sonuç bölümünden yararlanılarak elde edilmiştir. Soğuk ve sıcak hücre için elde edilen filtrelenmiş Ts haritaları kayıt edilmiştir. Hücre sayısı azaltılan bu haritalar kullanılarak soğuk ve sıcak hücre seçimi yapılmıştır. Bu seçimlerin ardından detayları Tasumi ve ark. (2008) ve Allen ve ark. (2007) verilen iterasyon işlemleri uygulanarak rah değerleri hesaplanarak H hesabı tamamlanmış ve ET haritaları elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Referans bitki su tüketimi bulguları

Çalışmada kullanılan Landsat 8 uydu görüntüsünün çekim tarihi (25 Haziran 2013) ve saati (11:17) için temin edilen ortalama saatlik iklim verileri, bu iklim verilerinden hesaplanan buhar basıncı açığı (VPD) ve saatlik ET_r değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, uydu görüntüsünün çekildiği zaman diliminde Samsun’da Amasya’ya göre Ta değeri daha düşük ve RH değeri ise daha yüksektir. Ta ve RH değerleri kullanılarak hesaplanan VPD değerlerinin Amasya’da daha yüksek olduğu görülmektedir. Yarı kurak bölgede bulunan Amasya’da yarı nemli bölgede bulunan Samsun’a göre saatlik ET_r değeri daha düşük olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca günlük iklim verileri de kullanılmış ve bu verilerden günlük ET_r değerleri hesaplanmıştır. Saatlik ET_r ’ye benzer olarak günlük ET_r değeri Amasya’da 9.31 mm iken Samsun için bu değer 5.72 mm’dir. Bu iklim özelliklerine göre uydu görüntüsünün çekildiği günde ve saatte çalışmada ele alınan iki farklı bölgede atmosferin buhar talebi oldukça farklıdır. Bu durumun her iki bölgede tarım arazilerinin ET özellikleri üzerinde etkili olacağı değerlendirilebilir. Bu etki genel olarak su açığı olmayan alanlarda ET’nin en üst sevide, su eksikliği olan alanlarda ET’nin daha düşük seviyede gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle Amasya iline bağlı Suluova ve Samsun iline bağlı Bafra Ovası’ndaki tarım alanlarında farklı su eksikliği koşullarında en yüksek ET’lerde fark olabileceği düşünülebilir.

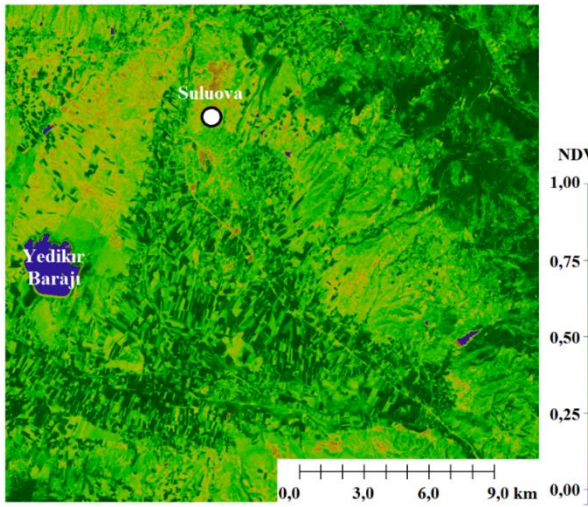
Çizelge 1. Samsun ve Amasya merkezli uydu görüntülerinin çekim tarihi ve çekim saati için temin edilen ortalama saatlik iklim verileri, VPD ve ET_r değerleri.

Uydu Görüntüsü	Ta (°C)	Rs ($Mj\ m^{-2}\ saat^{-1}$)	u_2 (ms^{-1})	RH (%)	VPD (kPa)	ET_r (mm $saat^{-1}$)
Samsun	25.05	1.13	2.25	67.2	1.04	0.18
Amasya	30.7	1.14	1.5	25.5	3.29	0.45

3.2. Çalışma alanlarının ndvi ve yüzey sıcaklığı haritaları

Çalışma kapsamında Amasya ve Samsun merkezli 25 Haziran 2013 tarihli uydu görüntüleri işlenerek tüm uydu görüntüsü için NDVI haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalarda çalışma alanları olan Suluova ve Bafra ovası kesilerek sırasıyla Şekil 2 ve 3’de verilmiştir. NDVI değeri 1.0’e yakın olan hücreler, vejetasyonun yoğun olduğu sulu tarım alanlarını, 0.0’a yakın olan hücreler ise vejetasyonun az olduğu daha çok kuru tarım yapılan alanları ya da bitki bulunmayan arazi yüzeylerini göstermektedir. Negatif değerler ise su yüzeylerini göstermektedir. Allen ve ark. (2010) tarafından verilen ve Güney Idaho’da yürütülen bir araştırma sonucuna göre NDVI’nin 0.0 ile 1.0 arasında değişim gösterdiği ve bitki gelişme dönemlerinde farklı değerlere sahip olduğu ifade edilmiştir. Amerika’da yapılan başka bir çalışmada, NDVI’nin 0.0 ile 1.0 arasında değişim gösterdiği ve bitki gelişme dönemleri boyunca farklı değerler aldığı belirtilmiştir (Kamble ve ark., 2013).

Çalışma kapsamında elde edilen NDVI haritaları daha sonra sıcak ve soğuk hücre seçiminde kullanılmıştır. Görüntünün çekildiği tarihte (25 Haziran 2013) sulu tarım yapılan Suluova’da ayçiçeği, buğday, arpa, şeker pancarı, mısır, soğan ve patates gibi tarla bitkileri bulunmaktadır. Bu tarihte şeker pancarı ve mısır bitkileri gelişme dönemlerinde, ayçiçeği, arpa, soğan ve patates bitkileri orta dönemlerinde, buğday bitkisi ise son dönemindedir (Tagem, 2016). Suluova tarım arazilerini içeren Şekil 2 incelendiğinde, Yedikır Barajı’nın üst kısımlarında, alt kısımlarına ve yan bölgesinde kalan tarım arazilerine göre NDVI değerlerinin daha düşük (0.0 ile 0.50 arasında) olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, bu bölgelerde kot farkının diğer bölgelere göre daha yüksek olması ve bu bölgelerin barajdan sulama amacıyla su kullanamamasıdır. Bu durum bölgede yağışa dayalı üretim yapılan bitkilerin hasat tarihine yaklaştığını ya da çıplak arazi yüzeylerinin olduğunu göstermektedir. Yedikır Barajı’nın altında ve yan tarafında kalan tarım arazilerinde ise, ortalama NDVI değeri yaklaşık 0,70 olup barajın üst kısımlarına göre daha yüksektir. Bunun nedeni, bu bölgelerde bulunan parsellerin barajdan sulama amacıyla su kullanmasıdır. Ayrıca bu parsellerde yetiştirilen çoğu bitki gelişme ve orta dönemlerinde olduğu için vejetasyon seviyeleri daha



Şekil 2. Amasya merkezli uydu görüntüsünden elde edilen çalışma alanına ait NDVI haritası.

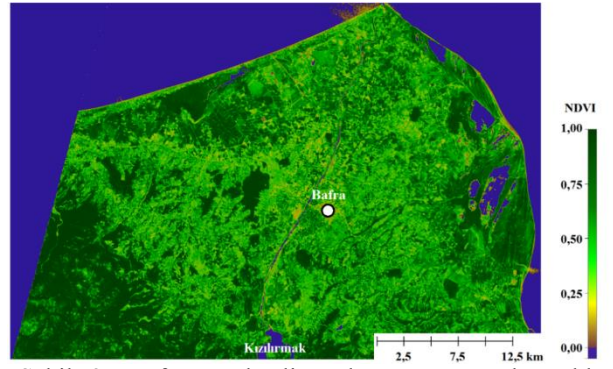
yüksektir. Tasumi ve ark. (2005)'de sulı tarım yapılan alanların yüksek, çıplak ve kurak toprak yüzeylerinin ise daha düşük NDVI değerine sahip olduğu açıkça belirtilmiştir.

Bafra Ovasını ikiye ayıran Kızılırmak'ın sağ ve sol sahillerinde bulunan tarım arazileri incelendiğinde, her iki bölgede ortalama NDVI değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3). Landsat 8 uydusunun çekim tarihi olan 25 Haziran 2013'de, Bafra Ovası'nda çeltik, biber, domates, hıyar, karpuz, kavun, mısır, fasulye, patlıcan gibi bitkiler bulunmaktadır. Bu bitkilerden çeltik, biber, domates, hıyar, karpuz, kavun, mısır, fasulye ve patlıcan bitkileri gelişme dönemlerindedir (Tagem, 2016). Bafra Ovası'nda bulunan sağ ve sol sahilde ortalama NDVI değerlerinin birbirine yakın olması, yetiştirilen bitkilerin gelişme dönemlerinde vejetasyon seviyelerinin hemen hemen aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında Amasya ve Samsun merkezli Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak Ts haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanları olan Suluova ve Bafra ovası kesilerek sırasıyla Şekil 4 ve 5'de verilmiştir. Her iki şekilde de su yüzeylerindeki (örneğin Kızılırmak) Ts değerlerinin, tarım arazileri ve diğer alanlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ormanlık alanlarda ise Ts değerleri su yüzeylerine göre daha yüksek, tarım arazileri ve diğer alanlara göre daha düşüktür.

Sobrinova ve ark. (2004)'de tarafından verilen bir çalışmada, farklı toprak tipleri ve yüzeylerinde (Kırmızımsı asma toprağı, hafif bünyeli az bitki örtüsüne sahip toprak, kahverengi toprak, karışık toprak (kahverengi ve hafif), killi topraklar, ormanlar) Ts'nin farklı değerler aldığı ifade edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise farklı arazi kullanımlarında Ts değerlerinin değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Mallick ve ark., 2008).

Çalışmada tarım arazileri için Ts haritalarından tespit edilen en düşük ve en yüksek Ts değerleri sıcak



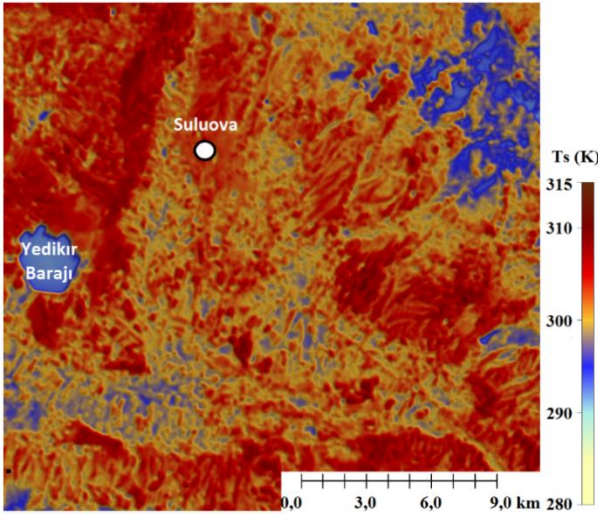
Şekil 3. Bafra merkezli uydu görüntüsünden elde edilen çalışma alanına ait NDVI haritası.

ve soğuk hücre seçiminde kullanılmıştır. Şekil 4'de Suluova tarım arazilerinde Ts değerleri genel olarak 295.0 ile 311.0 K arasında değişim göstermektedir. Yedikır Barajı'nın üst kısımlarında Ts değerlerinin alt ve yan kısımlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Barajın üst kısımlarında Ts değerlerinin yüksek olması, kot farkından dolayı bu alanların sulanamamış olduğunu ve bu nedenle bitki vejetasyonun daha az olduğunu ifade etmektedir. Barajın alt ve yan kısımlarında uydu görüntüsünün çekim tarihi olan 25 Haziran 2013 tarihinde barajdan alınan su ile sulanarak yetiştirilen şeker pancarı ve mısır bitkileri gelişme dönemlerinde, ayçiçeğı, arpa, soğan ve patates bitkileri orta dönemlerinde, buğday bitkisi ise son dönemlerindedir. Su varlığı nedeniyle barajın alt ve yan bölgelerinde vejetasyonun yüksek olmasıyla birlikte Ts değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bafra Ovası'nı kapsayan Şekil 5'de tarım arazilerinin Ts değerleri genel olarak 290.0 ile 302.0 K arasında değişim göstermektedir. Ovada sağ sahil ve sol sahilde kalan tarım arazileri incelendiğinde, ortalama Ts değerlerinin hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir.

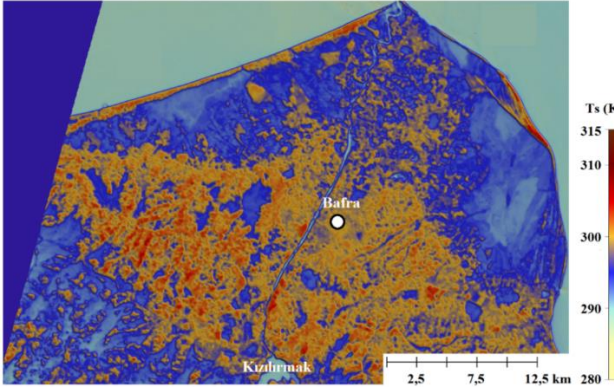
Bafra Ovası ve Suluova'ya ait Ts haritaları karşılaştırıldığında, Bafra Ovası'ndaki Ts değerlerinin genel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Samsun ve Amasya'nın Ta değerleri sırasıyla 25.05 ve 30.7 °C, RH değerleri ise sırasıyla % 67.2 ve 25.5 olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Düşük Ta, yüksek RH ve Bafra Ovası'nda görülen yarı nemli iklim tipi, Ts değerlerinin Suluova'ya göre neden daha düşük olduğunun göstergesi olarak sayılabilir.

3.3. Sıcak ve soğuk hücre bulguları

Amasya'yı ve Samsun'u kapsayan uydu görüntülerinden sıcak hücre seçimi için oluşturulan filtrelenmiş yüzey sıcaklığı haritaları sırasıyla Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. Şekil 6'da Ts haritaları NDVI<0.16 ve Ts>307.0 K koşulu ile filtrelenmiştir. Sonuç olarak hücre sayısı azaltılan filtrelenmiş Ts haritasından Suluova için sıcak hücrenin NDVI ve Ts değerleri sırasıyla 0.15 ve 310.71 K olarak bulunmuştur. Şekil 7'de ise Ts haritaları NDVI < 0.2 ve Ts > 300.0 K koşulu ile filtrelenmiştir. Bafra için filtrelenmiş Ts



Şekil 4. Suluova'yı kapsayan uydu görüntüsünden elde edilen çalışma alanına ait Ts haritası.



Şekil 5. Bafra'yı kapsayan uydu görüntüsünden elde edilen çalışma alanına ait Ts haritası.

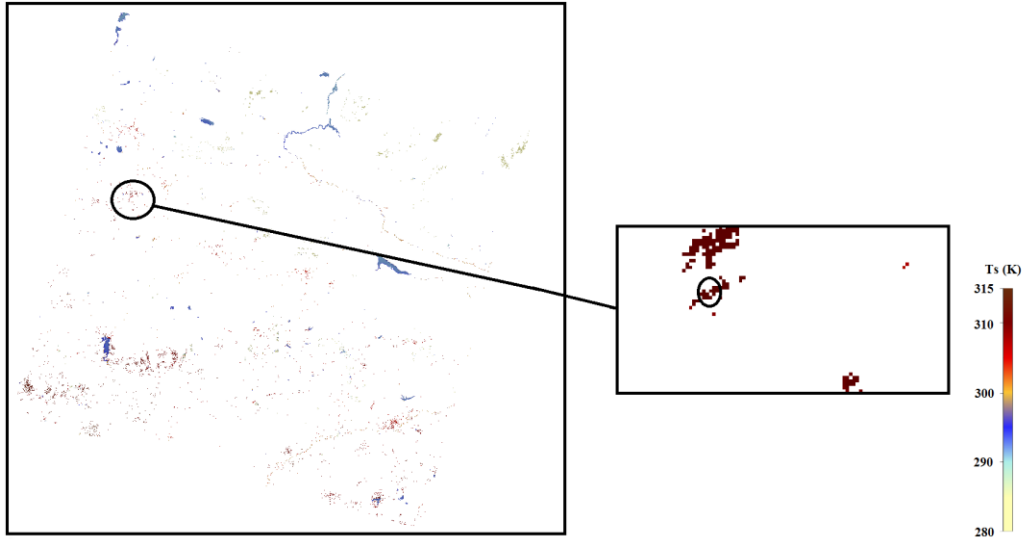
haritasından seçilen sıcak hücrenin NDVI değeri 0,17 ve Ts değeri 301.54 K olarak belirlenmiştir.

Gowda ve ark., (2008a)'de Texas High Plains'de yapılan bir çalışmada, 27 Haziran ve 29 Temmuz 2005 tarihli Landsat 5 uydu görüntülerinden elde edilen sıcak hücre Ts değerleri sırasıyla 308.0 ve 315 K ve Elarab (2016)'da yapılan bir çalışmada Utah'da 9 Haziran 2013 tarihli ve California'da 9 Ağustos 2014 tarihli uydu görüntülerinden elde edilen sıcak hücre değerleri sırasıyla 327.48 ve 322.88 K olarak tespit edilmiştir. Bilindiği gibi ET' nin sifıra yakın olduğu sıcak hücrelerde Ts üzerinde hava sıcaklığı ve oransal nem değerleri büyük bir etkiye sahiptir. Bu kapsamda, yukarıda verilen literatürlerde belirtilen sıcak hücre değerleri çalışma alanlarının iklim özellikleri ve tarih bakımından değerlendirildiğinde, bu çalışmada Suluova

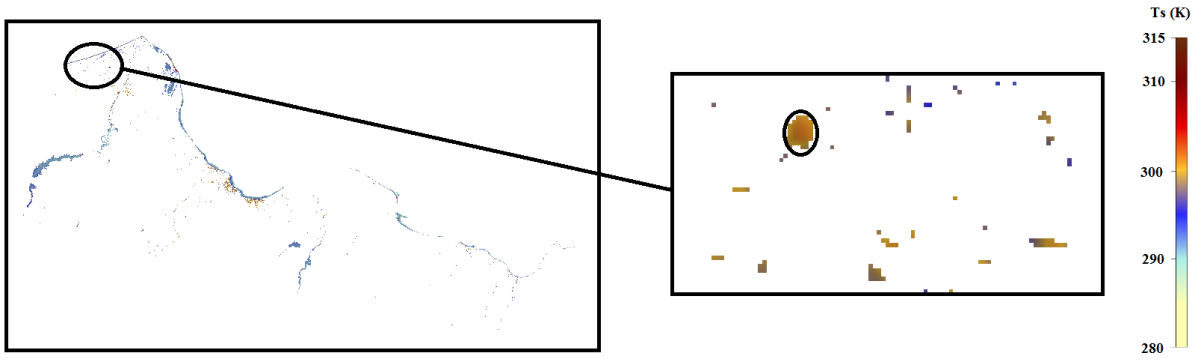
için belirlenen sıcak hücredeki Ts değerlerinin literatürlerle uyumlu olduğu değerlendirilmiştir. Fakat yarı nemli bölgede yer alan Bafra için belirlenen sıcak hücreye ait Ts değerinin yukarıda verilen literatürlerle karşılaştırıldığında daha düşük olduğu değerlendirilebilir. Bazı çalışmalarda METRIC modelinin kurak ve yarı kurak bölgeler için daha doğru sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Allen ve Bastiaansen, 2005; Tasumi ve ark., 2005; Trezza, 2006; Conrad ve ark., 2007; Hendrickx ve ark., 2007; Chávez ve ark., 2009). Bunun temel nedeninin bu tür iklimlerde, bazı dönemlerde ET' nin sıfır olduğu sıcak hücrenin bulunamamasıdır.

Suluova ve Bafra tarım arazilerini kapsayan uydu görüntülerinden elde edilen ve soğuk hücre seçimi amacıyla kullanılan filtrelenmiş Ts haritaları sırasıyla Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. Filtreleme işlemlerinde ilk olarak Ts ve NDVI haritalarının tarım arazileri için en düşük ve en yüksek değerleri tespit edilmiştir. Şekil 8'de Ts haritaları $NDVI > 0.85$ ve $Ts < 296.0$ K koşulu ile filtrelenmiştir. Yaklaşık 8.1×10^9 adet hücreye sahip Landsat 8 uydu görüntüsünün hücre sayısı azaltılarak Suluova için soğuk hücrenin NDVI ve Ts değerleri sırasıyla 0.86 ve 294.59 K olarak tespit edilmiştir. Şekil 9'da Ts haritaları $NDVI > 0.85$ ve $Ts < 293.0$ koşulu ile filtrelenmiştir. Sonuçta Bafra için soğuk hücrenin NDVI ve Ts değerleri sırasıyla Bafra için 0.88 ve 292.16 K olarak elde edilmiştir. Gowda ve ark., (2008)'de Texas High Plains'de yapılan bir çalışmada 27 Haziran ve 29 Temmuz 2005 tarihli uydu görüntülerinden elde edilen soğuk hücrelerdeki Ts değerleri sırasıyla 291.6 ve 291.4 K ve Elarab (2016)'da kurak bölgelerde bulunan Utah ve California'da yapılan bir çalışmada 9 Haziran 2013 tarihli ve 9 Ağustos 2014 tarihli uydu görüntülerinden elde edilen soğuk hücre değerleri sırasıyla 308.48 K ve 305.07 K olarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışmada yarı kurak ve yarı nemli iklimlere sahip bölgeler için belirlenen soğuk hücredeki Ts değerlerinin literatürlerle uyumlu olduğu değerlendirilebilir. Soğuk hücre değerlerinde bulunan farklılıklar iklim, bitki örtüsü ve mevsimsel farklarla yeterli düzeyde açıklanabilmektedir.

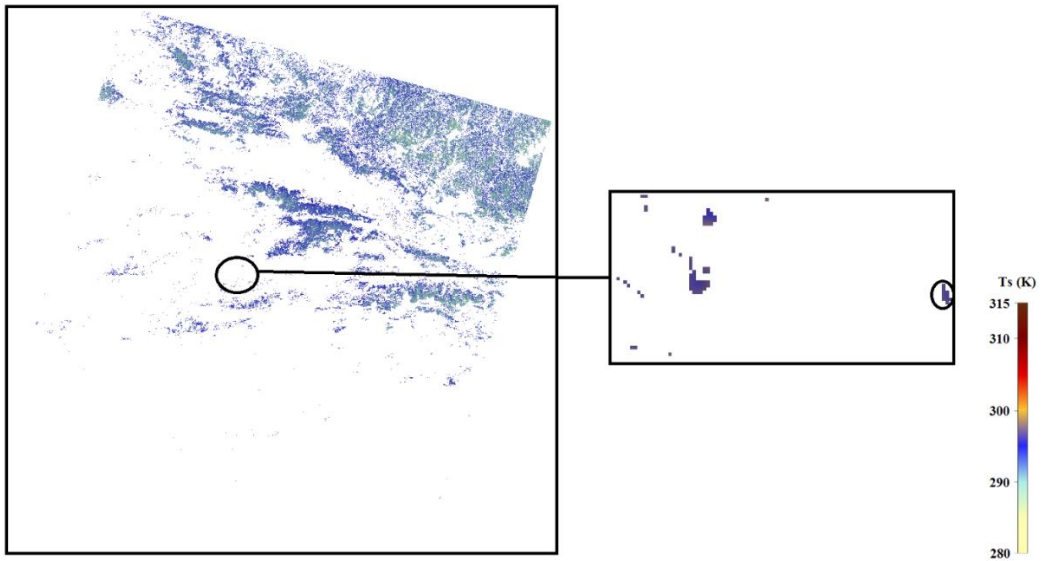
Samsun ve Amasya'nın Ta değerleri Çizelge 1'de sırasıyla 25.05 ve 30.7 °C, RH değerleri sırasıyla % 67.2 ve 25.5 olarak verilmiştir (VPD değerleri sırasıyla 1.04'e 3.29). Çalışma kapsamında soğuk hücre için belirlenen Ts değerleri Suluova ve Bafra için sırasıyla 294.59 ve 292.16 K'dir. Buna göre soğuk hücreye ait yüzey sıcaklığı ile Ta arasındaki fark ($Ts - Ta$) Suluova ve Bafra için sırasıyla -9.11 ve -5.89 °C olarak hesaplanmıştır.



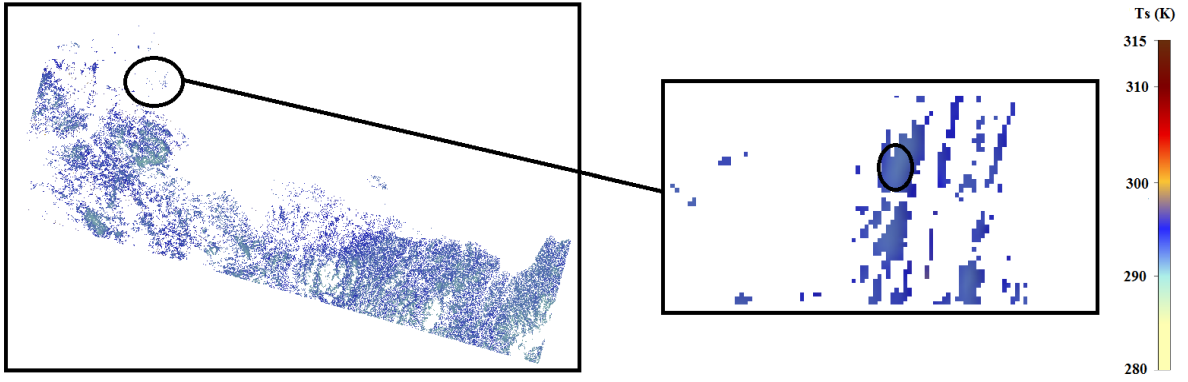
Şekil 6. Amasya merkezli uydu görüntüsünden sıcak hücre seçimi için oluşturulan filtrelenmiş Ts haritası.



Şekil 7. Samsun merkezli uydu görüntüsünden sıcak hücre seçimi için oluşturulan filtrelenmiş Ts haritası



Şekil 8. Amasya merkezli uydu görüntüsünden soğuk hücre seçimi için oluşturulan filtrelenmiş Ts haritası.



Şekil 9. Samsun merkezli uydu görüntüsünden soğuk hücre seçimi için oluşturulan filtrelenmiş Ts haritası.

Soğuk hücre Ts'nin düşük, NDVI'nin yüksek ve ET'nin potansiyel düzeyde olduğu su eksikliğinin olmadığı parsellerden seçilmektedir. Idso ve ark. (1981), Idso 1982, Pinter ve Reginato (1982) ve Howell ve ark. (1984) su eksikliğinin olmadığı bitkilerde, Ts-Ta değerlerinin negatif değerler aldığı ve VPD değerleri değişse bile Ts-Ta'nın doğrusal olarak değişim gösterdiği belirtilmiştir. Buna göre Suluova ve Bafra için bulunan Ts-Ta değerleri ve soğuk hücre değerleri verilen literatürlerle uyumludur. Uydu görüntüsünün çekim saati sırasında Bafra'ya göre Suluova'da Ta'nın daha yüksek ve RH'nin daha düşük olması düşük Ts-Ta'nın bir sonucudur. Çünkü kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde atmosferin nem talebi daha fazladır. Bu durum Ts'yi ve transpirasyonu artırmakta, dolayısıyla da ET'nin artmasına yol açmaktadır. Ayrıca Idso ve ark. (1981) ve Jackson ve ark. (1981)'de Ts-Ta değerleri sıfıra yaklaştıkça su eksikliğinin azaldığı belirtilmiştir. Bafra'da Ts-Ta değerinin Suluova'ya göre sıfıra daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

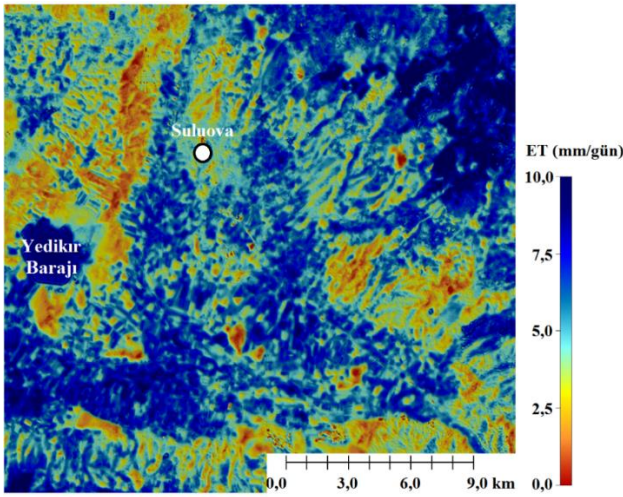
Çalışmada Bafra ovasından seçilen sıcak hücre değeri Suluova için seçilen sıcak hücreye göre daha düşüktür. Sıcak hücredeki Ts-Ta değerleri Suluova için 7.05 °C iken Bafra için 3.49 °C olarak hesaplanmıştır. Sıcak hücre Ts'nin yüksek, NDVI'nin düşük ve ET'nin 0'a yakın olduğu parsellerden seçilmektedir. Idso ve ark. (1981), Idso 1982, Pinter ve Reginato (1982) ve Howell ve ark. (1984)'de su eksikliği olan bitkilerde VPD değeri değişse bile Ts-Ta değerinin değişim göstermeyip sabit kaldığı belirtilmiştir. Uydu görüntüsünün çekim saati sırasında iki bölgedeki Ta ve RH farklılığı Ts-Ta'lar arasındaki farklılığın bir sonucu olarak sayılabilir de, yarı nemli bölgelerde ET nin sıfır olduğu bir alanın belirlenmesi yılın her döneminde olanaklı değildir.

3.4.Çalışma alanının evapotranspirasyon haritaları

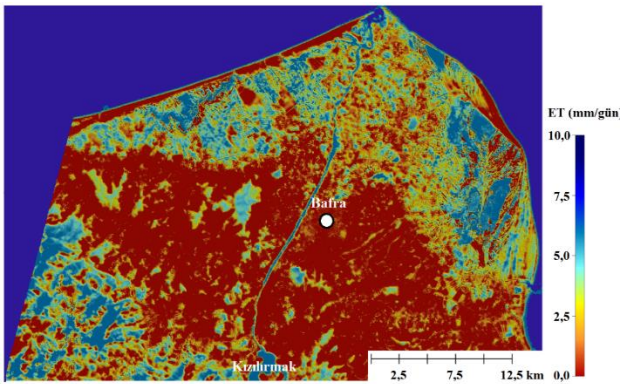
Çalışmada 25 Haziran 2013 tarihli Landsat 8 uydu görüntülerinden elde edilen ET haritalarından çalışma alanları olan Suluova ve Bafra Ovası işaretlenerek kesilmiş ve sırasıyla Şekil 10 ve 11'de verilmiştir. Şekil 10 ve 11'de ET değerlerinin yüksek olduğu alanların, NDVI değerlerinin yüksek ve Ts değerlerinin düşük

olduğu olduğu tespit edilmiştir. Bafra Ovası'nda ET değerleri genel olarak 0.0 ile 6.0 mm gün⁻¹ arasında, Suluova'da ise 0.0 ile 10.0 mm gün⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Allen ve ark. (2005)'de Idaho'da yapılan bir çalışmada, ET değerlerinin arazi kullanımına göre 0.0 ile 10.0 mm gün⁻¹ arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Singh ve ark. (2012) tarafından verilen bir çalışmada ise, ET'nin 0.0 ile 8.0 mm gün⁻¹ arasında bitki gelişme dönemlerine göre farklılık gösterdiği ifade edilmiştir. Çalışma alanında bulunan Yedikır barajının alt ve yan bölgelerinde ET değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 10). Bunun nedeni belirtilen bölgelerde uydu görüntüsünün çekim tarihine yakın bir zamanda barajdan alınan su ile sulama yapılması olarak düşünülebilir. Bafra ovasında ET değerleri genel olarak düşük olmasına rağmen sahile yakın kısımlarda yüksektir (Şekil 11). Sahile yakın bu alanlarda, sulak alanların bulunması ET'nin yüksek olmasına neden olmuştur.

Çalışma kapsamında daha düşük sıcak hücreye sahip Bafra Ovası'nda ET değerlerinin Suluova'ya göre genel olarak daha düşük olduğu gözlenmiştir. Çalışma alanında bulunan bazı tarım arazilerinde ET değerlerinin ET_r değerlerine (Çizelge 1) yakın olması, bu alanlarda daha çok ET'nin potansiyel durumda olduğunu göstermektedir. Bu alanlar sulı tarım yapılan alanları kapsamaktadır. Ayrıca bu alanlara ait T_s'nin soğuk hücrede elde edilen Ts değerlerine yakın olduğu tespit edilmiştir. ET haritasında 0.0'a yakın olan yerler, ET değerlerinin en az düzeyde olduğu, daha çok sıcak hücreye yakın Ts değerlerine sahip bitki örtüsünden yoksun çıplak toprakları tanımlamaktadır. Suluova için elde edilen ET değerlerinin, Bafra Ovası için elde edilen ET değerlerinden genel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Suluova ve Bafra'nın iklim verilerinin ve iklim tiplerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Uydu görüntüsünün çekim saatinde Bafra'da Suluova'ya göre Ta değeri daha düşük ve RH değeri daha yüksektir. Bu nedenle Bafra'da atmosferin nem talebi Suluova'ya göre daha düşüktür.



Şekil 10. Amasya merkezli uydu görüntüsünden elde edilen Suluova'ya ait ET haritası.



Şekil 11. Samsun merkezli uydu görüntüsünden elde edilen Baфра'ya ait ET haritası.

4. Sonuç

Evapotranspirasyonun haritalanması aşamalarından olan H' 'nin hesaplanması, diğer enerji dengesi bileşenlerinden daha karmaşık işlemler içermektedir. Genel olarak sıcak ve soğuk hücreye dayalı içsel kalibrasyonlar, r_{ah} hesabındaki stabilite doğrulaması ve H' ye ulaşmadaki iterasyon işlemleri söz konusu hesaplama dizininin karmaşık bölümlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle termal banda sahip uydu görüntülerinden elde edilebilen ET haritaları, ancak sıcak ve soğuk hücrenin hassas bir şekilde belirlenip H' 'nin doğru bir şekilde tahmin edilmesiyle mümkündür. Ayrıca yapılan çalışmalardan sıcak ve soğuk hücre seçiminde belirgin bir matematiksel yöntem olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan Landsat 8 uydu görüntüsünün bir hücresinin 900 m²'lik bir alanı temsil ettiği ve Suluova ve Baфра tarım arazileri gibi büyük alanlarda uydu görüntüsünde binlerce hücrenin var olduğu göz önünde tutulduğunda, en doğru soğuk ve sıcak hücrelerin seçilmesinde filtreleme yapılmasının zorunlu olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen NDVI ve Ts haritalarına, çeşitli

filtreleme işlemleri uygulanarak sıcak ve soğuk hücre belirlenmiştir. Bu amaçla bu haritalarda çeşitli eşitliklerde NDVI değeri yüksek, Ts değeri düşük, ET'nin potansiyel düzeyde olduğu soğuk hücreler ve NDVI değeri düşük, Ts değeri yüksek, ET'nin en az düzeyde olduğu sıcak hücreler belirlenmiştir. Belirlenen bu hücreler kullanılarak ET haritaları oluşturulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, sıcak ve soğuk hücre seçiminde kullanılan bu filtreleme tekniği daha kolay, daha az işgücü, zaman ve daha yüksek doğrulukla ET haritalama olanağı sunmaktadır. Ayrıca sıcak hücrenin seçimi nemli ve yarı nemli bölgelerde ve kurak bölgelerde yağış olaylarının ardından belirlenmesi oldukça zordur. Bu nedenle konuyla ilgili gelecekte daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Allen, R. G., Bastiaansen, W. G. M., 2005. Special issue on remote sensing of crop evapotranspiration for large regions. *Irrigation of Drainage Systems*, 19: 207-210.
- Allen, R. G., Tasumi, M., Morse, A., 2005. Satellite-Based Evapotranspiration by Metric and Landsat for Western States Water Management. Presented at the US Bureau of Reclamation Evapotranspiration Workshop Feb 8-10, – Ft. Collins, CO.
- Allen, R.G., Walter, I.A., Elliott, R., Howell, T., Itenfisu, D., Jensen, M., 2005. The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers January, Final Report.
- Allen, R.G., Tasumi, M., Trezza, R., 2007. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)-Model. *J. Irrig. Drain. Eng. ASCE* 133 (4), 380-394.
- Allen, R. G. Robison, C. W., Garcia, M., Trezza, R., Tasumi, M., Kjaersgaard J., 2010. ET_rF vs NDVI Relationships for Southern Idaho for Rapid Estimation of Evapotranspiration. Report to IDWR.
- Anonim, 2017. www.mgm.gov.tr
- Bastiaansen, W.G.M., Menenti, R.A., Feddes, Holtslag, A.A.M., 1998a. The surface energy balance algorithm for land (SEBAL). Part 1 formulation. *J. Hydrol.* 213: 198-298.
- Bastiaansen, W.G.M., Pelgrum, H., Wang, J., Ma, Y., Moreno, J. F., Roerink, G. J., Van Der Wal, T., 1998b. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, 212-213:213-229.
- Bastiaansen W.G.M., Bos M.G., 1999. Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature. *Irrigation and Drainage Systems*, 13: 291-311.
- Bastiaansen, W.G.M., Bandara, K.M.P.S., 2001. Evaporative depletion assessments for irrigated watersheds in Sri Lanka. *Irrigation Science*, 21:1-15.

- Chávez, J.L., Gowda, P.H., Howell, T.A., Copeland K. S., 2009. Radiometric surface temperature calibration effects on satellite based evapotranspiration estimation. *International Journal of Remote Sensing*, 30(9): 2337–2354.
- Conrad, C., Dech, S.W., Hafeez, M., Lamers, J., Martius, C., Strunz, G., 2007. Mapping and assessing water use in a Central Asian irrigation system by utilizing MODIS remote sensing products. *Irrigation and Drainage Systems*, 21(3): 197–218.
- Elarab, M., 2016. The Application of Unmanned Aerial Vehicle to Precision Agriculture: Chlorophyll, Nitrogen, and Evapotranspiration Estimation. Utah State University, Doctor of Philosophy.
- Gowda, P. H., Chávez, J. L. Howell, T. A., Marek, T. H., New, L. L., 2008a. Surface Energy Balance Based Evapotranspiration Mapping in the Texas High Plains. *Sensors* 8(8): 5186-5201; doi:10.3390/s8085186.
- Gowda, P. H., J.L. Chávez, P.D. Colaizzi, S.R. Evett, T.A. Howell,, Tolk, J.A., 2008b: ET Mapping for agricultural water management: present status and challenges. *Irrigation Science J.* 26(3): 223-237.
- Gowda, P. H., Howell T.A, Paul G., Colaizzi P.D., Marek T. H., 2011. SEBAL for estimating hourly ET fluxes over irrigated and dryland cotton during BEAREX08. World Environmental and Water Resources Congress. ASCE.
- Hanson, R.L., 1991. Evapotranspiration and droughts. In: Paulson RW, Chase EB, Roberts RS, Moody DW, Compilers, National Water Summary 1988-89-hydrologic events and floods and droughts: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2375, pp 99–104.
- Hendrickx, J.M.H., Kleissl, J., Vélez, J.D.G., Hong, S., Duque, J.R.F., Vega, D., Ramírez, H.A. M., Ogden, F.L., 2007. Scintillometer networks for calibration and validation of energy balance and soil moisture remote sensing algorithms. *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery XIII*, 65650W, Orlando, Florida, USA, doi:10.1117/12.718124.
- Howell, T.A., Hatfield, J.L., Yamada, H., Davis, K.R., 1984. Evaluation of cotton canopy tempature to detect crop Water stress. *Transactions of the ASAE*. 27 (1): 0084-0088. (doi: 10.13031/2013.32740).
- Idso, S.B., Jackson, P.J., Pinter, J.R., Reginatoi R.J. Hatfield, J.L., 1981. Normalizing the stress degree day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 24: 45-55.
- Idso, S. B., 1982. Non-water-stressed baselines: A key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 27: (1–2), 59-70.
- Jackson, R.D., Idso, S.B., Reginato, R.J., Pinter, P.J., 1981. Crop canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resour. Res.*, 17:1133–1138.
- Kamble, B., Kilic, A., Hubbard, K., 2013. Estimating Crop Coefficients Using Remote Sensing-Based Vegetation Index. *Remote Sens.* 5, 1588-1602, doi:10.3390/rs5041588.
- Kjaersgaard, J.H., Allen, R.G., Garcia, M., Kramber, W., Trezza, R., 2009. Automated Selection of Anchor Pixels for Landsat based Evapotranspiration Estimation, World Environmental and Water Resources Congress: Great Rivers ASCE, 4400-4410.
- Mallick, J., Kant, Y., Bharath, B.D., 2008. Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+ *J. Ind. Geophys. Union*, 12(3): 131-140.
- Pinter Jr., P.J., Reginato, R.J., 1982. A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigation. *Trans. ASAE*, 25: 1651–1655.
- Polhamusa, A., Fishera, J.B., Tu, K.P., 2013. What controls the error structure in evapotranspiration models? *Agricultural and Forest Meteorology*, 169:12–24.
- Sellers, P.J., Randall, D.A., Collatz, G.J., Berry, J.A., Field, C.B., Dazlich, D.A., Zhang, C., Collelo, G.D. Nounoua, L., 1996. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMS, Part 1: Model formulation. *J Clim.*, 9:676–705.
- Singh, R. K., Irmak, A., 2011. Treatment of anchor pixels in the METRIC model for improved estimation of sensible and latent heat fluxes. *Hydrological Sciences Journal*, 56(5): 895-906.
- Singh, R.K., Liu, S., Tieszen, L.L., Suyker, A.E., Verma, S.B., 2012. Estimating seasonal evapotranspiration from temporal satellite images. *Irrigation Science*, 30(4): 303–313.
- Sobrinoa, J.A. Jime'nez-Mun'oz, J.C., Paolinib, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90:434–440.
- Tagem, 2016. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi. Ankara.
- Tasumi, M., Allen, R. G., Trezza, R., 2008. At-Surface Reflectance and Albedo from Satellite for Operational Calculation of Land Surface Energy Balance. *Journal of Irrigation And Drainage Engineering*, 13:2(51):1084-0699.
- Tasumi, M., Trezza, R., Allen, R.G., Wright, J.L., 2005. Operational aspects of satellite-based energy balance models for irrigated crops in the semi-arid U.S. *Irrigation and Drainage Systems*, 19: 355–376.
- Trezza, R., 2006. Estimation Of Evapotranspiration From Satellite-Based Surface Energy Balance Models For Water Management In The Rio Guarico Irrigation System, Venezuela, AIP Conference Proceedings 852, 162; doi: http://dx.doi.org/10.1063/1.2349340.

Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.321326



Diagonal dairy goat barn design offering alternative area usage for different seasons in dairy goat breeding

Selda Uzal Seyfi*, Merve Karaçay

Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Farm Structures and Irrigation, Konya, Turkey

*Sorumlu yazar/corresponding author: seldauzal@selcuk.edu.tr

Geliş/Received 14/06/2017 Kabul/Accepted 29/09/2017

ABSTRACT

Goat's milk has highly significant benefits in infant feeding due to the fact that it contains some components that are closer to breast milk. Increasing the quantity and quality of goat's milk is possible through the implementation of husbandry in barns designed in accordance with the principles of animal welfare. Taking into account animal welfare and barn area preferences, this study was conducted to design a new diagonal open-front barn in order to be used in dairy goat breeding. In this design, small resting areas having a width of 10 m were placed diagonally on both sides of the feeding area in order to eliminate negative effects of the Northern winds. In the shelter design in question, mini resting areas with group partitions and open courtyard areas were provided to prevent animals from unfavorable effects of winds in the winter and enable animals to benefit from sun and open air. For the summer conditions, on the other hand, barn areas suitable for natural goat raising conditions having open surroundings and covering trees and natural rocks were planned. The resting area, winter courtyard, summer courtyard and feeding lengths had $1.5 \text{ m}^2/\text{animal}^{-1}$, $3.0 \text{ m}^2/\text{animal}^{-1}$, $6.0 \text{ m}^2/\text{animal}^{-1}$ and $0.64 \text{ m}^2/\text{animal}^{-1}$, respectively. The newly developed diagonal dairy goat barn design met the recent increasing demand for a shelter appropriate for animal welfare in goat raising and enabled those working in this field to perform goat breeding in more modern, economic and alternative barns.

Anahtar Sözcükler:
Barn design
Dairy goat barn
Goat breeding
Goat housing

Farklı mevsimlerde alternatif barınak alan kullanımı sunan diagonal keçi ağılı tasarımı

ÖZET

Keçi sütü anne sütüne en yakın süt özelliklerine sahip olması nedeniyle bebeklerin beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Keçi sütünde miktar ve kalitenin artırılması, hayvan refahına uygun olarak tasarlanmış barınaklarda yetiştiricilik yapılmasıyla mümkündür. Bu çalışma, hayvan refahı ve barınak alan tercihlerini dikkate alarak, süt keçisi yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere sosyal grupta diagonal açık keçi ağılı tasarlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Barınak tasarımında, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönünden gelecek rüzgarın olumsuz etkisinin ortadan kaldırması amaçlanmıştır. Mini dinlenme alanları 10m genişliğinde planlanmış yemleme ünitesinin iki tarafına diagonal olarak yerleştirilmiştir. Barınak tasarımında, hayvanlara kış mevsiminde rüzgarın olumsuz etkisinden korunmuş, güneş ve açık havadan faydalanma imkânı sağlayan grup bölmeli mini dinlenme ve açık gezinti alanları kullanım imkanı sunulmuştur. Yaz mevsiminde ise kendi doğal yetiştirme koşullarına uygun etrafı açık, ağaçlar ve doğal kayalıklarla donatılmış barınak alanları planlanmıştır. Çalışmada dinlenme alanı, kışlık gezinti avlusu, yazlık gezinti avlusu ve yemleme uzunluğu sırasıyla $1.5 \text{ m}^2/\text{hayvan}^{-1}$, $3.0 \text{ m}^2/\text{hayvan}^{-1}$, $6.0 \text{ m}^2/\text{hayvan}^{-1}$ ve $0.64 \text{ m}^2/\text{hayvan}^{-1}$ değerlerindedir. Geliştirilen barınak tasarımı ile keçi yetiştiriciliğinde son yıllarda artan hayvan refahına uygun barınak talebinin karşılanması sağlanarak, bu konuda çalışanlara daha modern, ekonomik ve alternatif barınaklarda yetiştiricilik yapma imkanı sağlanmaya çalışılmıştır.

Keywords:
Ağılı tasarımı
Barınak tasarımı
Keçi ağılı
Keçi yetiştiriciliği

© OMU ANAJAS 2017

1. Introduction

Goat's milk has quite a significant role in infant feeding due to its properties. These properties have led

to an increase in goat husbandry in recent years. Increasing the quantity and quality of goat milk is possible through implementation of husbandry in shelters designed in accordance with principles of

animal welfare.

Three fundamental factors that are important to increase animal productivity are genetic features, care and nutrition, and environmental conditions. It is necessary to breed races that are genetically highly productive, and these races need to be raised so that productivity can be increased in animal production. Moreover, for high level of yield and continuity in animal production, animals need to be fed suitably and with appropriate ration. Environmental conditions have a significant role in animal production. Since environmental conditions are factors that regulate animal comfort in accommodation areas with regard to climatic, structural and social issues, they constitute an inseparable threesome together with genetic makeup and nutrition (Uzal and Uğurlu, 2009).

There is an inverse relationship between stress and productivity in living beings. A living being under stress spends a significant portion of its energy to eliminate the stress factor it is exposed to and this leads to a decrease in productivity. Factors causing stress in animals need to be modulated in designing animal shelters in order to ensure animal welfare. Causes of stress can be subsumed under four headings, namely climatic, structural, social and, other factors such as noise, dust etc. (Uğurlu and Uzal, 2004). Demir (1990) states that the purpose is to protect animals from inappropriate environmental conditions and provide them with healthy living and production areas with respect to planning of animal shelters. Elimination of impacts of unfavorable factors and creation of healthy living-production areas for animals could be implemented by designing shelters in accordance with animal behaviors (Uzal and Uğurlu, 2009).

Suitability for animal behaviors, optimum environmental conditions, herd management and farm economics are important issues that need to be dealt with and investigated carefully in designing shelters (Uzal, 2008).

The barn systems used in small ruminant breeding can be listed as closed system, open system, system with a courtyard and slatted floor shelters (Hirning et al., 1994, Okuroğlu and Yağanoğlu, 1993, Olgun, 2011, Yüksel and Şişman, 2003). However, animal breeding is conducted mostly in closed system shelters in the Konya region, like in many places in Turkey, and animals are taken to pastures in the summer. In the winter seasons, animals are bred in closed system barns in Konya but they are raised in pastures in the summer seasons and transitional periods (Uzal Seyfi, 2016). Barn systems that have been used in small ruminants in recent years offer many advantageous features when compared to the previous barn systems. However, they may remain inadequate in terms of climate, building, the principles of social planning and animal welfare. The most prominent lack of these systems involves the failure to protect animals from adverse effects of winds or the presence of insufficient ventilation conditions at the expense of protection from wind. Inadequate ventilation

causes the quality of the air in the shelter to reach dangerous level in terms of animal and employee health. In addition, construction costs rise in shelters that have an inappropriate building plan. This situation draws attention of farm owners and they resort to alternative solutions (Aslan and Uzal Seyfi, 2015).

In this study, as a result of research and observations, a model of diagonal dairy goat barn design was developed for the purpose of meeting the need for a new shelter design in goat breeding which offers alternative area in goat raising in different seasons. Here, an effort was made to provide animal breeders engaging in this field with an alternative project that is economical, suitable for animal behaviors and preferences for different shelter needs and which can be applied to varying capacities. In this way, it is believed that the desired level of production and quality will be attained in animal husbandry.

2. Material and methods

The diagonal dairy goat barn design with a capacity of 300 or 400 goats was chosen as material in this study. In the herd projection for the goat barn with a capacity of 300 heads, the number of animals was planned to be 300 for dairy goats, 66 for billy, 68 for nanny, 5 for yearling and 5 for kid (Dağ, 2015). The overall capacity was determined to be 440 heads. The farm size of 98.5 % of the farms dealing in small animal breeding in Turkey is below 300 heads (Anonymous 2014). In this study, a barn design, which could be used conveniently in both small-scale farms and large farms engaged in commercial breeding, was made. Moreover, the designed structure had the opportunity that can be adjusted to different shelter capacities.

This study emerged as a result of research and observations that have been conducted for long years concerning animal behaviors and barn area preferences of animals (Uzal Seyfi, 2016a,b, Aslan and Uzal Seyfi, 2015). The diagonal dairy goat barn design was developed for dairy goat breeding, taking into account the effects of seasonal changes, that could ensure a high level of animal welfare, be functional, allow mechanization. In the study, the initial goal was to create windless areas for animals protected from winds, in places where prevailing winds came from different directions such as north, northwest and northeast. In the barn design, mini resting areas of 10 m in width were placed diagonally on both sides of the feeding area in order to eliminate the adverse effects of winds that might come from northwest and northeast. Moreover, a summer courtyard covered with natural stones and trees was planned in the shelter which had a front open to summer winds. Dairy goats were provided with different courtyards suitable for natural conditions and could be used in winter and summer. In this way, goats would be protected from the unfavorable winds in winter and in summer, and the effect of heat would be alleviated by winds. In the study, group partitions were

formed to facilitate herd management. Animals were offered a free resting area involving simple mini structures for small social groups. The goal in the shelter design was to gain optimum protection from the wind in winter and utilization from the wind in summer. In addition, the designing of the shelter in a way that was composed of mini structural units for social groups allows the planned building to be used in different capacities and enables it to be used conveniently in sloping and terraced lands.

The presence of two different courtyards may initially seem to require more area and hence be costly. However, increasing animal welfare will be quite beneficial in terms of the quantity and quality of

production. Moreover, the aesthetic beauty of the building would enhance the visual quality of the farm. To determine the barn area needs of animals and planning criteria, the studies of Uzal Seyfi (2016a, b), Olgun (2011), Yüksel and Şişman (2003), Ekmekyapar (1999), Hirning et al. (1994), Okuroğlu and Yağanoğlu (1993), Ekmekyapar (1991), Balaban and Şen (1988) were used. On the other hand, in the formation of specific planning criteria in the open system building design, the method of Uğurlu and Uzal (2007) was used in relation to other issues. The planning and organization schema used for the design is given in Figure 1.

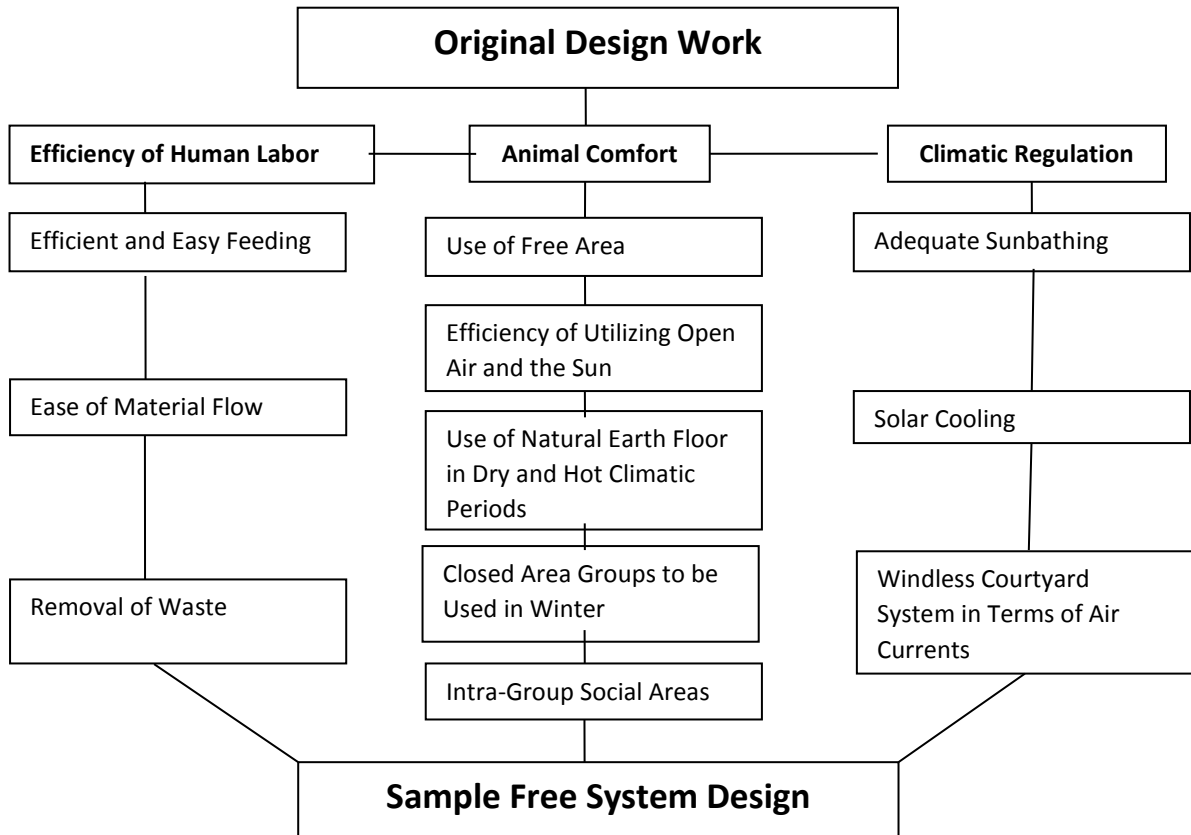


Figure 1. Planning and organization schema used in the shelter design (Uğurlu and Uzal, 2007)

The 2D drawing of the designed shelter plans was created by using Autocad software (version 2017, Autodesk, San Rafael, Cal., USA) and also 3D geometry of the designed shelter plans was created by using Sketch up (version 2017, Google, Colorado, USA) and Lumion software (version 6.0, Warmond, The Netherlands)

3. Results and discussion

The perspective of the building design developed in the study for the social group diagonal dairy goat barn is given in Figure 2-3 while the plan view of the shelter is given in Figure 4-5 and the view and section drawings

are given in Figure 6-9. Small ruminant production has increased as a result of the rising demand for goat and sheep milk in recent years. Farm owners, who have small animal breeding commercially, have started to build more modern shelter systems where mechanization could be performed conveniently instead of the closed system.

All these factors have made it inevitable that new shelter designs should be developed as an alternative to the existing barn planning systems. A prominent approach in the barn design today appears to be a planning method appropriate for animal behaviors that could raise the production performance to the highest level possible.

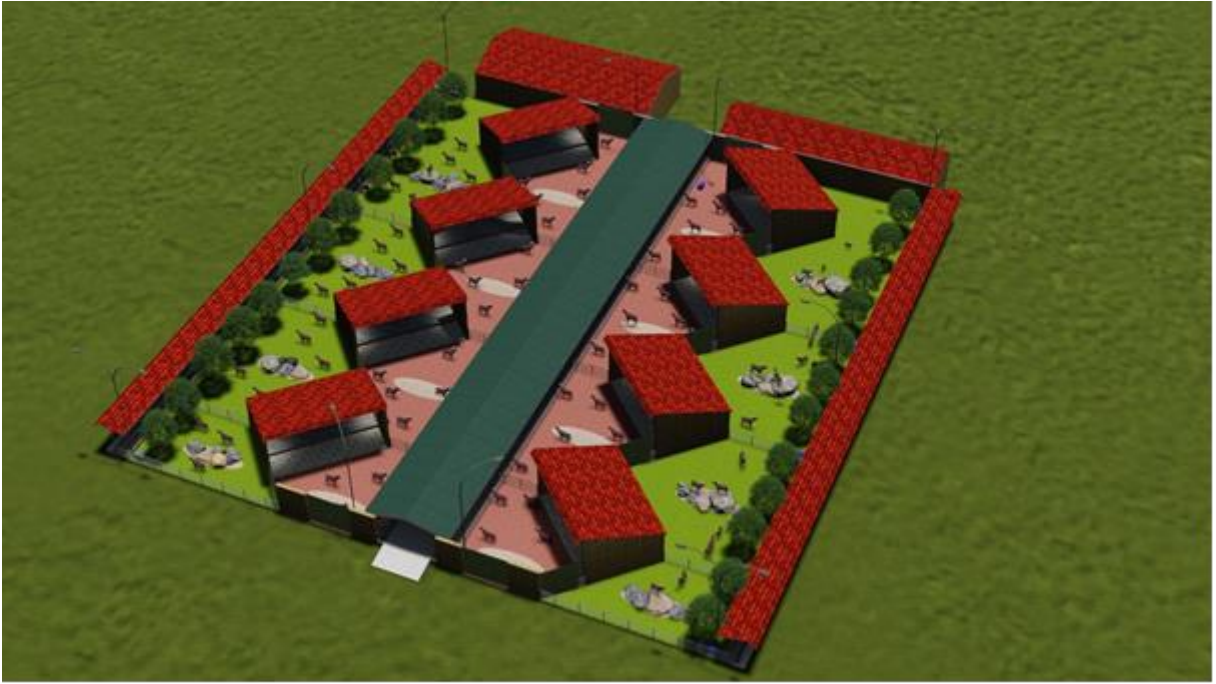


Figure 2. The perspective of the designed diagonal dairy goat barn

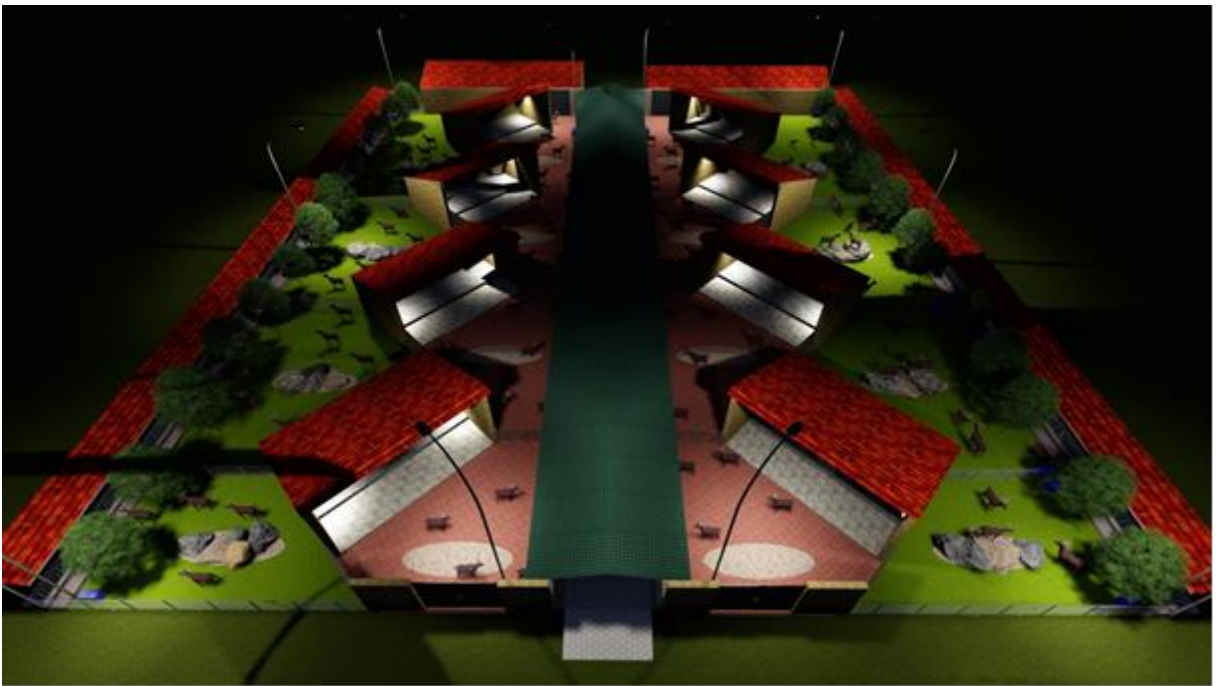


Figure 3. The another perspective of the designed diagonal dairy goat barn for night time period

Micro structural groups were formed in the diagonal dairy goat barn designed. Instead of mono-block, wide, big and costly buildings, structures that were smaller in dimensions (6.50x10.00m), simpler and lighter in terms of structural construction were preferred. In this way, the ease of construction and construction economy were ensured. The planning of the shelter in the form of micro structures, and the placing of the resting place perpendicular to the northeast and northwest, and diagonally to the feeding area were intended to protect

the animals from winds that would come from the predominant wind direction. Micro structures were not only built with a view to economy but also in order to prevent formation of air currents in the semi-open resting areas and ensure dairy goat breeding in social groups. Big and wide buildings are structures whose construction costs are high and where problems can be experienced with respect to controlling of air currents. On the other hand, environmental conditions to which goats are most susceptible are wet floors and winds. For

successful breeding, resting areas should have dry floors, be protected from air currents, and be windless and comfortable. However, goats prefer to have air currents in hot seasons and range in large and shady places. To this end, summer courtyards were planned which animals could use in hot periods and enjoy winds easily but when they are disturbed by winds, they could

use stationary areas between the resting areas. In this way, different spatial demands of animals in different seasons were met. Milking operations were concentrated in one place. Also, the efficiency of human labour in the farm was intended to be increased. Spatial plans belonging to the building designed are given in Table 1.

Table 1. Area dimensions in the designed shelter and unit areas per animal değerleri

	Resting (Closed) Areas	Courtyard area (for winter)	Courtyard area (for summer)	Feeding Areas (m)	The Areas Covered with Roads	Total (m ²)
Barn areas (for spen with a capacity of 300 heads)	520	1209	756	192	340	3017
Areas per animal (m ² animal ⁻¹)	1.5	3.0	4.5	0.6	1.1	10.8

3. 1. The active areas used by animals

The newly designed diagonal dairy goat barn system consisted of 8 micro structures. The groups that were formed were for 50, 40, 40 and 30 heads beginning from the North depending on the feeding length. Groups were formed from among the goats bred in the farm according to their ages, genetic features and social states (such as aggressive, compatible and shy animals), and different care and feeding conditions were created. In guiding and managing animals between group partitions, paths added to the group partitions could be used to ensure animal traffic. Diagonal micro structures which were placed symmetrically around the feeding area were so planned that one side of the structure was 4 m and the other side was 10 m to prevent animals from the unfavorable effects of winds in even extreme winter conditions. In this way, an effort was made to increase animal welfare by forming stationary areas. Moreover, automatic and portable walls could be added to the front of the resting areas so that in places where winters are extreme, walls could be closed to protect animals from adverse climatic conditions.

In the designed shelter system, the floor of the winter courtyard was built of soft keystone, whereas the summer courtyard was built of earth floor. Dry manure management was used in both places. The yards were constructed in a sloping fashion to prevent the floors from remaining wet too long in wet seasons and also the soil there was drained. Moreover, natural mounds were formed in the winter courtyards from stones of different granulometer to create drier resting areas in wet seasons. In the summer courtyards, on the other hand, mounds were formed of large stones to enable goats to practice rock-climbing, which is an innate habit of goats. The reason for building the resting lots in sloping fashion was to allow manure or fertilizers to be removed from the resting grounds through movements of animals and by the influence of gravity. In addition, good quality dry manure would be obtained via removal of

manure from the place at certain periods (weekly or fortnightly) when the ground is dry.

One of the housing systems used in Konya for ruminant is the application of the freestall barn system (without stall), which is commonly used in dairy cow breeding. This system involves a closed area where feeding and resting areas are in a closed area and which has large doors (the doors are kept open except for cold periods) and an open courtyard. In spring and summer seasons, animals are taken to the grounds of the farm or pastures that are close to the farm in certain hours of the day. This type of structure is an old kind of system that has a high cost of construction for dairy cow breeding. As for sheep and goat breeding, this kind of shelter increases construction costs and fails to create appropriate environmental conditions for animals because the building is too wide and it has not been planned for sheep and goat. Systems that have been used for small ruminants in recent years have advantageous features over the previous barn systems but they remain inadequate in terms of climate, building, principles of social planning and animal welfare (Uzal Seyfi, 2016; Aslan and Uzal Seyfi, 2015).

In the designed diagonal dairy goat barn system, maximum animal welfare was ensured by allowing optimum benefit to be obtained from fresh air and the sun, protecting animals from winds in cold seasons and allowing winds into the structure in hot seasons. Animals were provided with the comforts of resting lots with covered floors, courtyards covered with a soft material in cold seasons, courtyards covered with earth floor in hot seasons so that animals would use different areas in different seasons. Movement between shelter areas was enabled through easy and simple lines. In this way, an accommodation opportunity commensurate with their natural conditions, thereby increasing animal welfare as well as quantity and quality of production was supplied for animals.

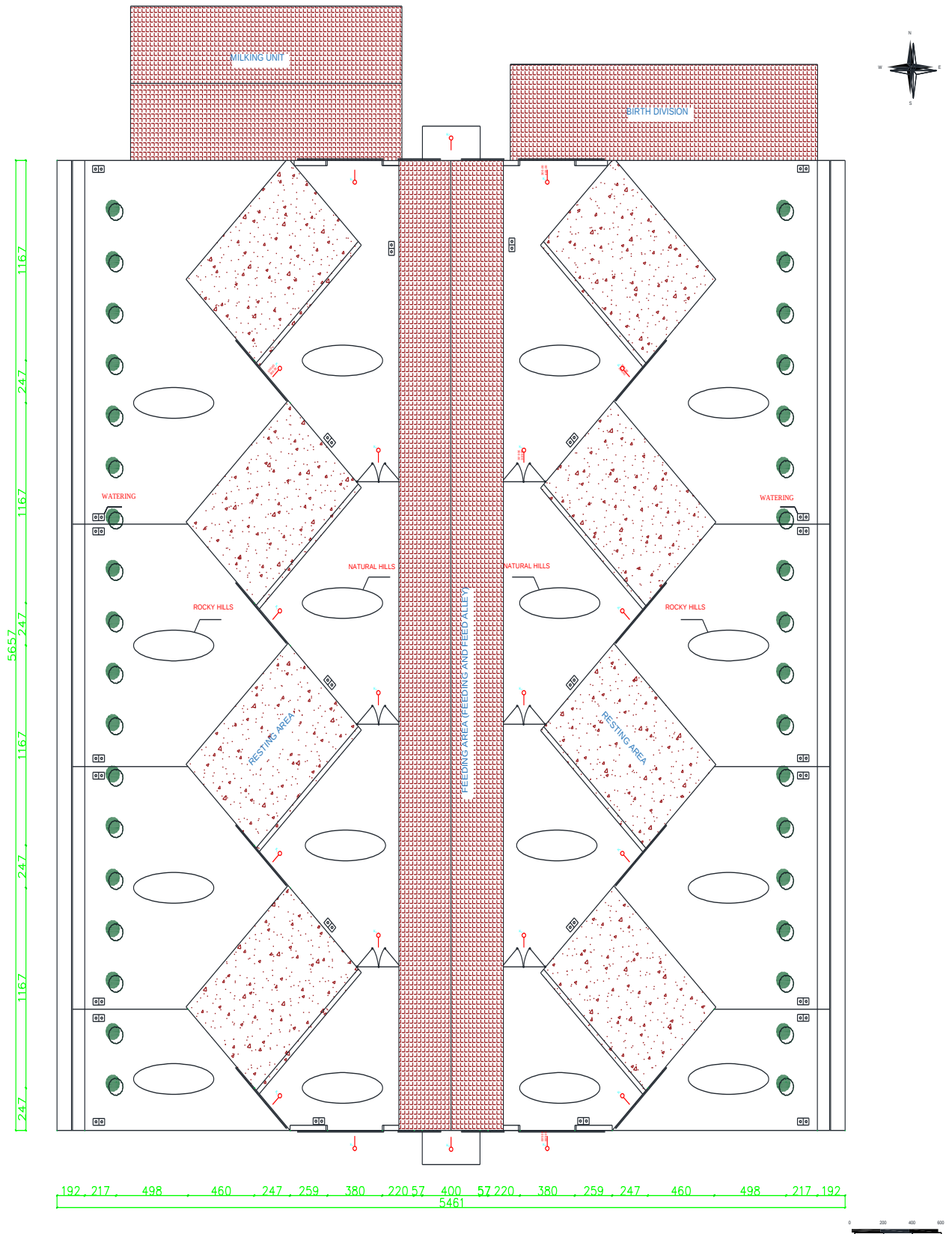


Figure 5. The another plan view of the designed diagonal dairy goat

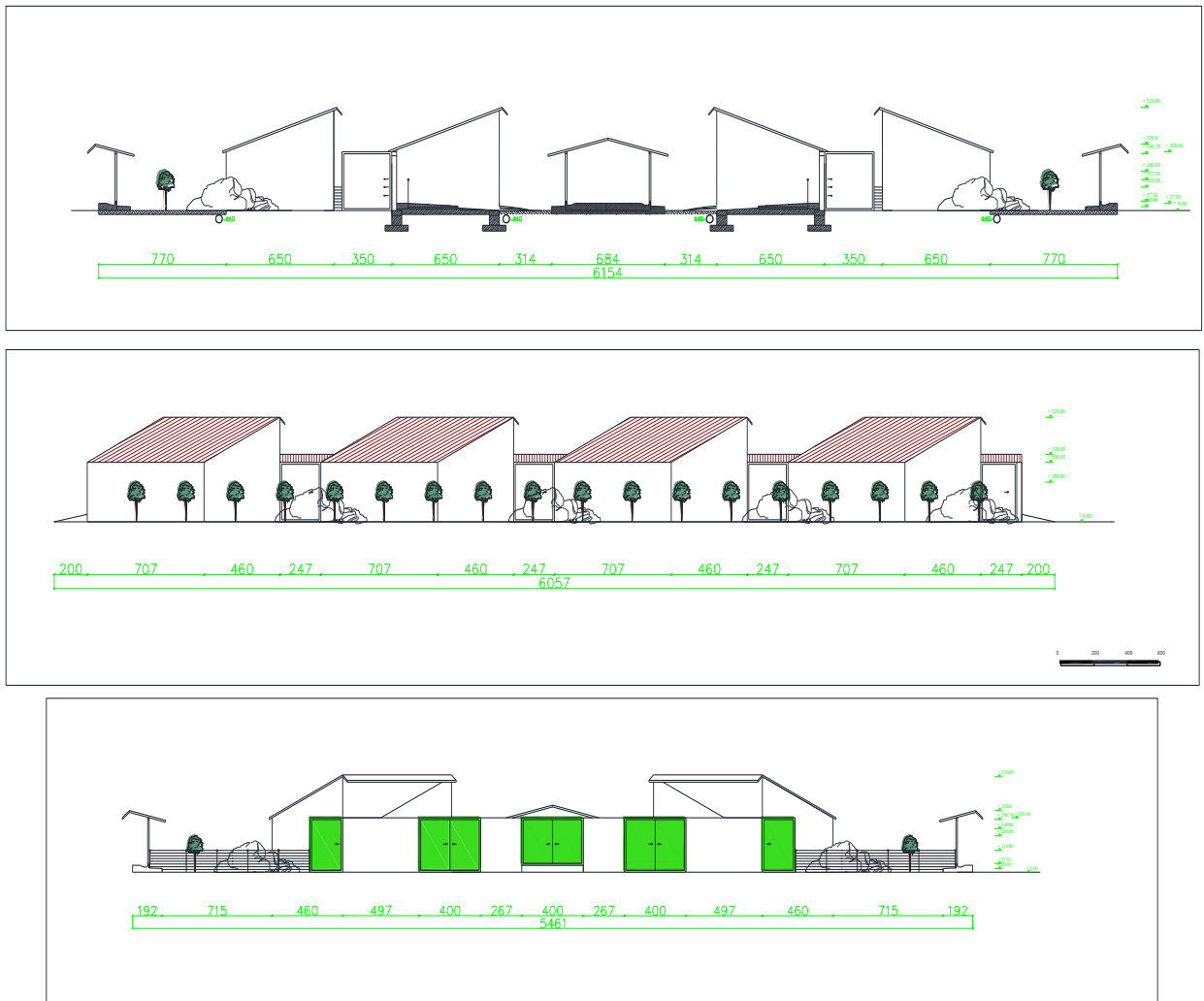


Figure 6. The cutaway view and side views of the designed diagonal dairy goat barn

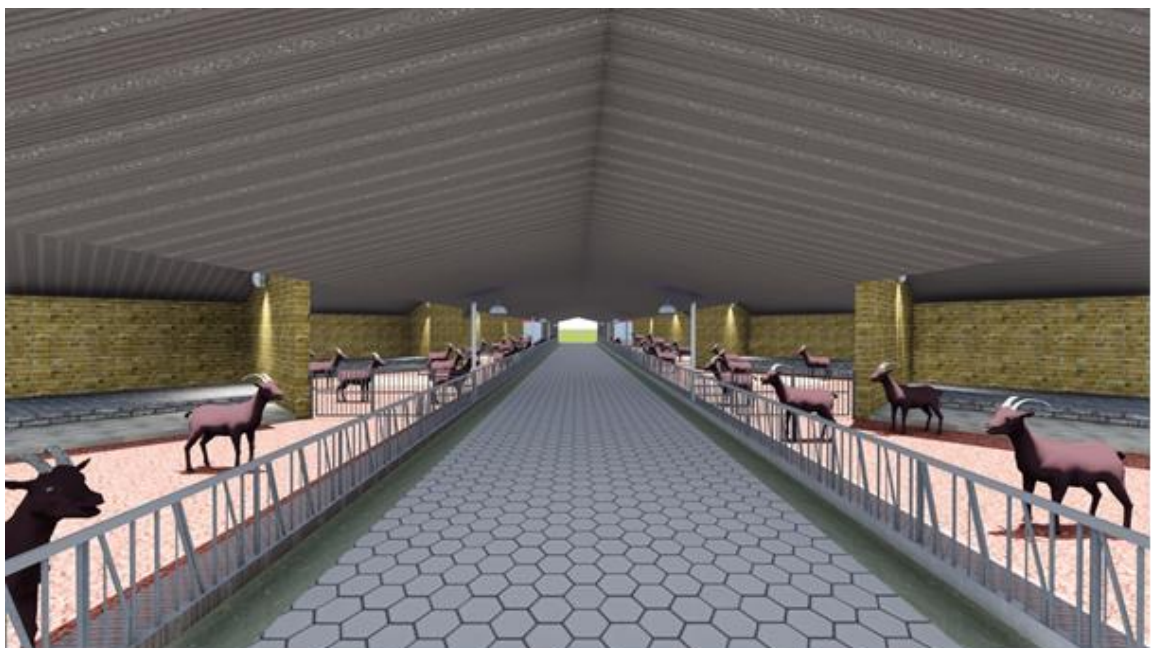


Figure 7. The view of feeding area in the designed diagonal dairy goat barn



Figure 8. The view of resting and winter courtyard area in the designed diagonal dairy goat barn



Figure 9. The view of summer courtyard area in the designed diagonal dairy goat barn

4. Conclusion

Achieving an increase in animal productivity and quality could be possible through the shelter designs compatible with animal welfare. With the designed diagonal dairy goat barn, animals would be able to benefit from the fresh air and sun at an optimum level; they would also be protected from winds in cold periods while the areas created to allow winds in hot periods, thereby, would raise animal welfare to a maximum

level. In this way, the environments appropriate for natural conditions of animals would be created to increase the quantity and quality of animal production.

References

- Anonymous, 2014. Tarımsal Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 15.04.2017)
- Aslan, H., Uzal Seyfi, S., 2015. Alternative Barn Design Applicable in Different Environmental Condition for

- Goat Breeding. J. Int. Environmental Application & Science, 10(4): 421-428.
- Balaban, A., Şen, E., 1988. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 845, Ankara.
- Dağ, B., 2015. Hayvan Davranışları, Selçuk University Agricultural Faculty of Agriculture, Lecture Notes (Unpublished), Konya.
- Demir, Y., 1990. Orta Karadeniz Bölgesi Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Durumu, Özellikleri ve Bölge İklim Koşullarına Uygun Barınak Planlarının Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- Ekmekyapar, T., 1991. Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi, Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 698, Erzurum.
- Ekmekyapar, T., 1999. Tarımsal Yapılar, AÜ Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 204, Erzurum.
- Hirning, H.J., Faller, T.C., Hoppe, K.J., Nudell, D.J., Ricketts, G. E., 1994. Sheep Housing and Equipment Handbook, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames Iowa, USA.
- Okuroğlu, M., Yağanoğlu, A. V., 1993. Kültürteknik, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 157, Erzurum.
- Olgun, M., 2011. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1577, Ankara.
- Uzal Seyfi, S., 2016a. Konya Bölgesindeki Küçükbaş Hayvan Barınaklarının Yapısal Ve İklimsel Özelliklerinin Belirlenmesi, Geliştirilebilir Olanaklarının Araştırılması Ve Hava Kalitesi Parametrelerinin Tespiti, Selçuk Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü, Proje No: 11401007, Konya.
- Uzal Seyfi, S., 2016b. Küçükbaş Hayvan Barınaklarında Mevsimsel Değişimin Koyunların Barınak Alan Kullanımlarına Etkisi , Selçuk Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü, Proje No: 11401008, Konya.
- Uğurlu, N., Uzal, S., 2004. Süt Sığırı Barınaklarının Tasarımında Mevsimsel Etkiler. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (33): 72-79.
- Uğurlu, N., Uzal, S., 2007. Besi Sığırcılığında Açık Sistem Mikro Yapı Tasarımı, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, (21)43: 61-67.
- Uzal, S., 2008. Serbest ve Serbest Duraklı Süt Sığırı Barınaklarında Hayvanların Alan Kullanımı ve Zaman Bütçesine Mevsimlerin Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya.
- Uzal, S., Uğurlu, N., 2009. Serbest ve Serbest Duraklı Süt Sığırı Barınaklarında Sığırların Zaman Bütçesi ve Barınak Alan Kullanımları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (23) 47: 27-37.
- Yüksel, A., Şişman, C., 2003. Tarımsal İnşaat. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Genel Yayın, 278, Tekirdağ.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.343462



Factors affecting milk production cost in dairy cattle farms

Damla Özsayın

Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Organic Farming Business Management, Gökçeada Applied Sciences School, Çanakkale, Turkey

Sorumlu yazar/corresponding author: dozsayin@comu.edu.tr

Geliş/Received 30/07/2016

Kabul/Accepted 09/02/2017

ABSTRACT

The aim of this study was to determine factors affecting milk production cost in dairy cattle farms. The main material of the study was formed by using the data obtained from the surveys which were conducted at a total of 175 dairy cattle farms chosen by the stratified random sampling method in Biga district of Çanakkale province from January to December of 2015. The data were analyzed by using the multiple regression method. The results of this study indicated that 41.7% of the farms had the lowest number of cattle (5-10 head), the prominent age group of farmers' ranged from 36-46 years (45.1%) in the farms and 12.5% of the farmers had the highest income (≥ 24000 TL). According to the results of the multiple regression model, it was determined that some factors such as the time spent in dairy cattle farm, farmers' dairy farming experience, farmers' educational level, farmers' feed procurement, livestock diseases and maize silage production in the farms had significant effects on milk production costs. In conclusion, these factors were explained to have important impacts on decreasing farmers' milk production costs.

Keywords:
Çanakkale
Dairy cattle
Milk production
Regression model

Süt sığırcılığı işletmelerinde süt üretim maliyetini etkileyen faktörler

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, süt sığırcılığı işletmelerinde süt üretim maliyetini etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Çalışmanın ana materyalini, 2015 Ocak ve 2015 Aralık dönemleri arasında Çanakkale'nin Biga ilçesindeki süt sığırcılığı işletmelerinden tesadüfi tabakalı örnekleme yöntemiyle seçilen 175 işletmeden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde, çoklu regresyon metodu kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, işletmelerin %41.7'sinin en düşük süt sığırı sayısına (5-10 baş) sahip olduğunu, işletmelerdeki en göze çarpan yaş aralığının 36-46 yaş (%45.1) olduğunu ve çiftçilerin %12.5'nin en yüksek gelire sahip olduğunu göstermektedir. Çoklu regresyon model sonuçlarına göre, süt sığırcılığı işletmelerinde harcanan zamanın, işletmecilerin süt sığırcılık deneyimlerinin, çiftçilerin eğitim düzeyinin, çiftçilerin yem temininin, hayvan hastalıklarının ve işletmelerde slajlık mısır üretimi gibi faktörlerin süt üretim maliyetleri üzerindeki etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu faktörlerin süt üretim maliyetlerinin azaltılmasında önemli etkilerinin olduğu açıklanmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Çanakkale
Süt sığırı
Süt üretimi
Regresyon modeli

© OMU ANAJAS 2017

1. Introduction

The livestock activity in Turkey has considerable potential as an important part of agricultural sector and economy. Although this sector is ranked second after crop production, its share in the agricultural activity is rather important (Tutkun et al., 2014; Tümer and Birinci, 2011). According to FAO's statistical data, the share of the livestock in total agricultural production in Turkey is about 46% (Aktürk et al., 2010).

Dairy farming, one of the main branch of the livestock sector, have become an important employment opportunity as a core business or a second job for the household living in rural area (Jabir, 2007). The dairy farming activities have a great role on farm management as regards the use of labour and feed resources more effectively and providing an equilibrium cash flow (Schaik et al., 1996; Shamsuddin et al., 2006).

One of the important factors in this sector is to control milk production cost of farms and increase their

profit margin. Cost in agricultural farms plays an important role in explaining economic structure of the dairy cattle farms (Gunlu et al., 2003; Mean and Jain, 2012; Iype et al., 1993).

Dairy farming activity is over the country average in terms of technology being used and yield in Biga Discrit which is one of the most rapidly developing districts of Çanakkale province. Biga Discrit has about 31% of the animals milked and about 32% of the total number of bovine animals (cattle and buffalo) of Çanakkale province in terms of dairy farming activity. Nearly all of the bovine animals in Biga district consist of culture breed and dairy cattle farms that are usually in the form of family enterprises (Aktürk et al., 2010). The number of culture-breed dairy cattle, which is important in terms of its sustainability as well as its effect on yield and quality, is becoming widespread in Biga district.

There are significant effects of optimum resource usage and cost on ensuring sustainable production regarding this activity field of farmers' showing considerable effort into developing the dairy farming in Biga district. Because, optimum utilization of available resources and the control of cost, which are primarily considered for profitability and productivity, are the sign of success or failure in dairy cattle farms (Çiçek et al., 2007). Furthermore, milk production in dairy cattle farms have a crucial importance because of the following reasons; being an activity-field that can be converted into cash in a very short term, providing employment opportunities to certain segment of the population and opportunity to switch production in a short term with less investment compared to other business areas and providing contribution to human nutrition. For this reason, this study was aimed to determine factors affecting milk production costs of the dairy cattle farms in Biga district.

2. Material and Methods

The data of this study was obtained by means of surveys at the dairy cattle farms in Biga district of Çanakkale province by using face-to-face interview technique from January to December of 2015. The dairy cattle farms were selected based on the stratified random sampling method. The size of each sample was determined using in the following equation derived from Neyman method (Yamane, 1967). The sample size was calculated as:

$$n = \frac{(\sum NhSh)^2}{N^2D^2 + \sum NhSh^2},$$

where, n is the required sample size; N is the number of dairy cattle farm in population; Nh is the number of dairy cattle farm in the h stratum; Sh is the standard deviation of the h stratum, Sh^2 is the variance of h stratum; d is desired absolute precision; z is desired confidence level (1.96 equates to the 95% confidence interval); D is acceptable error limit in population mean; $D^2 = d^2 / z^2$.

According to this method, the sample size was established with the farms which were selected at random from these strata by dividing into four strata with respect to the number of cattle in dairy cattle farms in Biga district of Çanakkale province. Thus, farms were categorized as 5 to ≤ 10 cattle, 11 to ≤ 20 cattle, 21 to ≤ 50, equal 51 and >51 cattle. According to these four strata, the sample size was determined as 175 dairy cattle farms for Biga district of Çanakkale province in this study (Table 1).

Table 1. The number of farms in the sample

Farm size (head) (number of dairy cattle)	Sample size (n) (number of farms)	Share of farms (%)
5- 10	73	41.7
11- 20	37	21.1
21- 50	54	30.9
≥ 51	11	6.3
Total	175	100.0

The regression method is one of the widely used tools in many studies. This method measures the degree of influence of the independent variables on dependent variable. The regression with two or more independent variables is called a multiple regression. This analysis is a linear statistical technique that is beneficial for predicting the best relationship between dependent variable and independent variables. The model can be formulated as the following equation (Agha et al., 2012; Anas et al., 2013; Akan et al., 2015).

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_nX_n + \varepsilon$$

where,

Y is dependent variable, X represents the independent variables tested (0, 1, 2,...), β_n are the regression coefficients and ε is the error term. This equation can also be written in the following form:

$$Y = f(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$$

Based on these explanations, multiple regression analysis was used to determine the quantity of the relationship between average milk production cost per cattle and factors affecting milk production cost in this study. This regression model was estimated using SPSS

statistical analysis programme. Factors that constitute the cost of the dairy farming were determined for these farms and average milk production cost per cattle was calculated by using the annual production data. The functional form of the regression model estimating the factors which are effective on this matter is as follows:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$$

Y: Average milk production cost (Turkish Liras-TL/Liter-L/per cattle)

X₁: The time that is spent in dairy cattle farm; Does the producer do full time farming?(1=yes, 0=no)

X₂: Farmers' educational level (1=primary school, 0=higher than primary school)

X₃: Farmers' feed procurement (1=own production, 0= purchased)

X₄: Livestock diseases; Does the occurrence of epidemics in dairy cattle farm? (1=yes, 0=no)

X₅: Maize silage production; Do you produce maize silage in dairy cattle farm?(1=yes, 0=no)

X₆: Dairy farming experience of farmers' (year)

Furthermore, the multicollinearity problem and the collinearity diagnostic were calculated to identify correlation among the independent variables in the model, because, the strong correlation among the independent variables is not usually preferred in the multiple regression model. According to this, the power of the model is not affected since these variable contributions to the model are at similar rates (Topçu, 2008). Therefore, coefficient of correlation was

calculated to examine the relationship among the independent variables affecting milk production cost. On the other hand, high tolerance (a tolerance close to 1) and low VIF (Variance-Inflating Factor) (VIF<10) values indicate whether or not there is the multicollinearity problem among the independent variables (Topçu, 2008; Hair et al. 2006).

3. Results and Discussion

In this study, the results regarding the farm size (head), the number of farm (n) and the share of farm (%) are given in Table 1. According to Table 1, 41.7% of the farms have the lowest number of cattle (5-10 head) and 6.3% have the highest number of cattle (≥51). Data related to some socio-economic characteristics of farmers' were explained by descriptive statistics in Table 2. According to these results, the prominent age group of the farmers' ranged from 36-46 years (45.1%) and the least age group of farmers' ranged from 60 and above years (4.6%). These values showed that majority of the farmers' belonged to the middle-age group and young population was low in agriculture. Out of the farmers took part in the survey, 69.7% involved primary school graduates. Household size of farmers was mostly 1-3 persons with the rate of 64%. Furthermore, farmers' dairy farming experience was mostly 21 and above years (56%). Out of the farmers, 12.5% had the highest income group (≥24000TL) and 28.6% had the lowest income (≤12000 TL).

Table 2. Socio-economic characteristics of farmers' (n=175)

Characteristics	Frequency	Percentage
Farmers' age (year)		
25 - 35	31	17.7
36 - 46	79	45.1
47 - 59	57	32.6
≥ 60	8	4.6
Farmers' education level		
- Primary school graduates	122	69.7
- Secondary school graduates	35	20.0
- High school and university	18	10.3
-Household size (people)		
1- 3	112	64.0
≥ 4	63	36.0
Farmers' dairy farming experience (year)		
1 - 10	14	8.0
11- 20	63	36.0
≥ 21	98	56.0
Household income (TL year ⁻¹)		
≤ 12000 TL	50	28.6
12001 TL - 23999 TL	103	58.9
≥ 24000 TL	22	12.5

In study, the correlation coefficient was calculated to examine the relationship among the independent variables affecting milk production cost. As can be seen in Table 3, partial correlation scores among the variables were found to be less than 0.80. This result showed that there was no the multicollinearity problem among the independent variables. Furthermore, the collinearity diagnostic was calculated to determine whether there was any the multicollinearity problem among the independent variables affecting the milk production cost or not. According to this, the

independent variables that were selected for the model were found to be significant as a result of calculations such as determination coefficient ($R^2=0.476$), $F_{(6;143)}$ value ($F=21.691$ with sig. $F=0.00<0.01$), $t_{(6;0.05)}$ test and other tests. R^2 value of 0.476 showed that 47.6% of the variance in milk production cost could be explained by the independent variables (the time spent in dairy cattle farm, farmers' educational level, farmers' feed procurement, livestock diseases, maize silage production and dairy farming experience of farmers').

Table 3. Multiple regression estimates of factors affecting milk production costs in dairy cattle farms

Variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	p*	Correlations		Collinearity statistics	
	B	Std. Error	Beta			Partial	Part	Tolerance	VIF
Constant	1.025	0.025		41.483	0.000*				
X ₁	-0.070	0.009	-0.478	-7.815	0.000*	-0.547	-0.473	0.978	1.022
X ₂	-0.036	0.010	-0.223	-3.591	0.000*	-0.288	-0.217	0.950	1.053
X ₃	0.047	0.009	0.323	5.113	0.000*	0.393	0.309	0.916	1.091
X ₄	0.037	0.009	0.253	4.121	0.000*	0.326	0.249	0.974	1.027
X ₅	-0.031	0.010	-0.198	-3.225	0.002*	-0.260	-0.195	0.967	1.034
X ₆	-0.010	0.001	-0.146	-2.366	0.019**	-0.194	-0.143	0.967	1.034

Dependent variable : Y ; Determination coefficient $R^2 = 0.476$; P : Statistical significance $p < 0.05^{**}$ and $p < 0.01^*$
 Durbin-Watson = 1.655 ($1.5 < 1.6 < 2.5$) ; $F_{(6;143)} = 21.691$ $p = 0.000$

Regression equation related to milk production cost was estimated by using the partial regression coefficients in the column B of Table 1 as follows:

$$Y=1.025-0.070X_1-0.036X_2+0.047X_3+0.037X_4-0.031X_5-0.010X_6$$

In this study, milk production cost was determined to have directly proportional relationship between farmers' feed procurement and livestock diseases. On the other hand, milk production cost was determined to have inverse proportional relationship among the time that was spent in dairy cattle farm, farmers' education level, maize silage production and dairy farming experience of farmers'.

According to the results of the analysis, it was found that there was a negative directional and significant relationship ($p<0.01$) between the time that was spent in dairy cattle farm and milk production cost. Furthermore, for each per unit increase in the time that is spent in the farm, milk production cost would decrease by 0.07 TL/l. In this context, with devoting more time to the dairy farming activities of farmers, it is expected to have positive effect on the profitability and the productivity of farms. On the other hand, spending more time in their

farms is rather important. Because an increase on time spent in a dairy cattle farm could be helpful in early detection and solution of some problems (such as livestock diseases, death of cattle) encountered in the farm.

There is an important role of education in ensuring consciousness in active and efficient utilization of sources (Çiçek et al., 2007). On the other hand, increasing farmers' educational level is also important in terms of their adaptation to innovations regarding agricultural activity. It is expected to have an increase on the tendencies of farmers to novel production techniques and equipments as a consequence of farmers' higher educational level. So, this situation is thought to have positive effect on the profitability and productivity of the farms. In the present study, it was determined that there was a negative directional and significant relationship ($p<0.01$) between farmers' educational level and milk production cost. According to this, if farmers' educational level increases, milk production cost would decrease by 0.03TL L⁻¹. Previous studies carried out to explore factors affecting milk production cost reported conflicting results (Iype et al., 1993; Gunlu et al., 2003; Ngongoni et al., 2006). While some studies reported the importance of farmers' educational status on milk

production cost (Ngongoni et al., 2006), the others explained non-significant differences between milk production cost and educational level (Iype et al., 1993; Gunlu et al., 2003). Ngongoni et al. (2006) reported that farmers' educational level had influence on milk production cost.

If farmers had insufficient farm land, they purchased all or a part of their roughage. Under this circumstance, the costs of farmers' feed procurement increased when feed consumption of dairy cattle in the farms was high. Particularly, if the prices of concentrated feed increase due to high raw material prices and so milk production costs also increased. Therefore, the roughage produced within the farm, that is required for feeding dairy cattle, becomes rather important in terms of profitability of the farm. In the present study, statistical analyses revealed that there was a positive directional and significant relationship ($p < 0.01$) between farmers' feed procurement and milk production cost. Furthermore, milk production costs of the farmers who provide the roughage from outside would increase by 0.04 TL L^{-1} . In the present study, it was found that farmers who ensured the roughage from their own fields had more advantage than the farmers who purchased it from outside in terms of decreasing milk production costs. Çiçek et al. (2007) concluded that there was a positive and significant relationship between farmers' feed procurement and average production cost. Furthermore, the significance of ensuring the feed procurement of animals from farmers' own farmlands in dairy cattle farms was emphasized. The results of our study were similar to those obtained by Çiçek et al. (2007).

Livestock diseases are among the most severe factors that have effect on production and productivity of the farms. Therefore, livestock diseases have a great impact on food supplies, trade and human health (Pearson, 2006; Thornton, 2010). On the other hand, diseases that reduce production, productivity and profitability are associated with the cost of their treatment, disruption of local markets and trade, they aggravate poverty on rural and regional communities (Rushton, 2009). In this study, it was determined that there was a positive directional and significant relationship ($p < 0.01$) between livestock diseases and milk production cost. According to this, for each per unit increase in the number of sick animals, milk production cost would increase by 0.03 TL L^{-1} . From the point of view of farmers to this statistical analysis result, livestock diseases are considered as essential economic problem. Because, the increase in the number of sick animals in dairy farms causes to drop of milk yield. Therefore, livestock diseases are also expected to increase milk production costs of farms. These findings associated with the effect of livestock diseases on milk production cost had consistency with the studies of Bulman and Terrazas (1976), Losinger (2005), Bayissa et al. (2011) and Young et al. (2012).

Maize silage that is fed to animals in periods that it is be lack of green plants is increased to milk yield. In

other words, as the amount of milk that is produced in farms increased, milk production costs are also decreased. Therefore, maize silage that is produced in dairy farms is an important in terms of farms. Thus, according to the results of the analysis, it was found that there are negative directional and significant relationship ($p < 0.01$) between two variables when analyzed relationship between milk production costs of farms and farms that produce to maize silage. Therefore, in periods that isn't fed of animals with green plants, milk production costs of farms feeding with maize silage to animals would decrease by 0.03 TL L^{-1} . In this study, it was determined that maize silage that is obtained within farm have effected on decreasing of milk production costs of farms. Similar findings regarding to this were also reported by Tümer and Birinci (2011).

Farmers who are experienced about dairy farming are expected to be effect on milk production costs. Because, increasing in their information levels about milk production and farming is also anticipated with increasing of dairy farming experiences of farmers'. According to this, it is thought that milk production costs of farmers' would decrease. Thus, in the present study, it was determined that there is a negative directional and significant relationship ($p < 0.01$) between dairy farming experience of farmers' and milk production cost. According to this, for each per unit increase in dairy farming experience of farmers', milk production costs would decrease by 0.01 TL L^{-1} .

4. Conclusions

Biga is one of the districts of Çanakkale province spending considerable effort in the development of dairy farming activity. Therefore, it is rather important to make optimum utilization of resources and cost control for farms in this study area.

In conclusion, it was ascertained that, while the farmers' feed procurement and livestock diseases had positive significant effect on milk production costs, the time that was spent in dairy cattle farm, farmers' education level, maize silage production and dairy farming experience had negative significant effect on milk production costs. It is expected to decrease milk production costs by paying attention to factors such as the time spent on the farm, the number of sick animals in dairy cattle farms, corn silage production, farmers' educational level, the farm-made roughage and dairy farming experiences of farmers.

This research model is applicable not only to milk producing farms but also to another farms engaged in livestock production. Thus, modeling the effective factors in decreasing of farms' milk production costs at the micro level can serve as a model for the studies at the macro level.

References

- Agha, S.R., Alnahhal, M.J., 2012. Neural network and multiple linear regression to predict school children dimensions for ergonomic school furniture design. *Applied Ergonomics*, 43(6):979-984.
- Akan, R., Uzundurukan, S., 2015. Multiple regression model for the prediction of unconfined compressive strength of jet grout columns. *Procedia Earth and Planet. Sci.*, 15:299-303.
- Aktürk, D., Bayramoğlu, Z., Savran, F., Tatlıdil, F.F., 2010. The factors affecting milk production and milk production cost: Çanakkale Case-Biga. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16 (2): 329-335.
- Anas, A.V., Suriamihardja, D.A, Pallu, S., Irfan U.R., 2013. Supply and demand of jeneberang river aggregate using multiple regression model. *IJIAS.*, 3(3):774-780.
- Bayissa, B., Ayelet, G., Kyule, M., Jibril, Y., Gelaye, E., 2011. Study on seroprevalence, risk factors and economic impact of foot-and-mouth disease in Borena pastoral and agro-pastoral system, southern Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 43(4):759-766.
- Bulman, G., Terrazas, M.I., 1976. Effect of foot-and-mouth disease on milk production at a model farm in Cochabamba. *Bolivia. Rev. Med. Vet.*, 57(1):1-10.
- Çiçek, H., Tandoğan, M., Terzi, Y., Yardimci, M., 2007. Effects of some technical and socio-economic factors on milk production costs in dairy enterprises in Western Turkey. *World J. Dairy & Food Sci.*, 2(2):69-73.
- Gunlu, A., Yalcın, C., Imik, H., Kırıkcı, K., 2003. Relationship between average milk production cost and some selected technical and socio-economic factors surrounding dairy herds. *Indian J. of Anim. Sci.*, 73(10):1159-1162.
- Hair, J.F, Black, W.C., Babin, B.J., Anderson R.E., Tathan, R.L., 2006. *Multivariate Data Analysis* (6th ed). Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Iype, S., Radhakrishnan, J., Raghavan, K.C., 1993. Influence of socio-economic factors on milk production of crossbred cows in Kerala. *Indian J. of Anim. Sci.*, 63(12):1299-1301.
- Jabir, A., 2007. Livestock sector development and implications for rural poverty alleviation in India. *Livestock Res. Rural Dev.*, 19(2):1-13.
- Losinger, W.C., 2005. Economic impact of reduced milk production associated with John's disease on dairy operations in the USA. *J. Dairy. Res.*, 72(4):425-432.
- Meena, G.L, Jain, D.K., 2012. Economics of milk production in Alwar district (Rajasthan): a comparative analysis. *Int. J. Sci. & Res. Pub.*, 8(2):1-5.
- Ngongoni, N.T, Mapiye, C., Mwale, M., Mupeta, B., 2006. Factors affecting milk production in the smallholder dairy sector of Zimbabwe. *Livest. Res. Rural Dev.*, 18(5):72.
- Pearson, J.E., 2006. Worldwide risks of animal diseases: introduction. *Vet. Ital.*, 42(4): 293
- Rushton, J., 2009. *The Economics of Animal Health & Production*. CABI, London.
- Van Schaik, G., Perry, B.D, Muhkebi, A.W., Gitau G.K, Dijkhuizen, A.A., 1996. An economic study of smallholder dairy farms in Muranga district, Kenya. *Prev. Vet. Med.*, 29(1):21-36.
- Shamsuddin, M., Goodger, W.J, Hossein, M.S, Bennett, T., Nordlund, K., 2006. A survey to identify economic opportunities for smallholder dairy farms in Bangladesh. *Trop. Anim. Health. Pro.*, 38(2):131-140.
- Thornton, P.K., 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philos. Trans. R. Soc. B. Biol. Sci.*, 1554(365): 2853-2867.
- Topcu, Y. 2008. Analysis of success factors in dairy farms: case study of Erzurum province. *J. of Fac. of Agric. OMU.*, 23(1):17-24 (in Turkish).
- Tutkun, M., Tatar, A.M, Şireli, H.D., 2014. The livestock situation of Turkey. Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014", 896-900, October 23-26, Jahorina-Bosnia and Herzegovina.
- Tümer, E.İ, Birinci, A., 2011. The analysis of factors affecting milk cost in cattle breeding enterprises: a case study in Tokat, Turkey. *J. of Agricultural Faculty of Atatürk Univ.*, 42(1): 35-39 (in Turkish).
- Yamane, T., 1967. *Elementary Sampling Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc., USA.
- Young, J.R, Suon, S., Andrews, C.J, Henry, L.A, Windsor, P.A., 2012. Assessment of financial impact of foot and mouth disease on smallholder cattle farmers in Southern Cambodia. *Transbound Emerg. Dis.*, 60:166-174.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.343719



Alternaria burnsii'nin gelişimi üzerine farklı kültürel koşulların etkisi ve rDNA-ITS sekansına dayanan filogenetik analizi

Harun Bayraktar^{a*}, Olgac Yılmaz^a, Göksel Özer^b

^a Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

^b Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

*Sorumlu yazar/corresponding author: bayraktar@agri.ankara.edu.tr

Geliş/Received 12/08/2016

Kabul/Accepted 02/10/2017

ÖZET

Alternaria burnsii'nin neden olduğu kimyon yanıklığı birçok ülkede kimyon üretimini sınırlandıran önemli bir fungal hastalıktır. Patojen ülkemizde de hemen hemen tüm kimyon ekim alanlarında yaygın olup önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bununla birlikte, *Alternaria burnsii*'nin morfolojik, fenotipik ve filogenetik özellikleri hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada *Alternaria burnsii*'nin miseliyal gelişimi ve sporulasyonu üzerine farklı besi ortamları ve çevresel faktörlerin etkisi araştırılmıştır. Ayrıca patojen izolatları arasındaki morfolojik farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu amaçla patojen izolatlar, yedi farklı besi ortamı (Patates Dekstroz Agar, Patates Havuç Agar, Mısır Unu Agar, Czapek Dox Agar, Sukroz Agar, Su Agarı, Domates Suyu Agarı, V88) üzerinde iki farklı inkubasyon koşulu altında geliştirilmiştir. Değerlendirilen kültür ortamları arasında en yüksek sporulasyon değişken sıcaklık ve ışık koşullarına maruz bırakılan V88 ortamı üzerinde elde edilmiştir. Ayrıca kültür ortamı ve gelişme koşullarına bağlı olarak konidi uzunluğu, genişliği ve septa sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Sıcaklık patojen gelişimini etkileyen önemli bir sınırlayıcı faktör olup en iyi gelişme oranı 25 °C' de gözlemlenmiştir. Ayrıca, UPGMA metodu ile gerçekleştirilen ITS sekansının filogenetik analizi ise test edilen tüm izolatların aynı grup içerisinde yer aldığını ve bu izolatların GenBankasından elde edilen ve farklı seksiyonları temsil eden *Alternaria* tür gruplarına ait izolatlardan filogenetik olarak farklı olduğunu göstermiştir. Bu sonuçların gelecekteki araştırmalar için patojen inokulumunun hazırlanmasının yanı sıra patojen tespit ve tanımlanması için farklı metotların geliştirilmesinde faydalı bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Kimyon
Fungus
Besi ortamı
Patojen gelişimi
rDNA-ITS

Effect of different cultural conditions on the growth of *Alternaria burnsii* and its phylogenetic analysis based on rDNA-ITS sequences

ABSTRACT

Cumin blight caused by *Alternaria burnsii* is an important fungal disease restricting cumin production in many countries. The pathogen is widespread in almost all cumin growing areas in Turkey and causes major economic losses. However, little information is known about morphologic, phenotypic and phylogenetic characteristics of *Alternaria burnsii*. In this study, the effect of different nutrient media and environmental factors on mycelial growth and sporulation of *Alternaria burnsii* was studied, and morphological differences among the pathogen isolates were evaluated. For this purpose, pathogen isolates were grown on seven different nutrient media (Potato Dekstrose Agar, Potato Carrot Agar, Corn Meal Agar, Czapek Dox Agar, Sucrose Agar, Water Agar, Tomato Juice Agar, V88) under two different incubation conditions. Among the culture media evaluated, the highest sporulation was obtained on V88 media exposed to the alternating temperature and light regimes. Also, the length, width and septa number of the conidia showed statistically differences depending on culture media and growing conditions. The temperature was a significant limiting factor affecting the pathogen growth. The best growth was observed at 25 °C. Phylogenetic analysis of the rDNA-ITS sequences performed by UPGMA method indicated that all tested isolates clustered in the same group and these isolates were phylogenetically distinct from the isolates of *Alternaria*-species groups, representing different sections retrieved from GenBank. These results could provide useful information in the pathogen inoculum

Keywords:
Cumin
Fungus
Growth medium
Pathogen growth
rDNA-ITS

production for further studies as well as the development of different methods for the identification and determination of the pathogen.

1. Giriş

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Bununla birlikte kimyon verimi farklı biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden dolayı istenilen düzeyde olmamaktadır. Biyotik hastalık etmenleri arasında ise *Alternaria burnsii*'nin sebep olduğu kimyon yanıklığı önemli bir yer tutmaktadır. Hastalık etmeninin belirtileri genellikle çiçeklenme döneminde göze çarpmakta ve genç yaprakların uçlarında görülen beyazımsı nekrotik alanlar zamanla bitkilerin diğer toprak üstü kısımlarına yayılarak bitkinin yanmasına neden olmaktadır. Hastalık etmeninin %70 varan oranlarda ürün kayıpları meydana getirdiği tespit edilmiştir (Holiday, 1980). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise kimyon ekim alanlarının bu hastalık etmeniyle bulaşık olduğu ve önemli derecelerde ürün kayıplarına yol açtığı bildirilmiştir (Kocatürk, 1988; Özer ve Bayraktar, 2015).

Bitki patojeni fungusların neden olduğu hastalıkların biyolojilerinin aydınlatılması, epidemiyolojilerinin belirlenmesi ve etkili kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi amacıyla pek çok çalışma gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte pek çok patojen yapay ortamlarda sporulasyon yapabilmek için özel koşullara ihtiyaç duymaktadır. Özellikle *Alternaria* türlerinin sporulasyonu üzerinde besin kaynağı, ışıklenme süresi ve sıcaklık ana faktörler olarak görülmektedir (Rotem, 1994). Bu kapsamda pek çok *Alternaria* türünde yeterli sporulasyon sağlamak amacıyla farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Prasad ve ark., 2009; Naik ve ark., 2010; Ramjegathesh ve Ebenezer, 2012). Bununla birlikte kimyon ekim alanlarında görülen en önemli hastalık etmeni olan *A. burnsii*'nin gelişimi için uygun koşulların belirlenmesi üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Gemawat ve Prasad, 1971).

Alternaria cinsi çok sayıda bitki patojenini içeren ve taksonomik sınıflandırması konidi özellikleri ve zincir oluşturma durumu gibi morfolojik özelliklere dayanarak gerçekleştirilen oldukça karmaşık bir gruptur. Bu kapsamda *Alternaria* türlerinin taksonomik durumu sürekli olarak değişim göstermiştir (Ellis, 1971, 1976; Simmons, 1992). *Alternaria* cinsinin taksonomik yapısı tam olarak netleşmemekle beraber Simmons (2007) tarafından bu cins içerisinde 275 türün bulunduğu bildirilmiştir. *Alternaria burnsii* ise genelde tekli, gagasız, uca doğru daralan ovoid veya elipsoid konidileri ile karakterize edilmiştir (Simmons, 2007).

Günümüzde morfolojik özellikler kullanılarak yapılan sınıflandırmalarda karşılaşılan zorluklar nedeniyle hem *Alternaria* cinsi içerisindeki türlerin moleküler teşhisi hem de bu cins içerisindeki funguslar arasındaki genetik akrabalıkları araştırmak için moleküler teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu

amaçla internal transcribed spacers (ITS), mitochondrial small-subunit (mt SSU), endopolygalacturonase (*endoPG*) geni, *Alternaria* allergen a1 (*Alt a1*) geni, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (*gpd*) gibi farklı korunmuş bölgeler bu cins içerisindeki genetik farklılıkların ortaya konulmasında faydalı bilgiler sağlamıştır (Pryor ve Bigelow 2003; Hong ve ark., 2005; Udayashankar ve ark., 2012). Bununla birlikte kimyonda sorun olan *A. burnsii*'nin genetik yapısı hakkında çok fazla çalışma bulunmamaktadır (Özer ve Bayraktar, 2015).

Ayrıca aynı tür içerisindeki izolatlar arasında görülen morfolojik ve fizyolojik farklılıklar bu türün patojenik ve genetik farklılıklarını da yansıtabilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda farklı *Alternaria* türleri içerisinde yüksek derecede genetik ve patojenik farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir (Castro ve ark., 2000; Shahzad, 2003). Bu çalışma kapsamında ise kimyonda görülen yanıklık etmeninin farklı izolatları arasındaki morfolojik ve fizyolojik farklılıkların belirlenmesi, farklı sekiyonları temsil eden *Alternaria* tür grupları ile filogenetik ilişkisinin incelenmesi ve sporulasyonu için uygun ortam koşullarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak ülkemizin en önemli kimyon ekim alanları olan Ankara ve Konya illerindeki farklı kimyon ekim alanlarından elde edilen beş adet *A. burnsii* izolatı (Kon1, Kon2, Kon3, Ank1, Ank2) kullanılmıştır. Patojen izolatlar Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamı üzerinde 23±2°C'de 15 gün süreyle geliştirilmiştir. İzolatların patojenisite testleri ise yerel kimyon çeşidi üzerinde gerçekleştirilmiş ve %90'nın üzerinde patojen oldukları tespit edilmiştir (Bayraktar ve ark. 2013).

2.2. Yöntem

2.2.1. *Alternaria burnsii* İzolatları Arasındaki Morfolojik Farklılıkların Belirlenmesi

A. burnsii'nin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla tüm izolatlar farklı besin ortamlarında ve sıcaklık-ışık koşullarında inkübasyona bırakılmış ve izolatların sporulasyon miktarı, konidi büyüklükleri, bölme sayısı ve misel genişliği belirlenmiştir. Bu amaçla PDA ortamında geliştirilen her bir kültürlerden alınan 5 mm çapındaki agar diskleri PDA, Su Agar (%1'lik), Czapek-Dox Agar, Mısır Unu Agar, Sukroz Agar (sukroz 20 g, CACO 30 g, agar 20 g l⁻¹), Domates Suyu Agarı (domates suyu 200 ml, CaCO₃ 3 g, agar 20 g l⁻¹ pH:6.5), Patates Havuç Agar (PCA, havuç 20 g, patates 20 g, agar 15 g l⁻¹) ve V88

(domates 400 g, havuç 100 g, pancar 60 g, marul 20 g, kereviz 10 g, maydanoz 10 g, tere 10 g, ıspanak 10 g L⁻¹) ortamlarına aktarılmıştır. Bu şekilde inoküle edilen Petri kapları iki farklı şekilde inkübe edilmiştir.

a-Tüm izolatlar farklı ortamlar üzerinde 23±2 °C’ de standart 12 saat ışık-12 saat karanlık periyot içeren inkübasyon odasında 15 gün süreyle geliştirilmiştir.

b- Aynı ortamlara aşıl原因 Petri kapları değişken ışık ve sıcaklık (5 gün 22±2 °C’ de karanlık, 1 gün 18±2 °C’ de aydınlık, ve tekrar 4 gün karanlıkta inkubasyon) koşullarında geliştirilmiştir.

Her iki inkubasyon periyodundan sonra Petri kaplarına 20 ml steril saf su ilave edilerek steril bir spatül yardımı ile fungus sporları agar yüzeyinden kazınarak süzölmüştür. Hazırlanan bu spor süspansiyonlarının konsantrasyonu thoma lamı ile sayım yapılarak belirlenmiştir. İzolatlar arasındaki morfolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla lam üzerindeki farklı alanlardan her bir izolata ait 30 konidinin en, boy oranları, bölme sayıları, misel genişliği (µm) 40x büyütmede ışık mikroskopunda (Leica DM1000) belirlenmiştir.

2.2.2. Sıcaklığın Kültür Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Kültür gelişimi üzerine sıcaklığın etkisini belirlemek için tüm izolatlar PDA ortamı üzerine aşılanmış ve Petri kapları 20, 25 ve 30 °C’ de 12 saat ışık-12 saat karanlık periyot içeren inkübasyon odasında 7 gün süreyle geliştirilmiştir. İnkubasyondan sonra her bir Petri kabındaki gelişme oranı iki taraftan çapraz olarak ölçülerek gelişme oranları belirlenmiştir.

Denemeler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler Minitab ve MSTAT istatistik programları kullanılarak Varyans Analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (P>0.05) ile değerlendirilmiştir.

2.2.3. Fungus Kültürlerinden DNA İzolasyonu

Bu amaçla Potato Dextrose Broth (PDB) ortamında geliştirilen fungus miselleri sıvı nitrojen içerisinde ezilmiş ve ekstraksiyon bufferı (200 mM Tris-HCl pH:8.5, 25 mM NaCl, 25 mM EDTA, % 0.5 SDS) ile süspanse edilerek 65 °C’ de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkubasyondan sonra örnekler eşit hacim phenol:chloroform eklenerek 13.000 g’ de 1 saat santrifüj yapılmış ve RNase A ile tekrar inkübe edilmiştir. Daha sonra örnekler chloroform: isoamylalcohol ilave edilerek santrifüj edilmiştir. Örnekler isopropanol eklenerek DNA çöktürülmüş ve steril bi-destile su ile süspanse edilerek -20°C’ de saklanmış (Reader ve Broda, 1985).

2.2.4. *Alternaria burnsii* İzolatlarının rDNA-ITS Bölgesinin Sekans Analizi

Alternaria burnsii izolatlarının ribosomal DNA üzerindeki ITS bölgesinin amplifikasyonu için White ve

ark. (1990) tarafından belirlenen ITS1 (5’-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3’) ve ITS4 (5’-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3’) primerleri kullanılmıştır. PCR reaksiyonu, 200 µM dNTPs, 0.4 µM primer, 10X reaksiyon bufferı, 1.5 mM MgCl₂, 1.5 U *Taq* DNA polymerase (Thermo Scientific) ve 30-50 ng fungal DNA içeren 50 µl’ lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. DNA amplifikasyonu ise 94 °C’ de 2 dk. ilk denatürasyon, 94 °C’ de 1 dk., 57°C’ de 30 s, 72 °C’ de 30 s 35 döngü ve 72 °C’ de 10 dk. olacak şekilde programlanan thermal cycler’da yapılmıştır.

Daha sonra elde edilen PCR ürünleri kontrol amacıyla, %1’ lik agaroz jelde elektroforetik olarak ayrılmıştır (Sambrook ve ark., 1989). Elde edilen PCR ürünlerinden aynı primerler kullanılarak çift yönlü sekans dizisi elde edilmiş ve sekans bilgisi DNASTar ve Mega5 (Tamura ve ark., 2011) programları kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sekanslar ClustalW metodu ile hizalanmış ve UPGMA metoduna göre 1000 permütasyonlu bootstrap analizi ile dendrogram oluşturulmuştur. Ayrıca farklı *Alternaria* seksiyonlarını temsil eden türlere ait sekans bilgileri Gen Bankasından alınarak çalışmalara dâhil edilmiştir (Lawrence ve ark., 2013).

3. Bulgular ve Tartışma

Alternaria burnsii izolatlarının gelişimi için uygun besin ve gelişme koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda 7 farklı ortam ve 2 farklı gelişme koşulu değerlendirilmiş olup, gelişme koşullarının farklı ortamlardaki sporulasyon üzerinde oldukça etkin olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Yapılan çalışmada 12 saat aydınlık/karanlık koşullarında inkube edildiğinde izolatların sadece PCA ve Sukroz Agar ortamlarında yeterli miktarda sporulasyon yaptığı görülmüştür. PCA ortamındaki sporulasyon miktarı 3.25-5x10⁴ spor ml⁻¹ arasında değişir iken bu oran Sukroz Agar ortamında 1.12-2.62x10⁴ spor ml⁻¹ olarak bulunmuştur. Test edilen V88 ve Domates Suyu Agar ortamlarında ise çok az spor oluşumu görülmekle birlikte thoma lamında tespit edilememiştir. PDA, Su Agarı, Mısır unu agar ve Czapek-Dox Agar ortamlarında ise spor oluşumu gözlenmemiştir. İzolatlar değişken inkubasyon koşullarında (5 gün 22±2 °C’ de karanlık, 1 gün 18±2°C’ de aydınlık ve tekrar 4 gün karanlıkta inkubasyon) inkube edildiğinde sadece V88 ortamında etmen sporları tespit (5.37-7.25x10⁴ spor ml⁻¹) edilebilmiştir. PCA ve Domates Suyu Agar ortamlarında ise bazı izolatlarda çok az spor oluşumu görülmekle birlikte thoma lamında tespit edilememiştir. Ayrıca 12 saat aydınlık/karanlık koşullarında spor tespit edilen Sukroz agar ortamı ile PDA, Su Agarı, Mısır Unu Agar ve Czapek-Dox Agar ortamlarında bu inkubasyon koşullarında sporulasyon görülmemiştir.

Çizelge 1. *Alternaria burnsii* izolatlarının farklı inkubasyon koşulları ve besin ortamlarında geliştirilmesi sonucu elde edilen spor miktarları ($\times 10^4$)

Besin ortamı	12 saat aydınlık/karanlık					Değişken inkubasyon koşulları				
	Ank1	Ank2	Kon1	Kon3	Kon2	Ank1	Ank2	Kon1	Kon3	Kon2
Su Agarı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mısır Unu Agarı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Czapek-Dox Agarı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCA	4.375	5	3.375	4.75	3.25	R	-	R	R	R
Sukroz Agarı	1.125	2.625	1.125	1.625	2.625	-	-	-	-	-
V88	-	-	R	R	R	6.25	7.25	7	5.375	5.5
Domates Suyu Agarı	R	R	R	R	R	R	-	-	R	R

R: Thoma lamında tespit edilemeyecek düzeyde az spor oluşumu

Alternaria burnsii izolatlarının sporulasyon yaptığı ortamlardan yapılan ölçümlerde de yine ortam koşullarına göre hem spor boyunda hem de bölme sayılarında farklılık görülmüştür (Çizelge 2). Spor büyüklükleri bakımından incelendiğinde V88 ortamında geliştirilen izolatların genelde diğer ortamlara göre daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu ortamda en büyük spor gelişimi Kon1 izolatında görülür iken en küçük spor Kon2 izolatında görülmüştür. V88 ortamında geliştirilen Kon2 izolatı hariç tüm izolatların spor büyüklüklerinin istatistiki olarak diğer ortamlara göre farklı olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde PCA ve

Sukroz Agarı ortamında geliştirilen izolatların spor büyüklükleri arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmüştür. Farklı besin ortamlarının izolatların bölme sayıları üzerine etkileri incelendiğinde PCA ortamındaki Kon2 izolatı hariç V88 ortamında geliştirilen diğer izolatlarda, spor büyüklüğü ile orantılı olarak bölme sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. İzolatlar dikine bölme sayıları bakımından kendi içlerinde karşılaştırıldığında ise sadece V88 ortamında geliştirilen Kon1 izolatında istatistiki olarak farklılık bulunmuştur.

Çizelge 2. Sporulasyon tespit edilen ortamlardaki izolatların spor boyları ve bölme sayıları

İzolatlar	PCA (12 saat aydınlık/karanlık)				Sukroz agar (12 saat aydınlık/karanlık)				V88* (Değişken inkubasyon koşulları)			
	Bölme Sayısı		Spor büyüklüğü (μ m)		Bölme Sayısı		Spor büyüklüğü (μ m)		Bölme Sayısı		Spor büyüklüğü (μ m)	
	Dikine bölme	Enine bölme	Boy x Genişlik		Dikine bölme	Enine bölme	Boy x Genişlik		Dikine bölme	Enine bölme	Boy x Genişlik	
Kon1	3.9b	1.15	41.3b 14.1		4.45b	1.15	33.1c 12.8		5.2a	1.4	52.7a 16.5	
Kon2	4.95a	1.55	41.8a 14.2		4.5a	1.35	43.2a 14.4		4.6a	1.8	46.1a 16.2	
Kon3	4.55a	1.35	42.5b 16.5		4.4a	1.35	42.1b 15.6		4.9a	1.5	52.4a 16.6	
Ank1	4.25a	1.4	47a 19.1		4.5a	1.35	41.6b 13.7		4.7a	1.65	46.8a 15.4	
Ank2	4.3a	1.1	46.5b 15.5		4.35a	1.4	42.2c 14		4.8a	1.6	52.2a 18.7	

* Aynı harf ile temsil edilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Alternaria burnsii için uygun gelişme koşullarının belirlenmesi üzerine sınırlı çalışma bulunmaktadır. Farklı şeker ve amino asitlerin *A. burnsii*'nin sporulasyonu ve misel gelişimi üzerinde etkisini araştıran Gemawat ve Prasad (1971) patojen için en iyi karbon kaynağının maltoz olduğunu belirtmiş olup fenilalanin, aspartik asit ve DL-serin amino asitlerinin de sporulasyon üzerinde oldukça etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan ortamlar karşılaştırıldığında ise besin çeşitliliği diğer ortamlara göre daha yüksek olan V88 ortamında izolatların daha yüksek seviyede sporulasyon yaptığı ve spor gelişiminin daha iyi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte konidi oluşumu tespit edilemeyen bazı ortamlardaki şeker

miktarının konidi oluşumu üzerinde etkili olabileceği de düşünülmektedir. *Alternaria solani* ile yapılan çalışmalarda fungus konidiofor oluşturabilmek için bir karbon kaynağına ihtiyaç duyar iken yüksek miktardaki şekerin konidi üretimini engellediği tespit edilmiştir (Waggoner ve Horsfall, 1969). Bu sonuç V88 ortamına sukroz ilave edildiğinde aynı fungusun sadece konidiofor oluşturduğunu tespit eden Rodrigues ve ark., (2010)'ı tarafından da doğrulanmıştır. Bu kapsamda *Alternaria* türlerinin sporulasyonu için besi ortamına CaCO_3 ilavesi yaygın olarak kullanılmıştır (Naik ve ark. 2010; Rodrigues ve ark., 2010).

Değişken inkubasyon koşullarının özellikle ışıklandırmanın *Alternaria* türlerinin sporulasyonu

üzerinde önemli derecede etkisi olduğu bilinmekte olup konidiofor oluşumunun aydınlık koşullarda, konidi oluşumunun ise karanlık koşullarda teşvik edildiği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Lukens 1960; Douglas 1972). Bu çalışmada da ışıklanma süresinin patojenin vejatatif gelişimini tamamlaması ve yeterli seviyede konidi ve konidiofor oluşturabilmesi açısından önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Farklı *Alternaria* türlerinin gelişimi ve sporulasyonu için uygun koşulların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. *Altenaria solani*'nin sporulasyonunu teşvik etmek amacıyla farklı besin, sıcaklık ve ışıklanma sürelerini test eden Benlioğlu ve Delen (1996) değişken sıcaklık ve ışıklanma koşullarının patojen sporulasyonu açısından oldukça önemli olduğunu en iyi sporulasyonun bu çalışmadakine benzer bir sıcaklık-ışık kombinasyonunda elde edilebildiğini bildirmiştir. Domateste sorun olan *A. solani* izolatları üzerinde benzer bir çalışma gerçekleştiren Naik ve ark. (2010) test edilen 4 izolat arasında konidi özellikleri ve hif genişliği bakımından farklılıkların bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca farklı besin ortamları, sıcaklık, nem ve ışıklanma sürelerinin *A. solani*'nin sporulasyonu ve gelişme oranı üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da izolatların farklı ortamlardaki misel genişlikleri incelenmiş ve 5.06-6.05 µm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ancak gelişme koşullarına göre izolatlar arasında misel genişliği bakımından önemli bir farklılık görülmemiştir. Pamukta önemli ekonomik kayıplara neden olan *A. macrospora*'nın 10 izolatı arasındaki morfolojik, patojenik ve moleküler farklılıkları araştıran Jadhav ve ark. (2011) misel genişliği, konidi büyüklüğü ve septa sayısı bakımından önemli morfolojik farklılıkların bulunduğunu ve izolatlar arasında moleküler olarak iki farklı grubun olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde soğanda yaprak yanıklığına sebep olan *A. alternata*'nın 10 izolatı arasındaki kültürel farklılıkları araştıran Ramjegathesh ve Ebenezer (2012) ise konidi büyüklüğü ve sporulasyon bakımından izolatlar arasında farklılıklar tespit etmişlerdir. Ayrıca kültür ortamı ve pH'ya bağlı olarak izolatların miseliyal gelişim oranları arasında farklılıkların bulunduğu görülmüştür.

Farklı inkübasyon derecelerinin *A. burnsii* izolatlarının kültür gelişimi üzerine etkilerini belirlemek için yapılan çalışmalarda ise tüm izolatlar PDA ortamına asılanmış ve 20, 25 ve 30 °C'lerde 7 gün süreyle geliştirilerek kültür çapları ölçülmüştür (Çizelge 3). İzolatlar 20 °C de geliştirildiğinde ortalama 3.834 cm'lik bir gelişime tespit edilmiştir. En yavaş gelişen Ank1 izolatı (3.4 cm) hariç diğer izolatlar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. İzolatlar 25 °C geliştirildiğinde ise ortalama 4.254 cm ile oldukça hızlı bir gelişim göstermişlerdir. Kon2 en hızlı gelişen izolat (4.6 cm) olur iken Kon3 (3.97) en yavaş gelişen izolat olmuştur. İzolatlar 30 °C de inkube edildiğinde kültür gelişimleri büyük ölçüde azalmakla birlikte aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Naik ve ark.

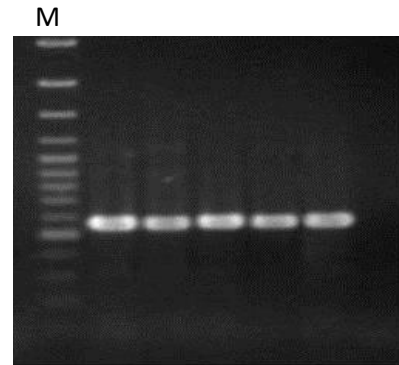
(2010), *A. solani*'nin optimum gelişme sıcaklığının 25 °C olduğunu, en iyi gelişme oranı ve sporulasyonun %100 nispi nemde sağlandığını bildirmişlerdir. Alhussaeen (2012), domateste erken yanıklık etmeni olan *A. solani* izolatlarının optimum gelişme sıcaklığının 30 ve 25 °C olduğunu ve bu sıcaklıklar arasında istatistiki bir farkın bulunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu izolatların gelişme oranları arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. Farklı sıcaklıkların *Alternaria burnsii* izolatlarının kültür gelişimi (cm) üzerine etkilerinin belirlenmesi

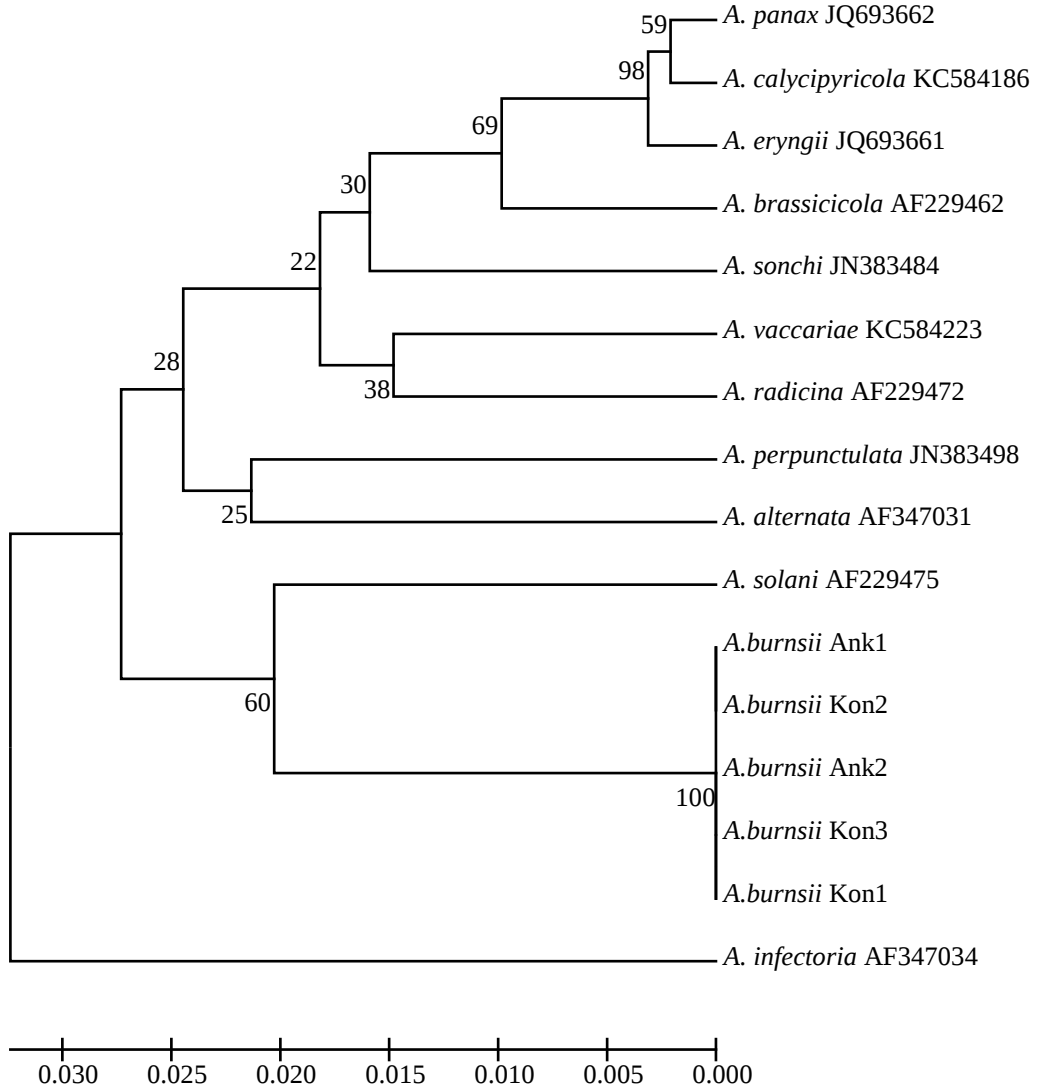
İzolatlar*	20 °C	25 °C	30 °C
Kon1	3.78ab	4.17bc	1.80bc
Kon2	3.93a	4.60a	1.97ab
Kon3	3.88a	3.97c	1.73c
Ank1	3.40b	4.23b	2.10a
Ank2	4.18a	4.30b	1.83bc
Ortalama	3.834	4.254	1.886

* Aynı harf ile temsil edilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Alternaria burnsii izolatlarının ITS1/4 primerleri kullanılarak yapılan PCR analizi sonucunda ise tüm izolatlardan yaklaşık 530 bp büyüklüğünde tek bir band çoğaltılmıştır (Şekil 1). Sekans analizinde ise tüm izolatlardan 500 bp değerlendirmeye alınmış ve Gen Bankasından elde edilen ve farklı sekiyonları temsil eden *Alternaria* türlerine ait sekanslarla birlikte dendrogram oluşturulmuştur (Şekil 2). Elde edilen dendrogram incelendiğinde tüm *A. burnsii* izolatlarının genetik olarak benzer olduğu ve %100 bootstrap değeri ile aynı genotip içerisinde yer aldığı görülmüştür. Ayrıca bu izolatların en fazla *A. solani* ile benzerlik gösterdiği bununla birlikte farklı sekiyonları temsil eden diğer *Alternaria* türlerinden oldukça farklı oldukları görülmüştür.



Şekil 1. *Alternaria burnsii* izolatlarının ITS1/4 primeri ile çoğaltılması sonucu elde edilen 530 bp'lik PCR ürünü. M: Markör Gene Ruler 100 bp DNA ladder (Thermo Scientific)



Şekil 2. *Alternaria burnsii* ve farklı *Alternaria* seksiyonlarını temsil eden türlerin rDNA-ITS bölgesindeki sekans farklılıklarını gösteren UPGMA dendrogramı

4. Sonuç

Ülkemiz kimyon ekim alanlarında görülen en önemli hastalıklardan birisi *Alternaria burnsii*'nin neden olduğu kimyon yanıklığıdır. Diğer bitki patojenlerinde olduğu gibi bu hastalık etmeninin morfolojik, kültürel ve genetik özelliklerinin bilinmesi etmene karşı etkili mücadele yöntemlerinin geliştirilebilmesi ve ürün kayıplarının engellenmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Ülkemizde bu patojen ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamakta ve bu sebeple patojenin biyolojisi ve mücadelesi ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu eksiklikleri gidermek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar *A. burnsii* izolatlarının gelişimi için en uygun ortamın V88 ortamı olduğunu, optimum gelişiminin 25°C de sağlandığı ve izolatların değişken inkubasyon koşulları altında

tutulmasının konidiofor ve konidi oluşumunun teşvik edilmesi açısından önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca izolatlar arasında konidi özellikleri ve gelişme hızları bakımından önemli farklılıkların bulunduğu görülmüştür. *A. burnsii* izolatlarının ITS bölgesinin sekans analizinde ise izolatların genetik olarak benzer olduğu, bununla birlikte diğer *Alternaria* türlerinden oldukça farklı oldukları görülmüştür. Farklı *Alternaria* tür grupları ile patojen izolatları arasındaki genetik farklılığın bu fungus türünün tespit edilmesinde PCR' a dayalı hızlı tanı ve tespit yöntemlerinin geliştirilmesinde oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu patojen için uygun gelişme koşullarının belirlenmesinin ve genetik karakterizasyonun yapılmasının bu hastalık etmeni ile yapılacak diğer çalışmalarda araştırmacılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alhussaen, K.M., 2012. *Alternaria solani* isolated from Tomato in Jordan Valley. Research Journal of Biological Sciences, 7(8): 316-319.
- Bayraktar, H., Özer, G., Oksal, E., 2013. Phylogenetic analysis of *Alternaria* spp. and related fungi associated with cumin blight based upon analysis of nuclear ITS and Alt a1 gene sequences. 1st Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (MESMAP-2013) April 17-20, The Northern Cyprus.
- Benlioğlu, S., Delen, N., 1996. Studies on the Sporulation of the Early Blight Agent [*Alternaria solani* (Ell. and Mart.) Jones and Groul] of Tomatoes. Journal of Turkish Phytopathology, 25: 23-28.
- Castro, M.E.A., Zambolim, L., Chaves, G.M., Cruz, C.D., Matsuoka, K., 2000. Pathogenic variability of *Alternaria solani*, the causal agent of tomato early blight. Summa Phytopathologica, 26:24-28.
- Douglas, D.R., 1972. The effect of light and temperature on the sporulation of different isolates of *Alternaria solani*. Canadian Journal of Botany, 50: 629-634.
- Ellis, M.B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, Kew, Surrey, England, pp. 1-608.
- Ellis, M.B., 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, Kew. Surrey, England, pp. 1-507.
- Gemawat, P.D., Prasad, N., 1971. *Alternaria* blight of *Cuminum cyminum* L. Proceedings of the Indian National Science Academy: Biological Sciences, 38: 38-43.
- Holiday, P., 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University Press.
- Hong, S.G., Cramer, R.A., Lawrence, C.B., Pryor, B.M. 2005. Alt a1 allergen homologs from *Alternaria* and related taxa: analysis of phylogenetic content and secondary structure. Fungal Genetics and Biology, 42:119-129.
- Jadhav, B.M., Perane, R.R., Kale, A.A., Pawar, N.B., 2011. Morphological, pathological and molecular variability among *Alternaria macrospora* isolates causing leaf blight of cotton. Indian Phytopathology, 64(3): 54-257.
- Kocatürk, S., 1988. The important cumin diseases in Central Anatolia. Journal of Turkish Phytopathology 17:121.
- Lawrence, D.P., Gannibal, P.B., Peever, T.L., Pryor, B.M., 2013. The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts. Mycologia, 105: 530-546.
- Lukens, R.J., 1960. Conidial production from filter paper culture of *Helminthosporium vagans* and *Alternaria solani*. Phytopathology, 50: 867-868.
- Naik, M. K., Prasad, Y., Bhat, K. V., Rani, G. D., 2010. Morphological, physiological, pathogenic and molecular variability among isolates of *Alternaria solani* from tomato. Indian Phytopathology, 63(2): 168-173.
- Özer, G., Bayraktar, H., 2015. Determination of fungal pathogens associated with *Cuminum cyminum* in Turkey. Plant Protection Science, 51:74-79.
- Prasad, M.S., Sujatha, L.M., Rao, S.C., 2009. Analysis of cultural and genetic diversity in *Alternaria helianthi* and determination of pathogenic variability using wild *helianthus* species. Journal of Phytopathology, 157:609-617.
- Pryor, B.M., Bigelow, D.M., 2003. Molecular characterization of *Embellisia* and *Nimbya* species and their relationship to *Alternaria*, *Ulocladium* and *Stemphylium*. Mycologia, 95(6):1141-1154.
- Ramjegathesh, R., Ebenezar, E.G., 2012. Morphological and physiological characters of *Alternaria alternata* causing leaf blight disease of onion. International Journal of Plant Pathology, 3(2):34-44.
- Reader, U., Broda, P., 1985. Rapid preparation of DNA from filamentous fungi. Lett. Appl. Microbiol., 1: 17-20.
- Rodrigues, T.T., Maffia, L.A., Dhingra, O.D., Mizubuti, E.S., 2010. In vitro production of conidia of *Alternaria solani*. Tropical Plant Pathology, 35: 203-212.
- Rotem, J., 1994. The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., Maniatis, T., 1989. Molecular cloning: A Laboratory manual, 2nd edn. New York, Cold Spring Harbor Laboratory Press, pp. 1659.
- Shahzad, A., 2003. Studies on *Alternaria* leaf blotch of apple in Kashmir (Doctoral dissertation, Ph. D.(Agric.) Thesis submitted to Post Graduate Faculty, Skuastk, Shalimar, Kashmir.
- Simmons, E.G., 1992. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, challenge. In: *Alternaria Biology, Plant Diseases and Metabolites*. J. Chelkowski and A. Visconti, eds. Amsterdam, Netherlands:Elsevier Science Publishers, 1-35.
- Simmons, E.G., 2007. *Alternaria: an Identification Manual*. Utrecht, CBS Fungal Diversity Centre.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M., Kumar, S., 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Molecular Biology and Evolution, 28: 2731-2739.
- Udayashankar, A.C., Nayaka, S.C., Archana, B., Anjana, G., Niranjana, S.R., Mortensen, C.N., Lund, O.S., Prakash, H.S., 2012. Specific PCR-based detection of *Alternaria helianthi*: the cause of blight and leaf spot in sunflower. Archives of Microbiology, 194(11): 923-932.
- Waggoner, P.E., Horsfall, J.G., 1969. EPIDEM. A simulator of plant disease written for a computer. Bulletin of the Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven., 698:1-80.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds. PCR Protocols: A guide to methods and applications. San Diego, CA, USA: Academic Press, pp. 315-22.

Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.343723



Determination of the effect of whey as a nutritional supplement in different growth medium regarding to its potential to biodiesel feedstock production

Caner Koç^{a*}, Hüseyin Duran^b

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering
*Corresponding author/Sorumlu yazar: ckoc@agri.ankara.edu.tr

Geliş/Received 09/03/2017

Kabul/Accepted 15/05/2017

ABSTRACT

Large-scale production of microalgae is a costly process because of high costs of microalgae feed, artificial lighting and operational costs. Whey (CW) is one of the agricultural waste materials which contains high amounts of protein and minerals and is considered as a feed source for *Chlorella vulgaris*. The objective of this research was to determine the effects of whey on biomass production of *Chlorella vulgaris*. *Chlorella vulgaris* was produced in four different growth medium of 1) Blue Green Medium(BG11) *Chlorella vulgaris* 2) Blue Green Medium(BG11) whey (CW) *Chlorella vulgaris* 3) Bold's Basal Medium (BMM) *Chlorella vulgaris* and 4) Tap water(TW) *Chlorella vulgaris*. After 21 days of experimentation, the highest number microalgae cells, biomass gain and lipid were observed in Bold's Basal Medium (BMM) *Chlorella vulgaris* growth medium containing as 79.7x10⁶ cell mL⁻¹, 10.14 g L⁻¹ and 20.7%, respectively. It is found that whey can be considered as a promising feed source for the production of *Chlorella vulgaris*.

Keywords:
Microalgae
Photobioreactor
Chlorella vulgaris
Cheese whey
Biomass

Çeşitli yetiştirme ortamlarında ek besin olarak kullanılan peynir altı suyunun biyodizel hammaddesi *Chlorella vulgaris*'in üretim potansiyeline etkisinin belirlenmesi

ÖZET

Mikroalgler, geleceğin yenilenebilir enerji kaynaklarından görülmelerine rağmen, günümüzde büyük ölçekli üretimleri oldukça pahalı bir süreçtir. Mikroalgler tarımsal kaynaklı atık sularda yer alan kimyasalları ve ağır metalleri besin kaynağı olarak kullanarak üremelerini devam ettirebilirler. Tarımsal atık sulardan önemli bir tanesi de peynir altı suyudur. Peynir atık suyu içerdiği yoğun protein nedeniyle mikroalg yetiştirilmesi için uygun bir besin kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu çalışmada, 500 ml'lik 4 farklı yetiştirme ortamı hazırlanarak 1) Mavi yeşil alg ortamı (BG11) *Chlorella vulgaris* 2) Mavi yeşil alg ortamı (BG11) Peynir altı suyu (CW) *Chlorella vulgaris* 3) Bold's Basal ortamı (BMM) *Chlorella vulgaris* and 4) Çeşme suyu (TW) *Chlorella vulgaris* ortamlarında üretilmeye çalışılmıştır. 21 gün süren deneyler sonucunda en yüksek, hücre sayısı, biyomas ve oransal yağ miktarı artışı Bold's Basal ortamı Peynir altı suyu ve *Chlorella vulgaris* ortamında sırasıyla 79.7x10⁶ cell mL⁻¹, 10.14 g L⁻¹ ve %20.7 olarak gerçekleşmiştir. Yapılan deneylerde peynir altı suyunun *Chlorella vulgaris* üretiminde besin kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar istatistiksel analizlerle de desteklenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Mikroalg
Fotobiyoreaktör
Chlorella vulgaris
Peynir altı suyu
Biyomas

© OMU ANAJAS 2017

1. Introduction

Microalgae is considered to be a feedstock for production of renewable energy. The lipid content of some microalgae can be as high as 60% (Oncel 2013; Mehrabadi et al., 2016). In recent years, there has been a great interest in microalgae due to this feature. Although microalgae are seen as fuel sources for the

future by many scientists, large-scale production of microalgae is still an expensive process (Slade and Bauen, 2013; Olkiewicz, Torres et al., 2016). For this reason, some methods are needed to reduce the costs of microalgae production (Acien et al., 2012; Kang et al. 2015). The most costly items of microalgae cultivation are food, artificial lighting and operational costs (Amaro et al., 2012; Panoutsou et al., 2013; Koc, 2015).

Microalgae can survive in very harsh conditions. Because the essential nutrients they usually need are heavy metals (Zhu et al., 2016). Heavy metals are abundant in industrial wastes, sewage waters and agricultural wastes (Wang et al., 2010; Cai et al., 2013; Hwang et al. 2016). These wastes can lead to considerable environmental pollution, if they are released to the environment without being filtered (Abdel-Raouf et al., 2012; Wu et al., 2014; Acien et al., 2016).

Nowadays with the industrial development, many agricultural wastes are emerging. Some of the main agricultural wastes are olive mill wastewater from olive oil factories, whey from milk processing plants, animal wastes from fattening stables and poultry farms (Zheng et al., 2011; Zeng et al., 2012; Lu et al., 2015). The common feature of these agricultural wastes is that they have plenty of nitrogen, phosphorus and organic carbon that microalgae can consume as nutrients (Aravinthan et al., 2014; Krustok et al., 2015; Lu et al., 2015).

For microalgae production, open pond and closed pond photobioreactors are used. Open pond from these photobioreactors is susceptible to the environmental effects and is not suitable for homogenous production. On the other hand, closed photobioreactors are more suitable for growing microalgae, however their operating costs are very high. An alternative for microalgae production in an enclosed environment is the use of polycarbonate bags. An important advantage of the use of polycarbonate bags is the ease with which microalgae can be taken in the growing medium. The illumination source can be placed around the polycarbonate so that the depth of light penetration can easily be adjusted. This allows biomass production even at very low light intensities (Raes et al., 2014; Gupta et al., 2015; Nwoba et al., 2016).

Olive mill wastewater, an important agricultural waste produced from olive oil factories, can be used as a fertilizer as it contains high amounts of phosphorus, nitrogen and organic carbon. It has been suggested by scientists that olive mill can be used as a nutrient source for microalgae cultivation as well. For this purpose, *Scenedesmus obliquus* was cultivated (Hodaifa et al., 2013). However the most frequently encountered issue with the use of agricultural wastes for microalgae cultivation is sterilization as fungi and bacteria have adverse effects on biomass production (Olivieri et al., 2012). Another agricultural waste product is whey which is generated during the production of cheese. Whey is a byproduct of cheese production that contains about 20% of milk proteins. Whey rich in chemical, physical and functional properties. Girard et al. (2014) conducted a study on growing microalgae using cheese whey. They reported that whey contributed positively to the increase in the number of *Scenedesmus obliquus* cells (Girard et al., 2014).

The objective of this study was to grow *Chlorella vulgaris* in a growing medium enriched with cheese whey. The purpose of this study is to collect data for

large-scale production according to the results obtained from the cultivation environments used in the experiments.

2. Material and Methods

2.1. Photobioreactor's design

Low cost polycarbonate bags were used to grow microalgae in a closed environment. An air pump was used to mix the microalgae in the growing medium and to supply the necessary air. The air pump was adjustable so that air can be supplied in polycarbonate tubes at desired amounts.

2.2. Lighting Source

Fluorescent lamps (39W/T5/GROLUX) were used to provide light. The illumination intensity of the selected fluorescent lamps was $170 \mu\text{W cm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$. During the experiments, a light / dark cycle was applied to allow microalgae cells to regenerate themselves and produce lipid. For this purpose, the system was controlled by a programmable timer. A 16-h light 8-hour dark cycle was applied.

2.3. Penetration depth

Penetration depth of microalgae need to be adjusted carefully for photosynthesis (Lee and Palsson, 1995). For this purpose, fluorescent lamps were positioned around the photobioreactors so that light can reach the growing medium.

2.4. Growing medium

Chlorella vulgaris species microalgae was obtained from Ege Biotechnology Co (IZMIR, TURKEY). The algae were grown in BG11 culture growth medium consisted of KNO_3 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{CO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, EDTA. And Bold Basal Medium consisted of KH_2PO_4 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , K_2HPO_4 , NaCl , Na_2EDTA , $2\text{H}_2\text{O}$, KOH , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 (concentrated), Trace Metal Solution and H_3BO_3 . The most basic medium used in microalgae growing are blue green medium (BG11) and Bristol modified (BMM) growing medium (Vaiciulyte et al., 2014) In order to be able to investigate the effectiveness of whey in the study conducted, it has been mixed at certain rates in these growing environments.

Whey was obtained from the Dairy Factory of Ankara University for the experiments. Whey was kept at +4 °C until used in the experiments. Because of the nature of the wheywater, it was found that it contains large number of particles (sediments). These particles were separated by filtration (Tsolcha et al., 2016). The filtration process was repeated 3 times with a solid

separator. To remove the mixed aerosols from the flasks, autoclave with high vapor pressure was used and autoclave sterilization was provided for 3 hours. After autoclaving, the flasks that were kept in suitable sterile medium were then chilled. The contents of the whey used in the experiments are shown in Table 1.

The whey was sterilized for 3 hours in a high vapor pressure autoclave. After autoclaving, the flasks were allowed to cool in suitable sterile medium and were ready for microalgae (*Chlorella* sp) cultivation. The microalgae in the liquid state were transferred from the petri dish to the 1000 ml bottles to the BG11 liquid medium in a 1:10 dilution. After that, 4 different growing medium were prepared as shown in Table 2. Algae flasks were allowed to develop under sterile conditions in appropriate laboratory conditions, 220-240 V, 50-60 Hz fluorescent light.

Table 2. Growing medium.

1	BG11 + <i>Chlorella vulgaris</i> (250ml+250ml)
2	BG11 + Whey+ <i>Chlorella vulgaris</i> (250 ml+50 ml+ 200 ml)
3	BMM + Cheese Whey+ <i>Chlorella vulgaris</i> (250ml+50 ml+ 200ml)
4	TW + <i>Chlorella vulgaris</i> (250 ml+250 ml)

2.6. Determination of biomass concentration

A microscope and Thoma hemocytometer were used for microalgae cell counting (Ankara, TURKEY). In order to detect the cell count, 10 ml of material was mixed with 1 ml of isotonic diluents and cell counts were made under the microscope. The measurements were repeated every 3 days. For the cell count, the total number of cells in 1 ml was calculated by multiplying the number of cells in an area of 0.01 mm² on Thoma hemocytometer and 104 (Koc, 2015).

In order to determine the change in biomass, filter paper with a thickness of 8 µm was used. The filter papers were weighed before use, then 10 ml of sample was poured onto the filter paper. In order to determine the weight change, the paper was dried for 5 h at 75 °C in a vacuum oven. The change in biomass weight was calculated by subtracting the initial weight from the dried filter paper.

2.7. Statistical analysis

The statistical analysis of the data were made by using MINITAB. Statistical analysis was performed after the numbers were transformed to obtain a normal distribution in terms of cell intensity. For this purpose, statistical analysis was carried out after transformation of cell intensity values according to Log10. The model used for the statistical analysis is shown in Eq. 1.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk} \quad (1)$$

Table 1. Composition of milk and whey(CW)

% by weight	Milk	Whey
Fat	4.7	0.05
Lactose(milk sugar)	4.5	5.0
Casein protein	2.7	0.10
Whey protein	0.55	0.65
Minerals	0.85	0.50
Minor components	0.20	0.30
Water	86.5	93.4

2.5. Growing medium

During the experiments, pH, temperature and EC values were measured on a daily basis.

Where, Y_{ijk} is the observation value, μ is the mean of the feature that is emphasized, a_i is the day effect ($i = 1, 2, \dots, 7$), b_j is the medium effect ($j = 1, 2, 3, 4$) and e_{ijk} is the error term. Subgroup comparisons were made according to Tukey ($P < 0.05$).

2.8. Determination of lipid

In the experiments, the micro algae were kept in the centrifuge at 3000 rpm for 5 minutes for 3 times. After centrifugation, sample material was kept at 60 °C for 12h and the amount of fat was determined using a Soxhlet device (Olivieri et al., 2011).

3. Result and Discussion

3.1. Result

Chlorella vulgaris and whey were mixed at certain ratios as shown in Table 3. Microalgae with an initial concentration of 25×10^6 cells mL⁻¹ was added to all medium and the highest concentration was obtained in sample 1 (50 ml CW + 200 ml BG11 + 10 ml *Chlorella vulgaris*) at 58×10^6 cells mL⁻¹. The view of the prepared preliminary experiments is shown in Figure 1.

cost polycarbonate bags were used to grow microalgae in a closed environment. An air pump was used to mix the microalgae in the growing medium and to supply the necessary air. The air pump was adjustable so that air can be supplied in polycarbonate tubes at desired amounts.

Table 3. Preliminary experiments.

s	Growing medium	Cell concentration (cell mL ⁻¹)
1.	50 ml CW + 200 ml BG11 + 10 ml <i>Chlorella vulgaris</i>	58x10 ⁶
2.	100 ml CW + 200 ml BG11 + 10 ml <i>Chlorella vulgaris</i>	49 x10 ⁶
3.	150 ml CW + 350 ml BG11 + 10 ml <i>Chlorella vulgaris</i>	42 x10 ⁶
4.	200 ml CW + 300 ml BG11 + 10 ml <i>Chlorella vulgaris</i>	31 x10 ⁶
5.	250 ml CW + 250 ml BG11 + 10 ml <i>Chlorella vulgaris</i>	28 x10 ⁶



Figure 1. Preliminary experiments.

Growing rate was more successful in the first and second growing medium than the other flasks. Maximum cell concentration was obtained at the end of the 3rd day in the flask containing 50 ml of whey and 200 ml of BG11. In the remaining 4 preliminary growing medium, there wasn't any increase. The most important factor for this reason that whey was very intense in the flasks (Giovanardi, Baldissertotto et al. 2016). The intensive whey prevented algae to photosynthesis by blocking the penetration of light. The algae culture could not grow, because molds were observed in the flasks mentioned above. In these environments molds cannot be prevented. Based on the results obtained from the preliminary experiments, 4 main experiments were conducted based on the highest cell concentration. During these experiments pH, EC and temperature were measured every 3 days. The measured values ranged from 8.85 to 9.29 for pH, 3200 to 2600 $\mu\text{S cm}^{-1}$ for EC and 29.5 to 32.2 °C for temperature.

3.2. Cell concentration

Cell count and weight measurements were performed to determine the cell concentration. At the end of the experiments, the highest cell number increase was obtained in the third growing medium (BMM + CW + *Chlorella vulgaris*) ($79.7 \times 10^6 \text{ cell mL}^{-1}$). In other growing medium, only the number 4 decreased in the growing medium (TW + *Chlorella vulgaris*). The cell number also tended to increase in the first (BG11+*Chlorella vulgaris*) and second (BG11+CW+*Chlorella vulgaris*) growth medium (Figure 2).

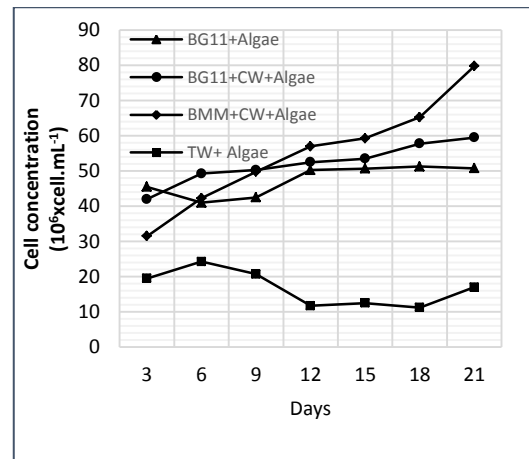


Figure 2. Cell concentration

For biomass production, the largest increase in the amount of biomass, was again obtained in third growing medium. During the experiments, the greatest biomass increase, was measured on the 18th day (12.60 g L^{-1}) (Figure 3).

During the experiments, the amount of lipid in the growing medium was determined as a percentage at the end of 21 day. As a result, the highest lipid content was obtained in BMM + CW + ALG medium with 20.7 %. BG11 + CW + Algae in 7.1 %, BG11 + Algae in 6.3 % and TW + Algae in 1.2 % (Figure 4).

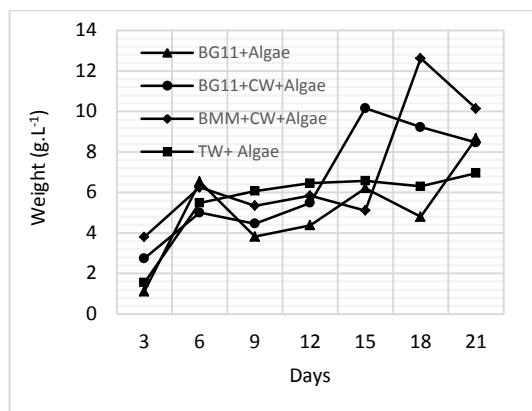


Figure 3. Evaluation of biomass weight

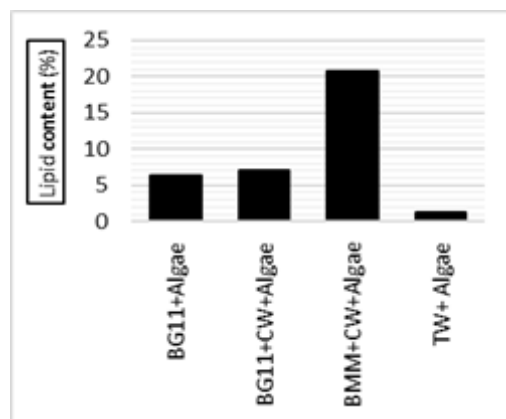


Figure 4. Lipid content (%)

Statistical significance of the treatments and interactions were summarized in Table 4. As a result of the statistical analysis, the effect of day factor on weight was significant ($P < 0.05$) and the effect of medium factor was negligible ($P > 0.05$). In comparison of subgroups; Day 1, Day 6 and Day 7 were different from $P < 0.01$. Day1 was also found to differ from day5 according to $P < 0.05$. The difference between the other

days is insignificant.

The effect of medium on cell intensity was found to be a significant at $P < 0.01$. The cell intensity density of TW + ALG is lower than other medium, and the difference was significant statistically. The differences among BG11 + ALG, BG11 + CW + ALG and BMM + CW + ALG medium were insignificant statistically ($P > 0.05$).

Table 4. Effects of treatment methods, wheyand interactions on the weight gain and cell count.

	n	Weight (gr)	Cell Concentration (Log10)	
Day		**	NS	
1	4	2.30±0.61 ^{Aa}	7.518±0.083	32,96 x10 ⁶
2	4	5.82±0.35 ^{Aa}	7.578±0.068	37,84 x10 ⁶
3	4	4.92±0.49 ^{Aa}	7.588±0.091	38,73 x10 ⁶
4	4	5.54±0.44 ^{Aa}	7.563±0.165	36,56 x10 ⁶
5	4	7.02±1.09 ^{Ab}	7.575±0.159	37,58 x10 ⁶
6	4	8.24±1.73 ^{Bb}	7.583±0.179	38,28 x10 ⁶
7	4	8.56±0.65 ^{Bb}	7.653±0.146	44,98 x10 ⁶
Growth medium		NS	**	
BG11+Algae	7	5.07±0.90	7.6743±0.0156 ^{Aa}	47,24 x10 ⁶
BG11+CW+Algae	7	6.51±1.05	7.7129±0.0190 ^{Aa}	51,63 x10 ⁶
BMM+CW+Algae	7	7.02±1.20	7.7243±0.0491 ^{Aa}	53,00 x10 ⁶
TW+ Algae	7	5.63±0.70	7.2057±0.0500 ^{Bb}	16,06 x10 ⁶

3.3. Discussion

Microalgae were cultivated in an indoor environment made of polycarbon. The risk of contamination of the growing medium with environmental factors were reduced (Singh and Dhar, 2011). Polycarbonate bags offer low cost systems for microalgae production. Polycarbonate bags can provide suitable lightning source for microalgae optimally. Optimum penetration depth can be adjusted by using large surface area (Lee et al., 2014). Polycarbonate bags are very convenient for harvesting microalgae. Production in polycarbonate bags reduce water consumption because microalgae are grown in a closed

environment (Tu et al., 2016). One of the most important and expensive parameters in microalgae cultivation is lighting (Richmond, 2004). The wavelength of illumination sources may cause characteristic changes in the microalgae structure (Glemser et al., 2016) The wavelength of the red and blue LED lamps have different effects on the microalgae cell counts and weights. Blue LED lamps are effective increase in weight of microalgae cells. Red LED lamps are effective in increasing the number of cells (Koc et al., 2013). In the experiments, fluorescent lamps (170 $\mu\text{W cm}^{-2} \text{nm}^{-1}$) were used as an illumination source. Fluorescent lamps consume more energy than LED lamps. However, fluorescent lamps have been

used effectively in this study because they are closer to daylight and contain wavelengths required for photosynthesis (Schulze et al., 2016). Fluorescent lamps can provide effective penetration depth. The lamps were located at a distance of about 10 cm near the photobioreactors for effective illumination. Lighting sources are not located too close to the microalgae due to temperature effects (Lee and Palsson 1995).

In order to determine the effect of whey on the biodiesel potential of *Chlorella vulgaris*, CO₂ is not supplied to the system but only air is mixed. According to the literature, the lipid content of *Chlorella vulgaris* is 20-53% (Yeh and Chang 2012). For this species used in experiments, the highest lipid percentage was found as 20.7%. Higher lipid ratios can be achieved by adding CO₂ to the BMM medium with cheese whey in the growing media (Adamczyk 2016, Ismail 2016, Parupudi 2016).

4. Conclusion

In this study, the possibility of using whey as an additional nutrient in the biomass production of *Chlorella vulgaris* was investigated. Positive results were achieved after 21 days out of four different growing medium created for this purpose. The highest increase in cell count, biomass weight and lipid ratio in whey + BMM growing medium was 79.7×10^6 cells mL⁻¹, 12.60 g L⁻¹ and 20.7%, respectively. As a result of this study, whey can be used together with BMM as an additional nutrient to cultivate *Chlorella vulgaris*. Higher amount of lipid rates can be obtained for biomass with CO₂ addition to the growth medium.

References

- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A.A., Ibraheem, I.B.M., 2012. Microalgae and wastewater treatment. Saudi Journal of Biological Sciences, 19(3), doi:10.1016/j.sjbs.2012.04.005.
- Acien, F.G., Fernandez, J.M., Magan, J.J., Molina, E., 2012. Production cost of a real microalgae production plant and strategies to reduce it. Biotechnology Advances, 30(6): 1344-1353. doi:10.1016/j.biotechadv.2012.02.005.
- Acien, F.G., Gomez-Serrano, C., Morales-Amaral, M.M., Fernandez-Sevilla, J.M., Molina-Grima, E., 2016. Wastewater treatment using microalgae: how realistic a contribution might it be to significant urban wastewater treatment? Applied Microbiology and Biotechnology, 100(21): 9013-9022. doi:10.1007/s00253-016-7835-7.
- Adamczyk, M., Lasek, J., Skawinska, A., 2016. CO₂ Biofixation and Growth Kinetics of *Chlorella vulgaris* and *Nannochloropsis gaditana*. Applied Biochemistry and Biotechnology, 179(7): 1248-1261. doi:10.1007/s12010-016-2062-3.
- Amaro, H.M., Macedo, A.C., Malcata, F.X., 2012. Microalgae: An alternative as sustainable source of biofuels? Energy, 44(1): 158-166.
- Aravinthan, V., Story, N., Yusaf, T., 2014. Nutrient removal of nursery and municipal wastewater using *Chlorella vulgaris* microalgae for lipid extraction. Desalination and Water Treatment, 52(4-6): 727-736.
- Cai, T., Park, S.Y., Li, Y.B., 2013. Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: Status and prospects. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 19: 360-369. doi:10.1016/j.rser.2012.11.030.
- Giovanardi, M., Baldissarotto, C., Daglia, M., Ferroni, L., Sabia, A., Pancaldi, S., 2016. Morpho-physiological aspects of *Scenedesmus acutus* PVUW12 cultivated with a dairy industry waste and after starvation. Plant Biosystems, 150(4): 767-775. doi:10.1080/11263504.2014.991361.
- Girard, J.M., Roy, M.L., Ben Hafsa, M., Gagnon, J., Faucheux, N., Heitz, M., Deschenes, J.S., 2014. Mixotrophic cultivation of green microalgae *Scenedesmus obliquus* on wheypermeate for biodiesel production. Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts, 5: 241-248. doi:10.1016/j.algal.2014.03.002.
- Glemser, M., Heining, M., Schmidt, J., Becker, A., Garbe, D., Buchholz, R., Bruck, T., 2016. Application of light-emitting diodes (LEDs) in cultivation of phototrophic microalgae: current state and perspectives. Applied Microbiology and Biotechnology, 100(3): 1077-1088. doi:10.1007/s00253-015-7144-6.
- Gupta, P.L., Lee, S.M., Choi, H.J. 2015. A mini review: photobioreactors for large scale algal cultivation. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 31(9): 1409-1417. doi:10.1007/s11274-015-1892-4.
- Hodaifa, G., Sanchez, S., Martinez, M.E., Orpez, R., 2013. Biomass production of *Scenedesmus obliquus* from mixtures of urban and olive-oil mill wastewaters used as culture medium. Applied Energy, 104: 345-352. doi:10.1016/j.apenergy.2012.11.005.
- Hwang, J.H., Church, J., Lee, S.J., Park, J., Lee, W.H., 2016. Use of Microalgae for Advanced Wastewater Treatment and Sustainable Bioenergy Generation. Environmental Engineering Science, 33(11): 882-897.
- Ismail, D., 2016. Utilization Of *Chlorella Vulgaris* To Fixate A High Concentration Of Carbon Dioxide In A Compost-Based Medium. International Journal of Technology, 7(1): 168-175.
- Kang, Z., Kim, B.H., Ramanan, R., Choi, J.E., Yang, J.W., Oh, H.M., Kim, H.S., 2015. A Cost Analysis of Microalgal Biomass and Biodiesel Production in Open Raceways Treating Municipal Wastewater and under Optimum Light Wavelength. Journal of Microbiology and Biotechnology, 25(1): 109-118. doi:10.4014/jmb.1409.09019.
- Koc, C., 2015. Comparing Growth Phase of Three Microalgae Species under Different Illumination Sources in a Photo-Bioreactor (Pbr). Fresenius Environmental Bulletin, 24(12a): 4435-4445.
- Koc, C., Anderson, G. A., Kommareddy, A. 2013. Use of Red and Blue Light-Emitting Diodes (LED) and Fluorescent Lamps to Grow Microalgae in a Photobioreactor. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 65.
- Krustok, I., Odlare, M., Shabiimam, M.A., Truu, J., Truu, M., Ligi, T., Nehrenheim, E., 2015. Characterization of algal and microbial community growth in a wastewater treating batch photo-bioreactor inoculated with lake water. Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts, 11: 421-427. doi:10.1016/j.algal.2015.02.005.
- Lee, C.G., Palsson, B.O., 1995. Light-Emitting Diode-Based Algal Photobioreactor with External Gas-Exchange. Journal of Fermentation and Bioengineering, 79(3): 257-263. doi:10.1016/0922-338x(95)90613-5.

- Lee, E., Pruvost, J., He, X., Munipalli, R., Pilon, L., 2014. Design tool and guidelines for outdoor photobioreactors. *Chemical Engineering Science*, 106: 18-29. doi:10.1016/j.ces.2013.11.014.
- Lu, W.D., Wang, Z.M., Wang, X.W., Yuan, Z.H., 2015. Cultivation of *Chlorella* sp using raw dairy wastewater for nutrient removal and biodiesel production: Characteristics comparison of indoor bench-scale and outdoor pilot-scale cultures. *Bioresource Technology*, 192: 382-388. doi:10.1016/j.biortech.2015.05.094.
- Mehrabadi, A., Craggs, R., Farid, M.M., 2016. Biodiesel production potential of wastewater treatment high rate algal pond biomass. *Bioresource Technology*, 221: 222-233. doi:10.1016/j.biortech.2016.09.028.
- Nwoba, E.G., Ayre, J.M., Moheimani, N.R., Ubi, B.E., Ogbonna, J. C., 2016. Growth comparison of microalgae in tubular photobioreactor and open pond for treating anaerobic digestion piggery effluent. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 17: 268-276. doi:10.1016/j.algal.2016.05.022.
- Olivieri, G., Marzocchella, A., Andreozzi, R., Pinto, G., Pollio, A. 2011. Biodiesel production from *Stichococcus* strains at laboratory scale. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 86(6): 776-783. doi:10.1002/jctb.2586.
- Olivieri, G., Russo, M.E., Giardina, P., Marzocchella, A., Sannia, G., Salatino, P., 2012. Strategies for dephenolization of raw olive mill wastewater by means of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 39(5): 719-729. doi:10.1007/s10295-011-1072-y.
- Olkiewicz, M., Torres, C.M., Jimenez, L., Font, J., Bengoa, C., 2016. Scale-up and economic analysis of biodiesel production from municipal primary sewage sludge. *Bioresource Technology*, 214: 122-131. doi:10.1016/j.biortech.2016.04.098.
- Oncel, S.S., 2013. Microalgae for a macroenergy world. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 26, 241-264. doi:10.1016/j.rser.2013.05.059.
- Panoutsou, C., Bauen, A., Bottcher, H., Alexopoulou, E., Fritsche, U., Uslu, A., Maniatis, K., 2013. Biomass Futures: an integrated approach for estimating the future contribution of biomass value chains to the European energy system and inform future policy formation. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr*, 7(2): 106-114. doi:10.1002/bbb.1367.
- Parupudi, P., Kethineni, C., Dhamole, P. B., Vemula, S., Allu, P. R., Botlagunta, M., Ronda, S. R., 2016. CO₂ fixation and lipid production by microalgal species. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 33(2): 587-593. doi:10.1007/s11814-015-0152-5.
- Raes, E.J., Isdepsky, A., Muylaert, K., Borowitzka, M.A., Moheimani, N.R., 2014. Comparison of growth of *Tetraselmis* in a tubular photobioreactor (Biocoil) and a raceway pond. *Journal of Applied Phycology*, 26(1): 247-255. doi:10.1007/s10811-013-0077-5.
- Richmond, A., 2004. *Handbook on Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. 23, 37: 125-172. Iowa State Press, Iowa: Blackwell Publishing.
- Schulze, P.S.C., Pereira, H.G.C., Santos, T.F.C., Schueler, L., Guerra, R., Barreira, L.A., Varela, J.C.S., 2016. Effect of light quality supplied by light emitting diodes (LEDs) on growth and biochemical profiles of *Nannochloropsis oculata* and *Tetraselmis chuii*. *Algal Research*, 16: 387-398. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.algal.2016.03.034.
- Singh, N.K., Dhar, D.W., 2011. Microalgae as second generation biofuel. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(4): 605-629. doi:10.1007/s13593-011-0018-0.
- Slade, R., Bauen, A., 2013. Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects. *Biomass & Bioenergy*, 53: 29-38. doi:10.1016/j.biombioe.2012.12.019.
- Tsolcha, O.N., Tekerlekopoulou, A.G., Akkratos, C.S., Bellou, S., Aggelis, G., Katsiapi, M., Vayenas, D.V., 2016. Treatment of second wheyeffluents using a Choricystis-based system with simultaneous lipid production. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 91(8): 2349-2359. doi:10.1002/jctb.4829.
- Tu, Q. S., Lu, M.M., Thiansathit, W., Keener, T.C., 2016. Review of Water Consumption and Water Conservation Technologies in the Algal Biofuel Process. *Water Environment Research*, 88(1): 21-28. doi:10.2175/106143015x14362865227517.
- Vaiciulyte, S., Padovani, G., Kostkeviciene, J., Carlozzi, P., 2014. Batch Growth of *Chlorella Vulgaris* CCALA 896 versus Semi-Continuous Regimen for Enhancing Oil-Rich Biomass Productivity. *Energies*, 7(6): 3840-3857. doi:10.3390/en7063840.
- Wang, L.A., Min, M., Li, Y.C., Chen, P., Chen, Y.F., Liu, Y. H., Ruan, R., 2010. Cultivation of Green Algae *Chlorella* sp in Different Wastewaters from Municipal Wastewater Treatment Plant. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162(4): 1174-1186. doi:10.1007/s12010-009-8866-7.
- Wu, Y.H., Hu, H.Y., Yu, Y., Zhang, T. Y., Zhu, S. F., Zhuang, L. L., Lu, Y. 2014. Microalgal species for sustainable biomass/lipid production using wastewater as resource: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 33: 675-688. doi:10.1016/j.rser.2014.02.026.
- Yeh, K. L., Chang, J. S., 2012. Effects of cultivation conditions and medium composition on cell growth and lipid productivity of indigenous microalga *Chlorella vulgaris* ESP-31. *Bioresource Technology*, 105: 120-127. doi:10.1016/j.biortech.2011.11.103.
- Zeng, X.H., Danquah, M. K., Zheng, C., Potumarthi, R., Chen, X. D., Lu, Y. H., 2012. NaCS-PDMAAC immobilized autotrophic cultivation of *Chlorella* sp for wastewater nitrogen and phosphate removal. *Chemical Engineering Journal*, 187: 185-192. doi:10.1016/j.cej.2012.01.119.
- Zheng, J., Li, Z.B., Lu, Y.H., Tang, X.M., Lu, B., Li, Y.Y., Zhou, J. X., 2011. Cultivation of the microalga, *Chlorella pyrenoidosa*, in biogas wastewater. *African Journal of Biotechnology*, 10(61): 13115-13120.
- Zhu, L.D., Li, Z.H., Hiltunen, E., 2016. Strategies for Lipid Production Improvement in Microalgae as a Biodiesel Feedstock. *Biomed Research International*. doi:Artn 8792548 10.1155/2016/8792548.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.343724



Yenibahar (*Pimenta dioica* L.) meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Ebubekir Altuntaş*, Müberra Erdoğan

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Sorumlu yazar/corresponding author: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

Geliş/Received 21/04/2017

Kabul/Accepted 21/09/2017

ÖZET

Bu çalışmada, *Pimenta dioica* L. bitkisinin kurutulmuş meyvesi olan yenibahar meyvesi (news spice, allspice) ve tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik ortalama çapı, yüzey alanı, hacmi, gerçek ve yığın hacim ağırlıkları, renk özellikleri, mekanik özellikler ile sürtünme katsayısına ait değerler belirlenmiştir. Buna göre, yenibahar meyvesi ve tohumları geometrik ortalama çap değerleri 7.97 mm ve 4.18 mm, yüzey alanı değerleri ise 2.11 cm² ve 0.553 cm² olarak saptanmıştır. Bununla birlikte yenibahar meyvesi ve tohumlarının ağırlıkları sırasıyla 0.18 g ve 0.065 g olarak bulunurken, gerçek hacim ağırlıkları sırasıyla 897.72 kg m⁻³ ve 1892.3 kg m⁻³ olarak belirlenmiştir. Yenibahar meyvelerinin renk ölçümlerindeki karakteristik L*, a*, b* değerleri sırasıyla 34.2, 5.53, 2.67 olarak bulunurken, yenibahar tohumlarının (L*, a*, b*) değerleri sırasıyla 32.8, 5.56, 1.32 olarak bulunmuştur. Yenibahar meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla cam ve lastik yüzeyde bulunmuştur. Yenibahar meyvesinin kırılma kuvveti X, Y ve Z eksenleri için 60 mm h⁻¹ hızında sırasıyla 25.74, 27.40, 38.48 N olarak bulunmuştur. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik, volumetrik ve mekanik özellikleri hasat sonrası uygulamalarda kullanılan alet ve ekipmanların tasarımına katkı sunacak, ve ekonomik değerini artıracaktır.

Anahtar Sözcükler:
Yenibahar
Geometrik özellikleri
Renk özellikleri
Mekanik özellikler

Determination of some physical properties of allspice (*Pimenta dioica* L.) fruit

ABSTRACT

Allspice is the dried fruit of the *Pimenta dioica* plant. In this study, some physical properties of allspice were determined. The geometric mean diameter, surface area, volume, true and bulk densities and static friction coefficient values of allspice fruit and seed were determined. The geometric mean diameter values of the fruit and seed of allspices were as 7.97 mm and 4.18 mm, whereas, the surface area values were as 2.11 cm² ve 0.553 cm², respectively. The fruit masses of fruit and seed of the allspices were as 0.18 g and 0.065 g, whereas, the true densities of fruit and seed of the allspice fruit were as 897.72 kgm⁻³ ve 1892.3 kg m⁻³, respectively. Colour characteristics (L*, a*, b*) of allspice fruits were obtained as 34.2, 5.53, 2.67; whereas (L*, a*, b*) of allspice seeds were found as 32.8, 5.56, 1.32, respectively. The lowest and highest static coefficient of friction values of allspice fruits were found for glass and rubber surfaces, respectively. Rupture force of allspice fruits along X, Y, Z axes at 60 mm min⁻¹ compression speed were obtained as 25.74, 27.40, 38.48 N, respectively. Geometric, volumetric, colour and mechanical properties of allspice fruit and seeds will serve to design the equipment used in postharvest treatments and will increase their economic value.

Keywords:
Allspice
Geometric properties
Colour properties
Mechanical properties

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Mersingiller familyasının yaprağını dökmeyen bir üyesi olan yenibahar veya diğer adıyla “Jamaika Biberi”, genel olarak Amerika’nın tropikal bölgelerinde yetişen bir bitkinin meyvelerinin yeşilken koparılıp kurutulması sonucu elde edilir. Oldukça kokulu bir baharat olan yenibahar; hindistan cevizi, tarçın, karanfil,

kakule, karabiber, zencefil gibi birçok baharatın kokusunu içermesinden dolayı İngilizcede “Allspice” yani “tüm baharatlar” olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 2017a; Peter, 2004). Yenibahar bitkisi, 1494’te Columbus tarafından karabiber ile ilgili yeni kaynaklar araştırılırken keşfedilmiştir. Adını tarçın, biber, karanfil ve ardıç çileklerinin birleşimi olarak tanımlanan meyve tadından alır. Bitki adı ‘pimenta’

(Portekizce) ve 'pimienta' (İspanyolca) 'biber' anlamındadır. Ayrıca Orta Amerika ve Meksika'da yetiştirilmektedir (Anonim, 2017b; Peter, 2004).

Yenibahar meyvelerinin temel bileşenlerine bakıldığında % 2.5 esansiyel yağ içermektedir. Ana bileşenler olarak ojenol, ojenol metil eter ve terpenler (mirken, 1,8-sineol ve α -phellandrene) bulunmaktadır. Jamaika'daki meyvelerde, ojenol (% 65-90) ana bileşendir; Meksika'daki meyvelerde ise az miktarda mirsen (%15) ve ojenol (%10) ile metil ojenol (% 50-60) hakimdir (Anonim, 2017c).

Pimenta dioica L. bitkisinin kurutulmuş meyvesi olan yenibahar meyvesidir. Kurutulmuş meyveler pimenta ticari çeşididir. Hasat edilen meyvelerin kurutma işlemi 5-10 gün sürmekte ve nem içeriği % 12-14 nem düzeyine kadar düşürülmektedir (Peter, 2004). Yenibahar çeşitli yemeklerde baharat olarak kullanılır. Kullanıldığı yemeklere güzel bir tat ve hoş bir koku vermektedir. Baharat olarak kullanılmasının yanında birçok faydası da bulunmaktadır. Örnek olarak antiseptik, anestetik, analjezik ve antioksidan özellikleri bulunan yenibahar vücutta pek çok hastalığa neden olabilen serbest radikallere karşı koruma sağlamak, damar sertliğini önlemek, hazmı kolaylaştırmak, vücut direncini artırmak, unutkanlığı gidermek vb. sayılabilir (Anonim, 2017d). Yenibahar meyve ve tohumlarının fiziksel özelliklerinin bilinmesi, ürünlerin ekimi, hasat ve hasat sonrası kullanılacak makine, enerji ve tarımsal yapı sistemlerinin tasarımında ve üretilmesinde önemli olmaktadır. Fiziksel özellikler; ürünün uzunluk, kalınlık, genişlik gibi temel boyutları ve temel boyutlar kullanılarak küresellik, geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve hacim hesabı, bin tane ağırlığı, gözenekliliği, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, yığılma açısı, sürtünme katsayısı vb. parametreleridir.

Hasat ve hasat sonrası mekanizasyon tarımsal üretimde en önemli aşamalardan birisidir. Son yıllarda farklı ürün grupları içinde farklı hasat-harman ve hasat sonrası ürün işleme sistemlerinin geliştirilmesinde tıbbi ve aromatik bitkiler önemli bir çalışma alanı oluşturmuştur. Tıbbi ve aromatik bitkiler ile ilgili hasat-harman mekanizasyonu ve hasat sonrası ürün işleme teknolojisinin oluşturulmasına yönelik teknolojiler ülkemizde geliştirilememiş olup, tıbbi ve aromatik bitkilerin hasadı elle ya da biçerbağlarla çiçeklenme döneminde yapılmakta, harmanı ise belirli bir süre kurutulduktan sonra birbirine çarptırılarak gerçekleştirilmektedir. Bu durum iş gücüne, bitkilerde ürün kaybına, zedelenmeye yol açmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin hasadı, harmanı, taşınması ve paketlenmesi gibi üretim aşamalarında karşılaşılan bu olumsuzlukların en aza indirilebilmesi için bitkilerin fiziko-mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Gökdoğan, 2015). Yenibahar meyvesi ve tohumlarının fiziko-mekanik özellikleriyle ilgili herhangi bir bilimsel literatüre rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, yenibahar meyvesi ve tohumlarının bazı fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Yenibahar meyvesi ve tohumları Tokat İlinde baharat bitkileri satan bir marketten temin edilmiştir. Ybahar meyvesi ve tohumları Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında denemeye alınmadan önce, örnekler arasındaki kırık, zedeli, şekilsiz ve diğer yabancı materyallerden ayıklanmıştır. Yenibahar meyveleri ve tohumlarının nem içerikleri için örnek materyaller 105 °C sıcaklıkta 24 h etüvde kurutulmasıyla ve kuru baza göre bulunmuştur (Yurtlu ve ark., 2010). Yenibahar meyvesi ve tohumlarının nem içerikleri sırasıyla % 9.14 ve % 10.19 olarak belirlenmiştir.

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının rastgele seçilen 100 adet materyaller üzerinde e yapılan ölçümlerde uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ölçülmüştür. Uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümleri 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkları 0.001 g hassasiyetli elektronik bir terazide ölçülerek meyve tohumların birim ağırlıkları tespit edilmiştir. Meyve ve tohumların geometrik ortalama çapları (D_g) ve küresellik değerleri (ϕ) ve yüzey alanları (S)'nın aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir (Mohsenin, 1970):

$$D_g (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$\phi = \left[\frac{D_g}{L} \right] \quad (2)$$

$$S = \pi (D_g)^2 \quad (3)$$

Eşitliklerde; L : uzunluk (mm); W : genişlik (mm); T : kalınlık (mm); D_g : geometrik ortalama çap (mm); S : yüzey alanı (mm²)'dir.

Yenibahar meyve ve tohumlarının yığın hacim ağırlığı için hektolitreye yöntemi kullanılmış olup, meyve hacim ağırlığı için sıvı yer değiştirme metodu ve saf su kullanılarak tespit edilmiştir. Gözeneklilik (ε) değerinin belirlenmesinde ise aşağıda verilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Mohsenin, 1970; Altuntaş, 2008):

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_f} \right] \times 100 \quad (4)$$

Eşitlikte; ε : gözeneklilik (%); ρ_b : yığın hacim ağırlığı (kg m⁻³) ve ρ_f : meyve hacim ağırlığı (kg m⁻³)'dir.

Denemelerde yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik özelliklerinin belirlenmesi için rastgele 100 adet meyve ve tohum seçilmiştir. Volumetrik, renk ve mekanik özelliklerle ilgili rastgele 45 meyve ve tohum kullanılmıştır.

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının renk karakteristikleri CR-400 model bir renk ölçer yardımıyla (Minolta, CR-400, Tokyo, Japonya), tespit edilmiştir. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının renkleri CIE L^* , a^* ve b^* cinsinden belirlenmiştir. Hazırlanan

skalaya göre, L^* değeri; parlaklık, 0 karanlık, 100 aydınlık, a^* değeri; + değerler kırmızılığı, - değerler yeşilliği ve b^* değeri ise; + değerler sarılığı, - değerler maviliği ifade etmektedir. (Jha ve ark., 2005; McGuire, 1992).

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının farklı yüzeylerdeki (galvaniz metal, cam, PVC, kontrplak ve lastik) sürtünme katsayılarının ölçümünde eğimli masa deney düzeneği kullanılmıştır. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının yüzey üzerinde bir vidalı kol yardımıyla eğimli masada belirli açı yapılacak şekilde yükseltilmesi sağlanmıştır. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının ilk hareketine kadar elde edilen yatay ve düşey yükseklikler kaydedilerek, sürtünme yüzeyinin yatay düzlemle yaptığı açının tanjantı statik sürtünme katsayı değeri olarak belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2007).

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının mekanik özellikleri, SH-2, 500 N (Sundoo SH-2, 500 N Çin) biyolojik materyal test cihazı kullanılarak saptanmıştır. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının sıkıştırma testleri için, meyve ve tohum örnekleri üzerinden 14.87 mm çaplı plaka ile X (uzunluk), Y (genişlik) ve Z (kalınlık) eksenleri boyunca ölçümler yapılmıştır (Altuntaş ve Erkol, 2011; Yurtlu ve ark., 2010).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Geometrik ve volumetrik özellikler

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ortalama ve standart sapma değerleri, Çizelge 1, 2 ve 3'de verilmiştir. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik özellikleri kapsamında uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerinin ortalaması sırasıyla; meyveler için; 7.80, 8.07 ve 8.01 mm, tohumlar için; 5.46, 4.65 ve 2.92 mm olarak belirlenmiştir.

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik ortalama çap ve küresellik değerleri sırasıyla; 7.97 mm ve 0.97, tohumlar için; 4.18 mm ve 0.76 olarak saptanmıştır. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının yüzey alanı değerleri ise sırasıyla; 2.11 cm² ve 0.553 cm² olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Volumetrik özellikler yenibahar meyvesi ve tohumları için incelendiğinde, meyve ağırlığı sırasıyla 0.18 ve 0.065 g, meyve hacmi değerleri 2.67 ve 0.392 cm³, yığın hacim ağırlıkları 714.76 ve 538.67 kg m⁻³, meyve hacim ağırlıkları ise 897.72 ve 1892.3 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Meyve hasat sonrası depolama yapılarında kullanılacak önemli bir parametre olan gözeneklilik değeri ise, yenibahar meyvesi için %18.46 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının bazı geometrik ve volumetrik özellikleri

Fiziksel özellikler	Meyve		Tohum	
Geometrik ve volumetrik özellikler	Ortalama	S.H (*)	Ortalama	S.H (*)
Uzunluk, L (mm)	7.80	0.627	5.46	0.412
Genişlik, W (mm)	8.07	0.560	4.65	0.646
Kalınlık, T (mm)	8.01	0.598	2.92	0.437
Geometrik ortalama çap, D_g (mm)	7.97	0.421	4.18	0.353
Küresellik, ϕ	0.97	0.015	0.76	0.052
Meyve ağırlığı, M (g)	0.18	0.059	0.065	0.083
Yığın hacim ağırlığı, ρ_b (kg m ⁻³)	714.76	10.00	538.67	10.00
Meyve hacim ağırlığı, ρ_f (kg m ⁻³)	897.72	67.00	1892.3	19.00
Gözeneklilik, ε (%)	18.46	6.3	68.8	3.55
Yüzey alanı, S (cm ²)	2.11	0.286	0.553	0.091
Meyve hacmi, V (cm ³)	2.67	0.425	0.392	0.095

S.H:Standart hata değerleri

Ercisli ve ark. (2011) fındık çeşitlerinin fiziksel özelliklerini belirledikleri çalışmalarında kabuklu fındık çeşitlerinin geometrik ortalama çap, meyve ağırlığı, küresellik ve yüzey alanı değerlerini sırasıyla 17.52 - 22.41 mm, 1.80 - 4.15 g, 0.69-0.97, 8.21-15.82 cm² aralığında değişim gösterdiklerini bildirmişlerdir. Yenibahar meyvesinin kabuklu örneklerinin küresellik değerleri kabuklu fındık meyveleriyle benzerlik gösterirken, geometrik ortalama çap, meyve ağırlığı ve yüzey alanı değerleri kabuklu fındık örneklerinden daha küçük olduğu görülmüştür. Ozguven and Vursavus (2005) çam fıstığının fiziksel özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı değerlerini sırasıyla 983.59 kg m⁻³

ve 619.85 kg m⁻³ olarak belirlemişlerdir. Yenibahar meyvesinin meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı değerleri çam fıstığı meyvelerinin meyve hacim ağırlığı değerlerinden daha düşük ve yığın hacim ağırlığı değerlerinden daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Altuntaş ve Karadağ (2006) burçak, mürdümük ve korunga tohumlarının bazı fiziksel özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, tohumların ortalama ve maksimum meyve hacim ağırlıklarını sırasıyla burçak için 1543.32 ve 1762.43 kg m⁻³; mürdümük için 1273.31 ve 325.04 kg m⁻³; korunga için ise; 674.53 ve 782.36 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Yenibahar tohumlarının meyve hacim ağırlığı

değerleriyle burçak tohumlarının meyve hacim ağırlığı değerlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir.

3.2. Renk özellikleri

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının renk ölçümlerindeki karakteristik değerleri sırasıyla L^* değeri için, sırasıyla 34.2 ve 32.8; a^* değeri için 5.53 ve 5.56; b^* değeri için ise 2.67 ve 1.32 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Ercisli ve ark. (2011) fındık

çeşitlerinin fiziksel özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, kabuklu fındık için a^* değerlerini 8.67 - 14.33 aralığında; b^* değerlerini ise 13.23 - 23.82 aralığında belirlerken, iç fındık olarak ise a^* değerlerini 9.44 - 12.63 aralığında, b^* değerlerini ise 18.08 - 24.01 aralığında tespit etmişlerdir. Bu açıdan yenibahar meyveleri ve tohumlarının a^* ve b^* değerleri kabuklu fındık ve iç fındık meyve örneklerinden daha düşük değerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Yenibahar meyveleri ve tohumlarının renk özellikleri

Renk özellikleri	Meyve		Tohum	
	Ortalama	S.H	Ortalama	S.H
L^*	34.2	1.25	32.8	2.34
a^*	5.53	0.441	5.56	0.905
b^*	2.67	0.623	1.32	0.973

S.H: Standart hata değerleri

3.3. Mekanik özellikler

Yenibahar meyvesi ve tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri galvaniz sac, kontrplak, PVC, cam ve lastik olmak üzere 5 farklı sürtünme yüzeylerinde incelenmiştir. Yenibahar meyvesinin farklı sürtünme yüzeyleri için sürtünme katsayısı sırasıyla; 0.27, 0.32, 0.25, 0.21 ve 0.37 yenibahar tohumlarının farklı

sürtünme yüzeyleri için sürtünme katsayısı değerleri sırasıyla; 0.32, 0.40, 0.31, 0.19 ve 0.38 olarak belirlenmiştir. Meyvenin statik sürtünme katsayısı değerlerinde en düşük değer cam yüzeyde, en yüksek değer ise lastik yüzeyde, tohumların statik sürtünme katsayısı değerlerinde en düşük değer cam yüzeyde, en yüksek değer ise kontrplak yüzeyde bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yenibahar meyveleri ve tohumlarının mekanik özellikleri

Mekanik özellikler				
Sıkıştırma testi	Değerler			
	Meyve		Tohum	
	Ort.	S.H	Ort.	S.H
Kırılma kuvveti (X eksen, N)	25.74	4.02	11.8	0.41
(Y eksen, N)	27.40	1.25	-	-
(Z eksen,N)	38.48	8.17	-	-
Statik sürtünme katsayısı				
Galvaniz sac	0.27	0.011	0.32	0.018
Kontrplak	0.32	0.03	0.40	0.029
PVC	0.25	0.024	0.31	0.02
Cam	0.21	0.004	0.19	0.014
Lastik	0.37	0.015	0.38	0.012

S.H.: Standart hata değerleri

Yenibahar meyvesinin sıkıştırma değerleri 60 mm min^{-1} hızında kuvvet uygulanarak kırılma kuvveti değerleri X ekseninde 25.74 N, Y ekseninde 27.40 N ve Z ekseninde 38.48 N olarak saptanmıştır. Ancak yenibahar tohumlarının ise sadece X eksenine kuvvet uygulanabilmiş ve kırılma kuvveti değeri 11.8 N olarak belirlenmiş, diğer eksenlerde ölçüm yapılamamıştır.

Kibar, (2006) fındık çeşitlerinin statik sürtünme katsayılarını belirledikleri çalışmada, fındık çeşitlerinden badem fındıkların statik sürtünme katsayısı

galvaniz sac ve kontrplak yüzeyler için sırasıyla 0.29 ve 0.24 olarak tespit etmiştir. Statik sürtünme katsayıları açısından fındık çeşitlerinin sürtünme katsayısı ile kabuklu yenibahar tohumunun değerlerine yakın sonuçlar göstermiştir.

Shirkole ve ark. (2013) soya fasulyesi tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerlerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmalarında, TAMS-38 ve JS-335 çeşitlerinin sürtünme katsayısı değerlerinin lastik yüzeyde en yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bu

çalışmada yenibahar meyvesinin statik sürtünme katsayısı değerleri de en yüksek lastik yüzeyde bulunmuştur. Bu açıdan çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

4. Sonuç

Tıbbi ve aromatik bitkilerden yenibahar meyvesi ve tohumlarının hasat-harman mekanizasyonu ile hasat sonrası üretim teknolojisine yönelik olarak biyoteknik özelliklerinin bilinmesi, bu amaca yönelik kullanılacak makine ve ekipman ile kullanılacak sistemlerin tasarımında dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, yenibahar meyvesinin ve tohumlarının sırasıyla % 9.14 ve % 10.19 nem içeriklerinde elde edilen bazı bulgular aşağıda özetlenmiştir.

-Yenibahar meyvelerinin tohumlara göre daha küresel olduğu görülmüştür.

-Yenibahar meyvesinin gerçek hacim ağırlığı değerleri tohumların gerçek hacim ağırlığına daha yüksek değerde bulunurken, yığın hacim ağırlıkları daha düşük değerde bulunmuştur.

-Yenibahar meyveleri ve tohumlarının statik sürtünme katsayısı cam yüzeyde diğer sürtünme yüzeylerine göre daha düşük değerde bulunmuştur. Buna sebep olarak cam yüzeyin daha düzgün, kaygan ve parlak yüzeye sahip olmasından kaynaklanmıştır.

-Yenibahar meyvelerinin renk ölçüm karakteristiklerinden L^* , b^* değerleri tohumlara ait değerlerden daha düşük değerde bulunmuştur.

-Yenibahar meyvesinin sıkıştırma testleri sonucu kırılma kuvveti değerleri X ekseninde Y ve Z eksenlerine göre daha düşük bulunmuştur. Yenibahar meyvelerinin kurutma işlemi sonucu nem içeriği %12-14'ler düzeyine düşürüldüğü için araştırma materyali kullanılan yenibahar meyveleri ve tohumlarının depolamaya uygun olduğu görülmektedir.

-Yenibahar meyveleri ve tohumlarının geometrik, volumetrik ve mekanik özellikleri hasat sonrası uygulamalar olan taşıma, temizleme-sınıflandırma, ürün işleme ve depolamada kullanılacak sistemlerde kullanılacak makine tasarımlarına önemli katkı sunacaktır.

Kaynaklar

Altuntaş, E., Karadağ, Y., 2006. Some Physical and Mechanical Properties of Sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam.), Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and Bitter Vetch (*Vicia ervilia* (L.) seeds. *Journal of Applied Sciences*, 6(6): 1373-1379.

Altuntas, E., 2008. Some Physical Properties of Pumpkin (*Cucurbita Pepo* L.) and Watermelon (*Citrullus Lanatus* L.) Seeds. *Ankara University*

Faculty of Agriculture, *Journal of Agricultural Sciences*, 14 (1): 62-69.

Altuntas, E., Erkol, M., 2011. The Effects of Moisture Content, Compression Speeds and Axes on Mechanical Properties of Walnut Cultivars. *Food and Bioprocess Technology*, (7): 1288-1295.

Anonim, 2017a. <http://www.tabiat.net>. (Erişim tarihi: 21.02.2017).

Anonim, 2017b. <https://www.globalherbalsupplies.com>. (Erişim tarihi: 14.04.2017).

Anonim, 2017c. <http://gernot-katzers-spice-pages.com>. (Erişim tarihi: 03.04.2017)

Anonim, 2017d. <http://www.bitkicenter.com>. (Erişim tarihi: 15.05.2017).

Celik A., Ercisli S., Turgut N., 2007. Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58: 411-418.

Ercisli, S., Ozturk, I., Kara, M., Kalkan, F., Seker, H., Duyar, O., Erturk, Y., 2011. Physical properties of hazelnuts. *International Agrophysics*, 25: 115-121.

Gökdoğan, 2015. Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Harmanlama ve Ayırma Düzeni İçin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri ve Teknolojileri A.B.D. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Isparta.

Kibar, H., 2006. Bazı fındık çeşitlerinde ürün nem kapsamı ile depolamada etkili şev karakteristikleri arasındaki ilişkiler (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Samsun.

Jha, S.N., Kingsly, A.R.P., Sangeeta, C., 2005. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. *Journal of Food Engineering*, 72: 73-76.

McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective colmeasurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255.

Mohsenin, N.N., 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Ozguven, F., Vursavus, K., 2005. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts. *Journal of Food Engineering*, 68(2): 191-196.

Peter, K.V. 2004. Handbook of herbs and spices. 2. Cilt, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.

Shirkole, S.S. Kenghe, R.N., Nimkar, P.M., 2013. Moisture dependent physical properties of soybean. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(5): 3807-3815.

Yurtlu, Y.B., Yeşiloğlu, E., Arslanoğlu, F., 2010. Physical properties of bay laurel seeds. *International Agrophysics*, 24: 325-328.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.280516



Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin keten (*Linum usitatissimum* L.)'in çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi

M. Sait Kiremit^{a*}, M. Safa Hacıkamiloğlu^b, Hakan Arslan^a, Orhan Kurt^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun

*Sorumlu yazar/corresponding author: mehmet.kiremit@omu.edu.tr

Geliş/Received 27/12/2016

Kabul/Accepted 06/09/2017

ÖZET

Bu çalışmada; farklı sulama suyu tuzluluk düzeylerinin (0.38 (kontrol), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dS m⁻¹) keten tohumlarının çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunlukları, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarından tohum çimlenme hızı, çimlenme oranı ve tuz toleransı indeksi değerlerinin sırasıyla % 52.2-76.0, % 66.5-97.0, %39.0-112.0 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tuzluluğu 2 dS m⁻¹ olan çimlenme ortamında, incelenen tüm gelişim parametrelerinin en iyi değere ulaştığı ve tuzluluk düzeyinin 2 dS m⁻¹'den yüksek olduğu koşullarda ise tohum çimlenmesi ve erken fide gelişim parametrelerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, araştırma sonucu incelenen bütün parametreler dikkate alındığında; kurak ve yarı kurak bölgelerde, 2 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyine kadar olan suların, ketenin çimlenme ve erken fide gelişim dönemlerinde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Tohum çimlenmesi
Tuzlu sulama suyu
Tuz stresi
Yağlı tohum

The effects of different irrigation water salinity levels on germination and early seedling development of flax (*Linum usitatissimum* L.)

ABSTRACT

In the the present study, the effects of different irrigation water salinity levels (0.38 (control), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dS m⁻¹) on germination speed, germination rate, shoot and root lengths, shoot wet and dry weights, root wet and dry weights of flax seed were investigated. The germination speed, germination rate and salt tolerance index changed between 52.2-76.0 %, 66.5-97.0 % and 39.0-112.0 %, respectively. All the development parameters attained the best values in germination medium with 2 dS m⁻¹ salinity. However, the salinity levels higher than 2 dSm-1 had negative effect on seed germination and early seedling development parameters. When all of the parameters were taken into consideration it was noted that irrigation water with up to 2 dS m-1 salinity can be used for flax seed germination and early seedling development in arid and semi-arid regions.

Keywords:
Seed germination
Saline irrigation water
Salt stress
Oilseed crop

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Son yıllarda, Dünyamızın karşı karşıya olduğu küresel ısınma sorununun en belirgin etkisi yağış miktarlarındaki düzensizlikler ile kendini göstermektedir. Bu durum; su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde, uygun olmayan su kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bir çok araştırmacı tarafından uygun olmayan su kaynaklarının kullanılabilme olanakları araştırılmıştır (Odabaş ve ark., 2014; Temizel ve ark., 2014; Temizel, 2015). Kurak ve yarı kurak bölgelerde düşük kalitedeki

atık suların, drenaj ve nehir sularının tarımsal üretimde yanlış ve yoğun kullanımları, tarım arazilerinde tuzluluk probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dünya genelinde 800 milyon hektar alanda tuzluluk sorunu bulunmaktadır (Munns, 2005). Ülkemizde sulanan alanların yaklaşık % 32.5'i tuzluluktan etkilenmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Bitki büyüme ve gelişimi üzerinde etkili olan önemli çevresel stres faktörlerinden birisi de tuz stresidir. Bitkilerin tuz stresine karşı tepkileri incelendiğinde; her bitki grubunun, tuza karşı dayanımının, farklı olduğu anlaşılmaktadır (Levitt, 1980; Turhan ve Başer, 2001).

Her bitki, büyüme ve gelişme devrelerinde yetiştirme ortamındaki tuz stresinden etkilenmektedir. Bitkilerin tuz stresine karşı en duyarlı olduğu dönem çimlenme dönemidir (Kuşvuran ve ark., 2007; Yıldız ve ark., 2007; Zamani ve ark., 2010). Toprak içerisindeki yüksek tuz konsantrasyonu, tohumun çimlenmesini engellemekte veya düşük seviyelerde dormansinin başlamasına sebep olmaktadır. Tuz, toksin etkisinden dolayı enzimatik aktivitelerin değişmesi gibi birçok fizyolojik ve metabolik düzeyde zarar yaparak tohumun çimlenmesini olumsuz yönde etkilenmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Keten bitkisi tuzluluğa karşı orta düzeyde toleranslı bir bitki olup, toprak tuzluluğu sırasıyla 2.5, 3.8 ve 5.9 dS m⁻¹ olduğunda; verimde % 10, % 25 ve % 50 oranında azalma olmaktadır (Ayers ve Westcot, 1989). Gholizadeh ve ark. (2016), 0, 4, 8 ve 12 dSm⁻¹ tuzlu suların çimlenme dönemindeki keten, enginar, aspir ve ekinezya tohumlarının tuz toleransını ve morfolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; çimlenme döneminde keten ve aspir tohumlarının tuz stresine karşı ekinezya ve enginar tohumlarına göre daha çok tolerans gösterdiğini, tuzluluk arttıkça çalışmada ele alınan bütün bitkilerde çimlenme oranının, sürgün ve kökçük uzunluğu ile bitki kuru ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir. Tabatabaei ve Angholi (2012), tuzluluk düzeyinin 10 dSm⁻¹ den daha fazla artması yemlik sorgum çeşitlerinin çimlenme oranlarında önemli derecede azalmaların gerçekleştiğini ve tuzluluğun artmasıyla birlikte bazı sorgum çeşitlerinin kök ve gövde uzunluklarının da azaldığını belirlemişlerdir. Aydınşakir ve ark. (2012), silajlık sorgum çeşitlerinde (Early Sumac, Leoti, Nes ve Rox) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemek için farklı NaCl konsantrasyonları (0, 2, 4, 6, 8, 10 dSm⁻¹) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda tuzluluk seviyesi arttıkça çeşitlerin erken fide dönemi özellik değerlerinin azaldığını ve tuz stresine karşı en toleranslı çeşidin Early Sumac, en hassas çeşidin ise Nes olduğunu tespit etmişlerdir. Aydınşakir ve ark. (2013), farklı NaCl dozlarının (0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m⁻¹) 4 farklı silajlık mısır çeşitlerinin (Burak, Efe, Hido ve Şafak) çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, tuz stresi arttıkça çimlenme oranı ve çeşitlere göre erken fide gelişimi üzerinde önemli azalmaların meydana geldiğini bulmuşlardır. Çalışma sonucunda tuz stresine karşı toleransı en yüksek olan Hido çeşidinin, tuza karşı en hassas olanı ise Efe çeşidinin olduğunu tespit etmişlerdir. Uyanık ve ark. (2014), 8 farklı NaCl dozlarının (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 ve 200 mM) 4 farklı kışık kolza çeşitlerinin (Egc7571, Elvis, Es Hydromel ve Triganle) çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; kışık kolza çeşitlerinin çimlenme oranı bakımından 125 mM NaCl dozuna kadar tolerans gösterebilmiş, bu düzeyden sonra tuz stresi arttıkça çimlenme oranında önemli azalmalarının meydana geldiğini, Egc 7571 çeşidinin tuz stresine diğer kışık kolza çeşitlerine göre daha

toleranslı olduğunu belirtmişlerdir. Önal Aşçı ve Üney (2016), farklı tuz yoğunluğunun (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM NaCl) Ege Beyazı-79 macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 25 mM NaCl uygulamasının toprak üstü yaş ve kök yaş ağırlıklarını teşvik ettiğini, 100 mM tuz seviyesinden sonra önemli derecede olumsuz etkiye neden olduğunu belirlemişlerdir.

Yağ ve lif elde etmek amacıyla yetiştirilen keten bitkisinin tohumu % 35-45 oranında yağ içermektedir. Türkiye'nin 2015 yılına ait yağlı tohum üretimi verilerine göre 8.661 milyon dekar alanda yetiştiricilik yapılmış ve 3.442 milyon ton üretim gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). 2014 yılı verilerine göre Türkiye yağlı tohum ve türevleri ithali için 4.3 milyar dolar döviz ödemiş olup bu miktar petrolden sonra en fazla ödenen ithalat kalemidir. Türkiye sahip olduğu avantajlı coğrafik ve tarımsal koşullara rağmen bitkisel yağ üretimi için ihtiyaç duyulan yağ bitkileri üretimini gerçekleştirilememektedir. Bütün teşvik unsurlarına rağmen arzu edilen üretim hedefine ulaşamamaktadır.

Türkiye'de ham yağ veya yağlı tohum ihtiyacını karşılayacak düzeyde üretim gerçekleştirilebilmek ve dışa bağımlılığı azaltabilmek için yağ bitkilerinin ekim alanlarının genişletilmesi yanında keten, kamelina ve krambe başta olmak üzere diğer yağ bitkilerinin de üretim deseni içindeki yerlerini ivedi olarak yer alması gerekir (Kurt, 1996; Bozkurt ve Kurt, 2007). Üretim deseni içinde yer alan yağ bitkilerinin de üretimini sınırlandıran veya azaltan faktörlerin ortadan kaldırılması gerekir. Bu amaca yönelik olarak; bitkisel üretimi sınırlandıran faktörlerden birisi olan bitkinin büyüme ve gelişme dönemlerindeki tuz stresine karşı tepkisinin belirlenmesi, sürdürülebilir ve ekonomik üretim için önemli yarar sağlayacağı düşüncesi ile bu araştırma yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Antares keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşidi tohumların çimlenme döneminde farklı tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında, 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışma, tesadüfi parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve tohumlara 11 farklı tuzlu su (0.38 (kontrol), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 dS m⁻¹) uygulanmıştır. Tuzlu suları elde edebilmek için suda eriyebilirlikleri yüksek olan NaCl, MgSO₄ ve CaCl₂ tuzları kullanılmıştır. Sulama sularında istenen tuz değerinin belirlenebilmesi için kontrol suyuna eklenmesi gereken tuz miktarı QBASIC programında hesaplanmış ve tüm konularda Sodyum Adsorbsiyon Değerinin (SAR) etkisini ortadan kaldırmak için bu değer 3'den düşük olması sağlanmıştır. Denemeye başlamadan önce, QBASIC programında hesaplanan tuz miktarları laboratuvarda denenerek, suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri

kontrol edilmiştir.

Çimlenme çalışması öncesinde, tohumların yüzey sterilizasyonunu sağlamak için % 5'lik Sodyum Hipoklorit çözeltisinde 10 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Sterilize edilmiş tohumlar; 9 cm çapında, cam petri kaplarına, her petri kabında 50 adet tohum olacak şekilde, kapların tabanına konan 2 tabaka filtre kâğıdı (Whatman's No:1) üzerine, cımbız yardımıyla ekilmiştir (Nizam, 2011). Her petri kabına, konusuna göre, laboratuvarında hazırlanmış tuzlu su solüsyonlarından 10 ml eklenmiştir. Petri kaplarında tuz birikimini önleyebilmek için filtre kâğıtları 2 gün aralıklar ile değiştirilmiştir (Rehman ve ark., 1996). Petri kaplarındaki olası buharlaşmayı önlemek için petri kaplarının üzeri cam kapak ile kapatılmıştır. Çimlendirme kapları iklimlendirme dolabına alınarak, ortalama 12 saat süreyle 12000 lüks ışık, ortalama $25\pm1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %70 nem oranının etkisinde 14 gün boyunca iklimlendirme dolabında, çimlenmeye bırakılmıştır.

Denemenin 1, 2, 3, 5 ve 7'inci günlerinde çimlenen tohumlar sayılmış ve "Uluslararası Tohum Test Birliği" kurallarına göre 2 mm kökçük uzunluğuna sahip olan tohum, çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA, 1993). Üçüncü günün sonunda çimlenen tohumlar, toplam tohum sayısına oranlanarak çimlenme hızı (%), 7'inci günün sonunda ekilen ve çimlenen tohumlar oranlanarak çimlenme oranı değeri belirlenmiştir. 14 günlük test süresi sonunda ise tohumların sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, sürgün uzunluğu ve kök uzunluğu belirlenmiştir. Sürgün ve kök yaş ağırlıkları, her petri kabından tesadüfi olarak seçilen 10 örneğin tartılması ile belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu ve kök uzunlukları ise tesadüfi olarak seçilmiş 10 fidenin 1/1 oranında fotoğrafının çekilerek bilgisayar ortamına alınması ve daha sonra Image J programı kullanılarak, ölçülüp ortalamasının alınmasıyla belirlenmiştir. Sürgün ve kök kuru ağırlıklarını belirlemek için sürgün ve kökler kurutma dolabında 70°C 'de 24 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları mg olarak kaydedilmiştir (ISTA, 1993). Farklı tuzluluk düzeylerine göre keten tohumlarının tuz toleransı indeksi (TTİ)'nin belirlenmesinde aşağıdaki "Eşitlik 1" kullanılmıştır (Matwijcuk ve ark., 2012).

$$\text{TTİ} (\%) = \frac{S_x \text{ konusundaki (sürgün+kök kuru ağırlığı)}}{S_o \text{ (kontrol) konusundaki (sürgün+kök kuru ağırlığı)}} \quad (1)$$

S_x : Tuzlu su uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı;

S_o : Kontrol konusundaki bitki kuru ağırlığı

Transformasyon sonrası verilerin istatistiksel analizi, SPSS 21.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grupların ortalamaları arasındaki farkın önemlilik kontrolü LSD testi ile belirlenmiştir. Fide gelişimi parametreleri arasındaki ilişki için Pearson Korelasyon Analizi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı sulama suyu tuzluluk düzeylerinin ketenin çimlenme oranı, çimlenme hızı ve tuz toleransı indeksi üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin incelenen tüm parametreler üzerine etkisinin $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

3.1. Çimlenme oranı

Çizelge 1 incelendiğinde; keten tohumlarının artan tuzluluk koşullarından önemli derecede etkilendiği ve çimlenme oranının % 66.5 ile % 97.0 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı 2 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyinden, en düşük çimlenme oranı ise 10 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyinden elde edilmiştir. LSD testine göre 0.38 (kontrol), 1, 2, 3 ve 4 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyleri aynı grupta olup, çimlenme oranları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, keten tohumlarının çimlenme ortamındaki tuz yoğunluğunun 4 dSm⁻¹ düzeyine kadar dayanıklı olduğunu göstermektedir. Çalışmada; 0.38 (kontrol) dSm⁻¹ ile 2 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyleri arasında çimlenme oranı bakımından % 2.0'lık fark olmasına karşın, kontrol ile 10 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyi arasında % 30.0'luk bir farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Çimlenme ortamında düşük düzeyde bulunan Na⁺, Cl⁻ ve diğer çözülebilir tuz iyonları, toksik etki oluşturmada, çimlenmeyi teşvik etmektedir (Kaya ve ark., 2003; Mahmoodzadeh, 2008). Çimlenme oranının azalması, yüksek tuzluluk düzeyinin su alımını engellemesi, tuz iyonlarının toksik etki oluşturmaya ve çimlenmenin gerçekleşmesi için gerekli olan enzimlerin tuz stresinden dolayı aktif hale gelememesinin neden olduğu ifade edilmektedir (Mansour, 1994; Sadeghian ve Yavari, 2004). Stres koşulları altında çimlenmenin yavaşlaması veya durması tohumların stresli ortamdan kendilerini korumaya yönelik adaptif strateji olabileceği belirtilmektedir (Gill ve ark., 2003). Kuraklık ve tuz stresi koşullarında, ozmotik stres etkisi ile tohumlardaki çimlenmenin durması veya yavaşlaması sonucu çimlenme oranında azalma meydana geldiği söylenebilir.

Elde edilen veriler ışığında, 2 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyine kadar tuz iyonları toksik etki oluşturmada keten tohumlarının çimlenmesini teşvik ettiği ve bu düzeyden sonra tuzluluk düzeyi arttıkça keten tohumlarının tuza karşı toleransının azalmasıyla birlikte çimlenme oranında azalmanın gerçekleştiği söylenebilir.

Çimlenme oranının azalmasına yüksek tuz konsantrasyonunun su alımını engellemesi, tuzun toksik etki yapması ve çimlenme sırasında gerekli olan enzimlerin tuz stresinden dolayı aktif hale gelememesinin neden olduğu bildirilmektedir (Mansour, 1994; Essa, 2002; Sadeghian ve Yavari, 2004).

3.2. Çimlenme hızı

Çalışma sonucunda tuzluluk düzeyleri ile çimlenme hızı arasında % 1 düzeyinde önemli bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 1). Keten tohumlarının çimlenme hızı değerlerinin % 52.3 ile % 77.5 arasında olduğu ve 0.38 (kontrol), 1, 2, 3, 4 ve 5 dS m⁻¹ tuzluluk düzeylerindeki keten tohumlarının çimlenme hızları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı, en yüksek çimlenme hızının ise 2 dS m⁻¹ uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, tohumların çimlenme hızı üzerine ortamdaki ozmotik ve tuz stresinin, bazı elementlerin toksitesinin ve besin eksikliğinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bitkilerde ikincil stresler olarak; oksidatif stres ve bazı iyon toksitesine bağlı olarak fizyolojik belirtiler; membran geçirgenliğinde azalma ve organellerin zarar görmesi, bunun sonucunda enzimsel aktivitesinde azalma ve kısıtlanma ile stres hormonlarında değişim meydana gelmektedir (Castroluna ve ark., 2014).

Elde edilen verilere göre; keten tohumlarının çimlenme hızının 5 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyine kadar olan tuzluluk seviyelerinden önemli derecede etkilenmediği belirlenmiştir.

3.3. Tuz toleransı indeksi (TTi)

Keten tohumlarının çimlenme ortamındaki farklı tuzlu koşulların tuz toleransı indeksine etkilerine ilişkin veriler Çizelge 1’de verilmiştir. En yüksek tuz toleransı indeksi değeri % 112.0 ile 2 dSm⁻¹ tuzluluk seviyesinden elde edilirken, en düşük tuz toleransı indeksi değeri ise % 39.0 ile 10 dSm⁻¹ tuzluluk seviyesinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde; tuzluluk seviyesi 2 dSm⁻¹’den 10 dSm⁻¹’ye çıkarıldığında keten tohumlarının tuz toleransı indeksinde % 73.0 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Çiftçi ve ark. (2013)’de yapmış oldukları çalışmada tritikalede tuz konsantrasyonunun artmasıyla tuz toleransı indekslerinin azaldığını belirlenmişlerdir.

Çizelge 1. Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin ketenin çimlenme oranı, çimlenme hızı ve tuz toleransı indeksine etkileri

Tuzluluk düzeyi (dS m ⁻¹)	İncelenen Parametreler					
	Çimlenme Oranı (%)	Değişim (%)	Çimlenme hızı (%)	Değişim (%)	Tuz toleransı indeksi (%)	Değişim (%)
0.38	95.5 ^{ab}	100	75.0 ^{ab}	100	100.0 ^b	100
1	95.0 ^{ab}	99	75.5 ^{ab}	101	108.0 ^{ab}	107
2	97.0 ^a	102	77.5 ^a	103	112.0 ^a	111
3	96.0 ^{ab}	101	76.0 ^{ab}	101	82.0 ^c	82
4	90.5 ^{ac}	95	73.0 ^{ac}	97	69.0 ^d	69
5	89.5 ^{bc}	94	71.5 ^{ac}	95	65.0 ^d	65
6	86.5 ^c	91	70.3 ^{bc}	94	63.0 ^d	63
7	85.5 ^{cd}	90	70.0 ^{bc}	93	59.0 ^{de}	58
8	79.0 ^{de}	83	67.0 ^{cd}	89	53.0 ^{ef}	53
9	77.5 ^e	81	62.8 ^d	84	45.0 ^{fg}	45
10	66.5 ^f	70	52.3 ^e	70	39.0 ^g	38
LSD	7.08 [*]		7.10 [*]		10.42 [*]	
VK	5.63		7.02		10.00	

*, P<0.05; VK, Varyasyon Katsayısı (%); Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark vardır.

3.4. Sürgün ve kök yaş ağırlıkları

Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin Antares keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşidinin sürgün ve kök yaş ağırlığı üzerine etkilerine ilişkin verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Sürgün ve kök yaş ağırlıklarının farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerine göre değişiminin istatistiki olarak (P<0.01) önemli olduğu tespit edilmiştir. Tuzluluk düzeyine göre sürgün yaş ağırlıkları 319 mg ile 635 mg arasında, kök yaş ağırlıkları ise 77 mg ile 291 mg arasında değişim göstermiştir. En yüksek sürgün ve kök yaş ağırlıkları 2 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyinden elde edilirken, en düşük sürgün ve kök yaş ağırlıkları ise 10 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyinden elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun 2 dS m⁻¹ seviyesine kadar artırılması durumunda sürgün ve kök

yaş ağırlıklarının artarak en yüksek değerlere ulaştığı, 2 dSm⁻¹’den daha yüksek tuz seviyelerinde ise sürgün ve kök yaş ağırlıklarının azaldığı belirlenmiştir. Kaya ve ark. (2005), düşük NaCl tuz düzeylerinde bazı bitkilerin kök yaş ağırlığında artış olabileceğini bildirmektedirler. Nizam (2011), yaptığı çalışmada çok yıllık çim bitkisinin erken fide döneminde 2, 4 ve 8 dS m⁻¹ tuzluluk düzeylerindeki fide gövde yaş ağırlıklarının, saf su ortamında yetiştirilen bitkilerin gövde yaş ağırlığından daha yüksek olduğunu, ancak tuzluluk düzeyinin 8 dS m⁻¹’den daha fazla olduğu koşullarda gövde yaş ağırlığında önemli derecede azalmalar olduğunu belirlemiştir. Jamil ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada sürgün ve kök yaş ağırlıklarında azalmanın meydana gelmesini, ortamdaki Na⁺ konsantrasyonunun oransal olarak artması sonucunda

Çizelge 2. Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin ketenin sürgün ve kök yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkilerine ilişkin veriler

Tuzluluk Düzeyi (dS m ⁻¹)	Sürgün Yaş Ağırlığı (mg)	Değişim (%)	Sürgün Kuru Ağırlığı (mg)	Değişim (%)	Kök Yaş Ağırlığı (mg)	Değişim (%)	Kök Kuru Ağırlığı (mg)	Değişim (%)
0.38	553 ^{bc}	100	78 ^a	100	264 ^a	100	23 ^a	100
1	598 ^{ab}	108	85 ^a	109	271 ^a	103	24 ^a	103
2	635 ^a	115	87 ^a	111	291 ^a	110	26 ^a	111
3	529 ^{cd}	96	65 ^b	83	213 ^b	81	18 ^b	80
4	479 ^{de}	87	52 ^c	66	194 ^{bc}	73	18 ^b	77
5	436 ^{ef}	79	50 ^c	64	177 ^{bc}	67	17 ^{bc}	71
6	420 ^{efg}	76	50 ^c	63	165 ^c	63	15 ^c	64
7	397 ^{fgh}	72	48 ^c	61	125 ^d	47	11 ^d	48
8	370 ^{ghi}	67	45 ^{cd}	58	96 ^{de}	36	8 ^{de}	36
9	343 ^{hi}	62	38 ^{de}	48	95 ^{de}	36	8 ^e	34
10	319 ⁱ	58	33 ^e	42	77 ^e	29	6 ^e	26
LSD	61.7 [*]		9.5 [*]		40.1 [*]		2.8 [*]	
VK	9.26		10.52		8.41		12.73	

*, P<0.05; VK, Varyasyon Katsayısı (%); Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark vardır

ozmotik ve iyon dengesinin bozulmasından kaynaklanabileceğini tespit etmişlerdir.

3.5. Sürgün ve kök kuru ağırlığı

Tuz seviyelerine göre sürgün kuru ağırlıkları 33 mg ile 87 mg arasında değişim göstermiş, en yüksek sürgün kuru ağırlığı değeri 2 dS m⁻¹ tuz seviyesinde, en az sürgün kuru ağırlığı ise 10 dS m⁻¹ tuz seviyesinde elde edilmiştir. Sürgün kuru ağırlığında 2 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyine kadar artış görülürken, 2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesinden sonra tuzluluk düzeyinin artmasıyla birlikte azalma görülmüştür (Çizelge 2).

Kök kuru ağırlıkları tuzluluk seviyesine bağlı olarak 6 mg ile 26 mg arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Sürgün kuru ağırlığına benzer olarak kök kuru ağırlığında da 2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesine kadar artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı bakımından kontrol, 1 ve 2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyeleri arasındaki farklılığın %1 düzeyine göre önemli olmadığı saptanmıştır. Tuz stresine bağlı olarak yaş ağırlıkta meydana gelen artış ve azalışa paralel olarak kuru ağırlıklarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

3.6. Sürgün uzunluğu

Farklı sulama suyu tuzluluğunda sürgün uzunluklarındaki değişimin 1.7 ile 4.6 cm arasında olduğu belirlenmiştir. En uzun sürgün uzunluğu 4.6 cm ile 2 dSm⁻¹ tuzluluk seviyesinden elde edilirken, en kısa sürgün uzunluğu ise 1.7 cm ile 10 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesinde elde edilmiştir. Kontrol (0.38 dS m⁻¹) ile 2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesi arasında sürgün uzunluğu bakımından % 21.0'lik bir artışın olmasına karşın

2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesi ile 10 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesi arasında %77.0 oranında bir azalmanın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Benzer biçimde tuzluluk düzeyinin artmasına bağlı olarak sürgün uzunluğunun azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Kara ve ark., 2011; Benlioğlu ve Özkan, 2015).

3.7. Kök uzunluğu

Araştırma sonucunda farklı tuzluluk koşullarının ketenin kök uzunluğu üzerine etkisinin P<0.01 düzeyinde önemlilik arz ettiği belirlenmiştir. Tuz seviyesine bağlı olarak kök uzunlukların konulara göre 2.5 ile 14.5 cm arasında değişim gösterdiği, kök uzunluğunun en fazla 2 dS m⁻¹ tuz seviyesinde ve en kısa kök uzunluğunun ise 10 dS m⁻¹ tuz seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Tuz seviyesine bağlı olarak en uzun ve en kısa kök uzunluğu dikkate alındığında kök uzunluğundaki azalmanın % 95.0 oranında olduğu belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu değerlerine benzer biçimde, kök uzunluğu değerleri de 2 dSm⁻¹ tuzluluk seviyesine kadar tuz stresi, tohumda toksik etki oluşturmada kök uzunluğunun artmasını sağlamış, 2 dSm⁻¹ tuz seviyesinden sonra ise tuz stresi arttıkça kök uzunluğunda azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Kaya ve ark. (2005), düşük tuz konsantrasyonlarının kök uzunluğunun artmasını teşvik ettiğini belirlemişlerdir. Kök uzunluğu, kuraklık stresi için en önemli parametrelerden birisi olup, kökler toprak ile temasa geçtiğinde bitkinin ihtiyacı olan suyun topraktan emilmesini sağlamaktadırlar (Mostafavie ark., 2011). Zaghdoudi ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada O116 ve P126 keten çeşitlerinin, 250 mM tuzluluk düzeyinde kök uzunluklarının, % 85.0 oranında

azaldığını tespit etmişlerdi.

Elde edilen bilgilerin ışığında, tuz stresinin, köklerin su ve besin dengesinin bozulmasına neden olarak, köklerin uzamasını ve büyümesini engellediği söylenebilir. Jafarzadeh ve Aliasgharzad (2007) şeker

pancarında, Akbari ve ark. (2007) buğdayda, Day ve ark. (2009) kolzada ve Kaya ve ark. (2012) ketende yaptıkları araştırmalarda kök uzunluğunun tuz stresine bağlı olarak azaldığını belirlemişlerdir.

Çizelge 3. Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin keten sürgün ve kök uzunluğu üzerine etkilerine ilişkin veriler

Tuzluluk Düzeyi (dS m ⁻¹)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Değişim (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Değişim (%)
0.38	3.8 ^{abc}	100	12.7 ^{bc}	100
1	4.4 ^{ab}	115	14.2 ^{ab}	112
2	4.6 ^a	121	14.53 ^a	115
3	3.8 ^{bc}	99	11.9 ^{cd}	94
4	3.2 ^{cd}	84	10.2 ^{de}	81
5	3.1 ^{cd}	80	10.1 ^e	80
6	2.8 ^{de}	72	8.9 ^{ef}	71
7	2.6 ^{de}	68	7.4 ^{fg}	59
8	2.5 ^{de}	66	6.5 ^g	51
9	2.2 ^{ef}	58	4.3 ^h	34
10	1.7 ^f	44	2.5 ⁱ	20
LSD	0.8*		1.7*	
VK	13.35		12.56	

*, P<0.05; VK, Varyasyon Katsayısı (%); Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark vardır

3.8. Fide gelişim parametreleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4'te farklı tuz seviyelerindeki, keten fide gelişim parametreleri arasındaki ilişkiler verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde; sürgün yaş ağırlığı ile kök yaş ağırlığı, sürgün ve kök kuru ağırlıkları, sürgün ve kök uzunlukları arasındaki korelasyonun % 1 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Kök yaş ağırlığı ile kök ve sürgün uzunluğu ile kök ve sürgün kuru ağırlıkları arasındaki ilişkinin % 1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Sürgün kuru ağırlığı ile fide gelişim parametreleri arasında pozitif bir ilişki olduğu, sürgün kuru ağırlığı arttıkça sürgün ve kök uzunluğu ile kök kuru ağırlığının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca kök uzunluğu ile sürgün uzunluğu ve kök kuru ağırlığı ile kök ve sürgün uzunluğu arasında % 1 düzeyinde önemli bir ilişkinin olduğu ve kök kuru ağırlığının artması ise fide gelişim özelliklerinin olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Keten tohumlarının fide gelişim parametreleri arasındaki korelasyon katsayılarına ilişkin veriler

Karakterler	Sürgün yaş ağırlığı (mg)	Kök yaş ağırlığı (mg)	Sürgün kuru ağırlığı (mg)	Kök kuru ağırlığı (mg)	Kök uzunluğu (cm)	Sürgün uzunluğu (cm)
Sürgün yaş ağırlığı (mg)	1	0.894**	0.938**	0.922**	0.872**	0.819**
Kök yaş ağırlığı (mg)		1	0.864**	0.980**	0.898**	0.768**
Sürgün kuru ağırlığı (mg)			1	0.882**	0.872**	0.807**
Kök kuru ağırlığı (mg)				1	0.919**	0.799**
Kök uzunluğu (cm)					1	0.804**
Sürgün uzunluğu (cm)						1

**, P<0.01; *P<0.05

4. Sonuç

Farklı sulama suyu tuzluluk seviyesine sahip ortamların ketenin çimlenme ve fide gelişim parametreleri üzerine olan etkilerinin incelendiği bu araştırmada; en yüksek çimlenme oranı ve tuz toleransı indeksi değerleri sırasıyla % 97.0 ve % 112.0 ile 2 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesinden elde edilmiştir. Tuz içeriğinin 5 dS m⁻¹ düzeyine kadar artırılmasının çimlenme hızında istatistiksel olarak önemli farklılık oluşturmadığı, bununla birlikte en yüksek fide gelişim parametrelerinin 2 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Kontrollü şartlar altında elde edilen bu sonuçların, daha uzun süreli ve kapsamlı tarla denemeleri ile desteklenmesi, ayrıca, farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin, ülkemizin bitkisel yağ açığını azaltma bakımından potansiyel öneme sahip olan keten bitkisinin verim ve verim unsurları ile yağ içeriği ve diğer teknolojik parametreleri üzerindeki etkilerinin de araştırılması gerekmektedir. Böylece küresel ısınma ve yağış rejiminde meydana gelen değişiklikler sonucunda tuzlu alanların artmakta olduğu dikkate alındığında; bu tip alanlarda yetiştirilebilecek ve yüksek verim sağlanabilecek yağ bitkilerinin üretime alınabilmesi açısından keten bitkisinin potansiyel değerinin daha iyi tespit edilmesi mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Akbari, G., Modarres Sanavy, S.A.M., Yousefzadeh, S., 2007. Effect of auxinand salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(15): 2557-2561.
- Aşçı, Önal, Özlem., Üney, H., 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(1): 29-34.
- Aydınşakir, K., Erdal, Ş., Pamukçu, M., 2013. The effects of different salt concentrations on germination and seedling parameters of silage corn (*Zea Mays* L.) varieties. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 28(2): 94-100.
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüktaş, D., Çakmakcı, S., 2012. Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 25(1): 47-52.
- Ayers, R.S., Wescot, D.W., 1989. *Water quality for agriculture. Irrigation and Drainageas Papper*, No:29, FAO, Rome, p174.
- Benlioğlu, B., Özkan, U., 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2): 109-114.
- Bozkurt, D., Kurt, O., 2007. Keten (*Linum usitatissimum* L.)'in verim ve verim unsurlarına ekim zamanı ve toprak sıcaklığının etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 20-25.
- Castroluna, A., Ruiz, O.M., Quiroga, A.M., Pedranzani, H.E., 2014. Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. *Advances en Investigacion Agropecuria*, 18(1): 39-50.
- Çiftçi, Aydoğan, E., Kurt, Ö. P., Yağdı, K., 2013. Farklı tuz konsantrasyonlarının triticales çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 1-11.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2): 11-34.
- Day, S., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö., 2009. Bazı yazlık ve kışlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) çeşitlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Bildiriler (I): 19-22 Ekim, Hatay*, s: 225-228.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3):118-125.
- ISTA, 2003. *Handbook of Vigour Test Methods*. 2nd Edition. International Seed Testing Association (ISTA), Zürich, Switzerland. 49-56.
- Gholizadeh, F., Manzari-Tavakkoli, A., Pazoki, A., 2016. Evaluation of salt tolerance on germination stage and morphological characteristics of some medicinal plants artichoke, flax, safflower and coneflower. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 5(3): 229-237.
- Gill, P.K., Sharma, A.D., Singh, P., Bhullar, S.S., 2003. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of sorghum bicolor L. Moench seeds under various abiotic stresses. *Plant Growth Regulation*, 40: 157-162.
- Jafarzadeh, A., Aliasgharzad, N., 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugarbeet cultivars. *Biologia*, 62(5): 562-564.
- Jamil, M., Lee, D.B., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C., Rha, E.S., 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables. *Journal of Central European Agriculture*, 7(2): 273-282.
- Kara, B., Akgün, İ., Altındal, D., 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1): 1-9.

- Kaya, M. D., İpek, A., Öztürk, A., 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 221-227.
- Kaya, M. D., Kaya, G., Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı Brassica türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 11(4): 448-452.
- Kaya, D.M., Day, S., Cikili, Y., Arslan, N., 2012. Classification of some linseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes for salinity tolerance using germination, seedling growth, and ion content. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1): 27-32.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Yaşar, F., 2007. Bazı kavun (*Cucumis* sp.) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(4): 395-404.
- Kurt, O., 1996. Ketenin üretim ve kullanımı. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 11(1): 189-194.
- Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses: Volume 2-Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, 365-488.
- Mahmoodzadeh, H., 2008. Comparative study of tolerant and sensitive cultivars of *Brassica napus* in response to salt conditions. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7(6): 594-598.
- Mansour, M. M. F., 1994. Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biologica Plantarum*, 36: 429-434.
- Matwijcuk, A., Kornarzynski, K., Pietruszewski, S., 2012. Effect of magnetic field on seed germination and seedling growth of sunflower. *International Agrophysics*, 26: 271-278.
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645-663.
- Tabatabaei, S. A., Anaghali, A., 2012. Effect of salinity on some characteristics of forage sorghum genotypes at germination stage. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(14): 979-983.
- Odabaş, M.S., Temizel, K.E., Çalışkan, O., Senyer, N., Kayhan, G., Ergün, E., (2014). determination of reflectance values of hypericum's leaves under stress conditions using adaptive network based fuzzy inference system. *Neural Network World*, 1(14): 79-87.
- Temizel, K.E., Odabaş, M.S., Senyer, N., Kayhan, G., Bajwa, S., Caliskan, O., Ergun, E., 2014. Comparison of some models for estimation of reflectance of hypericum leaves under stress conditions. *Central European Journal of Biology*, 9(12): 1226-1234.
- Temizel, K.E., 2015. Estimation of the phenolics content of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) grown under different water and salt levels based on reflectance spectroscopy. *Kuwait Journal of Science*, 42(3): 210 -222.
- Turhan, H., Başeri, İ., 2001. Toprak tuzluluğu ve bitki gelişimi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 171-179.
- TÜİK, 2015. Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi 23.05.2016).
- Uyanık, M., Kara, M.Ş., Korkmaz, K., 2014. Bazı kışlık Kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 368-375.
- Yıldız, M., Kasap, E., Konuk, M., 2007. Tuzluluk, sıcaklık ve ışığın tohum çimlenmesi üzerine etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 225-243.
- Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Khorshidi, M.B., 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*, 4(3): 422-427.
- Zaghdoudi, M., Baatour, O., Bensalem, N., Ouerghi Abidi, Z., 2015. Effect of saline conditions on germination and enzymatic activity in two varieties of *L. usitatissimum* seeds. *Journal of New Sciences*, 17(6): 629-638.