

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.515031

Elmada mavi küfe neden olan *Penicillium expansum*'a karşı bazı bor tuzlarının antifungal etkisi

İsmail Erper^{a,b*}, Çağlar Kalkan^a, Gizem Kaçar^a, Muharrem Türkkân^c

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Atakum, Samsun

^bKırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bişkek, Kırgızistan

^cOrdu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu

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

Geliş/Received 19/01/2019

Kabul/Accepted 19/08/2019

ÖZET

Mavi küf hastalığına neden olan *Penicillium expansum* yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası görülen önemli patojenlerden biri olup, meyve enfeksiyonu için yaraya ihtiyaç duyan nekrotrofik bir fungustur. Bu çalışmada, etidot-67 ve boraks dekahidratın *P. expansum*'a karşı etkinliği hem *in vitro* hem de *in vivo* denemelerle değerlendirilmiştir. *In vitro* denemelerde, hem etidot-67 hem de boraks dekahidrat *P. expansum*'un misel gelişmesini, spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu güçlü bir şekilde engellemiştir. Her iki tuzun engelleyici etkileri onların artan konsantrasyonları ile yakından ilişkili bulunmuştur. Bor tuzları *P. expansum*'un misel gelişmesini %0.25 konsantrasyonda tamamen engellerken, bu tuzlar fungusun spor çimlenmesini ve çim tüp uzamasını %0.125 konsantrasyonunda tamamen engellemiştir. Ayrıca, test edilen tuzların toksisitelerinin birbirine yakın olduğu, yani etidot-67 ve boraks dekahidratın EC₅₀ değerlerinin sırasıyla 0.067 ve 0.071 olduğu belirlenmiştir. Etidot-67 ve boraks dekahidratın minimum engelleyici konsantrasyon (MIC) değerleri %0.25 iken, aynı tuzların minimum fungisidal konsantrasyon (MFC) değerleri %1'den büyük bulunmuştur. *In vivo* denemelerde, fungus inokülasyonundan sonra (tedavi edici aktivite), etidot-67 ve boraks dekahidratın %3.0 konsantrasyonu uygulanmış elma meyvelerinde mavi küf gelişimi, kontrol uygulaması ile kıyaslandığında, sırasıyla %92.8 ve %78.9'a kadar önemli derecede azalmıştır (P<0.05). Bununla birlikte, aynı konsantrasyonda, fungus (1x10⁴ konidi mL⁻¹) ile inokülasyondan önce (koruyucu aktivite) bor tuzları ile muamele edilen elma meyvelerindeki lezyon alanı kontrol uygulaması ile kıyaslandığında sırasıyla %94.3 ve %98.3 azalmıştır. Bu sonuçlar, bor tuzlarının *P. expansum*'un neden olduğu elma meyvesinin hasat sonrası hastalığının kontrolü için sentetik fungusitlere potansiyel bir alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:
Elma
Mavi küf
Etidot-67
Boraks dekahidrat
Alternatif yöntem

Antifungal effect of some boron salts against *Penicillium expansum*, the casual agent of blue mold of apple

ABSTRACT

Penicillium expansum causing blue mold disease is one of the most important pathogens of pome fruit and is a necrotrophic fungus that requires wounds to infect the fruit. In the present study, the efficacy of etidot-67 and borax decahydrate against *P. expansum* were evaluated in both *in vitro* and *in vivo*. In *in vitro* experiments, both etidot-67 and borax decahydrate strongly inhibited mycelial growth, spore germination and germ tube elongation of *P. expansum*. The inhibitory effects of both salts were closely correlated with their increasing concentrations. While boron salts completely inhibited the mycelial growth of *P. expansum* at %0.25 concentration, these salts completely inhibited spore germination and germ tube elongation of the fungus at %0.125 concentration. Additionally, it was determined that the toxicity of the salts tested were close to each other, namely EC₅₀ values of Etidot-67 and borax decahydrate were 0.067 and 0.071, respectively. While the minimum inhibition concentration (MIC) values of the etidot-67 and borax decahydrate were %0.25, the minimum fungicidal concentration (MFC) values of the same salts were found to be greater than 1%. In *in vivo* experiments, blue mold development in apple fruits treated with 3.0% concentration of etidot-67 and borax decahydrate after

Keywords:
Apple
Blue mold
Etidot-67
Borax decahydrate
Alternative control

fungal inoculation (curative activity) was significantly reduced by %92.8 and %78.9, respectively, compared with the control treatment ($P < 0.05$). However, at same concentration, lesion area on apple fruits treated with the salts before inoculation with the fungus (1×10^4 conidia mL^{-1}) (preventive activity) reduced by %94.3 and %98.3, respectively. These results show that both boron salts can be used as a potential alternative to synthetic fungicides for the control of the postharvest disease of apple fruit caused by *P. expansum*.

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Elma (*Malus domestica* Borkh.) ülkemizde önemli ürünlerden biri olup, 2017 verilerine göre 175.357 ha alanda, yıllık 3.032.164 ton elma üretim miktarı ile Türkiye, Çin ve Amerika'nın ardından 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2019a). Türkiye'de ise 717.401 ton elma üretim miktarı ile Isparta ili ilk sırada yer almakta, bunu sırasıyla 588.442 ton ile Karaman, 429.036 ton ile Niğde, 289.085 ton ile Denizli ve 265.068 ton ile Antalya illeri izlemektedir (Anonymous, 2019b). Tarımsal ürünlerde hasat sonrası görülen ve özellikle fungal patojenlerin neden olduğu hastalıklar, ürünlerin hasat edilmesi, paketlenmesi, pazara taşınması ve depolanması sırasında gelişen süreçlerde ortaya çıkmaktadır. Elmalarda hasat sonrasında meydana gelen ürün kayıplarında *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* ve *Alternaria* spp. önemli patojenler olup, bunların yanı sıra *Monilinia fructicola*, *Glomerella cingulata*, *Mucor pyriformis*, *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus* spp.'lerde ürün kayıplarına neden olmaktadır (Snowdon, 1990). Ancak yukarıda belirtilen patojenler içerisinde *P. expansum* ve *B. cinerea* diğerlerine nazaran daha düşük sıcaklıklarda da gelişebilme özelliklerinden dolayı ürün kayıplarında öne çıkmaktadır.

Elmada mavi küf hastalığı etmeni *P. expansum*, elmayı da içeren 21 farklı cinsde ait bitki grubunda hastalık oluşturarak, depolanmış ürünlerde %50'ye varan kayıplara neden olan ve meyve kabuğunun yaralanması ile ürün içine giren bir yara patojenidir (Mari ve ark., 2002). Bu patojen, elmalarda oluşturduğu çürüklük kayıpları yanında, kanserojenik etkiye sahip patulin mikotoksinini de üretmektedir. Patulin miktarının artması veya bulunma oranı kaliteyi düşürmekte ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Janisiewicz, 1998).

Hasat sonrası taze meyvelerde patojenden kaynaklanan kayıpları önlemek için günümüzde kimyasal mücadeleyi de içeren farklı mücadele yöntemleri uygulanmaktadır (Vilanova ve ark., 2014). Dünyada yumuşak çekirdekli meyvelerde görülen hasat sonrası hastalıkların mücadelesinde thiabendazole, thiophanate-methyl, pyrimethanil, imazalil, iprodione, fenhexamide, boscalid, cyprodinil+fluodioxonil, boscalid+pyraclostrobin, carbendazim, thiabendazole + imazalil gibi bazı aktif maddeleri içeren fungusitler kullanılmakta olup (Zhang ve Timmer, 2007; Anonymous, 2019c), bunlardan bazılarının hastalıkların mücadelesinde kullanımı ülkemizde sonlandırılmıştır. Elmada *P. expansum*'a karşı ülkemizde hasat sonrası depolarda kullanılan ruhsatlı bir fungusit bulunmamakla

birlikte, sadece Boscalid 25.2 g/kg + Pyraclostrobin 12.8 g/kg (Bellis® WG, BASF) bu hastalığa karşı hasat öncesi ruhsatlıdır (Anonymous, 2019c).

Son yıllarda fungusitlere dirençli patojen ırklarının ortaya çıkması, fungusitlerin insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin anlaşılması, araştırmacıları bitki hastalıkları ile mücadelede bazı yeni alternatif metodlar aramaya itmiştir (Conway ve ark., 2005). Bugüne kadar hasat sonu hastalıklara karşı kullanılan fungusitlere alternatif olarak; biyolojik mücadele (Janisiewicz, W.J., 1998, Spadaro ve ark., 2002), sıcak su (Karabulut ve ark., 2005), organik ve inorganik tuzlar (Palou ve ark., 2007; Arslan ve ark., 2013; Türkkan ve ark., 2017), bazı bor bileşikleri (Qin ve ark., 2010; Shi ve ark., 2012), modifiye atmosfer (Grant ve Patterson, 1991) ve ışınlama (tek veya diğer yöntemlerle birlikte) (Conway ve ark., 2004; Palou ve ark., 2007; Temur ve Tiryaki, 2013) gibi pek çok alternatif uygulama üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Türkiye 953.300.000 ton bor (B_2O_3) rezervi ile (%72.8) dünyada ilk sırada yer almaktadır. Bor bileşiklerinin farklı alanlarda kullanımının yanında, depolanmış tarımsal ürünlerde hasat sonu kayba neden olan bazı fungal etmenlere karşı etkili olduğu yapılan farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Rolshausen ve Gubler, 2005; Qin ve ark., 2007). Qin ve ark. (2007), potasyum tetraborat (PTB)'ın *P. expansum* üzerinde antifungal bir etkiye sahip olduğunu ve %0.1 konsantrasyonda kullanıldığında misel gelişimini %10-15 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada mango meyvelerinde antraknoz hastalığına neden olan *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı uygulanan PTB'nin 20mM konsantrasyonunun lezyon oluşumunu yaklaşık %47 oranında azalttığı belirlenmiştir (Shi ve ark., 2012). Bununla birlikte, borun artan konsantrasyonları ile patojenlerin misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluklarının engellenmesi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu yapılan farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Qin ve ark., 2010; Cao ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada hünnap meyvesinde *P. expansum*'a karşı uygulanan PTB konsantrasyonları attıkça patojenin misel gelişiminin daha fazla engellendiği, %0.1 konsantrasyonda %10-15, %0.25 konsantrasyonda ise %100 engellenen olduğu belirlenmiştir (Cao ve ark., 2012). Benzer bir çalışmada Qin ve ark. (2010), PTB'nin artan konsantrasyonları ile *B. cinerea*'nın misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğu arasında yine pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bazı bor tuzlarının antifungal etkinlikleri, bağda geriye doğru ölüm [*Eutypa lata* (Rolshausen ve Gubler, 2005)] ve patatete kuru çürüklük [*Fusarium sulphureum* (Li ve ark., 2012)] gibi

hasat sonrası görülen hastalıklara karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda belirlenmiştir.

Bu çalışmada, sentetik fungusitlere alternatif olarak kullanma potansiyeli olabilecek, borun iki farklı formu etidot-67 ve boraks dekahidrat tuzlarının farklı konsantrasyonlarının *in vitro* koşullarda *P. expansum*'un misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğuna karşı antifungal etkilerinin belirlenmesi, ayrıca bu tuzların fungisidal veya fungistatik etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca *in vivo* koşullarda koruyucu ve tedavi edici olarak uygulanan her iki tuzun farklı konsantrasyonlarının patojenin elma meyveleri üzerinde oluşturduğu lezyon gelişimi üzerinde engelleyici etkileri de belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Fungal kültür

Çalışmada kullanılan Pe-78 izolatu hasat sonu soğuk hava depolarına alınan ve mavi küf hastalığı görülen elma meyvelerinden izole edilmiştir. Daha sonra patojenin PDA üzerinde tek spor izolasyonu yapılmış ve izolatın virülensliği patates dekstroza agar (PDA; Oxoid Ltd, Basingstoke, UK) üzerinde geliştirilen ve fungal kültürden elde edilen spor süspansiyonu (1×10^4 konidi mL⁻¹) ile inokule edilmiş sağlıklı elma meyveleri üzerinde doğrulanmıştır. Pe-78 izolatu morfolojik özelliklerine göre yapılan inceleme sonucunda *P. expansum* olarak teşhis edilmiştir (Frisvard ve Samson, 2004). Bu izolat sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarında bulunan fungal kültür koleksiyonunda 4°C'de muhafaza edilmektedir.

2.2. Bor tuzları

Çalışmada kullanılan bor tuzları; Etidot-67: Disodyum Oktaborat Tetrahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ve Boraks Dekahidrat: Sodyum Tetrahidrat Dekahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Türkiye)'nden temin edilmiştir.

2.3. Bor tuzlarının misel gelişimi üzerine olan etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Çalışmada kullanılan iki bor tuzunun farklı konsantrasyonları (%0.0156, 0.0312, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 ve 1.0, w/v) otoklavda sterilize edilmiş ve yaklaşık 50°C'ye soğutulmuş 100 mL'lik erlenlerdeki PDA besi ortamına eklenmiştir. Tuzlar manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak homojen bir şekilde tüm besi ortamına karışması sağlanmıştır. Tuzların farklı konsantrasyonlarını içeren PDA besi ortamı, 6 cm çapındaki steril Petri kaplarına 8-10 mL olacak şekilde dökülmüştür. Bu Petrilere, daha önceden PDA besi ortamında geliştirilmiş 7-10 günlük Pe-78 izolatına ait kültürlerden mantar delici ile alınan 4 mm çaplı misel

diskleri inokule edilmiştir. Petri parafilm ile kaplandıktan sonra inkübatör (Memmert ICP 110, Germany)'de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. Aynı koşullarda inkübe edilen tuz eklenmemiş kontrol grubu (sadece PDA besi ortamı içeren) Petrilerdeki fungusların gelişmeleri günlük olarak izlenerek Petriyi kaplamaya yakın olduğunda, kontrol ve tuzların farklı konsantrasyonlarını içeren Petrilerdeki fungusun gelişimleri ölçülmüştür. Ölçümler sırasında fungusların en uzun ve en kısa radyal gelişmeleri esas alınmıştır. Misel gelişiminin engellenmesi, MGE (%) = $[\text{kpmg} - \text{tpmg} / \text{kpmg} (\text{kontrol})] \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Mecteau ve ark., 2002). Formülde MGE (%), misel gelişiminin yüzde olarak engellenmesini; kpmg, kontrol Petrielerindeki misel gelişmesini; tpmg, tuz eklenmiş Petrielerdeki misel gelişmesini ifade etmektedir. Deneme her bir tuz konsantrasyonu için 4 tekerrürlü yapılmış ve 2 kez tekrar edilmiştir (Türkkan ve Erper, 2015).

2.4. Bor tuzlarının konidi çimlenmesi ve çim tüpü uzunluğu üzerine etkilerinin belirlenmesi

Penicillium expansum izolatu (Pe-78) PDA besi ortamında $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün geliştirilmiştir. Daha sonra gelişen kültürün üzerine steril saf su eklenerek fırça yardımı ile konidilerin suya geçmeleri sağlanmış ve süspansiyon 4 kat steril tülbentten geçirilerek misel kalıntıları süspansiyondan uzaklaştırılmıştır. Hazırlanan bu süspansiyondaki konidiler, Thoma lamı (hemocytometre)'nda sayılarak konsantrasyon 1×10^4 konidi mL⁻¹'ye ayarlanmıştır. Bor tuzlarının belirtilen 7 farklı konsantrasyonu (%0.0156, 0.0312, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 ve 1.0, w/v) otoklav edilmiş ve yaklaşık 50°C'ye soğutulmuş PDA besi ortamlarına eklenmiştir. Tuzlar manyetik karıştırıcı ile karıştırılıp homojen bir karışım sağlanmış ve 6 cm çapındaki steril Petri kaplarına 8-10 mL olacak şekilde dökülmüştür. Tuz eklenmiş ve eklenmemiş (kontrol) PDA besi ortamı içeren her Petri kabına, hazırlanan spor süspansiyonu (30 µL) steril edilmiş cam bağıt vasıtasıyla yayılmıştır. Petri kapları 24 saat boyunca $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmış ve konidi çimlenme oranı (%), her tuza ait farklı konsantrasyonlarda 400 konidi olmak üzere Olympus CX-31 model mikroskopta 100-400x büyütmede, çimlenen ve çimlenmeyen konidiler sayılarak belirlenmiştir. Konidi büyüklüğü kadar çim tüpü oluşturmuş konidiler çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Mecteau ve ark., 2002).

Ayrıca aynı Petrielerde çim tüpü uzunluklarının belirlenmesi için her konsantrasyondan 100 konidinin çim tüpü uzunlukları oküler mikrometre kullanılarak ölçülmüştür. Çim tüp uzunluğunun engellenmesinde, ÇTUE (%) = $[(\text{kpçtu} - \text{tpçtu}) / \text{kpçtu}] \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. Formülde ÇTUE (%), Çim tüp uzunluğunun yüzde olarak engellenmesini; kpçtu, kontrol Petrielerindeki çim tüpü uzunluğunu; tpçtu, tuz eklenmiş Petrielerdeki çim tüpü uzunluğunu ifade

etmektedir. Deneme her bir tuz konsantrasyonu için 4 tekerrürlü yapılmış ve 2 kez tekrar edilmiştir.

2.5. Bor tuzlarının toksik etkilerinin belirlenmesi

Penicillium expansum Pe-78 izolatının misel gelişmesini %50 oranında azaltan konsantrasyon (EC_{50} = etkili konsantrasyon) IBM SPSS Statistic 21 paket programı kullanılarak probit analizi ile hesaplanmıştır. Misel gelişmesini tamamen engelleyen en küçük konsantrasyon (MIC= minimum engelleyici konsantrasyon) paralel denemelerle belirlenmiştir.

Ayrıca 2 farklı bor tuzunun fungisidal veya fungistatik etkileri Thompson (1989) ve Tripathi ve ark. (2004)'nın metodları izlenerek belirlenmiştir. Buna göre farklı konsantrasyon uygulanmış Petrilere gelişme göstermeyen fungus diskleri bu Petrilere alınarak, taze PDA besi ortamı içeren 6 cm çaplı Petrilere tekrar aşılanmış ve fungusun misel gelişimi $21\pm 1^\circ C$ 'de 9 gün boyunca gözlenmiştir. Bu süre içinde fungusun misel gelişimi görülmediyse, bu konsantrasyon fungusun gelişimini %100 engelleyen konsantrasyon (MFC= minimum fungisidal konsantrasyon) olarak kaydedilmiştir.

2.6. Bor tuzlarının in vivo koruyucu ve tedavi edici etkilerinin belirlenmesi

Bu amaçla *in vivo* koşullarda etidot-67 ve boraks dekahidratın 5 farklı konsantrasyonu (%1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0, w/v)'nun elma meyveleri üzerinde *P. expansum*'a karşı etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla koruyucu ve tedavi edici uygulamalar olmak üzere 2 farklı yöntem kullanılmıştır. Denemede kullanılan sağlıklı elma (Granny Smith çeşidi) meyveleri Samsun ilinde bulunan bir soğuk hava deposundan temin edilmiştir. Elmalar musluk suyu altında yıkanıp 1 gece kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra bu meyveler %1'lik NaOCl de 3 dk yüzeysel dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmuş, 3 kez steril saf sudan geçirildikten sonra tekrar kurutulmuş ve yüzeysel dezenfeksiyondan geçirilmiş plastik viyollere yerleştirilmiştir. Steril kabin içinde elmaların ekvator bölgesine karşılıklı olacak şekilde, steril çelik bir tel ile 3 mm çapında 3-4 mm derinliğinde 2 adet yara açılmıştır.

Tuzların koruyucu etkilerinin belirlenmesi için, elma meyvelerinde yara açılma işlemi yapıldıktan sonra meyveler steril kabin içinde 2 saat bekletilmiştir. Açılan yaralara önce steril su kullanılarak hazırlanan tuz konsantrasyonlarından (%1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0, w/v) alınan 25 µL'lik miktar mikropipet yardımıyla yaralara uygulanmıştır. Daha sonra %0.03'lük Tween 20 içeren 1×10^4 konidi mL^{-1} spor süspansiyonundan 25 µL'lik miktar mikropipet yardımıyla, tuz uygulaması yapılmış yaralara 2 saat sonra uygulanmıştır. Tuzların tedavi edici etkilerinin belirlenmesinde ise, ilk olarak yukarıda belirtilen miktarda spor süspansiyonu mikropipet yardımıyla aynı şekilde meyve üzerinde açılan yaralara uygulanmış ve inkübasyona bırakılmıştır. Bu yaralara

24 saat sonra aynı tuz konsantrasyonları aynı miktarda eklenmiştir.

Her iki uygulamada da negatif kontrol amacıyla meyvede açılan yaralara aynı miktarda %0.03'lük Tween 20 içeren steril saf su, pozitif kontrol olarak ise patojenin spor süspansiyonu aynı miktarda (1×10^4 konidi mL^{-1}) uygulanmıştır. Plastik kaplara konulan elmalar inkübatörde $21^\circ C$ 'de inkübasyona bırakılmış ve inkübasyondan 7 gün sonra enfekteli meyveler kontrol edilmiştir (Droby ve ark., 2003). Elmalar üzerindeki lezyon alanını belirlemek amacıyla 7. günün sonunda lezyonlu alana konan asetat kağıdına fungal gelişmenin sınırları çizilmiştir. Asetat kağıtlarındaki çizimler üzerinde 5 cm'lik bar olan beyaz A4 kağıtlarına aktarılmış ve Mustek 1200 UB Plus (Mustek Systems, Inc., Hsin Chu, Taiwan, PRC), masaüstü scanner 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 (Türkkan ve Erper, 2015). Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüş, her bir elma meyvesi bir tekerrür olarak kabul edilmiştir (Nunes ve ark., 2001; Türkkan ve ark., 2017).

2.7. İstatistik analiz

Tüm istatistiksel analizlerde SPSS (version 21, Property of SPSS, Inc.;IBM Company) programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine tabi tutularak ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey-HSD ($P < 0.05$) testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bor tuzlarının misel gelişimi, konidi çimlenmesi ve çim tüp uzunluğuna etkileri

Çalışmada kullanılan bor tuzlarının (etidot-67 ve boraks dekahidrat) farklı konsantrasyonlarının *P. expansum*'un misel gelişimi üzerine engelleyici etkileri birbirinden farklılık göstermiştir. Ancak her iki tuzun konsantrasyonları arttıkça patojen üzerindeki engelleyici etkilerinin de arttığı gözlenmiştir. *P. expansum*'un misel gelişimi her iki bor tuzunun %0.25 ve daha üst konsantrasyonlarında tamamen engellenmiş ve tam engellemenin gerçekleştiği konsantrasyonlar diğer tüm konsantrasyonlardan istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte %0.125 konsantrasyonda etidot 67'nin boraks dekahidrata göre daha etkili olduğu, sırasıyla misel çimlenmesini %73.9 ve %54.3 oranında engellediği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Benzer olarak bor tuzlarının artan konsantrasyonları ile incelenen diğer parametreler (spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğu) arasında engelleme yönünden pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Her iki tuzun %0.125

konsantrasyonunda fungusun hem spor çimlenmesinin hem de çim tüp uzunluğunun tamamen engellendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte tuzların en düşük konsantrasyonunda engellenmenin olmadığı, Etidot 67'nin %0.0625 konsantrasyonunda boraks dekahidrata göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çalışmada kullanılan her iki bor tuzuna karşı *P. expansum*'un spor çimlenmesinin çim tüp uzamasına

göre daha dayanıklı olduğu, diğer bir ifade ile etidot-67 ve boraks dekahidrat tuzularının en düşük konsantrasyon (%0.0156)'unda spor çimlenmesinin görüldüğü (engellenmenin olmadığı), ancak boraks dekahidratın aynı konsantrasyonunda çim tüp uzunluğunun %15.4 oranlarında engellendiği ve kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 1).

Çizelge 1. *In vitro*'da artan bor tuz konsantrasyonlarının *Penicillium expansum* üzerindeki etkileri

Bor tuzları	Konsantrasyon (% w/v)	% Engelleme		
		Misel gelişimi	Spor çimlenmesi	Çim tüp uzunluğu
Etidot-67	0.0156	4.8 ef*	0.0 e	6.4 de
	0.0312	10.9 de	21.0 d	39.8 c
	0.0625	48.7 c	72.9 b	93.2 a
	0.125	73.9 b	100.0 a	100.0 a
	0.25	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	0.5	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	1.0	100.0 a	100.0 a	100.0 a
Boraks dekahidrat	0.0156	6.5 ef	0.0 e	15.4 d
	0.0312	19.9 d	15.2 d	33.6 c
	0.0625	46.1 c	54.1 c	60.9 b
	0.125	54.3 c	100.0 a	100.0 a
	0.25	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	0.5	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	1.0	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	0.0 (Kontrol)	0.0 f	0.0 e	0.0 e

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey-HSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P<0.05$).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bitkiler için gerekli bir mikro element olan borun farklı formlarının artan konsantrasyonları ile bazı bitki patojeni fungusların misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğu üzerine antifungal etkileri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ortaya koyan benzer çalışmalar ile uyum içindedir (Qin ve ark., 2010; Thomidis ve Exadaktylou, 2010; Cao ve ark., 2012, Li ve ark., 2012, Shi ve ark., 2012). Li ve ark. (2012), patateslerde kuru çürüklüğe neden olan *F. sulphureum* karşı PTB ve boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)'ın etkinliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, artan tuz konsantrasyonları ile fungusun spor çimlenmesinin ve misel gelişiminin engellenmesi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu, özellikle çalışmada kullanılan en yüksek konsantrasyon (20 g/L)'da engellenmenin %100 olduğunu belirlenmiştir. Benzer olarak Cao ve ark. (2012)'nin yaptığı bir çalışmada hünnap meyvesinde mavi küf hastalığına neden olan *P. expansum*'a karşı PTB uygulandığında konsantrasyon arttıkça misel gelişiminin engellenmesinin arttığı, yani %0.01 ve 0.05 konsantrasyonlarda misel gelişiminin engellenmediği, %0.1 konsantrasyonda %10-15 oranında, %0.25

konsantrasyonda ise %100 engellenmenin olduğu rapor edilmiştir. Thomidis ve Exadaktylou (2010)'nun yaptığı diğer bir çalışmada, Andross çeşidi şeftalide monilya hastalığına neden olan *Monilinia laxa*'ya karşı kullanılan borun iki formülasyonu [Power B (B 20% w/w, FARMA-CHEM SA) ve Borax (B 20% w/w, Moscholios Chemicals SA)]'nin antifungal etkiye sahip olduklarını ve boraksın $750 \mu\text{g mL}^{-1}$ ve Power B'nin $1000 \mu\text{g mM}^{-1}$ konsantrasyonlarda patojenin misel gelişimini tamamen engellendiği tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada Qin ve ark. (2010), PTB'in artan konsantrasyonlarının bağda kurşuni küf etmeni *B. cinerea*'nin misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğu üzerine engelleyici etkilerinin olduğunu ve PTB'in %1 (w/v)'lik konsantrasyonunun 23°C 'de inkübasyondan sonraki 4. gün sonunda misel gelişiminin tamamen engellediğini rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada misel gelişimi üzerine engelleyici etkide olduğu gibi, artan PTB konsantrasyonları ile spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğu arasında pozitif bir ilişkinin olduğu, kontrol uygulamalarına göre değerlendirildiğinde PTB'in *B. cinerea*'nin spor çimlenmesini %0.1'lik konsantrasyonda, çim tüp

uzunluğunu ise %0.05 konsantrasyonda önemli derecede azalttığı (P<0.05) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer olup (Çizelge 1), PTB'ye karşı *B. cinerea*'ın spor çimlenmesinin çim tüp uzamasına göre daha az hassas olduğu belirlenmiştir. Benzer olarak Qin ve ark. (2007), PTB'nin *P. expansum* üzerinde antifungal bir etkiye sahip olduğunu, tuzun %0.1 konsantrasyonda kullanıldığında kontrole göre spor çimlenmesini yaklaşık %12, çim tüp uzunluğunu ise %82 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Shi ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada hasat sonu mango meyvelerinde antraknoz hastalığına neden olan *C. gloeosporioides*'e karşı kullanılan PTB'nin 20 mM konsantrasyonunun etmenin spor çimlenmesini ve çim tüp uzunluğunu sırasıyla yaklaşık %72 ve %94 oranlarında engellediği tespit edilmiştir.

3.2. Bor tuzlarının toksisiteleri

Çalışmada kullanılan etidot 67 ve boraks dekahidratın *P. expansum*'un misel gelişimi üzerine toksik etkileri değerlendirildiğinde birbirine yakın değerler (sırasıyla EC₅₀: 0.067 ve 0.071) aldıkları görülmüştür. Bununla birlikte mevcut çalışmada her iki tuzun fungistatik konsantrasyonun yani MIC değerinin %0.25 olduğu, fungisidal (fungitoksik) konsantrasyonun yani MFC değerinin ise %1.0'dan büyük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yapılan benzer çalışmalarda farklı bor ve diğer bazı organik ve inorganik tuzların bitki patojeni funguslara karşı toksik etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Rolshausen ve Gubler, 2005; Thomidis ve Exadaktylou, 2010; Li ve ark., 2012; Türkkan ve ark., 2017). Şeftalide *M. laxa*'ya karşı uygulanan boraks ve Power B'nin EC₅₀ değerleri sırasıyla 107.9 ve 522.4 µg mL⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Thomidis ve Exadaktylou, 2010). Örneğin, borik asitin *E. lata*'nın misel gelişiminin ve askospor çimlenmesinin engellenmesindeki EC₅₀ değerlerinin sırasıyla 125 ve

475 µg/mL olarak tespit edilmiş ve inokulasyondan 10-12 gün sonra hastalık kontrolünde %75'in üzerinde başarı sağlanmıştır (Rolshausen ve Gubler, 2005). Li ve ark. (2012), PTB ve boraksın *F. sulphureum*'un spor çimlenmesi üzerinde ED₅₀ değerlerini sırasıyla 2.1 ve 2.4 g/L, misel gelişimi üzerinde ise ED₅₀ değerlerinin sırasıyla 2.8 ve 3.2 g L⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Türkkan ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada kivide *B. cinerea*'ya karşı kullanılan 6 farklı tuz içinde amonyum karbonat, amonyum bikarbonat ve sodyum karbonat tuzlarının EC₅₀ değerinin <10 mM olduğu, sonuçta bu tuzların diğer 3 tuz (potasyum karbonat, potasyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat)'a göre daha etkili olduğu ve MIC değerlerinin sırasıyla 25, 10 ve 25 mM olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 2. Etidot 67 ve boraks dekahidrat (% w/v)'ın *Penicillium expansum*'un misel gelişimi üzerine toksik etkileri

Bor tuzları	EC ₅₀ *	MIC**	MFC***
Etidot-67	0.067	0.25	>1.0
Boraks dekahidrat	0.071	0.25	>1.0

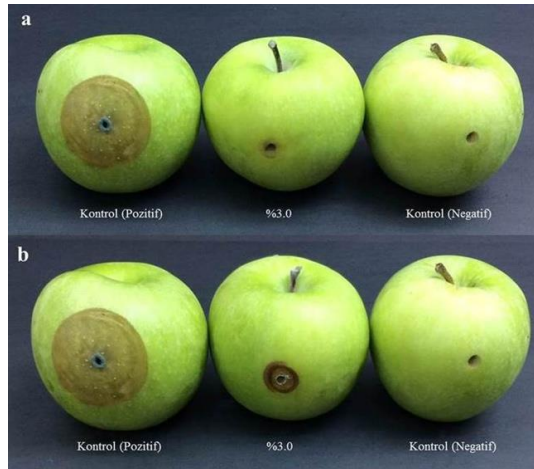
* Misel gelişimini 50% oranında azaltan konsantrasyon

** Minimum engelleyici konsantrasyon

*** Minimum fungisidal konsantrasyon

3.3. Elma meyveleri üzerinde bor tuzlarının *P. expansum*'a karşı koruyucu ve tedavi edici etkileri

Etidot-67 ve boraks dekahidratın farklı konsantrasyonlarının elmada mavi küf hastalığına karşı koruyucu ve tedavi edici etkilerinin değerlendirildiği *in vivo* çalışmalarda, her iki tuzun da meyve üzerindeki lezyon gelişimini pozitif kontrole kıyasla önemli oranda azalttığı belirlenmiştir (P<0.05) (Çizelge 3) (Şekil 1).



Şekil 1. Elmada mavi küf etmeni *Penicillium expansum*'a karşı %3.0'luk konsantrasyonda etidot-67 [koruyucu (a)] ve boraks dekahidrat [tedavi edici (b)]'in engelleyici etkileri.

Çizelge 3. Elmada mavi küf etmeni *Penicillium expansum*'a karşı etidot-67 ve boraks dekahidratın farklı konsantrasyonlarının koruyucu ve tedavi edici etkileri

Bor tuzları	Konsantrasyon (% w/v)	% Engelleme	
		Koruyucu	Tedavi Edici
Etidot-67	1.0	38.4 d*	44.2 cd
	1.5	68.3 bc	75.1 ab
	2.0	82.1 ab	76.8 ab
	2.5	95.1 a	84.0 ab
	3.0	98.1 a	92.8 a
Boraks dekahidrat	1.0	38.8 d	39.8 d
	1.5	60.9 c	53.3 cd
	2.0	87.5 ab	64.9 bc
	2.5	93.4 a	75.3 ab
	3.0	94.3 a	78.8 ab
Kontrol	0.0	0.0 e	0.0 e

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey–HSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Genel olarak hem koruyucu hem de tedavi edici uygulamalarda etidot-67'nin boraks dekahidrata kıyasla mavi küf hastalık şiddetini daha etkili bir şekilde kontrol ettiği gözlenmiştir. Koruyucu uygulamalarda, her iki tuzun %2.0 ve üzeri konsantrasyonlarının elmalarda lezyon gelişimini kontrol etme etkinlikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (P<0.05). Tedavi edici uygulamalarda ise, %1.5'lik bir konsantrasyonda, etidot-67 hastalığın lezyon gelişimini %75.1 oranında engellerken, boraks dekahidrat %53.3 oranında engelleyebilmiştir ve bu engelleme oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Boraks dekahidrat ancak daha yüksek konsantrasyonlarda etidot-67'nin tedavi edici etkinliğine ulaşabilmiştir. Mevcut bulgularımız daha önce hasat sonu hastalıklarının mücadelesinde kullanılan bor ve diğer tuz bileşiklerinin uygulamaları ile benzerlik göstermektedir. Domateslerde meyve çürüklüğüne neden olan farklı fungus (*Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *R. stolonifer*, *Aspergillus flavus* ve *A. niger*)'lara karşı farklı tuz ve fungusitlerin kullanıldığı bir çalışmada %0.4, %0.5 ve %0.6'lık konsantrasyonlarda kullanılan borik asit ve boraks uygulamalarının patojen ile inokuleli kontrole kıyasla domateslerde hastalık şiddetini önemli oranda azalttığı rapor edilmiştir (Akhtar ve ark., 1994). Shi ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada mango meyvelerinde *C. gloeosporioides*'in neden olduğu antraknoz hastalığına karşı potasyum tetraboratın 20mM (%0.2) konsantrasyonda, uygulama yapılmamış kontrol meyvelerine göre lezyon oluşumunu yaklaşık %47 oranında azalttığını rapor etmişlerdir. Daha önce yaptığımız başka bir çalışmada, *B. cinerea*'nın kivide

neden olduğu kurşuni küfe karşı koruyucu olarak uygulanan karbonat ve bikarbonat tuzlarının antifungal etkileri *in vivo* denemelerle belirlenmiş, sonuçta 100 mM amonyum karbonat dışındaki 5 karbonat ve bikarbonat tuzunun kivi meyveleri üzerinde oluşturduğu kurşuni küf belirtilerini kontrole göre istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir (P<0.05) (Türkkan ve ark., 2017).

Mevcut çalışmada kullanılan *P. expansum* izolatına karşı *in vitro* koşullarda etkili bulunan bazı tuz konsantrasyonlarının *in vivo* da etkili olmadığı gözlenmiştir. Patojen inokulasyonunun 7. günü sonunda yapılan lezyon ölçümlerinde, *in vitro* testlerde misel gelişimini ve spor çimlenmesini tamamen engelleyen konsantrasyonlardan biri olan %1.0'de, etidot-67'nin koruyucu ve tedavi edici uygulamalarındaki engellemelerin sırasıyla %38.4 ve %44.2, boraks dekahidratın ise bu engelleme değerlerinin %38.8 ve %39.8 olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan benzer çalışmaların sonuçları bulgularımızı destekler nitelikte olup, bu durum daha öncede patates gümüş kabukluluk (*Helminthosporium solani*), fasulye pası (*Uromyces appendiculatus*) ve buğday pası (*Puccinia triticina*) gibi bazı patojenlerin kontrolünde de rapor edilmiştir (Hervieux ve ark., 2002; Arslan ve ark., 2006). Wisniewski ve ark. (1998) *P. digitatum* ve *B. cinerea*'ya karşı kullanılan farklı bileşiklerin *in vitro* ve *in vivo* etkinlikleri arasında bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Bu uyumsuzluklarda konukçu doku-tuz interaksiyonları ve bazı çevresel faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir (Punja ve Grogan, 1982; Hervieux ve ark., 2002).

4. Sonuç

Sonuç olarak, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda yapılan bu çalışmada kullanılan iki bor tuzunun bazı konsantrasyonlarının, *P. expansum*'un neden olduğu elmada mavi küf hastalığının mücadelesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bor bileşiklerinin antifungal etkisi, patojenin hücre zarını bozarak, sitoplazmik materyallerin dışarı çıkması ve sonuçta patojenin ölümüne yol açması şeklinde olabilmektedir (Qin ve ark., 2010). Elma meyveleri üzerine uygulanan her iki borun en yüksek konsantrasyonu (%3.0)'nda bile meyveler üzerinde herhangi bir fitotoksiste görülmemiş olması, bu bileşiklerin farklı patojenlerin mücadelesinde de potansiyel olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Qin ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada PTB uygulanmasının, üzümdeki *B. cinerea*'nın mücadelesinde çok etkili olan ancak pedicelleri kararttığı ve meyveleri üzerinde koyu kahverengi lekelerle neden olan (Gabler ve Smilanick, 2001) sodyum karbonat ve potasyum karbonat gibi diğer tuzlarla kıyaslandığında bir avantaja sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca bor, bitkiler için gerekli bir mikroelement olup, fungus, bakteri ve birçok böceğin mücadelesi için tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır (Qin ve ark., 2010). Ayrıca hasat sonu fungal hastalıkların entegre mücadelesi için borun diğer geniş spektrumlu antimikrobiyal özelliğe sahip ve genellikle güvenli kabul edilen (GRAS) organik ve inorganik tuzlarla kombinasyon halinde etkinliklerinin belirlenmesine yönelik yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı (Proje No: 1919B011700220) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Akhtar, K.P., Matin, M., Mirza, J.H., Shakir, A.S., Rafique, M., 1994. Some studies on post-harvest diseases of tomato fruits and their chemical control. Pakistan Journal Phytopathology, 6(2): 125-129.

Anonymous, 2019a. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 18.01.2019)

Anonymous, 2019b. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 27.04.2019).

Anonymous, 2019c. Bitki koruma ürünleri veri tabanı programı. <https://bku.tarim.gov.tr>. (Erişim tarihi: 15 Ocak 2019).

Arslan, U., İlhan, K., Karabulut, O.A., 2006. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds for the control of bean rust and wheatleaf rust. Journal of Phytopathology, 154: 534-541.

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 of Phytopathology, 161: 382-388.

Cao, B., Li, H., Tian, S., Qin, G. 2012. Boron improves the biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* against *Penicillium expansum* in jujube fruit. Postharvest Biology and Technology, 68: 16-21.

Conway, W.S., Leverentz, B., Janisiewicz, W.F., Blodgett, A.B., Saftner, R.A., Camp, M.J., 2004. Integrating heat treatment, biocontrol and sodium bicarbonate to reduce postharvest decay of apple caused by *Colletotrichum acutatum* and *Penicillium expansum*. Postharvest Biology Technology, 34: 11-20.

Conway, W.S., Leverentz, B., Janisiewicz, W.F., Saftner, R.A., Camp, M.J., 2005. Improving biocontrol using antagonist mixtures with heat and/or sodium bicarbonate to control postharvest decay of apple fruit Postharvest Biology Technology, 36: 235-244.

Droby, S., Wisniewski, M.E., El Ghaouth, A., Wilson, C. 2003. Influence of food additives on the control of postharvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product Aspire. Postharvest Biology and Technology, 27: 127-135.

Gabler, F.M., Smilanick, J.L., 2001. Postharvest control of table grape gray mold on detached berries with carbonate and bicarbonate salts and disinfectants. American Journal of Enology and Viticulture, 52(1): 12-20.

Grant, I.R., Patterson, M.F., 1991. Effect of irradiation and modified atmosphere packaging on the microbiological safety of minced pork stored under temperature abuse conditions. International Journal of Food Science Technology. 26(5): 521-533. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb01997.x>

Frisvard, J.C., Samson, R.A., 2004. Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium* A guide to identification of food and air-borne terverticillate *Penicillia* and their mycotoxins. Studies in Mycology, 49: 1-174.

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.

Janisiewicz, W.J., 1998, Biocontrol of Postharvest Diseases of Temperate Fruits: Challenges and Opportunities. In: Plant - Microbe Interactions and Biological Control. J. Boland and L.D. Kaykendall, eds. Marcel-Dekker, Inc, New York, 171-189.

Karabulut, Ö.A., Arslan, Ü., Kuruoğlu, G., İlhan, K., 2005. Integrated control of postharvest diseases of sweet cherry with yeast antagonists and sodium bicarbonate applications within a hydrocooler. Postharvest Biology and Technology, 37: 135-141.

- Li, Y., Yang, Z., Bi, Y., Zhang, J., Wang, D., 2012. Antifungal effect of borates against *Fusarium sulphureum* on potato tubers and its possible mechanisms of action. *Postharvest Biology and Technology*, 74: 55-61.
- Mari, M., Leoni, O., Iori, R., Cembali, T., 2002. Antifungal vapour-phase activity of allyl-isothiocyanate against *Penicillium expansum* on pears. *Plant Pathology*, 51: 231-236.
- 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.
- Nunes, C., Usall, J., Teixido, N., de Eribe, X.O., Vinas, I., 2001. Control of post-harvest decay of apples by preharvest and post-harvest application of ammonium molybdate. *Pest Management Science*, 57: 1093-1099.
- Palou, L., Marcilla, A., Rojas-Argudo, C., Alonso, M., Jacas, J.A., Angel del Rio, M., 2007. Effects of X-ray irradiation and sodium carbonate treatments on postharvest *Penicillium* decay and quality attributes of clementine mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 252-261.
- 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.
- Qin, G., Tian, S., Chan, Z., Li, B., 2007. Crucial role of antioxidant proteins and hydrolytic enzymes in pathogenicity of *Penicillium expansum*. *Molecular & Cellular Proteomics*, 6: 425-438.
- Qin, G., Zong, Y., Chen, Q., Hua, D., Tian, S., 2010. Inhibitory effect of boron against *Botrytis cinerea* on table grapes and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 138: 145-150.
- Rolshausen, P.E., Gubler, W.D. 2005. Use of boron for the control of *Eutypa dieback* of grapevines. *Plant Disease* 89: 734-738.
- Shi, X., Li, B., Qin, G., Tian, S., 2012. Mechanism of antifungal action of borate against *Colletotrichum gloeosporioides* related to mitochondrial degradation in spores. *Postharvest Biology and Technology*, 67: 138-143.
- Spadaro, D., Vola, R., Piano, S., Gullino, M.L., 2002. Mechanisms of action and efficacy of four isolates of the yeast *Metschnikowia pulcherrima* active against postharvest pathogens on apples. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 123-134.
- Snowdon, A.L., 1990. *A Colour Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables: Vol. 1: General Introduction and Fruits*. Wolfe Scientific, London, Great Britain, 302 pp.
- Temur, C., Tiryaki, O., 2013. Combination of irradiation and sodium carbonate to control postharvest *Penicillium* decay of apples. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 42: 47-56.
- Thomidis, T., Exadaktylou, E., 2010. Effect of boron on the development of brown rot (*Monilinia laxa*) on peaches. *Crop Protection*, 29: 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 postharvest rotting of citrus fruits. *World J. Microbiol Biotechnology*, 20: 317-321.
- 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., Özcan, M., Erper, İ. 2017. Antifungal effect of carbonate and bicarbonate salts against *Botrytis cinerea*, the casual agent of grey mould of kiwifruit. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(2): 103-110.
- Wisniewski, M.E, Droby, S., El-Ghaouth, A., Wilson, C.L, 1998. The use of food additives to control postharvest decay and enhance biocontrol activity of yeast antagonist, in Proc Internat Congress Plant pathol, August 9-16, Edinburg, Scotlant, (Abstract 5.2.61).
- Vilanova, L., Vinas, I., Torres, R., Usall, J., Buron-Moles, G., Teixido, N., 2014. Increasing maturity reduces wound response and lignification processes against *Penicillium expansum* (pathogen) and *Penicillium digitatum* (non-host pathogen) infection in apples. *Postharvest Biology and Technology*, 88: 54-60.
- Zhang, J., Timmer, L.W., 2007. Preharvest application of fungicides for postharvest disease control on early season tangerine hybrids in Florida. *Crop Protection*, 26: 886-893.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.515077

Tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketim memnuniyetlerine dayalı ürün profillerinin belirlenmesi: Iğdır İli örneği

Yavuz Topcu*, Süleyman Yalçın

**Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum*
*Sorumlu yazar/corresponding author: yavuztopcu@atauni.edu.tr

Geliş/Received 19/01/2019

Kabul/Accepted 19/08/2019

ÖZET

Çalışmanın amacı, perakende seviyesinde tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketim memnuniyeti üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek ve daha sonra onların toplam faydalarını maksimum kılan ürün profillerini belirlemektir. Araştırmanın verileri, Iğdır ilinde içme sütü tüketen 160 hane halkından tesadüfi olarak toplanmıştır. Elde edilen veriler, tüketicilerin içme sütü tüketim memnuniyeti üzerinde etkili olan faktörlerin nispi önemleri ve faktör seviyelerinin kısmi faydalarını belirlemek ve daha sonra tüketim frekansları ile segmente edilen tüketicilerin toplam faydalarını maksimum ve minimum kılan ürün profillerini tasarlamak için Konjoint Analizi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, tüketicilerin içme sütü tüketim memnuniyeti üzerinde üretim tekniği (%30), fiyat (%16), marka (%15.3) ve bölge orijini (%15) faktörlerinin en yüksek nispi öneme sahip olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan; organik üretim, pastörize süt, Doğu Karadeniz Bölge orijini, tam yağlı süt, özel marka ve düşük fiyat gibi faktör seviyelerinin kısmi faydaları yüksek bulunmuştur. Bu bulguların ışığında en yüksek toplam faydayı sağlayan 7 numaralı içme sütü profili, Doğu Karadeniz orijini altında özel markalı ve düşük fiyatlı organik tam yağlı pastörize sütler ile dizayn edilmiştir. Perakende seviyesinde, bu faktörler ile faktör seviyelerine göre dizayn edilmiş olan bölge orijinli içme sütü profilleri tüketicilerin toplam faydalarını maksimum kılarak, onların tüketim memnuniyetlerini önemli ölçüde artırabilir

Anahtar Sözcükler:
Conjoint analiz
Ordinal fayda
Orthogonal dizayn
Tüketim memnuniyeti

Determining product profiles based on consumers' consumption satisfaction towards drinking milk with the region of origin: Case of Iğdır province

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the factors effecting on consumers' consumption satisfaction towards drinking milk with the region of origin at the retailer level, and then to determine the product profiles maximizing their total utilities. Research data were collected randomly from 160 households consuming drinking milk in Iğdır province. The data were used for Conjoint Analysis to determine the relative importance of the factors and the partial utilities of their levels related to drinking milk consumption satisfaction of the consumers, and to design the product profiles maximizing and minimizing total utility of the consumers segmented by their consumption frequencies. The result of the study highlighted that the production technique (%30), the price (%16), the brand (%15.3) and the region of origin (%15) factors on the consumers' consumption satisfaction towards drinking milk with the region of origin were of the highest relative importance. On the other hand, the partial utilities of the factor levels such as organic production, pasteurized milk, Eastern Bleak Sea origin, whole-fat milk, private brand and lower price were found much higher. In the light of these findings, number 7 drinking milk profile were designed by organic whole-fat pasteurized milk with private label and lower-priced under Eastern Bleak Sea origin. As a result, the profiles of drinking milk with the region of origin designed by these factors and their levels at the retailer levels could increase the consumers' consumption satisfaction by maximizing their total utilities.

Keywords:
Conjoint analysis
Ordinal utility
Orthogonal design
Consumption
Satisfaction

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Son yıllarda doğal faktörlerden biyolojik varlıklara uygulanan gen modifikasyonları ve kimyasallarla muamele hem doğal kaynaklar ve canlılar üzerinde deformasyonlara hem de gıda ürünlerinin temel fonksiyonları yanında canlıların çeşitli düzeylerde toksinlere maruz kalmasına neden olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklardan kaynaklanan kronik sağlık problemleri, insanları satın aldıkları ürünler hakkında daha çok araştırma yapmaya, bilgiye ulaşmaya ve bunlar arasından özenli bir seçim yapmaya zorlamaktadır (Miles ve Frewer, 2001; Chen, 2007; Kan ve ark., 2012; Topcu ve ark., 2015). Dikkate alınan bu seçim kriterleri, tüketicilerin korunan bölge orijini (PDO) ve coğrafik işaretler (PGI), geleneksel özellik garantisi (TSG) gibi orijin tanımlamaları altında çeşitli üretim (organik, doğal ve konvansiyonel) ve işleme tekniklerini (ev tipi, fabrika tipi ve yoğun teknolojik) temel alan taze ve doğal yerel çiftlik ürünleri gibi kavramların ortaya çıkmasına ve bunlara yönelimin yoğun bir şekilde artmasına neden olmuştur (Furnols ve ark., 2011; Lui ve ark., 2013; Schleenbecker ve Hamm, 2013; Barnes ve ark., 2014; Braghieri ve ark., 2014; Marcoz ve ark., 2014; Chamorro ve ark., 2015).

Bu yönelim içerisinde tüketiciler; daha doğal ve sağlıklı, kimyasallardan arındırılmış ve çevre üzerinde negatif etkisi bulunmayan, doğal kaynakları koruyan ve gelecek nesillere daha iyi bir dünya miras bırakmak için satın alma tutum ve davranışları sergilemektedir. Diğer taraftan üreticiler de tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerini dikkate alarak, tüketiciler ile sosyal refah arasında bir denge oluşturabilmek için üretim ve pazarlama stratejilerini güncel tutmak ve bağımlı müşteriler yoluyla işletmenin sürdürülebilirliğini mümkün kılmaya çalışmaktadırlar. Bunun için işletmelerin belirli bir mamul hattında hedef piyasalardaki tüketicilerin satın alma karar modellerini analiz ederek, onların ihtiyaç ve isteklerine cevap verebilen mamullerin konumlandırılması ve yaşam evrelerinin dinamik tutulması büyük önem arz etmektedir. Bu stratejik anlayış içerisinde tüketicilerin bölge orijinli gıda tüketim tercihleri ve satın alma kararları üzerinde etkili olan perakende seviyesindeki dışsal ürün nitelikleri ve pazarlama karması bileşenlerine odaklı mamul profillerinin dizayn edilmesi sadece tüketici ve arz edenlerin toplam faydalarını maksimum kılmaz aynı zamanda bölgesel kalkınmaya da olanak sağlayabilir.

Nitekim araştırma bölgesinin agro-ekolojik yapısı, doğal kaynakların muhafazası ve hayvancılığın yüksek kaliteli ve kirletici kimyasallardan uzak mera alanlarına dayalı olarak sürdürülmesi, hayvansal ürünlere özellikle de çiğ süte mutlak bir üstünlük sağlamaktadır. Bölge için nispi avantaja sahip olan çiğ sütün duysal kalite niteliklerinin pazarlama karması bileşenleri ile bütünleştirilerek gerçek ya da genişletilmiş süt ve süt ürünleri imajının gerçekleştirilmesi hem tarımsal üretim değerinin artırılması hem de kırsal kalkınmanın temin edilmesinde önemli avantajlar sağlayabilir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından yayınlanan dünya tarımsal üretim değeri raporlarına göre, dünya tarımsal üretim değerinde en yüksek orana sahip olan ürünün, süt ve süt ürünleri olduğu belirtilmiştir (FAOSTAT, 2017). Diğer taraftan süt ve süt ürünleri, Amerika Tarım Birimi (USDA)'nın oluşturduğu besin piramidinde ve USDA'nın Sağlık Sorumlu Bölümü (DHHS)'nin oluşturduğu beslenme rehberinde yeterli ve dengeli beslenme için bahsedilen dört besin grubundan biridir. Dolayısıyla bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesi için tüketilmesi önerilen süt tüketimi; yaş, cinsiyet ve fizyolojik duruma göre değişiklik göstermesine karşın, her grup için tüketilmesi zorunlu olan bir besin komponentidir (Miller ve ark., 2000).

İnsanoğlunun yaşamının her evresinde gerekli olan süt ve süt ürünleri, makro ve mikro besin elementleri için iyi bir alternatif olmasının yanında bazı önemli mineraller, protein ve vitaminlerin de temel kaynağı durumundadır. Yüksek değerli proteinleri ve tüm esansiyel aminoasitleri içeriği nedeniyle önemli bir kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum kaynağı (Murphy ve ark., 2008) durumunda olan süt, özellikle çocukluk ve yaşlılık dönemleri başta olmak üzere yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan bir gıda maddesi ve bileşeni niteliğindedir. Ayrıca vücudun hayati fonksiyonunu sağlayan kalp, sinir ve kas hücreleri için gerekli olmakla beraber kemik erimesini engelleyen, sindirim sistemini düzenleyen, diş çürüklerini önleyen, bazı bağırsak hastalıklarını tedavi eden, beyine enerji veren, mide rahatsızlıklarını giderilmesine yardımcı olan, mikrobik enfeksiyonlara karşı etkili olan muhteviyata da sahiptir. İfade edilen faktörlerin etkisi altında fizyolojik ihtiyaçtan sağlanacak temel fayda güdüsü, tüketicilerin süt tüketim motivasyonlarını güçlendirmektedir (Allen ve Goddard, 2012; Mobley ve ark., 2014; Li ve Drake, 2015; Grunert ve Aachmann, 2016).

Diğer taraftan, çiğ süte uygulanan ısıl işlem esnasında zararlı bakteriler ile birlikte faydalı bakterilerin de zarar gördüğü ve raf ömrünün uzatılması yönünde kullanılabilen katkı maddeler ile antibiyotik ve antiseptik maddelerin süt işlenmesi esnasında kalite düzeyini düşürdüğü; aynı zamanda çiğ olarak satın alınan sütün üretim, sağım, işleme, muhafaza ve satış sürecinde çeşitli kirleticilere ve yetiştiricilik aşamasında da mikrobiyolojik açıdan çeşitli kontaminasyonlara maruz kalınmasından kaynaklanan hastalıkların ve risk unsurlarının insanlara bulaşma endişeleri, tüketicilerin satın alma kararları üzerinde negatif motivasyonlara neden olduğu çeşitli araştırmalarla rapor edilmiştir (Hill ve Lynchhaun, 2002; Gündüz ve ark., 2013; Karakaya ve Akbay, 2014; Konar ve ark., 2014; Markham ve ark., 2014; Walke ve ark., 2014).

Sütün hem temel besin nitelikleri hem de işlenmiş/çiğ süt niteliklerine dayalı bu motivasyon varyasyonları, hedef tüketici kitlelerinin tüketim tercihleri ve satın alma kararları üzerinde sürekli bir değişim yaşanmasına neden olmaktadır. Değişim

olgusunda tüketicilerin deneyimsel algılarına dayalı içme sütü tercihlerinde duyu kalite nitelikleri ne kadar büyük önem arz ediyorsa, satın alma sürecinde pazarlama karması bileşenleri ve işleme teknikleri de o ölçüde önem arz etmektedir. Dolayısıyla tüketicilerin içme sütü satın alma kararları; demografik, sosyoekonomik, psikolojik ve kişisel faktörlerin etkisi altında ürün ve pazar odaklı pazarlama karmasına bağlı olarak değişen oldukça kompleks bir yapıya sahiptir (Akbaş ve Jones, 2005; Topcu, 2015).

Tüketicilerin içme sütü satın alma kararı üzerinde; fiyat, marka, yağ oranı ve ürün bilgisi (Hill ve Lyncheaun, 2002; Liu ve ark., 2013; Cheng ve ark., 2014; Walke ve ark., 2014); güvenlik ve çevre dostu sertifikası ve satış noktası (Cheng ve ark., 2014); hijyen sertifikası ve işleme teknikleri (Uzunoz ve Akca, 2012); paket materyali ve dizaynı, reklam ve perakendeci uygunluğu (Hill ve Lyncheaun, 2002; Hollywood ve ark., 2013); kalite ve kalite güvencesi, süt kaynağı ve işleme teknikleri (Şeker ve ark., 2012; Karakaya ve Akbaş, 2014) gibi dışsal ürün niteliklerine büyük bir önem atfedildiği rapor edilmiştir.

Oldukça kompleks satın alma kararını gerekli kılan içme sütünün dünyadaki toplam üretimi 2017 yılında 653 milyon ton düzeyinde olup, süt üretiminde AB-28 (157 milyon ton), ABD (97.7 milyon ton), Hindistan (83.6 milyon ton), Brezilya (33.5 milyon ton), Rusya (30.9 milyon ton), Çin (30.4 milyon ton), Yeni Zelanda (21.4 milyon ton) ve Türkiye (18.8 milyon ton) lider ülkeler konumundadır. Türkiye 18.8 milyon ton süt üretimiyle dünya sıralamasında 8. sırada yer alırken, toplam üretilen sütün %91'i sığırdan temin edilmektedir (ASUD, 2019; FAOSTAT, 2019; WDS, 2017). Yaklaşık 7.5 milyar nüfusa sahip olan dünyada, kişi başına ortalama süt ve süt ürünleri tüketim miktarı 111.3 kg olup, gelişmiş ülkelerde 180-575 kg, gelişmekte olan ülkelerde 75 kg ve Türkiye'de ise 236 kg'dır. Özellikle Rusya (180 litre), Ukrayna (123 litre), Avustralya (113 litre), Yeni Zelanda (108 litre), ABD (82 litre), Kanada (82 litre), AB-27 (61 litre) kişi başına içme sütü tüketiminde ilk sıralarda yer almaktadır (WDS, 2017). Fakat Türkiye ve araştırma bölgesinde kişi başına içme sütü tüketimi 18 ve 5 litre olup, dünyada lider ülkelerle karşılaştırıldığında süt ve süt ürünlerinde ılımlı fakat içme sütü tüketiminde oldukça düşük tüketime sahibiz.

Bu mantıksal çerçeve içerisinde araştırma bölgesi olan Iğdır ilinin bölge orijini ve geleneksel spesifik ürün garantisi altında yüksek duyu kalite niteliklerine sahip ham süt üretimine karşılık, temel fayda güdüsünü karşılamak ve toplam faydalarını maksimum kılmak isteyen tüketicilerin düşük içme sütü tüketim trendlerine neden olan satış noktalarındaki alternatif içme sütü profilleri ve ödeme istekliliklerinin homojen tüketici kitleleri bazında analiz edilmesi ve bu doğrultuda pazarlama stratejilerinin oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Fakat araştırma bölgesinde konuyla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmaması, alınacak kararların etkin olmamasına neden olacaktır. Bu yüzden

bu çalışma literatürdeki bu boşluğu doldurarak, karar vericilerin isabetli kararlar vermesine olanak sağlayabilir. Bütün bu gerekçelere bağlı olarak, içme sütünün üretim merkezi konumunda olan Iğdır ilinde ikamet eden tüketicilerin içme sütü satın alma kararları üzerinde etkili olan ve perakende seviyesinde dışsal ürün nitelikleri ile pazarlama karması bileşenlerine bağlı olarak her bir homojen tüketici segmenti için içme sütü profillerinin dizayn edilmesi ve etkili pazarlama stratejilerinin harekete geçirilebilmesi amacıyla, bu çalışma planlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın birincil verilerini, 2017 yılında Iğdır ilinde ikamet eden ve içme sütü tüketen hane halkları ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. İkincil veriler ise, çeşitli kurum ve kuruluşların (TUİK, FAOSTAT gibi) verileri ile yerli ve yabancı bilimsel çalışma, rapor, dergi ve çeşitli yayınlardan temin edilen araştırma sonuçlarından sağlanmıştır.

2.2. Metotlar

2.2.1. Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde uygulanan metot

Iğdır ilindeki hane halklarını temsil etme niteliği taşıyan ve örnek kitleye seçilenlerin tek yönlü kümelenmesini önlemek için ilin doğu-batı, kuzey-güney yönlerini kapsayan ana popülasyondaki hane halkları mekanik sıralama yöntemiyle tesadüfi olarak seçilmiş ve örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde daha önce bölge orijinli içme sütü tüketenlerin oranlarına yönelik bir veriye ulaşılmadığından, içme sütü tüketen ve tüketmeyen hane halklarının oranları belirlemek için bir ön saha çalışması yürütülmüş ve tesadüfi olarak seçilen tüketicilerin içme sütü tüketme oranı %88.2 ve tüketmeme oranı ise %11.8 olarak hesaplanmıştır. Mevcut oranlar dikkate alınarak, ana kitle büyüklüğünün bilinmemesi durumunda teorik olarak belirlenen örnek kitle büyüklüğü, aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Topcu, 2015).

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{c^2}$$

Burada;

n: Örnek büyüklüğü

Z: Z değeri, (%95 güven aralığında 1.96)

p: Tüketicilerin içme sütü tüketim oranları (0.882)

q: (1-p) İçme sütü tüketmeme oranı (0.118)

c: Hata terimi, (0.05 = ±5)

Yukarıdaki eşitlikte bölge orijinli içme sütü tüketim olayının teorik görülme sıklığı ve gerçekleşmeme ihtimalleri dikkate alınarak, araştırma bölgesinde

yapılması gereken anket sayısı 160 olarak hesaplanmıştır.

2.2.2. Anket formlarının hazırlanmasında uygulanan metot

İğdir ilinde içme sütü tüketen hane halklarının satın alma tutum ve davranışları belirleyen içsel ve dışsal ürün nitelikleri ile tüketicilerin sosyoekonomik ve demografik karakteristikleri ile ilgili faktörler, yerli ve yabancı araştırmalarda kullanılan değişkenlerin bölgelere ve ilgili ürüne uyarlanması ile elde edilmiştir. Ön araştırma ve hipotetik yaklaşımlarla tüketicilerin içme sütü satın alma kararı üzerinde etkili olan üretim

ve işleme teknikleri, ürün içeriği, bölge orijini, marka ve fiyat gibi perakende seviyesinde dikkate alınan 6 ana pazarlama karması faktörleri ile onların 17 faktör seviyesi (organik ve geleneksel üretim teknikleri; UHT, pastörize ve ham süt işleme teknikleri; Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Marmara/Ege Bölgesi orijinleri; ulusal, özel ve jenerik marka tipleri; tam, yarım ve sıfır yağlı süt içerikleri; 3 TL/litre baz fiyatı yanında %100 ve %200 fiyat artışları ile ödeme istekliliği duyarlıkları için hesaplanan 6 TL/litre ve 9 TL/litre) dikkate alınarak (Çizelge 1), Conjoint modelde orthogonal dizayn ile 20 içme sütü profili türetilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Tüketicilerin içme sütü satın alma kararını etkileyen ürün nitelik ve nitelik seviyeleri

Nitelikler	Nitelik seviyeleri		
	Organik üretim	Geleneksel üretim	
Üretim teknikleri	UHT süt	Pastörize süt	Ham (çiğ) süt
İşleme teknikleri	UHT süt	Pastörize süt	Ham (çiğ) süt
Marka	Ulusal marka	Özel marka	Jenerik marka
Üretim bölgesi (orijin)	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Marmara/Ege
İçeriği (yağ oranı)	Tam yağlı süt	Yarım yağlı süt	Light süt
Fiyat	3 TL	6 TL	9 TL

Çizelge 2. Conjoint analizde orthogonal dizayn ile türetilen içme sütü profilleri

Profil no	Üretim tekniği	İşleme tekniği	Orijini (bölgesi)	Marka	Ürün içeriği	Fiyat
1	Organik	UHT süt	Doğu Karadeniz	Ulusal marka	Yarım yağlı süt	6 TL
2	Organik	Ham süt	Marmara/Ege	Özel marka	Light süt	6 TL
3	Geleneksel	UHT süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Yarım yağlı süt	9 TL
4	Organik	Pastörize süt	Kuzeydoğu Anadolu	Jenerik marka	Yarım yağlı süt	3 TL
5	Organik	UHT süt	Kuzeydoğu Anadolu	Jenerik marka	Tam yağlı süt	6 TL
6	Organik	UHT süt	Marmara/Ege	Ulusal marka	Tam yağlı süt	3 TL
7	Organik	Pastörize süt	Doğu Karadeniz	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
8	Geleneksel	Pastörize süt	Kuzeydoğu Anadolu	Ulusal marka	Light süt	6 TL
9	Organik	UHT süt	Marmara/Ege	Jenerik marka	Light süt	9 TL
10	Geleneksel	Ham süt	Marmara/ege	Jenerik marka	Yarım yağlı süt	3 TL
11	Organik	Pastörize süt	Doğu Karadeniz	Jenerik marka	Light süt	9 TL
12	Organik	Pastörize süt	Marmara/Ege	Özel marka	Yarım yağlı süt	6 TL
13	Geleneksel	Ham süt	Doğu Karadeniz	Jenerik marka	Tam yağlı süt	6 TL
14	Organik	Ham süt	Doğu Karadeniz	Ulusal marka	Yarım yağlı süt	9 TL
15	Geleneksel	UHT süt	Doğu Karadeniz	Özel marka	Light süt	3 TL
16	Organik	Ham süt	Kuzeydoğu Anadolu	Ulusal marka	Light süt	3 TL
17	Geleneksel	Pastörize süt	Marmara/Ege	Ulusal marka	Tam yağlı süt	9 TL
18	Organik	Ham süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Tam yağlı süt	9 TL
19 ^a	Geleneksel	Ham süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
20 ^a	Organik	Ham süt	Marmara/Ege	Ulusal marka	Light süt	3 TL

^a Holdout

İçme sütüne ilişkin faktör ve faktör seviyeleri ile 20 ürün profili anket formlarına aktararak hedef tüketici kitlelerine sunulmuştur.

Diğer taraftan hedef tüketici piyasalarının bölümlendirilmesinde kullanılan içme sütü tüketim sıklıkları (her gün, haftada 3-4 ve 15 günde 3-4 kez

tüketim) dikkate alınmıştır. Bu tüketim sıklıklarına dayalı olarak içme sütü tüketen tüketiciler sırasıyla yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketenler olarak üç hedef piyasa segmenti oluşturulmuştur (Kotler ve Armstrong, 2004).

2.2.3. Verilerin istatistiksel analizinde uygulanan metotlar

Conjoint analiz, perakendecilerin farklılaştırılmış ürün modelleri teklifleri karşısında tüketicilerin satın alma kararlarına çok değişkenli istatistik tekniklerini uygulayarak etkili ürün tasarımlarını geliştirmek ve piyasa paylarını tespit etmek için kullanılan bir piyasa araştırma aracıdır. Bu teknik, faktör ve seviyeleri tarafından tanımlanan alternatif ürün profillerinin bireysel ve kitlesel değerlendirilmesinden elde edilen tüketici satın alma modellerinin yapıları hakkında araştırmacılara bilgi sağlar (Green ve Krieger, 1991). Conjoint analizi uygulamak için kullanılan veriler, alternatif ürün profillerinin tüketici değerlendirmelerini kapsamaktadır. Bu analiz tekniğinde, her bir faktör ve onların seviyelerinin ön piyasa araştırması ile belirlenmesi, fraksiyonel faktöriyel tasarımı ve ölçek tipinin belirlenmesini takip eden veri toplama süreci, dört aşamada gerçekleşir ve bu aşamaları takiben conjoint model tanımlaması yapılır (Topcu, 2019).

Conjoint analizin birinci ve ikinci adımında, uygun faktör ve faktör seviyeleri belirlenerek, tam profil yaklaşımı ile kart dizaynları gerçekleştirilmektedir. Mevcut çalışmadaki 6 faktör ve 17 faktör seviyesi belirlenmiştir ve takip eden aşamada, Conjoint analiz için tam profil yaklaşımı altında tüketiciler tercih sıralaması yapabilsin diye onlara sunulan farklı kombinasyonların hesaplanmasında kullanılan faktör seviyeleri dikkate alınarak, toplam 486 (5 x 2) adet kuramsal senaryo elde edilmiştir. Fakat, elde edilen ürün profil sayısının çok fazla olmasından dolayı tüketicilerin bunları anlamlı bir şekilde sıralaması olanaksızdır. Bu yüzden, Generate Orthogonal Design prosedürü kullanılarak, fraksiyonel faktöriyel tasarım ile içme sütü profil sayısı 20 adet profile indirgenmiştir (Çizelge 2).

Son olarak, her bir faktörün nispi önemi ve faktör seviyelerinin kısmi faydalarını belirlemek için faktörler ile derecelemeleri arasındaki beklenen ilişkileri belirleyen modelin faktör alt komutları vasıtasıyla tanımlanmalıdır. Bunun için en yaygın kullanılan model, niteliklerin ayrı ayrı kısmi faydalarının toplamlarını ifade eden doğrusal modellerdir (SPSS Conjoint 20.0, 2015). Conjoint modellerde ayrık modeller; faktör seviyelerinin kategorik ve faktörler ile sıralamalar arasında her hangi bir ön görünüm bulunmadığını, fakat doğrusal modeller; faktörler ile sıraları arasındaki doğrusal ilişkileri pozitif ya da negatif yönlü olarak ifade ederler. Mevcut çalışmada; talep kanunundan dolayı fiyat negatif yönlü (linear less), marka, üretim ve işleme tekniği, ürün içeriği ve orijin (discrete) olarak modelde tanımlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bölge orijinli içme sütü tüketen tüketicilerin demografik ve ekonomik özellikleri

Bölge orijinli içme sütü tüketen tüketicilerin yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde süt tüketim sıklıklarına göre segmente edilmiş homojen gruplar itibarıyla bazı demografik ve ekonomik özellikler, Çizelge 3'de verilmiştir. Ankete katılanların %49'u erkek ve %51'i kadınlardan oluşmuştur. Yoğun ve düşük düzeyde içme sütü tüketen gruplarda kadınlar, fakat ılımlı düzeyde tüketen gruplarda ise erkekler yoğunluk sergilemiştir. Diğer taraftan, tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketimi ile ilgili tutum ve davranışlarının şekillenmesinde önemli rol oynayan faktörlerden bir diğeri medeni durumdur. Bireylerin gıda tüketimi ve harcama yapısı evli ve bekâr oluşlarına göre farklılık arz etmektedir. Bu bağlamda ankete cevap verenlerin %43'ü bekâr ve %57'si evli bireylerden oluşmuştur. Evli bireyler bütün segmentlerde yoğunluk arz etmektedir.

Eğitim seviyesi ve mesleki statü, arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğu ve yüksek eğitilmiş bireylerin daha yüksek gelire sahip olmalarının beklenmesinden dolayı tüketicilerin satın alma kararlarında önemli derecede rol oynamaktadır. Ankete katılan hane halklarının eğitim durumu, ailenin yaşam tarzı ve vizyonu hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Bu ilişkilere bağlı olarak ankete katılanların %41'i yükseköğretim mezunu ve %34'ü memurlardan oluşmuştur. Aynı zamanda bütün gruplarda yükseköğretim mezunları ile memur mesleki statü yoğunluk arz etmektedir (Çizelge 3). Bireylerin bölge orijinli içme sütü tüketimine yönelimleri yaş ve yaşam döngüsü ile değişip farklılaştığı için yaş, aile büyüklüğü ve tüketim miktarları arasındaki ilişki, onların harcamaları hakkında da önemli bilgiler sunmaktadır. Bu sebeple ankete katılanların ortalama yaşı 38 ve aile büyüklüğü 4.11 birey olup; yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen gruplarda ise ortalama yaş ve birey olarak aile büyüklükleri sırasıyla 40 ve 4.35, 37 ve 3.87, 36 ve 4.27 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Diğer taraftan tüketicilerin ekonomik seviyeleri ürün tercihi ve satın alma kararlarında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle pazar bölümlendirme, hedef pazar belirleme ve konumlandırma ile ilgili stratejik kararların alınmasında tüketicilerin gelir ve harcama düzeylerine ilişkin ekonomik düzeyleri büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda tüketicilerin ortalama aylık gelirleri 3555 TL ve harcamaları ise 3188 TL iken; yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen tüketici kitlelerinin ise sırasıyla 3716 TL ve 3305 TL, 3491 TL ve 3185 TL, 3477 TL ve 3041 TL'dir. Tüketicilerin toplam harcamaları ile süt harcamaları arasındaki doğrusal ilişkiye bağlı olarak süt tüketim miktarları da benzer bir trend sergilemiştir. Toplam tüketici kitlesi için aylık ortalama hane halkı süt tüketim miktarı ve süt harcaması sırasıyla 17.4 litre ve 71.7 TL

olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen kitleler için sırasıyla 27 litre ve 75 TL, 13.7 litre ve 73.9 TL, 12.4 litre ve 63.6 TL olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İçme sütü tüketim sıklıklarına göre tüketicilerin demografik ve ekonomik özellikleri

Demografik nitelikler		İçme sütü tüketim sıklığı kümeleri			Toplam tüketici kitlesi
		Yoğun düzeyde tüketenler	İlımlı düzeyde tüketenler	Düşük düzeyde tüketenler	
Cinsiyet	Erkek	18	42	18	78
	Kadın	30	33	19	82
Medeni durum	Bekâr	21	32	16	69
	Evli	27	43	21	91
Eğitim	Okur-yazar	0	1	0	1
	İlköğretim	12	21	15	48
	Ortaöğretim	16	24	6	46
	Yükseköğretim	20	29	16	65
Meslek	İş adamı	12	11	5	28
	Memur	15	24	16	55
	İşçi	11	21	13	45
	Esnaf	3	9	0	12
	Emekli	2	7	2	11
	Ev hanımı	5	3	1	9

	<i>n</i>	48	75	37	160
Yaş (yıl)	\bar{x}	40.44	37.09	36.35	37.93
	<i>SD</i>	10.23	10.55	10.28	10.46
Aile büyüklüğü (kişi)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	4.35	3.87	4.27	4.11
	<i>SD</i>	1.84	1.56	1.81	1.71
Tüketilen süt miktarı (litre ay ⁻¹)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	26.96	13.67	12.35	17.35
	<i>SD</i>	30.35	14.34	11.56	20.94
Toplam gelir (TL ay ⁻¹)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	3716.3	3490.67	3476.76	3555.13
	<i>SD</i>	2021.65	1967.52	1802.19	1938.14
Toplam harcama (TL ay ⁻¹)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	3305.00	3185.33	3041.35	3187.94
	<i>SD</i>	1767.82	1870.23	1883.66	1730.40
Toplam gıda harcaması (TL ay ⁻¹)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	1279.21	1091.15	1153.65	1162.02
	<i>SD</i>	733.02	654.97	677.04	684.69
Toplam süt harcaması (TL ay ⁻¹)	<i>n</i>	48	75	37	160
	\bar{x}	74.66	73.92	63.59	71.74
	<i>SD</i>	60.73	59.01	46.88	56.80

3.2 Tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketim memnuniyetleri

Türk tüketicilerin içme sütü tüketim sıklıklarına göre içme sütü satın alma kararında pazarlama karması bileşenlerinin nitelikleri, niteliklerin nispi önemleri ve nitelik seviyelerinin fayda düzeyleri, Çizelge 4'de sunulmuştur. Araştırma sonuçları; yoğun düzeyde içme sütü tüketen tüketicilerin memnuniyetleri üzerinde en etkili faktörlerin üretim tekniği, fiyat, süt içeriği ve bölge orijini olduğunu ve bunların nispi önemlerinin sırasıyla, %31.20, %18.75, %17.40 ve %14.65 olarak belirlendiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde ılımlı düzeyde içme sütü tüketenlerde ise üretim tekniği (%31.25), fiyat (%17.20), işleme tekniği (%16.64) ve bölge orijini (%14.14) tüketim memnuniyeti üzerinde en etkili faktörlerdir. Düşük düzeyde içme sütü tüketen

segmentin memnuniyeti üzerinde marka (%26.56), üretim tekniği (%24.55), bölge orijini (%16.99) ve işleme tekniği (%14.22) önem arz eden faktörlerdir. Genel olarak ise toplam tüketicilerin içme sütü tüketim memnuniyetinde sırasıyla %29.69, %15.82, %15.29 ve %14.95'lik nispi önemlere sahip üretim tekniği, fiyat, marka ve bölge orijini büyük bir öneme sahiptir. Diğer taraftan, içme sütü tüketen tüketicilere en yüksek kısmi faydaları sağlayan faktör düzeyleri bütün tüketici segmentleri ve kitlesel tüketiciler için organik üretim, pastörize süt, ulusal marka, tam yağlı süt, Doğu Karadeniz orijini ve düşük fiyat seviyelerinden oluşmaktadır (Çizelge 4).

Tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim memnuniyeti üzerinde organik üretim tekniği (Bellows ve ark., 2010; Tsourgiannis ve ark., 2011; Alımlı ve ark., 2015; Liang, 2015; Götze ve ark., 2016; Pinto ve ark.,

2016; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019), ham ve pastörize süt işleme teknikleri (Aquailanti ve ark., 2013; Grubor ve Djokic, 2015; Murhy ve ark., 2015; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019), düşük ve orta fiyat seviyeleri (Steenhuis ve ark., 2011; Adanacioğlu ve Albayram, 2012; Almlı ve ark., 2015; Liang, 2015; Murhy ve ark., 2015; Götze ve ark., 2016; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019), tam yağlı süt içeriği (Sichmann ve ark., 2011; Adanacioğlu ve Albayram, 2012; Almlı ve ark., 2015; Grubor ve Djokic, 2015; Murhy ve ark., 2015; Porral ve ark., 2015; Gracia, 2016; Pinto ve ark.,

2016; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019), ulusal ve özel markalar (Enneking ve ark., 2007; Sichmann ve ark., 2011; Murhy ve ark., 2015; Pelsmaeker ve ark., 2017; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019) ve korunan bölge orijinleri (Adanacioğlu ve Albayram, 2012; Cacciolatti ve ark., 2015; Aprile ve ark., 2016; Gracia, 2016; Grunert ve Aachmann, 2016; Topcu, 2019; Topcu ve Sarı, 2019) faktörlerinin daha etkili olduğuna işaret eden araştırma sonuçları, mevcut çalışmanın sonuçlarını da desteklemektedir.

Çizelge 4. Iğdır ilindeki tüketicilerin içme sütü satın alma kararı üzerinde etkili faktörlerin nispi önemi ve faktör seviyelerinin kısmi faydaları

Mamul nitelik ve seviyeleri	İçme sütü tüketim sıklığı kümeleri								
	Yoğun düzeyde tüketenler		İlmlı düzeyde tüketenler		Düşük düzeyde tüketenler		Toplam tüketiciler		
	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	
Üretim tekniği	Organik	1.161	0.117	1.167	0.065	1.057	0.190	1.140	0.080
	Geleneksel	-1.161	0.117	-1.167	0.065	-1.057	0.190	-1.140	0.080
	<i>Nispi önemi</i>	%31.20		%31.25		%24.55		%29.69	
İşleme tekniği	Ham süt	0.108	0.236	-0.600	0.087	0.252	0.254	-0.191	0.107
	UHT süt	-0.382	0.236	-0.042	0.087	-0.739	0.254	-0.305	0.107
	Pastörize süt	0.274	0.236	0.642	0.087	0.486	0.254	0.496	0.107
<i>Nispi önemi</i>	%8.82		%16.64		%14.22		%13.73		
Marka tipi	Ulusal marka	-0.342	0.205	-0.509	0.075	-1.144	0.220	-0.606	0.093
	Ozel marka	-0.684	0.409	-1.108	0.150	-2.288	0.440	-1.211	0.186
	Jenerik marka	-1.026	0.614	-1.527	0.226	-3.432	0.659	-1.817	0.279
<i>Nispi önemi</i>	%9.18		%13.63		%26.56		%15.29		
Süt içeriği	Light süt	-0.799	0.236	-0.178	0.087	-0.302	0.254	-0.393	0.107
	Yarım yağlı süt	0.302	0.236	-0.178	0.087	-0.126	0.254	-0.022	0.107
	Tam yağlı süt	0.497	0.236	0.356	0.087	0.428	0.254	0.415	0.107
<i>Nispi önemi</i>	%17.40		%7.14		%8.47		%10.53		
Orijin	Kuzeydoğu Anadolu	-0.285	0.236	-0.480	0.087	-0.667	0.254	-0.465	0.107
	Doğu Karadeniz	0.687	0.236	0.576	0.087	0.797	0.254	0.660	0.107
	Marmara/Ege	-0.403	0.236	-0.096	0.087	-0.131	0.254	-0.196	0.107
<i>Nispi önemi</i>	%14.65		%14.14		%16.99		%14.95		
Fiyat (kg/t)	Düşük fiyat (3 TL)	-0.698	0.205	-0.642	0.075	-0.396	0.220	-0.602	0.093
	Orta fiyat (6 TL)	-1.396	0.409	-1.284	0.150	-0.793	0.440	-1.204	0.186
	Yüksek fiyat (9 TL)	-2.094	0.614	-1.927	0.226	-1.198	0.659	-1.806	0.279
<i>Nispi önemi</i>	%18.75		%17.20		%9.20		%15.82		
<i>Sabit değer (α)</i>		11.193	0.605	11.413	0.222	12.229	0.650	11.536	0.275

Gözlenen ve beklenen değişkenler arasındaki ilişki

İstatistik ölçümler	Değer	p	Değer	p	Değer	p	Değer	p
Pearsons's R	0.954 ^{***}	0.000	0.993 ^{***}	0.000	0.956 ^{***}	0.000	0.989 ^{***}	0.000
Kendall's tau	0.804 ^{***}	0.000	0.935 ^{***}	0.000	0.866 ^{***}	0.000	0.895 ^{***}	0.000

S.E.: Standart hata p: Önem seviyesi *** p<0.001

Not: Koyu değerler, nitelik seviyeleri için en yüksek faydaları ve koyu italik değerler nitelikler için en yüksek nispi önemleri ifade etmektedir.

Çizelge 2'deki içme sütü profilleri ile Çizelge 4'de her bir profilin faktör seviyelerinin kısmi faydaları dikkate alınarak, tüketicilerin içme sütü profillerinden sağladıkları toplam fayda düzeyleri, Çizelge 5'de

verilmiştir. Araştırma sonuçları, içme sütü tüketen her bir segmentteki tüketiciler ile kitlesel olarak tüketicilerin toplam faydalarını maksimum kılan 7

numaralı profilin düşük fiyat seviyesine sahip özel marka ve Doğu Karadeniz bölge orijini altında tam yağlı organik pastörize süt nitelik seviyeleri tarafından dizayn edilmiş olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan, her bir tüketici kitlesi ile kitlesel olarak tüketicilerin toplam faydasını minimum kılan 3 numaralı içme sütü profili; en yüksek fiyat seviyesine sahip özel marka ve Kuzeydoğu Anadolu bölge orijini altında yarım yağlı geleneksel UHT süt nitelik seviyelerinden oluşmaktadır.

Çizelge 5. Iğdır ilindeki tüketicilerin her bir küme ve mamul profilleri için toplam fayda düzeyleri

Profil numarası	İçme sütü tüketim sıklığı kümeleri						Toplam tüketiciler	
	Yoğun düzeyde tüketenler		İlmlı düzeyde tüketenler		Düşük düzeyde tüketenler		Faydalar	Sıralama
	Faydalar	Sıralama	Faydalar	Sıralama	Faydalar	Sıralama		
1	11.713	2	10.585	3	12.272	2	11.313	3
2	9.180	12	9.314	10	10.024	8	9.481	9
3	6.889	20	6.511	20	6.154	20	6.587	20
4	9.525	10	9.110	11	8.349	15	9.062	12
5	9.762	9	9.603	9	8.083	17	9.300	11
6	11.026	3	11.647	2	11.304	5	11.382	2
7	12.430	1	12.404	1	12.313	1	12.434	1
8	7.484	19	8.437	16	8.752	12	8.224	17
9	7.650	18	8.810	14	7.484	18	8.159	18
10	8.315	15	7.203	19	7.339	19	7.568	19
11	9.396	11	10.166	7	9.637	10	9.816	8
12	10.447	5	10.556	4	10.434	7	10.539	6
13	8.902	14	7.767	18	8.424	14	8.259	16
14	11.015	4	9.942	8	11.867	3	10.711	4
15	8.156	16	8.852	12	8.244	16	8.545	14
16	10.338	6	10.171	6	11.029	6	10.419	7
17	7.964	17	8.712	15	9.613	11	8.699	13
18	9.896	8	8.821	13	9.813	9	9.418	10
19	8.970	13	7.772	17	8.501	13	8.342	15
20	10.220	7	10.555	5	11.565	4	10.688	5

Not: Koyu ve koyu italik değerler, maksimum ve minimum toplam fayda değerlerine işaret etmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Araştırma sonuçlarına göre her bir tüketici segmenti ile toplam tüketici kitlesi, Doğu Karadeniz Bölge orijini ile tescillenmiş özel marka adı altında düşük fiyatlı tam yağlı organik pastörize süt profilinden maksimum fayda sağlarken; Kuzeydoğu Anadolu Bölge orijini ile tescillenmiş özel marka adı altında yüksek fiyatlı yarım yağlı geleneksel üretim modelli UHT süt profili ile minimum fayda temin etmiştir.

Tüketicilerin toplam faydalarını maksimum kılan Doğu Karadeniz ve Marmara Bölge orijinli organik tam ve yarı yağlı içme sütlerinin düşük ve orta fiyat seviyelerinde özel ve ulusal markalı pastörize ve UHT sütlerin gerçek ya da bileşik mamul imajları altında farklılaştırılarak, yoğun bir şekilde perakendeci düzeyinde konumlandırılmalıdır. Diğer taraftan tüketicilerin toplam faydalarını minimum kılan ve tüketimde daha az tatmin sağlayan Kuzeydoğu Anadolu Bölge orijinli geleneksel üretim modelleri ile üretilen yarım yağlı ve light içme sütlerinin orta ve yüksek fiyatlı pastörize ve UHT süt imajları altında perakende sunumlarına daha az yer verilmelidir. Dolayısıyla

tüketici memnuniyeti üzerinde ayırt edici niteliklere sahip olan organik üretim teknikleri ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nde üretilmiş tam yağlı ve düşük/orta fiyatlı pastörize içme sütü niteliklerine yönelik dizayn ve sunumlara ağırlık verilmelidir.

Sonuç olarak, tüketim memnuniyeti üzerinde pozitif etkiye sahip olan içme süt profillerinin yoğun fakat tüketici tatminini negatif etkileyen içme sütü profillerinin minimum düzeylerde pazarlama karması bileşenlerine göre dizayn edilmesi ve perakende düzeyinde konumlandırılması, hem hedef kitlelerin toplam faydalarını maksimum kılarak daha fazla içme sütü tüketimini gerçekleştirmelerine hem de arz zincirinde fonksiyon gösteren işletmelerin sürdürülebilir ve daha etkin bir şekilde faaliyet göstererek yıllık faaliyet kar marjlarını daha yüksek düzeylere çıkarmalarına olanak sağlanabilir.

Teşekkür

BAP-2015/409 kodlu araştırma projesinden türetilen mevcut çalışmayı, finansal olarak destekleyen Atatürk

Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu'na teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Adanacioğlu, H., Albayram, Z., 2012. A conjoint analysis of consumer preferences for traditional cheeses in Turkey: A case study on Tulum Cheese. *Korean J. Food Sci. An.*, 32 (4): 458-466.
- Akbay, C., Jones, E., 2005. Food consumption behavior of socioeconomic groups for private labels and national brands. *Food Qual. & Pref.*, 16: 621-631.
- Allen, S., Goddard, E., 2012. Consumer preferences for milk and yogurt attributes: How health beliefs and attitudes affect choices. *Agricultural & Applied Economics Association's 2012 Annual Meeting*, 138-145, August 12-14, Washington.
- Almli, V.L., Ovrum, A., Hersleth, M., Almoy, T., Naes T., 2015. Investigating individual preferences in rating and ranking conjoint experiments: A case study on semi-hard cheese. *Food Qual. & Pref.*, 39: 28-39.
- Aprile, M.C., Caputo, V., Nayga, R.M., 2016. Consumers' preferences and attitudes toward local food products. *J. Food Prod. Marketing*, 22 (1): 19-42.
- Aquilanti, L., Santarelli, S., Babini, V., Osimani, A., Clementi, F., 2013. Quality evaluation and discrimination of semi-hard and hard cheeses from the Marché region using chemo-metric tools. *Inter. Dairy J.*, 29: 42-52.
- ASUD, 2019. Süt ve süt ürünleri tüketimi. Erişim adresi: <http://www.asuder.org.tr> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2019).
- Azadbakht, L., Mirmiran, P., Esmailzadeh, A., Azizi, F., 2005. Dairy consumption is inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Tehranian adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 82 (3): 523-30.
- Barnes, R.N., Bosworth, R.C., Bailey, D., Curtis, K.R., 2014. Connecting sensory quality characteristics and local designations to willingness to pay for cheese at the retail level. *Int. Food & Agribus. Manag. Rev.*, 17 (3): 115-138.
- Bellows, A.C., Alcavaz, G., Hallman, W.K., 2010. Gender and food, a study of attitudes in the USA towards organic, local, U.S. grown and GM-free foods. *Appetite* 55: 540-550.
- Black, R.E., Williams, S.M., Jones, I.E., Goulding, A., 2002. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *Am. J. Clin. Nutr.*, 76: 675-80.
- Braghieri, A., Girolami, A., Riviezzi, A.M., Piazzolla, N., Napolitano, F., 2014. Liking of traditional cheese and consumer willingness to pay. *Ital. J. Anim. Sci.*, 13 (1): 155-162.
- Cacciolatti, L.A., Garcia, C.C., Kalantzakis, M., 2015. Traditional food products: the effect of consumers' characteristics, product knowledge, and perceived value on actual purchase. *J. Inter. Food and Agribus. Marketing*, 27: 155-176.
- Chamorro, A., Rubio, S., Miranda, F.J., 2015. The region-of-origin (ROO) effect on purchasing preferences: The case of a multiregional designation of origin. *British Food J.*, 117 (2): 820-839.
- Chen, M., 2007. Consumer attitudes and purchase intentions in relation to organic foods in Taiwan. Moderating effects of food-related personality traits. *Food Qual. & Pref.*, 6 (2): 1008-1015.
- Cheng, L., Yin, C., Chien, H., 2014. Demand for milk quantity and safety in urban China: evidence from Beijing and Harbin. *Aust. J. Agr. Resour. Ec.*, 59: 275-287.
- Ennekung, U., Neumann, C., Henneberg, S., 2007. How important intrinsic and extrinsic product attributes affect purchase decision. *Food Qual. & Pref.*, 18: 133-138.
- FAOSTAT, 2019. Download and visualize data of livestock processed and primary product production. Access address: <http://www.fao.org/faostat> (Access data: 15 Mayıs 2019).
- Furnols, M.F., Realini, C., Montossi, F., Sanudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., Nute, G.R., Guerrero, L., 2011. Consumers' purchasing intention for lamb meat affected by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spanish, France and United Kingdom. *Food Qual. & Pref.*, 22: 443-451.
- Götze, F., Mann, S., Ferjani, A., Kohler, A., Heckelei, T., 2016. Explaining market shares of organic food: evidence from Swiss household data. *British Food J.*, 118 (4): 931-945.
- Gracia, T.M.A., 2016. Consumers' willingness to pay for light, organic and PDO cheese. *British Food J.*, 118 (3): 560-571.
- Green, P.E., Krieger, A.M., 1991. Segmenting markets with conjoint analysis. *Journal of Marketing*, 55 (4): 20-31
- Grubor, A., Djokic, N., 2016. Organic food consumer profile in the Republic of Serbia. *British Food J.*, 118 (1): 164-182.
- Grunert, K.G., Achmann, K., 2016. Consumer reactions to the use of EU quality labels on food products: A review of the literature. *Food Control*, 59 (1): 178-187.
- Gündüz, O., Kılıç, O., Emir, M., Aydın, G., 2013. Süt ve süt ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Samsun ili örneği. *GTED*, 8 (1): 36-43.
- Hair, J.F.J., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2010. *Multivariate data analysis*, (7th Edition) Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. ISBN-13: 978-0138132637.
- Hill, H., Lynchehaun, F., 2002. Organic milk: attitudes and consumption patterns. *British Food J.*, 104 (7): 526-542.

- Hollywood, L., Wells, L., Armstrong, G., Farley, H., 2013. Thinking outside the carton: attitudes towards milk packaging. *British Food J.*, 115 (6): 899-912.
- Kan, M., Gülçubuk, B., Küçükçongar, M., 2012. Coğrafi işaretlerin kırsal turizmde kullanılma olanakları. *KMÜ Sosyal ve Ekon. Arş. Derg.*, 6(2): 52-64.
- Karakaya, E., Akbay, C., 2014. İstanbul ili kentsel alanda tüketicilerin açık ve paket süt tüketim alışkanlıkları. *Tarım Ekon. Derg.*, 20 (1): 17-27.
- Konar, N., Kaya, I.H., Dalabasmaz, S., Poyrazoglu, E.S., Artık, N., 2014. Street milk and urban consumers in Turkey: A descriptive study. *J. Verbrauch Leben S.M.*, 9: 23-29.
- Kotler, P., Armstrong, G., 2004. Principles of marketing, 9th Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Li, E.X., Drake, M.A., 2015. Sensory perception, nutritional role and challenges of flavored milk for children and adults. *J. Food Sci.*, 80 (4): 665-670.
- Liang, R., 2015. Predicting intentions to purchase organic food: the moderating effects of organic food prices. *British Food J.*, 118 (1): 183-199.
- Lim, K., Hu, W., Maynard, L.J., Goddard, E., 2014. A taste for safer beef? How much does consumers' perceived risk influence willingness to pay for country-of-origin labeled beef. *Agribusiness*, 30 (1): 17-30.
- Liu, Z., Christopher, A., Kanter, C.A., Kent, D., Messer, K.D., Harry, M., Kaiser, H.M., 2013. Identifying significant characteristics of organic milk consumers: a CART analysis of an art factual field experiment. *Appl. Econ.*, 45: 3110-3121.
- Marcoz, E.M., Melewar, T.C., Dennis, C., 2014. The value of region of origin, producer and protected designation of origin label for visitors and locals: The case of fontina cheese in Italy. *Int. J. Tour. Res.*, 18 (3): 236-253.
- Markham, L., Auld, G., Bunning, M., Thilmany, D., 2014. Attitudes and beliefs of raw milk consumers in Northern Colorado. *J. Hunger & Env. Nut.*, 9 (4): 546-564.
- Marshall, P., Eric, T.B., 2002. A unified approach to conjoint analysis models. *J. Amer. Stat. Ass.*, 97 (459): 674-682.
- Miles, S., Frewer, L.J., 2001. Investigating specific concerns about different food hazards. *Food Qual. & Pref.*, 12: 47-61.
- Miller, G.D., Jarvis, K.J., McBean, L.D., 2000. Handbook of dairy foods and nutrition. In: Jensen RG, Kroger M, editors. The importance of milk and milk products in the diet. CRC Press, New York, pp. 4-24.
- Miller, G.D., 2000. Benefits of dairy product consumption on blood pressure in humans: A summary of the biomedical literature. *J. Amer. Coll. Nut.*, 19 (2): 147-164.
- Mobley, A.R., Jakob, D.J., Maulding, M., 2014. Attitudes, beliefs, and barriers related to milk consumption in older, low-income women. *J. Nut. Educ. Behave.*, 46 (6): 554-559.
- Munoz, R.R., Moya, M.M., Gil, J.M., 2015. Market values for olive oil attributes in Chile: a hedonic price function. *British Food J.*, 117 (1): 358-370.
- Murphy, M., Cowan, C., Meehan, H., 2015. A conjoint analysis of Irish consumer preferences for farmhouse cheese. *British Food J.*, 106 (4): 288-300.
- Murphy, M.M., Douglass, J.S., Johnson, R.K., Spence, L.A., 2008. Drinking flavored or plain milk is positively associated with nutrient intake and is not associated with adverse effects on weight status in US children and adolescents. *J. Amer. Diet. Ass.*, 108: 631-639.
- Pelsmaeker, S., Schouteten, J., Lagast, S., Dewettinck, K., Gellynck, X., 2017. Is taste the key driver for consumer preference? A conjoint analysis study. *Food Qual. & Pref.* 62: 323-331.
- Pinto, V.R.A., Melo, L.F., Balbino, D.F., Novaes, J.F., Negrete, M.C., Sousa, T.D., 2016. The evaluation of consumer behavior influence on the buying process of dairy products in Minas Gervais State, Brazil. *J. Food and Nut. Res.*, 4(1): 51-59.
- Porral, C.C., Jean-Pierre Levy-Mangin, J.P., 2015. Food private label brands: the role of consumer trust on loyalty and purchase intention. *British Food J.*, 118 (3): 679-696.
- Schleenbecker, R., Hamm, U., 2013. Consumers' perception of organic product characteristics. A review. *Appetite*, 71: 420-429.
- Sichtmann, C., Wilken, R., Diamantopoulos, A., 2011. Estimating willingness-to-pay with conjoint analysis: Can consumer characteristics explain variations in accuracy? *British J. Manage.*, 22: 628-645.
- SPSS Conjoint 20.0, 2015. SPSS Base 20 User's Guide 11, p. 161. Chicago, IL.
- Steenhuis, I.H.M., Waterlander, W.E., Mul, A., 2011. Consumer food choices: the role of price and pricing strategies. *Public Health Nutr.*, 14 (12): 2220-2226.
- Şeker, İ., Şeker, P., Şahin, M., Özen, V.S., Akdeniz, A., Erkmen, O., Kışlalıoğlu, İ., Sargın, G., Doğu, G.B., 2012. Elazığ İli merkez ilçede tüketicilerin süt tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Sağlık Bil. Vet. Derg.*, 26 (3): 131-143.
- Topcu, Y., 2019. Tüketicilerin bölge orijinli organik içme sütü tercih profilleri ve piyasa payları: TRAI Bölgesi örneği. MAS International Conference, 849-859, May 2-5, 2019, Erzurum.
- Topcu, Y., Sarı, M.M., 2019. Bölge orijinli konvansiyonel içme sütü tüketim memnuniyeti ve ödeme istekliliği: TRAI Bölgesi örneği. ICAFOP 3. International Conference, 1298-1310, April 16-18, 2019, Trabzon.
- Topcu, Y., 2015. Turkish consumer decisions affecting ice cream consumption. *Ital. J. Food Sci.*, 27 (1): 29-39.

- Topcu, Y., Uzundumlu, A.S., Baran, D., 2015. How sensory and hedonic quality attributes affect fresh red meat consumption decision of Turkish consumers? *Ital. J. Food Sci.*, 27 (2): 181-189.
- Tsourgiannis, T., Karasavoglou, A., Florou, G., 2011. Consumers' attitudes towards GM free products in European Region. The case of the prefecture of Drama-Kavala-Xanthi in Greece. *Appetite* 57: 448-458.
- Uzunöz, M., Akçay, Y., 2012. A case study of probity model analysis of factors affecting consumption of packed and unpacked milk in Turkey. *Econ. Res. Int.*, 2 (4): 1-8.
- Vaskozen, T., 2003. Dietary minerals and modification of cardiovascular risk factors. *J. Nut. Biochemistry*, 14: 492-506.
- Walke, M., Mtimet, N., Baker, D., Lindahl, J., Hartmann, M., Grace, D., 2014. Kenyan perceptions of aflatoxin: An analysis of raw milk consumption. The EAAE 2014 Congress: Agri-Food and Rural Innovations for Healthier Societies, 265-273, August 26-29, Ljubljana, Slovenia.
- WDS, 2017. World Dairy Summit: per capita drinking milk consumption and population. Access address: <http://www.idfwds2017.com> (Access data: September 15, 2017).



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.522390

Türkiye’de mercimek piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları

Uğur Küzeci^{a*}, Vedat Dağdemir^b, Tevhit Kahraman^a

^aErzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Meslek Yüksekokulu - Erzincan

^bAtatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü – Erzurum.

*Sorumlu yazar /Corresponding author: ukuzeci@mynet.com

Geliş/Received 05/02/2019

Kabul/Accepted 24/09/2019

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye’de yeşil ve kırmızı mercimeğin üretici–tüketici fiyatları ve pazarlama yapısı incelenmiştir. 2003-2017 yılları arasında üretim–tüketim, dış ticaret, fiyat dalgalanmaları ve pazarlaması üzerinde durulmuştur. Türkiye’de ekim alanları ve üretim miktarında düşüş olmasına karşılık verimde artış olduğu tespit edilmiştir. İthalatta yıllara göre artış, ihracatta ise azalış olmuştur. Yeşil ve kırmızı mercimeğin cari ve reel fiyatlara göre pazarlama marjları hesaplanmış, araçlar eline geçen oranın yükseldiği gözlemlenmiştir. Cari fiyatlara göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanarak yıllık enflasyon oranları ile karşılaştırılmıştır. Mercimek üretici fiyatlarının çoğu yılda enflasyon oranının altında kaldığı tespit edilmiştir. Kırmızı mercimek ile ilgili arz ve talep modelleri tahmin edilmiş ve istatistiki olarak yorumlanmıştır. Sonuçta kırmızı mercimek üretim miktarı üzerine üretici reel fiyatlarının, kırmızı mercimek tüketim miktarı üzerine ise tüketici reel fiyatlarının etkili olduğu belirlenmiştir. Kırmızı mercimek arz ve talep fonksiyonlarına göre arz elastikiyeti 0.769, talep elastikiyeti 0.448 bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:
Yeşil mercimek
Kırmızı mercimek
Pazarlama yapısı
Fiyat dalgalanmaları

Marketing margins and economic analysis of the lentil market in Turkey

ABSTRACT

In this study, the producer and consumer prices and marketing structure of green and red lentils in Turkey were examined. Between 2003 and 2017, production - consumption, foreign trade, price fluctuations and marketing have been emphasized. The reduction in amount of acreage and production in Turkey in response to the yield was found to increase. There was an increase in imports compared to years and a decrease in exports. The marketing margins of green and red lentils were calculated according to the current and real prices, and it was observed that the ratio of intermediaries increased. According to current prices, producer and consumer chain indexes are calculated and compared with annual inflation rates. Lentil producer prices were found to be below the inflation rate in most of the years. Supply and demand models related to red lentils are estimated and interpreted statistically. As a result, it has been determined that producer real prices on red lentil production quantity and consumer real prices on red lentil consumption amount are effective. According to the supply and demand functions of red lentils, supply elasticity was 0.769 and demand elasticity was 0.448.

Keywords:
Green lentils
Red lentils
Marketing structure
Price fluctuations

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Baklagiller familyasına ait türler tüm dünya için çok önemli bitkisel protein kaynağıdır. Bu ürünler, “Dünya Gıda Programı” ve diğer “Gıda Yardım Girişimleri” kapsamında genel gıda sepetlerinin önemli bir parçası olarak kullanılmaktadırlar. Hayvansal proteinler, besin madde içeriği bakımından insan beslenmesinde bitkisel proteinlerden daha uygun bulunmakla birlikte, baklagiller zengin protein ve

aminoasit içerikleriyle hayvansal proteinlerle kıyaslanabilir seviyededir (Kaya, 2010).

Bakliyat grubunu oluşturan ürünler ilk çağlardan beri insanlar tarafından kültürü yapılarak üretilen besin gruplarından birisi olup insan beslenmesinde büyük önem taşımaktadırlar (Kılıç, 1997). Kuru baklagillerden olan mercimek birçok yönden öneme sahip bir bitkidir. Tahıllara göre daha yüksek protein miktarına sahiptir ve iyi bir protein kaynağıdır. Vitamin ve mineral maddeler

bakımından zengin olup tahıllarla beraber tüketildiğinde amino asit dengesini iyileştirmektedir (Pellet, 1988).

Mercimek kurak bölgelerde ekim nöbetine girerek hem üreticiye hem de ülke ekonomisine ek gelir sağlayan bir bakliyatır. Dünyada mercimek üretimi toplam baklagiller üretiminin %4,9'unu oluşturmaktadır. Dünyada mercimek üretimi 50 ülkede yapılmakta olup toplam ticaret hacmi yaklaşık 6,5 milyar dolardır (Anonim, 2013). Mercimek üretiminde söz sahibi ülkelerin üretici fiyatlarına bakıldığında, en yüksek fiyatın Türkiye'de, en düşük fiyatın ise Hindistan'da olduğu görülmektedir. 2016 yılında mercimek üretici fiyatının Türkiye'de 836 \$/ton, Kanada'da 625\$/ton, ABD 611 \$/ton, Hindistan'da ise 469 \$/ton olduğu görülmektedir (FAO, 2018).

Dünyada, 2016 yılında 5,5 milyon hektarlık bir alanda yaklaşık 6,4 milyon ton mercimek üretilmiş ve ortalama verim 1,16 ton/da olmuştur. 2016 yılı itibarıyla 3,2 milyon tonluk üretim ile Kanada dünya mercimek üretiminin %50,0'ını karşılayarak ilk sırada yer alırken, Hindistan 1,05 milyon ton üretim yaparak dünya mercimek üretiminin %16,0'ını karşılayarak ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise 365 bin tonluk üretim ve %6,0 pay ile üçüncü sıradadır (FAO, 2018).

Dünya genelinde üretilen bakliyatın yaklaşık %84,0'ı ülkelerin iç talebini karşılamaya yöneliktir. Geriye kalan %16,0'lık kısım ise dünya ticaretine dâhil olmaktadır (Anonim, 2017). Türkiye'de 2016 yılı verilerine göre her yıl işlenen tarım alanlarının yaklaşık %3,91'lik bölümünde baklagiller yetiştirilmektedir. 2016 yılı itibarıyla baklagiller yaklaşık 7,15 milyon dekar alanda ekili olup 1,08 milyon ton üretim gerçekleşmiştir. Toplam baklagiller ekim alanının yaklaşık %35,2'lik (%33,0'ı kırmızı mercimek, %2,2'lik kısmı ise yeşil mercimek) kısmında mercimek üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018). 2016 yılında toplam 365 bin ton mercimek üretilmiş olup bunun 20 bin tonu (%5,5) yeşil, 345 bin tonu (%94,5) ise kırmızı mercimekten oluşmaktadır. 2017 yılı verilerine göre ise Türkiye'de her yıl işlenen tarım alanlarının yaklaşık %3,90'lık bölümünde baklagiller yetiştirilmektedir (TÜİK, 2018). 2017 yılı itibarıyla baklagiller, yaklaşık 7,9 milyon dekar alanda ekili olup, 1,16 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Toplam baklagiller ekim alanının %36,7'sini (%34,0'lık kısmı kırmızı mercimek, %2,7'lik kısmı ise yeşil mercimek) mercimek ekim alanı oluştururken, toplam baklagiller üretim miktarının %37,1'ini (%34,3'lük kısmı kırmızı mercimek, %2,8'lik kısmı ise yeşil mercimek) mercimek üretimi oluşturmaktadır (TÜİK, 2018). Türkiye'de mercimek üretiminin 400 bin tonu (%93,0) kırmızı, 30 bin tonu (%7,0) ise yeşil mercimektir.

Bu çalışmada, mercimeğin üretici-tüketici fiyatları dikkate alınarak, bunların yıllar itibarıyla göstermiş olduğu dalgalanma oranları belirlenmiştir. Yine üretici ve tüketici cari ve reel fiyatlarına göre pazarlama marjları tespit edilmiştir. Üretim, ihracat ve ithalat verileri kullanılarak tüketim miktarları tespit edilmiştir. Cari mercimek fiyatlarından üretici ve tüketici

zincirleme indeksleri hesap edilmiş, bu indekslerin farklarıyla yıllık enflasyon oranları arasında karşılaştırma yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada kırmızı ve yeşil mercimeğin üretim miktarı, ekim alanları ve verim miktarları Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ait, kırmızı ve yeşil mercimeğin üretici fiyatları (çiftçi eline geçen), perakende fiyatları (tüketici) ve ithalat-ihracat miktarları ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Food and Agriculture Organization (FAO), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM), Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsüne (TEPGE) gibi kurumlardan elde edilmiştir. Bu veriler 2003-2017 dönemine ait yıllık verilerdir. Ayrıca çeşitli yayın ve kaynaklardan da yararlanılmıştır.

2.2. Metot

Kırmızı ve yeşil mercimek üretici ve tüketici cari fiyatları, üretici ve tüketici fiyat indeksleri (2003=100) dikkate alınarak reel fiyatlara dönüştürülmüştür. Fiyatlardaki yıldan yıla dalgalanmalar, önce mutlak değerler halinde gösterilmiş, daha sonra karşılaştırılan iki yıldan, ilkinin yüzdesi halinde ifade edilmiştir. Elde edilen yüzde oranlarının işaretleri dikkate alınmadan ortalamalar hesaplanmıştır (Dağdemir ve Birinci, 1999; Altundağ ve Güneş 1992). Çiftçi eline geçen fiyatlar (üretici fiyatları) ile tüketicinin ödediği fiyatlar arasındaki fark "Pazarlama Marjı" olarak hesaplanmıştır (Aşkan ve Dağdemir, 2015).

Zincirleme fiyat indeksi hesap edilirken 2003-2017 yıl aralığı ele alınarak üretici ve tüketici cari fiyatları yıldan yıla karşılaştırmalı olarak hesap edilmiştir. Zincirleme fiyat indeksinde temel yıl yoktur. Herhangi bir yıla ait indeks, bir önceki yılın fiyatı temel alınarak hesaplanmıştır. Zincirleme fiyat indeksinde asıl amaç, fiyatın zamanda yıllık değişmelerini incelemek, yani bir sonraki yılda bir önceki yıla göre fiyatların ne oranda arttığını ya da azaldığını belirlemektir (Dağdemir, 1998).

Çiftçi eline geçen fiyat ile kırmızı mercimek üretimi arasındaki ilişki incelenirken, belli bir yıl fiyatının (t) üretim üzerindeki etkisinin ancak bir yıl sonra (t-1) ortaya çıkabileceği dikkate alınarak, kırmızı mercimek üretim serisi aynen korunmuş, fiyat serisi bir yıl geriye kaydırılarak analiz yapılmıştır.

Türkiye'de toplam mercimek üretiminin %93'ünü kırmızı mercimek oluşturduğu için sadece kırmızı mercimek arz ve talep modelleri tahmin edilmiştir. Arz ve talep fonksiyonlarıyla ilgili modeller tahmin edilirken, seriler tek tek doğrusal, çift logaritmik ve yarı logaritmik modellerde denenmiştir. Yapılan analizlerde en uygun istatistikî sonuçları veren yarı logaritmik modeller (Log-Lin) kullanılmıştır. Tüm bağımsız değişkenlerdeki fiyatlar reel olarak (2003=100) dikkate alınmıştır. Kurulan modellerde zaman serisi analizlerinde görülen otokorelasyon probleminin olup

olmadığını anlamak için Durbin-Watson testi uygulanmış ve otokorelasyon probleminin olmadığı anlaşılmıştır.

Kırmızı Mercimek arz fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen model formül 1'deki gibidir.

$$\text{Log } MU_{(t)} : \alpha + \beta_1 MUF_{(t-1)} + \beta_2 YUF_{(t-1)} + \beta_3 GF_{(t)} + \beta_4 MF_{(t)} + \epsilon \quad (1)$$

MU : Kırmızı Mercimek Üretim Miktarı (ton)

MUF : Kırmızı Mercimek Üretici Reel Fiyatı (₺ kg⁻¹) (Çiftçi eline geçen fiyattır.)

YUF : Yeşil Mercimek Üretici Reel Fiyatı (₺ kg⁻¹)

GF : Gübre Reel Fiyatı (₺ ton⁻¹)

MF : Mazot Reel Fiyatı (₺ lt⁻¹)

Kırmızı Mercimek talep fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen model formül 2'deki gibidir.

$$\text{Log } MT_{(t)} : \alpha + \beta_1 MTF_{(t)} + \beta_2 YTF_{(t)} + \beta_3 MG_{(t)} + \beta_4 N_{(t)} + \epsilon \quad (2)$$

MT : Kırmızı Mercimek Tüketim Miktarı (ton) (Üretim + İthalat – İhracat)

MTF : Kırmızı Mercimek Tüketici Reel Fiyatı (₺ / kg)

YTF : Yeşil Mercimek Tüketici Reel Fiyatı (₺/kg)

MG : Milli Gelir (₺ / Kişi) (Reel Gelire dönüştürülmüştür)

N : Nüfus (kişi)

3. Bulgular ve Tartışma

Türkiye'de mercimek ekim alanı 2017 yılında toplam tarım alanının % 0.77'sini, toplam baklagiller ekim alanının ise % 36.7'sini oluşturmaktadır. Bu % 0.77'lik ekim alanının % 0.06'sını yeşil mercimek, %0,71'ini ise kırmızı mercimek oluşturmaktadır (TÜİK, 2018). Toplam mercimek üretim alanları içerisinde kırmızı mercimeğin payı % 86.0 iken yeşil mercimeğin payı % 14.0'dır (Tablo.1).

2003 yılı ile 2017 yılı karşılaştırılması yapıldığında 15 yılda yeşil mercimek ekiliş alanında % 62.55, üretim miktarında % 45.45 düşüş görülürken, verimde % 44.94'lük bir artış olmuştur. Kırmızı mercimek ekiliş alanında % 29.13, üretim miktarında % 17.53 düşüş görülürken, verimde % 16.41'lik bir artış olmuştur. Yeşil mercimek 15 yıllık verim ortalaması 106.5 kg da⁻¹ iken kırmızı mercimekte verim ortalaması 147 kg da⁻¹'dir (Tablo.1).

Tablo 1. Türkiye'de 2003 – 2017 Yılları Mercimek Ekiliş, Üretim ve Verim Durumu

Yıllar	Yeşil Mercimek			Kırmızı Mercimek		
	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)
2003	620 000	55 000	89	3 800 000	485 000	128
2004	600 000	60 000	100	3 790 000	480 000	127
2005	532 000	50 000	94	3 867 000	520 000	134
2006	454 625	42 326	93	3 787 075	580 298	153
2007	323 083	26 803	83	3 572 328	508 378	142
2008*	276 977	24 827	90	2 909 766	106 361	37
2009	255 531	27 131	106	1 893 780	275 050	145
2010	228 922	25 400	111	2 116 000	422 000	199
2011	225 248	25 952	115	1 923 225	380 000	198
2012	226 903	28 000	123	2 147 875	410 000	191
2013	206 783	22 000	106	2 605 000	395 000	152
2014	170 476	20 000	117	2 324 461	325 000	140
2015	163 881	20 000	122	2 074 690	340 000	164
2016	167 617	20 000	119	2 354 743	345 000	147
2017	232 201	30 000	129	2 693 181	400 000	149
Ort.	312 283	31 829	107	2 790 608	398 139	147

Kaynak: tuik.gov.tr. 2018

*2008 yılında yağışların aşırı düşük olmasından dolayı verim ortalaması diğer yıllara göre düşüktür.

2003-2017 yılları arasında 15 yılda yeşil mercimek tüketimi % 21.47 oranında düşüş gösterirken ithalatında artış, ihracatında ise azalış olmuştur. Yeşil mercimek kişi başına tüketiminde yıllara göre azalış olmuş, kişi başına ortalama tüketim 0.72 kg olarak hesaplanmıştır. 15 yılda kırmızı mercimek tüketimi % 76.54 oranında artış göstermiş, ithalat da ve ihracatta da artış olmuştur. Fakat ithalattaki artış çok daha fazla oranda artış göstererek ihracattaki artışı geçmiştir.

Kırmızı mercimek kişi başına tüketiminde yıllara göre artış olmuş, kişi başına ortalama tüketim 5.32 kg olarak hesaplanmıştır. 2017 yılında mercimek toplam tüketiminin % 10.7'si yeşil mercimek, % 89.3'ü ise kırmızı mercimekten oluşmaktadır (Tablo.2). Türkiye'de 2003-2017 yılları arasında nüfusun % 20.28 arttığı (TUİK, 2018) düşünüldüğünde hem yeşil hem de kırmızı mercimekte tüketim açığı ithalattla kapatılmıştır.

Yeşil mercimekte ihracatın ithalatı karşılama oranı 2003 yılında % 15 düzeyindeyken bu rakam 2017 yılında % 5 düzeyine düşmüştür. Kırmızı mercimekte ihracatın ithalatı karşılama oranı 2003 yılında % 1200 düzeyindeyken bu rakam 2017 yılında % 70 düzeyine düşmüştür (Tablo.2).

Genel olarak mercimek fiyatlarının artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Özellikle kırmızı mercimek üretici fiyatının 2009 ve sonrası yıllardaki artışı, tüketici fiyatlarının da artmasında etkili olmuştur. Kırmızı mercimek fiyatlarında en fazla artış 2008 yılında gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre % 230 oranında artış göstermiştir. Bu artış tüketici fiyatının da artmasına neden olarak %260 oranında artışla 4,17 ₺ kg⁻¹ olmuştur. 2017 yılında bir önceki yıla göre kırmızı mercimek üretici fiyatındaki % 5.5 oranında, yeşil mercimekte ise % 8 oranında artmıştır. Bu artışın tüketici fiyatlarına etkisi ise kırmızı mercimekte % 33 oranında yeşil mercimekte % 11.5 oranında artışa neden olmuştur (Tablo.3).

Tüketicinin bir kg mercimeğe ödediği fiyat ile bir kg mercimeğe karşılık çiftçi eline geçen fiyat arasındaki fark pazarlama marjını vermektedir. Yani, araçların eline geçen değer kastedilmektedir. Cari fiyatlar dikkate alındığında, yıllara göre araçların eline geçen yüzde oranlar yeşil mercimekte % 14-% 56, çiftçi eline geçen oranlar ise % 44-% 86 arasında değişmektedir. Kırmızı mercimekte aracı eline geçenle yüzde oranlar % 27-% 68 oranında, çiftçi eline geçen yüzde oranlar ise % 32-% 73 arasındadır (Tablo 3).

Mercimek reel fiyatlarını incelediğimizde 2003 yılında yeşil mercimeğin üretici fiyatı 1,16 ₺ kg⁻¹ iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 1.04 ₺ kg⁻¹'dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar mukayese edildiğinde üreticinin 15 yıllık periyotta yeşil mercimek fiyatları üzerinden satın alma gücü % 10.35 oranında azalmıştır.

Kırmızı mercimek reel fiyatlarını incelediğimizde 2003 yılında kırmızı mercimeğin üretici fiyatı 1,10 ₺ kg⁻¹ iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 0.93 ₺ kg⁻¹'dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar

mukayese edildiğinde üreticinin on beş yıllık periyotta kırmızı mercimek fiyatları üzerinden satın alma gücü % 8.5 oranında azalmıştır. Tüketici fiyatlarını incelediğimizde ise 2003 yılında 1.5 ₺ kg⁻¹ olan kırmızı mercimek tüketici fiyatı 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 2.68 ₺ kg⁻¹'dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar mukayese edildiğinde tüketicinin 15 yıllık periyotta kırmızı mercimek fiyatları üzerinden satın alma gücü % 44 oranında azalmıştır. Üreticinin 1 kg kırmızı mercimek üretiminde elde ettiği kazanç 15 yılda % 8.5 azalırken, tüketicinin 1 kg kırmızı mercimek satın almak için ödediği fiyat ise %44 oranında artmıştır.

Reel fiyatlar dikkate alındığında, yıllara göre araçların eline geçen yüzde oranlar yeşil mercimekte % 12-% 58, çiftçi eline geçen oranlar ise % 42-% 88 arasında değişmektedir. Kırmızı mercimekte aracı eline geçenle yüzde oranlar % 27-% 69 oranında, çiftçi eline geçen yüzde oranlar ise % 31-% 73 arasındadır (Tablo 4).

Mercimek cari fiyatlarına göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanmış ve bunların yıllara göre farkları alınarak enflasyon oranları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, yeşil mercimekte üretici eline geçen fiyatların 2004, 2006, 2010, 2011, 2013, 2014, 2017 yıllarında, kırmızı mercimekte ise 2004, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2017 yıllarında enflasyon oranının altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu yıllardaki fiyatlar üreticinin aleyhine olmuştur (Tablo 5).

Tüketicinin durumunu incelediğimiz zaman kırmızı mercimekte 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2016 yıllarında tüketicinin satın alma gücü artarken diğer yıllarda ise satın alma gücü düşmüştür. Yeşil mercimekte 2004, 2006, 2008, 2012, 2013 ve 2015 yıllarında satın alma gücü artarken diğer yıllarda ise düşmüştür.

Kırmızı mercimek arz fonksiyonunu ile ilgili olarak tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre, kırmızı mercimek üretimi ile kırmızı mercimek üretici reel fiyatı arasında doğru bir ilişki, yeşil mercimek üretici reel fiyatı arasında ise ters bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir. Yine kırmızı mercimek üretimi ile gübre reel fiyatı ve mazot reel fiyatı arasında doğru bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu ekonomik teoriye uymayan bir durumdur. Zaman serisi verilerinin kullanılması sonucu katsayıların işaretlerinde ekonomik teoriye ters sonuçlar da çıkabilmektedir. Yapılan F testine göre kırmızı mercimek arz fonksiyonu için tahmin edilen model %10 (P=0,072) önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden kırmızı mercimek üretici reel fiyatı %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli, diğer bağımsız değişkenlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kırmızı mercimek üretiminde kırmızı mercimek üretici reel fiyatının etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Türkiye’de 2003-2017 Yılları Arası Mercimek Üretim, Tüketim ve Pazarlaması

Yıllar	Yeşil Mercimek					Kırmızı Mercimek				
	Üretim (Ton)	Tüketim (Ton)	Kişi Başı Tüketim (kg yıl ⁻¹)	İthalat (Ton)	İhracat (Ton)	Üretim (Ton)	Tüketim (Ton)	Kişi Başı Tüketim (kg yıl ⁻¹)	İthalat (Ton)	İhracat (Ton)
2003	55 000	69 257	1.03	16 792	2 535	485 000	287 468	4.28	16 909	214 441
2004	60 000	76 620	1.13	18 520	1 900	480 000	316 272	4.65	5 557	169 285
2005	50 000	64 137	0.93	15 733	1 596	520 000	467 660	6.79	64 281	116 621
2006	42 326	53 528	0.77	12 709	1 507	580 298	349 349	5.01	69 071	300 020
2007	26 803	52 917	0.75	27 449	1 335	508 378	354 379	5.02	30 979	184 978
2008	24 827	37 435	0.52	14 843	2 235	106 361	229 390	3.21	191 683	68 654
2009	27 131	52 207	0.72	25 871	795	275 050	288 279	3.97	141 541	128 312
2010	25 400	42 941	0.58	18 720	1 179	422 000	437 740	5.94	210 289	194 549
2011	25 952	41 629	0.56	17 445	1 768	380 000	476 965	6.38	309 561	212 596
2012	28 000	51 027	0.67	24 349	1 322	410 000	381 393	5.04	168 806	197 413
2013	22 000	52 068	0.68	31 538	1 470	395 000	415 934	5.43	199 476	178 542
2014	20 000	50 882	0.65	32 493	1 611	325 000	444 739	5.72	303 154	183 415
2015	20 000	45 370	0.58	27 080	1 710	340 000	433 941	5.51	313 161	219 220
2016	20 000	39 620	0.50	21 742	2 122	345 000	438 732	5.50	337 500	243 768
2017	30 000	54 385	0.67	25 801	1 416	400 000	507 495	6.28	371 426	263 931
Ort.	31 829	52 268	0.72	22 072	1 633	400 672	385 733	5.32	166 424	181 363

Kaynak: Orijinal hesaplamalar.

Tablo 3. Türkiye’de 2003-2017 Yılları Arasında Cari Fiyatlara Göre Mercimeğin Pazarlama Marjları.

Yıllar	Yeşil Mercimek					Kırmızı Mercimek				
	Üretici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Tüketici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)	Üretici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Tüketici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	1.16	1.74	0.58	67	33	1.10	1.50	0.40	73	27
2004	1.08	1.25	0.17	86	14	1.20	1.69	0.49	71	29
2005	1.15	1.82	0.67	63	37	1.23	2.04	0.81	60	40
2006	1.09	1.30	0.21	84	16	1.28	1.88	0.60	68	32
2007	1.26	2.00	0.74	63	37	1.30	2.03	0.73	64	36
2008	1.82	2.20	0.38	83	17	3.00	4.17	1.17	72	28
2009	2.00	3.40	1.40	59	41	1.35	4.27	2.92	32	68
2010	2.11	3.85	1.74	55	45	1.25	3.84	2.59	33	67
2011	2.07	4.75	2.68	44	56	1.68	3.56	1.88	47	53
2012	2.14	4.15	2.01	52	48	1.65	3.20	1.55	52	48
2013	2.11	4.00	1.89	53	47	1.09	3.34	2.25	33	67
2014	2.17	5.00	2.83	44	56	1.83	4.50	2.67	41	59
2015	2.64	5.25	2.61	50	50	2.07	5.40	3.33	38	62
2016	3.02	6.25	3.23	48	52	2.75	5.00	2.25	55	45
2017	3.26	7.20	3.94	45	55	2.90	8.00	5.10	36	64

Kaynak: Orijinal hesaplamalar.

Tablo 4. Türkiye’de 2003-2017 Yılları Arası Reel Fiyatlara Göre Mercimeğin Pazarlama Marjları.

Yıllar	Yeşil Mercimek					Kırmızı Mercimek				
	Üretici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Tüketici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)	Üretici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Tüketici Fiyatları (₺ kg ⁻¹)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	1.16	1.74	0.58	67	33	1.10	1.50	0.40	73	27
2004	0.99	1.13	0.14	88	12	1.10	1.53	0.43	72	28
2005	0.98	1.52	0.54	64	36	1.05	1.70	0.65	62	38
2006	0.85	0.99	0.14	86	14	0.99	1.43	0.44	69	31
2007	0.90	1.43	0.53	63	37	0.93	1.45	0.52	64	36
2008	1.18	1.40	0.22	84	16	1.94	2.65	0.71	73	27
2009	1.22	2.13	0.91	57	43	0.82	2.68	1.86	31	69
2010	1.18	2.23	1.05	53	47	0.70	2.22	1.52	32	68
2011	1.09	2.47	1.38	44	56	0.88	1.85	0.97	48	52
2012	1.03	2.04	1.01	50	50	0.80	1.57	0.77	51	49
2013	0.95	1.88	0.93	51	49	0.49	1.57	1.08	31	69
2014	0.90	2.13	1.23	42	58	0.76	1.92	1.16	40	60
2015	1.01	2.12	1.11	48	52	0.79	2.18	1.39	36	64
2016	1.08	2.42	1.34	45	55	0.98	1.94	0.96	51	49
2017	1.04	2.41	1.37	43	57	0.93	2.68	1.75	35	65

Kaynak: Orijinal hesaplamalar.

Tablo 5. Türkiye’de Mercimek Cari Fiyatlarına Göre Üretici-Tüketici Zincirleme İndeksleri ve Yıllık Enflasyon Oranları

Yıllar	Yeşil Mercimek						Kırmızı Mercimek					
	Üretici Zincirleme İndeksi	Üretici İndeks Farkı	ÜFE	Tüketici Zincirleme İndeksi	Tüketici İndeks Farkı	TÜFE	Üretici Zincirleme Endeksi	Üretici İndeks Farkı	ÜFE	Tüketici Zincirleme İndeksi	Tüketici Zincirleme İndeksi	TÜFE
2003	100.0	-	13.9	100.0	-	18.4	100.0	-	13.9	100.0	-	18.4
2004	93.1	-6.9	13.8	71.8	-28.2	9.3	109.1	9.1	13.8	112.7	12.7	9.3
2005	106.5	6.5	2.7	145.6	45.6	7.7	102.5	2.5	2.7	120.7	20.7	7.7
2006	94.8	-5.2	11.6	71.4	-28.6	9.7	104.1	4.1	11.6	92.2	-7.8	9.7
2007	115.6	15.6	5.9	153.8	53.8	8.4	101.6	1.6	5.9	108.0	8.0	8.4
2008	144.4	44.4	8.8	110.0	10.0	10.1	230.8	130.8	8.8	205.4	5.4	10.1
2009	109.9	9.9	5.9	154.5	54.5	6.5	45.0	-55	5.9	102.4	2.4	6.5
2010	105.5	5.5	8.9	113.2	13.2	6.4	92.6	-7.4	8.9	89.9	-10.1	6.4
2011	98.1	-1.9	13.3	123.4	23.4	10.5	134.4	34.4	13.3	92.7	-7.3	10.5
2012	103.4	3.4	2.5	87.4	-12.6	6.2	98.2	-1.8	2.5	89.9	-10.1	6.2
2013	98.6	-1.4	7.0	96.4	-3.6	7.4	66.1	-33.9	7.0	104.4	4.4	7.4
2014	102.8	2.8	6.4	125.0	25.0	8.2	167.9	67.9	6.4	134.7	34.7	8.2
2015	121.7	21.7	5.7	105.0	5.0	8.8	113.1	13.1	5.7	120.0	20.0	8.8
2016	114.4	14.4	9.9	119.0	19.0	8.5	132.9	32.9	9.9	92.6	-7.4	8.5
2017	107.9	7.9	15.5	115.2	15.2	11.9	105.5	5.5	15.5	160.0	60.0	11.9

Kaynak: Orijinal Hesaplamalar.

Tablo 6. Kırmızı Mercimek Arz Fonksiyonu İle İlgili Regresyon Analizi Sonuçları

LogMU	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	12.3404 ***	0.6654	0.000	
MUF	0.8573 **	0.2873	0.014	0.072
YUF	-0.6495	0.4141	0.148	
GF	0.0001	0.0005	0.799	
MF	0.2535	0.2809	0.388	

*: %10, **: %5 ve ***: %1 önem seviyelerinde anlamlıdır.

Tablo 7. Kırmızı Mercimek Talep Fonksiyonu İle İlgili Regresyon Analizi Sonuçları

LogMT	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	10.6330 ***	1.3198	0.000	
MTF	-0.2329 *	0.1158	0.072	0.052
YTF	0.1790	0.1601	0.291	
MG	-0.0001	0.0003	0.632	
N	0.0003	0.0002	0.180	

*: %10, **: %5 ve ***: %1 önem seviyelerinde anlamlıdır.

Çiftçilere Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından mazot ve gübre desteği yapılmaktadır. Tahmin ettiğimiz modelde bu iki girdinin kırmızı mercimek üretiminde etkili olmadığı görülmüştür. Kırmızı mercimek talep fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre, kırmızı mercimek tüketimi ile kırmızı mercimek tüketici reel fiyatı ve milli gelir arasında ters bir ilişki, yeşil mercimek tüketici reel fiyatı ve nüfus arasında ise doğru bir ilişki görülmektedir. Kırmızı mercimek tüketimi ile milli gelir arasında doğru bir ilişki beklenirken ters bir ilişki durumu ortaya çıkmıştır. Kırmızı mercimek kişi başına tüketiminin çok yüksek olmamasından dolayı milli gelirdeki değişimin tüketim üzerindeki etkisinin azaldığı söylenebilir.

Yapılan F testine göre kırmızı mercimek talep fonksiyonu için tahmin edilen model %10 (P=0,052) önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden kırmızı mercimek tüketici reel fiyatı %10 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli, diğer bağımsız değişkenlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kırmızı mercimek üretiminde kırmızı mercimek tüketici reel fiyatının etkili olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Kırmızı mercimek arz ve talep fonksiyonlarına göre arz elastikiyeti (Ae) 0.769, talep elastikiyeti (Te) 0.448 bulunmuştur. Kırmızı mercimekte $Ae > Te$ olduğu için fiyatlar merkezden çevreye doğru uzaklaşmakta genişleyen dalgalanmalar ile devri hareket büyümektedir. Bu durumda üreticilerin fiyatlardaki değişimlere karşı duyarlılığı tüketicilere göre daha fazla olmaktadır.

Cari ve reel olarak yapılan hesaplamalarda son yıllarda pazarlama marjı hesabında araçlar eline geçen oranın yükseldiği gözlemlenmiştir. Yine ithalatta yıllara göre artış, ihracatta ise azalış olmuştur. Verim yükselmesine rağmen ekiliş alanlarında önemli düşüş yaşanmıştır. İthalata dayalı bir sisteme doğru gidilmekte, araçların etkisi artmakta, çiftçi eline geçen oran azalmaktadır. Ekiliş alanlarının artırılması için arz modelimizde önemli çıkan üretici fiyatları bazında çiftçinin desteklenmesi gerekmektedir. Zincirleme indeks hesabında da mercimek üretici fiyatları çoğu yılda enflasyon oranının altında kalmıştır. Çiftçinin desteklenmesi ile üretim artacak, ithalat azalacak, çiftçi eline geçen oran da artabilecektir.

Kaynaklar

- Altundağ, S., Güneş, T., 1992. Türkiye'de Patates ve Soğanın Üretim Miktarı ile Fiyat İlişkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. s.52-65.
- Anonim, 2013. Baklagil Raporu. GAP UTAEM GÜNCEL. Aralık 2013 yılı:1, sayı:1.
- Anonim, 2017. <http://www.millermagazine.com/dunya-kuru-fasulye-nohut-pazarı.html>
- Aşkan, E., Dağdemir, V., 2018. Türkiye Sarımsak Piyasasının Ekonomik Analizi. Alınları Zirai Bilimler Dergisi 28(B): 19-26. ISSN: 1307-3311.
- Dağdemir, V., 1998. Türkiye Soğan Piyasasının Ekonomik Analizi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Cilt:12, Sayı:1/2, Sayfa 99-114.
- Dağdemir, V., Birinci, A., 1999. Türkiye'de Patates Pazarlaması ve Fiyat Dalgalanmalarının Üretim Üzerine Etkisi. II. Ulusal Patates Kongresi, 28 - 30 Haziran, Erzurum.
- Demirbaş, N., Niyaz, Ö.C., Daysal, H., 2017. Evaluation of self-sufficiency in lentil production in Turkey. GOP Ziraat Fakültesi Dergisi.
- Hasdemir, M., Miran, B., Kandemir, M., Polat, K., 2016. Baklagil Üretiminde Fark Ödemesi Desteklerinin Etkisi. TEPGE Yayın No:265.
- Gülaç, Z.N., 2017. Mercimek Ürün Raporu, TEPGE Yayın No:306.
- Karadaş, K., Bakçı, C., Kadirhanoğulları, İ.H., 2018. Midyat İlçesi Tarım İşletmelerinde Mercimek Üretim Maliyetinin Hesaplanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi., 49 (2): 118-123, 2018

- Atatürk Üniversitesi, J. of the Agricultural Faculty, 49 (2): 118-123, 2018 ISSN : 1300-9036.
- Kaya, F., 2010. Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Yüksek Lisans Tezi. Adana. 59s.
- Kılıç, T., 1997. Türkiye’de Yemelik Baklagil Üretim Tüketim Ticaret ve Dışsatım Pazarlama Yapısı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Pellet, P., 1988. İnsan Beslenmesinde Mercimek ve Nohutun Yeri. Herkes İçin Mercimek Sempozyumu, 29-30 Eylül 1988, Marmaris, TMO yayınları, sayfa: 37-135, Ankara.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.529247

Bazı siklamen türlerinde farklı doku kültürü ortamlarının gynogenesis üzerine etkileri

Mehmet Tütüncü^{a*}, Muharrem Özcan^a, Yeşim Yalçın Mendi^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

^bÇukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

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

Geliş/Received 19.02.2019

Kabul/Accepted 29/07/2019

ÖZET

Siklamende görülen kendileme depresyonu, farklı ploidi seviyeleri, kendine uyumsuzluk ve abortif embriyo oluşumu nedeniyle klasik yöntemlerle siklamen ıslahı oldukça zordur. Bu nedenle *in vitro* haploidizasyon, siklamen ıslahında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada *in vitro* haploidizasyon ve *in vitro* çoğaltımın ilk aşaması olarak bitki doku kültürü ortamlarının ve hormonların etkisi araştırılmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak, *Cyclamen persicum* ve *Cyclamen pseudibericum*'un ovül eksplantları, ortam olarak ise 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ve 6-(γ , γ -dimethylallylamino) purine' (2iP)'in farklı konsantrasyonlarını içeren ½MS ve B5 ortamları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, *Cyclamen persicum* türünde en iyi kallus oluşum oranı; 1.5 mg L⁻¹ (2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamından (%70 oranında) elde edilmiştir. *Cyclamen pseudibericum* türü için ise kallus oluşum oranı % 48 olmuş ve 1 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.3 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamından elde edilmiştir. *Cyclamen persicum* türünde en yüksek embriyo uyartımı 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamında gelişen kalluslardan elde edilmiştir (%55). Ancak *Cyclamen pseudibericum* türünde besi ortamlarının hiç birinden embriyo uyartımı sağlanamamıştır. Sonuç olarak, kallus uyartımında B5 ortamı, ½MS ortamından daha iyi sonuç vermesine rağmen embriyo uyartımı için yüksek oksin ve düşük sitokinin konsantrasyonuna sahip ½MS ortamı daha iyi bulunmuş ve 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamından 42 adet bitkicik elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Süs bitkisi
Doku kültürü
Kallus
Rejenerasyon
Oksin
Sitokinin

Effects of different tissue culture media on gynogenesis in some cyclamen species

ABSTRACT

Cyclamen breeding is difficult due to selfing depression different ploidy levels, self-incompatibility and abortive embryo formation. Therefore, *in vitro* haploidisation is commonly used in cyclamen breeding. In this study, we investigated effects of different tissue culture media and plant hormones as a first of *in vitro* haploidisation and propagation. We used ovule explants from *Cyclamen persicum* and *Cyclamen pseudibericum* on ½MS and B5 culture mediums supplemented with different concentration of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 6-(γ , γ -dimethylallylamino) purine (2iP). According to results best callus formation rate was 70% obtained from B5 medium supplemented with 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D and 0.5 mg L⁻¹ 2iP in *Cyclamen persicum*. It was 48% on B5 medium supplemented with 1 mg L⁻¹ 2,4-D and 0.3 mg L⁻¹ 2iP in *Cyclamen pseudibericum*. In *Cyclamen persicum*, highest embryo induction rate was 55% obtained from callus regenerated on ½MS medium supplemented with 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D and 0.8 mg L⁻¹ 2iP. However, embryo induction was not obtained on any medium for *Cyclamen pseudibericum*. Overall, ½MS culture medium supplemented with high auxin and low cytokinin concentration is better for embryo induction although B5 medium was better than ½MS medium for callus formation and 42 plantlets obtained only from callus regenerated on ½MS medium supplemented with 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D and 0.5 mg L⁻¹ 2iP.

Keywords:

Ornamental plant
Tissue culture
Callus
Regeneration
Auxin
Cytokine

© OMU ANAJAS 2019

Bu çalışma 10122860 referans numaralı "Bazı siklamen türlerinde farklı doku kültürü ortamlarının gynogenesis üzerine etkileri" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Çiçek soğanları, 800'den fazla botanik cinsi barındıran, değişen çevresel faktörlere karşı gelişim biyolojisi ve fizyolojisi bakımından çok farklı tepkiler gösteren bitki grubudur. Geofitler rizom, soğan ya da korm gibi toprak altı depo organında yer alan tomurcuklara sahiptirler. Bu bitkiler ticari olarak kesme çiçek üretimi ve saksı bitkisi olarak işlenmekle birlikte, dış mekanda çevre düzenlemesi ve bahçelerde kullanılmak üzere çoğaltım materyali olarak da değerlendirilmekte ve global çiçek endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadırlar (Kamanetsky ve Okubo, 2013).

Siklamen toprakaltı yumrulu, çok yıllık gösterişli çiçeklere sahip bir bitkidir. Son yıllarda ekonomik anlamda hem ülkemizde hem de dünyada soğanlı çiçek türleri arasında önemli bir pazara sahiptir. *Cyclamen* cinsi geleneksel olarak *Primulaceae* ailesi içerisinde sınıflandırılırken son yıllarda *Myrsinaceae* ailesi içerisine alınarak yeniden taksonomik olarak sınıflandırılmıştır (Jalali ve ark., 2012; Curuk ve ark., 2015). 17. yüzyıl başlarında Batı Avrupa'ya getirilmiş ve 18. yüzyıla kadar birkaç tür kültüre alınmıştır. Bundan sonra ekonomik önemi giderek artmış ve siklamende ıslah çalışmaları başlamıştır (Mathew ve Özhatay, 2001; Amini, 2014).

Ülkemizde doğal olarak on siklamen türü yetişmektedir. Bunlardan altısı (*C. pseudibericum* Hildebr., *C. trochopteranthum* O. Schwarz, *C. parviflorum* Pobed., *C. cilicium* Boiss.e.Heldr., *C. cilicium* var. *intaminatum* Miekle Grey-Wilson, *C. mirabile* Hildebr.) ülkemize endemiktir (Çuruk ve ark., 2015).

Siklamen ıslahı, bitkinin döllenme biyolojisinde görülen problemler nedeniyle (kendileme depresyonu, farklı ploidy seviyeleri ve abortif embriyo oluşum gibi) klasik yöntemlerle yapılması oldukça zordur (Jalali ve ark., 2012). Bu nedenle, siklamen ıslahında dihaploidizasyon sıklıkla başvurulan yöntemlerden birisini oluşturmaktadır.

Haploid bitki, somatik hücrelerinde gamet hücrelerindeki kromozom sayısı kadar kromozoma sahip bitkidir (Ellialtıoğlu ve ark., 2001). Haploid bitkiler, doğada kendiliğinden oluşabilirdiği gibi farklı tekniklerin kullanılmasıyla da elde edilebilmektedir (Murovec ve Bohonec, 2012). Haploid bitkiler, normol dihaploidlerden morfolojik özellikleri bakımından biraz daha küçük ve kısır olup tohum bağlayamazlar (Emiroğlu, 1980; Abak, 1993; Dunwell, 2010; Murovec ve Bohonec, 2012; Mishra ve Goswami, 2014). Haploid bitkilerin kromozom sayısının katlanmasıyla dihaploid bitkiler elde edilir. Dihaploidizasyonla kısa sürede %100 homozigot saf hat elde edilebilmektedir. Her ne kadar doğada kendiliğinden haploid bitkiler oluşsa da bu olay oldukça nadirdir. Bu nedenle *in situ* ve *in vitro*'da haploid bitki üretimi için çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Dunwell, 2010). *In situ* haploid embriyo uyartımı için, uzak akrabalar arası melezlemeler, tozlanmanın geciktirilmesi, ışınlanmış

(eksik veya yetersiz) polenlerle tozlama, X ve UV ışınları ile çeşitli kimyasalların uygulaması yapılmaktadır (Yılmaz, 2005). *In vitro*'da ise haploid bitkiler, temel olarak dişi 4 gamet hücresinden (gynogenesis) veya erkek gamet hücresinden (androgenesis) haploid uyartımı ile elde edilmektedir.

Gynogenesis yoluyla *in vitro*'da haploid bitki elde etmek için henüz tozlanmamış çiçekten alınan ovül veya ovaryum gibi kısımlar kullanılırken; androgenesis yoluyla haploid bitki elde etmek için anter ve mikrospor kullanılmaktadır. Her iki teknikte de başarı birçok biyotik ve abiyotik faktörün etkisine bağlıdır (Murovec ve Bohonec, 2012). Androjenetik yolla haploid bitki elde etmek, her zaman çok etkili bir yöntem olamamakta, bazen albino bitkilerin oluştuğu ya da donör bitkinin bu yöntemle cevap vermediği durumlar da gözlenmektedir. Bu gibi durumlarda gynogenetik yolla (ovül ve ovaryum kültürü) haploid bitki elde etme genellikle daha sağlıklı sonuçlar verebilmektedir. Diğer taraftan, bitkinin çiçek ve meyve fizyolojisi, morfogenezisi veya meyve fizyolojisi ve biyokimyasal değişimi hakkında bilgi edinmek için ovül ve ovaryum kültürü sıklıkla başvurulan bir yöntem olmaktadır (Sita, 1997).

Gerek gynogenezis yolu ile haploid bitki elde etmek gerekse de somatik embriyogenezis yoluyla vejetatif yolla kitlesel üretim yapmak için doku kültüründe uygulanan protokoller türlere, çeşitlere ve hatta aynı çeşide ait bireylere göre farklılık göstermektedir (Tütüncü, 2017). Bu yüzden, öncelikle bitkisel materyale uygun doku kültürü protokolünün oluşturulması ve doku kültüründe etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmada ele alınan türler için *in vitro* haploidi tekniği ve somatik embriyogenezisin en önemli aşamalarından birisi olan doku kültüründe etkili besi ortamının ve hormon konsantrasyonunun tespiti amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren *Cyclamen persicum* ve *Cyclamen pseudibericum* türleri kullanılmıştır. Bu türlere ait genotipler 110O102'nolu "Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Siklamen Türlerinin Moleküler Karakterizasyonu ve *in vitro* muhafazası" adlı proje kapsamında daha önceden doğal ortamlarından toplanmış ve kültüre alınmış bitkilerden temin edilmiştir. Toplanan bitkiler seraya getirilerek içerisinde 1:1 torf:perlit karışımı içeren 1 litrelik saksılara dikilmiştir. Bitkilerin vejetasyon döneminde kültürel işlemler yapılarak koruma altına alınmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Çiçek tomurcuklarının toplanması ve sterilizasyonu

Bitkilerin çiçeklenme dönemlerine göre, anthesisten 2-3 gün önce çiçek tomurcukları toplanarak sterilizasyon işlemi ve ovül izolasyonu yapmak üzere laboratuvara getirilmiştir (Şekil 1). Tomurcuklar üzerinde bulunan toz, toprak gibi bulaşıklardan arındırmak için magenta kabı (76x76x100 mm) içine koyulmuş ve akan çeşme suyu altında 15-20 dk. bekletilmiştir. Daha sonra çeker ocak içine alınan örnekler aynı kap içerisine %0.1'lik civaklorür (HgCl₂) koyulmuş ve 10 dk. bekletilmiştir. Çeker ocak içerisinde örnekler steril saf su ile 3-5 defa durulandıktan sonra temiz bir magenta kutusuna alınmıştır. Steril kabin içerisine getirilen örnekler ilk olarak %70'lik etilalkol'de (EtOH) 1 dk. bekletilmiştir. Sonraki aşamada, eksplantlar cam behere aktarılmış ve 1-2 damla Tween-20 içeren %25'lik ticari sodyumhipoklorit (%4.5 aktif klorin, v/v, NaOCl, Domestos®) içerisinde 10 dk. bekletilmiştir. Örnekler köpüklerinden arıncaya kadar steril saf su ile durulanmıştır. Sterilizasyon aşaması biten çiçek tomurcukları ovüller izole edilene kadar saf su içerisinde bekletilmiştir.



Şekil 1. Siklamen'de çiçek açımı aşamaları (A: Çiçek tomurcuğu, B: Çiçek tomurcuğu balon aşaması, C: Çiçek açımı (Anthesis), D: Tam çiçek açımı)

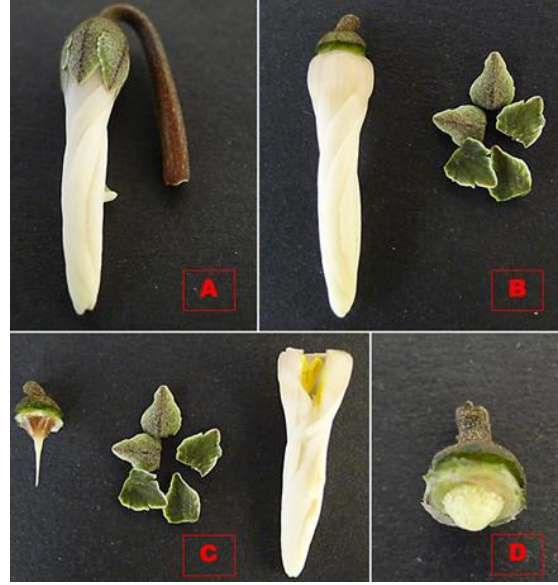
2.2.2. Çiçek tomurcuklarından ovüllerin izolasyonu

Çiçek tomurcukları yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra ovül izolasyonu aşamasına geçilmiştir (Şekil 2 (A)). Ovülleri açığa çıkartmak amacıyla öncelikle petallerin birleşim noktaları altından başlayarak tomurcuğun etrafı boyunca bistüri ile kesilerek uzaklaştırılmıştır. (Şekil 2 (B)). Petaller uzaklaştırıldıktan sonra aynı işlem tekrarlanarak taç yaprakların ve daha iç kısımda bulunan anterler uzaklaştırılarak ovaryum açığa çıkartılmıştır (Şekil 2 (C)). Son olarak ovaryum kılıfı da dikkatlice uzaklaştırılmış ve ovüller görünür hale getirilmiştir. (Şekil 2 (D)). Sonraki aşamada ovüller küt uçlu diseksiyon iğnesi kullanılarak zarar verilmeden tek tek 5X büyütme stereo binoküler mikroskop (Leitz, Weitzlar, Germany) altında çıkartılarak kültür ortamlarına koyulmuştur.

2.2.3. Çalışmada kullanılan besi ortamları ve hormonlar

Çalışmada embriyo uyartımının optimizasyonu

amacıyla her iki türde de ½MS (Murashige and Skoog, 1962) ve B5 (Gamborg ve ark., 1968) besi ortamları (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), temel besi ortamları olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. Siklamende çiçek tomurcuklarından ovüllerin izolasyon aşamaları. (A: Çiçek tomurcuğu genel görünümü, B: Petallerin uzaklaştırılması, C: Taç yaprakların ve anterlerin uzaklaştırılması, D: Ovaryum kılıfının uzaklaştırılarak ovüllerin ortaya çıkarılması.)

Denemede kullanılan besi yerlerinin pH'sı otoklavlanmadan (20 dk. 121 °C'de) önce 5.7'ye ayarlanmıştır. Çalışmada ilk olarak ovüller 2,4-D (0.5-1.0-1.5 ve 2.0 mg L⁻¹) ve 2iP (0.1-0.3-0.5 ve 0.8 mg L⁻¹) büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının bulunduğu ½MS ve B5 katı kallus uyartım ortamlarına aktarılmıştır. Eksplantlar, 16 hafta boyunca karanlıkta 23-25 °C'de kültüre alınmıştır. 16 hafta sonra elde edilen kalluslar hormon içermeyen ½MS ve B5 farklılaştırma ortamlarına transfer edilerek büyütme odası koşullarında (16 saat fotoperiyodisite, beyaz florasan ışık, ışık şiddeti: 75 µmol m⁻² s⁻¹, sıcaklık: 24±1 °C) kültüre alınarak gelişimleri gözlenmiştir.

2.2.4. Deneme planı ve istatistiksel analizler

Çalışmada 2 tür, 2 ortam ve 16 farklı hormon konsantrasyonu ile hormon içermeyen kontrol ortamı kullanılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü (4 petri) her tekerrürde (her petride) 10 eksplant olacak şekilde faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Elde edilen yüzde değerler hesaplandıktan sonra açı transformasyonu uygulanmış, verilerin analizi JMP (versiyon 5.01) paket programı ile yapılmıştır. Ortalamaların önem seviyeleri LSD (p<0.01) testi ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Eksplantlardan kallus gelişimi

Cyclamen persicum türünde iki farklı besi ortamı kullanılmış ve istatistiki açıdan kullanılan ortamların rejenerasyona etkisi önemsiz ($p>0.05$) (değerler istatistiki açıdan önemli bulunmadığından

verilmemiştir) bulunurken ortam-hormon interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (Çizelge 1). Eksplantlardan en iyi kallus gelişimi %70 rejenerasyon oranıyla 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamında olmuştur. Genel olarak yüksek konsantrasyonda oksin ve düşük konsantrasyonda sitokinin içeren B5 ortamlarında kallus oluşum oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Cyclamen persicum* türünde besi ortamı-hormon interaksyonunun kallus gelişim oranına etkisi

Ortam*Hormon Konsantrasyonu	Kallus Gelişim Oranı (%)	LSD _{Ortam*hormon}
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	70.00 a (60.24)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	64.00 ab (53.22)	
B5 + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	44.00 a-c (41.31)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	44.00 a-c (40.84)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	42.00 a-d (37.82)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	40.00 b-e (33.39)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	30.00 c-f (27.60)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	30.00 c-f (27.40)	
½MS + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	28.00 c-f (26.24)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	24.00 c-f (25.99)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	22.00 c-g (24.60)	22.29*
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	20.00 c-f (23.11)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	20.00 c-g (22.95)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	18.00 c-g (19.55)	
½MS + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	18.00 d-g (17.44)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	12.00 d-g (16.33)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	12.00 d-g (16.04)	
½MS + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	12.00 e-g (13.28)	
½MS + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	10.00 e-g (13.08)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	10.00 e-g (12.55)	
B5 + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	10.00 e-g (12.55)	

Açı transformasyonu sonrasında elde edilmiş değerler parantez içinde verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar harflerle gösterilmiştir. * $p<0.01$

Çalışma kapsamında ayrıca oluşan kallusların morfolojik yapıları gözlemlenmiştir. *C. persicum* türüne ait ovül örnekleri her iki ortamda da değişen oranlarda rejenerasyon olmuş ve farklı kallus yapılarını meydana getirmiştir. Yapılan incelemelerde ½MS ortamında gelişen kallusların dokusunun yumuşak, kallus renk koyuluğunun orta koyulukta ya da açık olduğu, kallus renginin ise kahverengi ve sarı tonları arasında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3). Ayrıca ½MS besiyerinde oluşan kallusların B5 ortamında oluşan kalluslara göre daha kırılabilir yapıya sahip oldukları gözlemlenmiştir. *C. persicum* türünden izole edilen ve B5 ortamına transfer edilen ovüllerden gelişen kallusların incelenmesinde; kallus dokusunun sert özellikle bazı eksplantlarda çok sert olduğu, kallus renginin ise rejenerasyonun ilk aşamalarında şeffaf sonrasında ise koyu kahverengi hatta siyah renge döndüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4).

Ayrıca B5 besiyerinde oluşan kallusların yapısının ½MS ortamında oluşan kalluslara göre daha kompakt ve sert yapıya sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Denemede kullanılan ortam-hormon interaksyonunun *Cyclamen pseudibericum* ovül eksplantlarında kallus gelişim oranına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

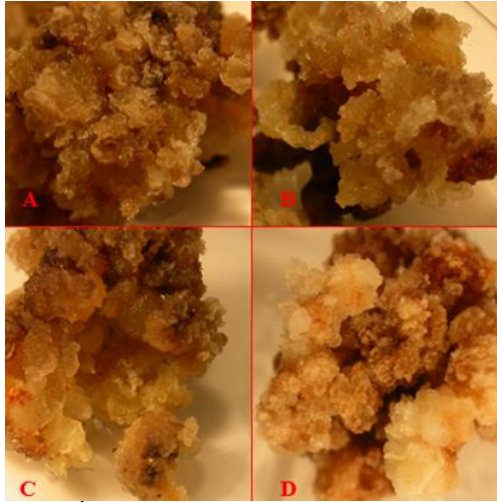
Çalışmada, istatistiksel açıdan kullanılan besi ortamı ve içerdiği farklı konsantrasyonlardaki hormonların içeriği interaksyonunun *C. pseudibericum*'un ovül eksplantlarından kallus rejenerasyonuna etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En iyi kallus gelişim oranı %48 ile 1 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.3 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 besi ortamından elde edilmiştir. Bu ortamı %38'lik kallus gelişim oranı ile hormon kombinasyonunu 2 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS besi ortamı takip etmiştir.

Çizelge 2. *Cyclamen pseudibericum* türünde besi ortamı-hormon interaksiyonu ve kallus gelişim oranına etkisi

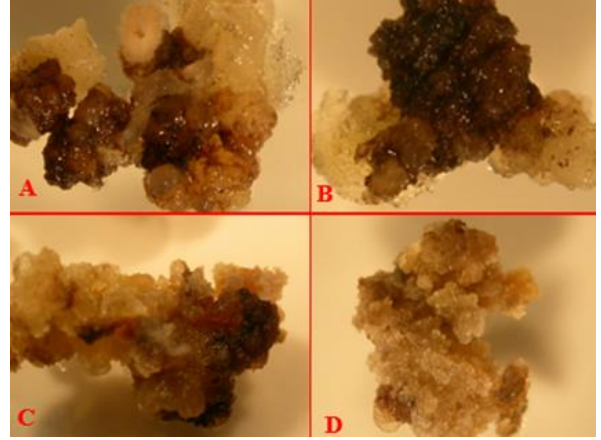
Ortam*Hormon Konsantrasyonu	Kallus Gelişim Oranı (%)	LSD _{Ortam*hormon}
B5 + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	48.00 a (43.67)	
½MS + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	38.00 ab (34.84)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	36.00 a-c (33.04)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	32.00 a-c (31.28)	
B5 + 1 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	32.00 a-d (28.15)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	30.00 a-d (27.42)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	26.00 a-d (26.40)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	24.00 a-d (25.97)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	22.00 b-e (25.11)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	22.00 b-e (24.69)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	22.00 b-e (22.33)	18.49*
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	16.00 b-f (18.59)	
B5 + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	12.00 c-g (15.64)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	8.00 d-g (12.68)	
B5 + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	10.00 d-g (11.95)	
½MS + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	8.00 d-g (10.62)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	4.00 e-g (7.37)	
B5 + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	6.00 e-g (6.64)	
½MS + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	4.00 f-g (3.68)	
½MS + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	2.00 f-g (3.68)	
½MS + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	2.00 f-g (3.68)	
B5 + 0.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	2.00 f-g (3.68)	

Açı transformasyonu sonrasında elde edilmiş değerler parantez içinde verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar harflerle gösterilmiştir. * p<0.01

Ş



icum türünde farklı hormon konsantrasyonlarına sahip ½MS besiyerinde gelişen kallus yapıları (A: 1 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L⁻¹ 2iP, B: 1 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L⁻¹ 2iP, C: 0.5 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L⁻¹ 2iP, D: 1 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L⁻¹ 2iP).



Şekil 4. *C. persicum*'da farklı hormon konsantrasyonları içeren B5 ortamında gelişen kallus yapıları (A: 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L⁻¹ 2iP, B: 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L⁻¹ 2iP, C: 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L⁻¹ 2iP, D: 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L⁻¹ 2iP)

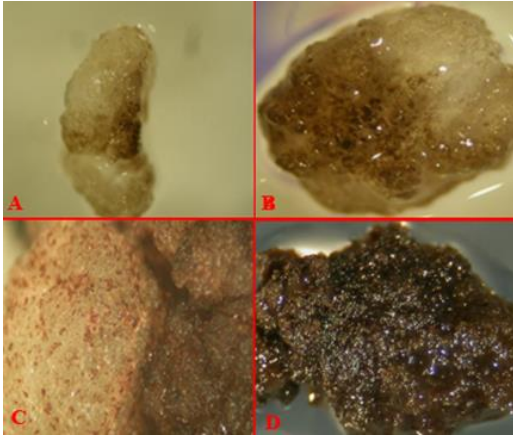
C. pseudibericum türüne ait ovül örnekleri her iki ortamda da değişen oranlarda rejener olmuş ve farklı kallus yapıları meydana getirmiştir. Yapılan mikroskopik incelemelerde izole edilen ovül yapıları başlangıçta normal şekilde şişme ve kallusa dönüşme eğilimi göstermiştir. Ancak, zamanla her iki besi ortamında da gelişen kallus dokusu giderek sert ve kırılğan bir yapı almıştır. Bu süreç içerisinde kalluslar hacimce büyümüş ve embriyoya benzer yapılar göstermeye başlamıştır.

Diğer taraftan başlangıçta şeffaf olan kallus renginin gittikçe koyulaştığı ve siyahlaştığı gözlenmiştir. Bu şekilde siyahlaşan, sert ve çok kırılğan bir hal alan kallus yapılarının alt kültür işlemleri devam ettirilmiş ancak, embriyo benzeri yapı oluşturan kallusların gelişim sürecinin sona erdiği kanaatine varılmıştır.

C. pseudibericum türüne ait ovül eksplantlarından kallus gelişimi ve sonrasında kallus renklerinin siyahlaşarak gelişimini tamamlaması ile ilgili görüntüler Şekil 5’de verilmiştir.

3.2. embriyo uyartım oranı

Çalışmada ilk olarak ovüller 2,4-D (0.5-1.0-1.5 ve 2.0 mg L⁻¹), 2iP (0.1-0.3-0.5 ve 0.8 mg L⁻¹) büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının bulunduğu ½MS ve B5 ortamlarını aktarılmış ve 16 hafta boyunca karanlıkta 23-25 °C’de kültüre alınmıştır.



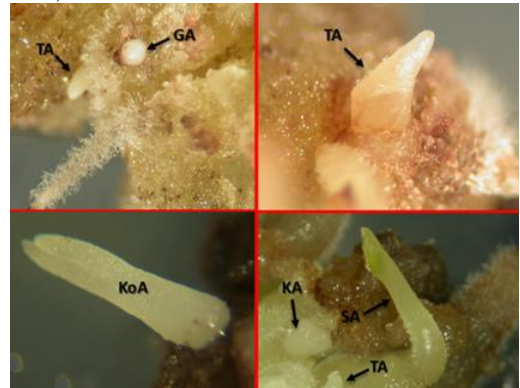
Şekil 5. *C. pseudibericum* ovül örneklerinde kallus gelişim aşamaları (A: Ovüllerin şişmesi, B: Kallus oluşumu, C: Embriyo benzeri yapıların oluşumu, D: Kallusların siyahlaşıp gelişiminin tamamlanması)

16 hafta sonra elde edilen kalluslar hormon içermeyen ½MS ve B5 farklılaştırma ortamlarına transfer edilmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda meydana gelen embriyojenik kalluslar, her 4 haftada bir hormon içermeyen besiyerlerinde alt kültüre alınmıştır. Embriyojenik kalluslar gelişmeye başladığında, büyüme odası koşullarında (16 saat fotoperiyodisite, 25±1 °C) kültüre alınarak gelişimleri gözlenmiştir. Sonraki aşama da kallus başına oluşan embriyo sayısı

gözlenerek embriyo uyartım oranı hesaplanmış ve sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Sonraki aşama da kallus başına oluşan embriyo sayısı gözlenerek embriyo uyartım oranı hesaplanmış ve sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. *C. persicum* türünde embriyo uyartımı gerçekleşirken, *C. pseudibericum* türünde oluşan kallus yapıları siyahlaşmış ve embriyo uyartımı gerçekleşmemiştir. *C. persicum* türünde embriyo uyartımına kullanılan besi ortamlarının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmazken, hormon ve besi ortamı hormon interaksyonu önemli bulunmuştur. En yüksek embriyo uyartımı 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP içeren besi yerinde ortalama %30 oranında gerçekleşmiştir, bunu 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L⁻¹ 2iP (% 20) ve 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L⁻¹ 2iP (%16.8) takip etmiştir (Çizelge 3).

Embriyo uyartımının gerçekleştiği 12 besi ortamı-hormon kombinasyonundan 8’i B5 ortamının kullanıldığı kültür ortamları olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar *Cyclamen persicum* türünde rejener olan kallusların farklılaşmasında ve embriyo uyartımında B5 besi ortamının daha etkili olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmada, istatistiksel açıdan kullanılan besi ortamı ve içerdiği farklı hormon konsantrasyonlarının interaksyonu, *C. persicum* örneklerinde embriyo uyartımı üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). *C. persicum* ve *C. pseudibericum* türlerinden alınan ovül eksplantlarının rejenerasyonunda her ne kadar B5 ortamı ön plana çıkmış olsa da embriyo uyartımında ½MS besi ortamında rejener olan kalluslardan embriyo uyartım oranı daha yüksektir. Bu kapsamda 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamında oluşan kalluslarda %55 oranda en yüksek embriyo uyartımı gerçekleşmiştir. Bunu sırasıyla %33.75 oranı ile 2 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamı, %32.5 oranıyla 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.3 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamı ve %22.5 oran ile 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.1 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamı takip etmiştir. *C. persicum* türünde, embriyo uyartımı gerçekleştikten sonra oluşan embriyoya benzer yapılar, gelişerek normal bir embriyonun gelişim sürecindeki aşamaları takip etmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *C. persicum* türünde embriyo aşamaları (GA: Globüler aşama, TA: Torpedo aşaması, KA: Kalp aşaması, KoA: Kotiledon aşaması, SA: Sürgün aşaması)

Çizelge 3. *Cyclamen persicum* türünde besi ortamı hormon interaksyonunun embriyo uyartım oranına etkisi

Ortam*Hormon Konsantrasyonu	Embriyo Uyartımı (%)	LSD _{Ortam*hormon}
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	55.0 a (45.24)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	33.75 a-b (31.75)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	32.5 a-b (31.05)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	22.5 b-c (21.55)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	17.5 b-d (14.94)	
½MS + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	17.5 b-d (14.94)	18.63*
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	10.0 b-d (13.41)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.3 mg L ⁻¹ 2iP	5.0 c-d (9.71)	
B5 + 1.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	5.0 c-d (7.39)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.8 mg L ⁻¹ 2iP	5.0 c-d (7.39)	
B5 + 1.5 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.5 mg L ⁻¹ 2iP	2.5 c-d (5.35)	
B5 + 2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D + 0.1 mg L ⁻¹ 2iP	2.5 c-d (5.35)	

Açı transformasyonu sonrasında elde edilmiş değerler parantez içinde verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar harflerle gösterilmiştir. * p<0.01

3. 3. Embriyoların bitkiciğe dönüşümü

C. persicum türünden izole edilen ovül örnekleri ilk olarak kallus oluşturma ortamlarına aktarılmış ve karanlıkta 16 hafta kültüre alınmıştır. Kallus uyartımı başladıktan sonra eksplantlar aynı koşullarda embriyojenik kallus oluşuncaya kadar kültüre alınmış ve son olarak (ortalama 16 hafta sonra) kallus yapıları farklılaşma ortamına (hormonsuz besi ortamı) transfer edilmiştir. Farklılaşma ortamına transfer edilen kalluslarda embriyo uyartımı sağlanmıştır. Kültürün ilerleyen safhalarında embriyolar normal gelişme aşamalarını (globüler safha, kalp safhası, torpedo safhası, kotiledon safhası) tamamlayarak sürgün oluşturmuştur. Yaklaşık 32 hafta sonra gelişen embriyolardan bitkiciğe dönüşüm sağlanmıştır. Çalışma kapsamında her ne kadar kallus oluşumu ve embriyo uyartımı farklı besi ortamlarında gerçekleşmiş olsa da sağlıklı bitkilerin oluşumu sadece 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamının başlangıç ortamı olarak kullanıldığı ortamlardan gelişen embriyolardan (42 adet bitki) elde edilmiştir (Şekil 7). Diğer besi ortamlarında oluşan embriyolar gelişimini tamamlamış ancak bitkiciğe dönüşmemiştir. Bu nedenle bitkiciğe dönüşüm oranı hesaplanamamıştır. *C. pseudibericum* türünden izole edilen ovüllerden ise kallus oluşumu gerçekleşmiş ancak bir müddet sonra oluşan kallus yapıları siyahlaşarak gelişimini tamamlamış ve sonrasında bir farklılaşma gözlenmemiştir.

4. Tartışma

4. 1. Eksplantlardan kallus gelişimi

Çalışma kapsamında biri endemik (*C. pseudibericum*) diğeri ise ülkemiz florasında doğal olarak yayılış gösteren (*C. persicum*) ve ticari çeşitlerin atası olarak kabul edilen iki farklı siklamen türünden izole edilen ovüller ilk olarak kallus uyartım ortamında kültüre alınmıştır. Kallus uyartımında, 2,4-D ve 2iP

büyüme düzenleyicilerinin farklı kombinasyonlarını içeren ½MS ve B5 besi ortamlarının etkileri araştırılmıştır.



Şekil 7. *C. persicum* ovül eksplantlarından elde edilen bitkiciklerin görünümü

Ovüllerden kallus oluşumunda *C. persicum* türünde besi ortamlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, hormon bileşimi ve besi ortamı-hormon interaksyonu önemli bulunmuştur. 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren B5 ortamında kallus gelişim oranı %70 olmuştur (Çizelge 1). *C. pseudibericum* türünden izole edilen ovül eksplantlarından kallus rejenerasyon oranı ise %32 ile %48 arasında değişmiştir. Kallus uyartımında her ne kadar besi ortamları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli çıkmasa da kallus gelişim oranındaki artışın besi ortamından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kreuger (1996) yapmış olduğu çalışmada düşük amonyum konsantrasyonlu B5 ortamının siklamende kallus uyartımının KK besi ortamına göre daha iyi sonuç verdiğini belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kullandığımız besi ortamlarının

içeriği incelendiğinde B5 ortamında bulunan amonyum konsantrasyonu $\frac{1}{2}$ MS ortamından daha düşüktür. Bu durum, B5 ortamında kallus uyartımının daha iyi olmasının bir nedeni olabilir. Winkelmann ve Serek, (2005) 32 F1 hibrit siklamen çeşidinde yapmış olduğu çalışmalarında ovül kültüründe %5-42 arasında kallus rejenerasyonu elde etmişlerdir. Her iki türdeki kallus rejenerasyon oranını birlikte değerlendirdiğimizde çalışma kapsamında kallus rejenerasyonu %32-%70 arasında değişmiştir. Koçak ve ark. (2014) ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren 15 *Cyclamen persicum* genotipinde yapmış oldukları çalışmada ovül eksplantından kallus rejenerasyon oranını ortalama %26.66, en yüksek ise (bir genotip için) %100 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda kallus rejenerasyon oranı önceki çalışmalara göre kısmen düşük olmakla birlikte sonuçlar büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Kallus rejenerasyonunun düşük olması doğadan toplanan materyallerin kullanılmasından kaynaklanabilir. *In vitro* kallus uyartımı eksplant kaynağının fizyolojik durumu ve genetik faktörlerin etkisi altındadır. Bu durum aynı zamanda biyokimyasal ve fizyolojik açıdan hormonların absorbe edilmesini ve kallus oluşumunda hücrel yeteneği etkilemektedir (Sharma ve Nautiyal, 2009). Bu nedenle kallus oluşum oranının türler ve genotipler arasında farklılık göstermesinin en önemli nedenlerinden biri de eksplant kaynağının genetik yapısıdır.

Loewenberg (1969) yapmış olduğu çalışmada siklamen yumrularında rejenerasyon optimizasyonu yapmıştır. Farklı karbon kaynaklarının denendiği çalışmada sükröz dışındaki karbon kaynaklarında (maltoz, fruktoz, glikoz) kallus gelişiminin daha düşük olduğunu bildirmiştir. Eksplant kaynağı olarak ovülü kullandığımız çalışmamızda karbon kaynağı olarak sükröz kullanılmakla birlikte, B5 ortamı 262.9 mg L^{-1} maltoz da içermektedir. Loewenberg (1969) bildirdiğinin aksine, kallus uyartımında besi ortamları arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır. Bu durum büyük ölçüde eskplant kaynağının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak her iki tür içinde kallus rejenerasyonu gerçekleşmiştir. Ancak, *C. pseudibericum* türüne ait ovül eksplantlarından kallus rejenerasyonu gerçekleşmiş ve sonrasında kallus siyahlaşarak gelişimini tamamlamıştır. Bu durum her iki besi ortamında da gözlenmiştir. Kreuger (1996) yaptığı çalışmada yüksek amonyum konsantrasyonunun *in vitro* rejenerasyonda siklamen için toksik etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, MS ortamındaki yüksek amonyumun *C. pseudibericum* türünde kallusların gelişimini inhibe etmiş olabileceği düşünülmektedir. Ancak, her iki besi ortamında da bu durumun gözlenmiş olması kallus gelişiminin ve farklılaşma olmamasının nedeninin sadece amonyum konsantrasyonuna bağlanamayacağını göstermektedir. Çünkü B5 ortamının amonyum içeriği, $\frac{1}{2}$ MS ortamında bulunan amonyum miktarından daha azdır. Bu durumun alternatif nedenleri ise genetik yapı, hücrenin rejenerasyon kapasitesinin düşük olması ya da

kullanılan ortam bileşenlerinden kaynaklanan toksik etki olabilir.

İzgü ve ark. (2016) çalışmalarında *C. pseudibericum* ovül örneklerinden kallus oluşum oranı en yüksek 2.5 mg L^{-1} 2,4-D + 0.5 mg L^{-1} 2iP içeren ortamda (%20) gerçekleşmiştir. Araştırmacılar, çalışmalarında yaprak, yaprak sapı, ovaryum ve ovül örneklerini kullanmışlar ve ovül örneklerinde kallus oluşumunun daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. İzgü ve ark., (2016)'nin sonuçları ile çalışmamız sonuçları benzer olup, her iki çalışmada da düşük oranda sitokinin ile birlikte kullanılan oksin büyüme düzenleyicisinin kallus rejenerasyonunda etkili olduğu bulunmuştur. Ancak, ortamda bulunan yüksek 2,4-D konsantrasyonu da yüksek amonyum konsantrasyonu gibi kallus rejenerasyonunu inhibe edebilmektedir. Bu durumun, yüksek 2,4-D konsantrasyonunun etilen üretimini arttırmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (George ve ark., 2008; İzgü ve ark., 2016).

C. persicum türünde ovüllerden $\frac{1}{2}$ MS ortamında gelişen kallus yapılarında kallusların dokusunun yumuşak, kallus renk koyuluğunun orta koyulukta ya da açık olduğu, kallus renginin ise kahverengi ve sarı tonları arasında geçiş yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca $\frac{1}{2}$ MS besiyerinde oluşan kallusların yapısının B5 ortamında oluşan kalluslara göre daha kırılğan yapıya sahip oldukları gözlenmiştir. *C. pseudibericum* türünden alınan ovül eksplantlarından gelişen kallus yapıları, *C. persicum* türü ile benzerlik göstermiştir. Ancak *C. pseudibericum* türünden gelişen kalluslar zamanla kahverenginden siyaha dönmüş ve canlılığını yitirmiştir. Önceki çalışmalara göre kallus yapıları ile embriyo uyartımı arasında bir korelasyon bulunmamaktadır (Schween ve Schwenkel, 2003; Winkelmann ve Serek, 2005). Çalışmamızda da incelenen kallus dokularının farklı yapılarda veya renkte olmasının rejenerasyon ile ya da embriyo uyartımı ile bir bağlantısının olmadığı düşünülmektedir.

4.2. Embriyo Uyartımı ve Çimlenmesi

Yapılan çalışmada embriyo uyartımı sadece *C. persicum* türünde sağlanabilmiştir. En yüksek embriyo uyartımı; 1.5 mg L^{-1} 2,4-D ve 0.8 mg L^{-1} 2iP içeren besi yerinde ortalama %30 oranında gerçekleşmiştir. Bunu 1.5 mg L^{-1} 2,4-D + 0.1 mg L^{-1} 2iP (% 20) ve 2.0 mg L^{-1} 2,4-D + 0.8 mg L^{-1} 2iP (%1 6.8) takip etmiştir (kullanılan hormon ve besi ortamı interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunduğundan tüm veriler verilmemiştir). Besi ortamı hormon interaksyonu göz önünde bulundurulduğunda *C. persicum* türünde 1.5 mg L^{-1} 2,4-D ve 0.8 mg L^{-1} 2iP içeren $\frac{1}{2}$ MS besi ortamından embriyo uyartım oranı, %55 olmuştur. Bu oran, 2 mg L^{-1} 2,4-D ve 0.8 mg L^{-1} 2iP içeren B5 ortamında %30 olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Çalışmada besi ortamlarının embriyo uyartımı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmasa da besi ortamı ve hormon interaksyonuna bakıldığında besi ortamının etkisinin yadsınamayacak derecede yüksek

olduğu tahmin edilmektedir. Çünkü en yüksek embriyo uyartımı (%30) 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.8 mg L⁻¹ 2iP hormon konsantrasyonu içeren besi ortamında gelişen kalluslardan elde edilmiştir. Ancak, aynı hormon konsantrasyonunu içeren ½MS ortamında embriyo uyartımı % 55 iken aynı hormon bileşimini içeren B5 ortamında embriyo uyartımı sadece % 5'dir. Bu nedenle embriyo uyartımının ½MS besi ortamında daha iyi gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Koçak ve ark. (2014) ülkemizde doğal olarak yetişen 15 farklı *Cyclamen persicum* genotipinden izole edilen ovül eksplantlarında embriyo uyartım oranının %2.83-11.3 olduğunu bildirmişlerdir. Amini (2014) ise yine ülkemizde doğal olarak yetişen ve kültüre alınan *Cyclamen persicum* genotiplerinde yapmış olduğu çalışmada embriyo uyartım oranının %3.92-38.74 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda ovül eksplantlarından embriyo uyartımı bu çalışmalardaki oranlara göre daha yüksek bulunmuştur. Prange ve ark., (2010) ise yine *Cyclamen persicum* türünden izole edilen ovüllerden elde edilen embriyo uyartım oranını %11 ile %60 arasında olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan nispeten daha iyidir. Bizim çalışmamız ile yukarıda belirtilen üç çalışmada da benzer ortamlar ve hormon içerikleri kullanılmakla birlikte embriyo uyartım oranları arasında belirgin bir farklılık görülmektedir. Bu durumun en belirgin nedeni olarak, çalışmalarda her ne kadar aynı türe ait bireyler kullanılmış olsa da genotip etkisinin ön plana çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Takamura ve ark., (1995) orta düzeyde 2,4-D (5.0 µM) kullanımının kallus rejenerasyonunu arttırdığını, aynı zamanda embriyo farklılaşmasını durdurabileceği veya geciktirebileceğini bildirmiştir. Prange ve ark., (2010) ise çalışmalarında *C. persicum* türünde embriyo uyartımının artış göstermesinin nedenini besi ortamına fazladan eklenen CaCl₂'e dayandırmıştır. Ancak, Püschel ve ark., (2003) *C. persicum* türünde yapmış oldukları çalışma sonucunda siklamen genotiplerinde embriyo rejenerasyon yeteneğinin genetik yapının kontrolü altında olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, her ne kadar embriyo uyartımında kullanılan besi ortamının ya da hormonların farklı etkisi olsa da temelde genetik yapının rejenerasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Çünkü, besi ortamındaki elementlerin ve ortama ilave edilen büyüme düzenleyicilerinin hücreye alınımı ve besi ortamı içeriğine verilen tepkiler yine genetik yapı ile yakından ilişkilidir.

C. persicum türünden izole edilen ovül eksplantlarından sadece 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.5 mg L⁻¹ 2iP içeren ½MS ortamına alınan ovüllerden bir tanesinden rejeneren olan kallus yapısından embriyoların çimlenmesi ile 42 adet bitkicik oluşumu sağlanmıştır. Diğer hormon konsantrasyonlarında embriyo uyartımı gerçekleşmesine rağmen embriyolar farklılaşmasını tamamlayamamış ve bitkiciğe dönüşüm gerçekleşmemiştir. Embriyo uyartımından sonra bitkiciğe dönüşümün düşük kalması, embriyoların

gelişimindeki anormalliklerden, embriyo gelişiminin homojen olmamasından, embriyoların kültür ortamı içerisinde birbiri ile kaynaşarak şekillerinin ve yapılarının bozulmasından, kültür ortamı süresince embriyojenik yeteneğinin zamanla kaybolmasından kaynaklanabilmektedir (Winkelmann ve ark., 2015; Tütüncü ve ark., 2016).

5. Sonuç

Dünyada süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılan biyoteknolojik yöntemlerin başında şüphesiz *in vitro* teknikler ön sırada yer almaktadır. Özellikle kendileme depresyonunun görüldüğü siklamen gibi türlerde ise *in vitro* haploidizasyon teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca siklamen geleneksel olarak tozlama ile üretilen ve bu nedenle pahalı olan tohumları ile çoğaltılmaktadır. Siklamen kendileme depresyonu gösterdiği için F1 hibritlerin ebeveyn hatlarının çoğaltımı zordur. Bu nedenle ıslahçılar ıslah programlarında vegetatif çoğaltmaya önem vermektedirler. Ancak tür, çeşit hatta genotipler arasında görülen reaksiyon farklılıkları hem *in vitro* haploidizasyon hem de *in vitro* klonal çoğaltım için çoğunlukla farklı doku kültürü protokollerini gerektirmektedir. Bu yüzden, öncelikle bitkisel materyale uygun doku kültürü protokolünün oluşturulması ve doku kültüründe etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında yukarıda belirtilen hedefler doğrultusunda ülkemiz florasında doğal yayılış gösteren ve popülasyon yoğunluğu yüksek olan *C. persicum* türü ile ülkemize endemik *C. pseudibericum* türlerinin gynogenezis yeteneği ve buna etki eden farklı besi ortamları ile hormon konsantrasyonlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 2,4-D (0.5-1.0-1.5 ve 2.0 mg L⁻¹) ve 2iP (0.1-0.3-0.5 ve 0.8 mg L⁻¹) büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının bulunduğu ½MS ve B5 besi ortamları denenmiştir. Sonuç olarak *C. persicum* türünde kallus uyartımı, embriyo uyartımı ve bitkiciğe dönüşüm başarılı bir şekilde gerçekleştirilirken, *C. pseudibericum* türünde kallus uyartımı gerçekleşmiş ancak embriyo uyartımı ve bitkiciğe dönüşüm sağlanamamıştır. Bu durumun ortaya çıkmasındaki en önemli faktörlerin başında, eksplant kaynağının genetik yapısı, rejenerasyon yeteneği ve eksplant kaynağının fizyolojik durumu gelmektedir. Bu nedenle, sonraki çalışmalarda aşağıdaki konuların göz önünde bulundurulması çalışmaların başarısını arttıracaktır.

Siklamen genotiplerinde rejenerasyon büyük ölçüde genetik yapıyla bağlantılıdır. Siklamende yapılan çalışmalarda rejenerasyon yeteneğinin bir çift dominant gen ile kontrol edildiği belirtilmektedir. Bu nedenle, siklamende *in vitro* çalışmalarda başlangıç materyallerinin öncelikle rejenerasyon yeteneği test edilmeli, sonrasında rejenerasyon yeteneği yüksek genotipler arasından model bitki seçilerek çalışmalar bu genotiple yürütülmelidir. Böylece çalışmada genotip etkisi ortadan kaldırılabilir ve daha başarılı sonuçlar

alınabilir.

Önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere siklamende düşük amonyum içeriğinde rejenerasyon başarısı artarken, yüksek amonyum miktarı toksik etkiye neden olabilmektedir. Bu nedenle düşük amonyum konsantrasyonuna sahip besi ortamları tercih edilmeli ya da kullanılan besi ortamları modifiye edilmelidir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda kallus yapılarından embriyo uyartımında besi ortamına ilave edilen CaCl₂'ün embriyo rejenerasyonunu arttırdığı da belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Abak, K., 1993. Biber ıslahında anter kültürlerinden yararlanma, Bitki Islahı Sempozyum Bildirileri, TÜBİTAK TOAG, 59-66.
- Amini, L., 2014. Bazı siklamen türlerinde (*C. cilicium*, *C. persicum* ve *C. hederifolium*) anter ve ovül kültürü yöntemlerinin embriyo uyartımına etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57s, Adana.
- Curuk, P., Sogut, Z., Bozdoğan, E., Izgu, T., Sevindik, B., Tagipur, E. M., Teixeira Da Silva, J. A., Serce, S., Kacar, Y. A., Mendi, Y. Y., 2015. Morphological characterization of *Cyclamen sp.* grown naturally in Turkey: Part I. South African Journal of Botany, 100: 7-15.
- Dunwell, J. M., 2010. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. Plant Biotechnology Journal, 8: 377-424.
- Ellialtıoğlu, Ş., Sarı, N., Abak, K., 2001. Haploid bitki üretimi. Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. (Eds.). Bitki biyoteknolojisi I - Doku Kültürü ve Uygulamaları, 2. Baskı, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 137-189.
- Emiroğlu, Ü., 1980. Tütün çeşitlerinde anter kültürü. Ege Ziraat Araştırma Enstitüsü, 17(41): 12-18.
- Gamborg, O. L., Miller, R. A., Ojima, K., 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. Exp Cell Res. 50(1):151-8.
- George, E. F., Hall, M. A., De Klerk, G. J., 2008. The components of plant tissue culture media I: macro- and micro-nutrients. In: George, E. F, Hall M. A., De Klerk G. J. (Eds). Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition, Springer, Berlin, 479.
- İzgu, T., Sevindik, B., Çürük, P., Şimşek, Ö., Kaçar, Y. A., Teixeira da Silva, J. A., Mendi, Y. Y., 2016. Development of an efficient regeneration protocol for four *Cyclamen* species endemic to Turkey. Plant Cell Tiss Organ Cult., 127: 95-113.
- Jalali, N., Naderi, R., Shahi-Gharahlar, A., Teixeira Da Silva, J. A., 2012. Tissue culture of *Cyclamen*, Scientia Hort., 137: 11-19.
- Kamanetsky R., Okubo H., 2013. Ornamental Geophytes From Basic Science To Sustainable Production. CRC Press, London, XV-XVII.
- Koçak, M., İzgu, T., Sevindik, B., Tütüncü, M., Çürük, P., Şimşek, Ö., Kaçar, Y. A., Teixeira da Silva, J. A., Mendi, Y. Y., 2014. Somatic embryogenesis of Turkish *Cyclamen persicum* Mill. Scientia Horticulturae, 172: 26-33.
- Kreuger, M., Induction of plant somatic embryogenesis in liquid medium, Wageningen. <http://edepot.wur.nl/210303> (Ziyaret tarihi: 19.02.2019).
- Loewenberg, J. R., 1969. *Cyclamen* callus culture. Can. J. Bot., 47: 2065-2067.
- Mathew, B., Özhatay, N., 2001. Türkiye'nin Siklamenleri, Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Siklamen Türlerinin Tanıtım Rehberi, Doğal Hayatı Koruma Derneği, 32s, İstanbul.
- Murovec, J., Bohanec, B., 2012. Haploid and soubled haploids in plant breeding. In: Abdurakhmonov, I.Y. (Ed.). Plant Breeding, Intech, 87-106.
- Mishra, V. K., Goswami, R., 2014. Haploid productions in higher plant. IJCBS Review Paper vol. 1, 25-44.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia plantarum, 15(3):473-497.
- Prange, A. N. S., Serek, M., Bartsch, M., Winkelmann, T., 2010. Efficient and stable regeneration from protoplasts of *Cyclamen coum* Miller via somatic embryogenesis. Plant Cell Tiss Organ Cult., 101: 171-182.
- Püschel, A.K., Schwenkel, H.G., Winkelmann, T., 2003. Inheritance of the ability for regeneration via somatic embryogenesis in *Cyclamen persicum*. Plant Cell Tissue Organ Cult. 72: 43-51.
- Schween, G., Schwenkel, H. G., 2003. Effect of genotype on callus induction, shoot regeneration, and phenotypic stability of regenerated plants in the greenhouse of *Primula spec.*, Plant Cell Tiss Org Cult., 72: 53-61.
- Sharma G., Nautiyal AR., 2009. Influence of explants type and plant growth regulators on *In vitro* multiple shoots regeneration of a Laurel from Himalaya. Nature and Science, 7(9).
- Sita, G. L., 1997. Gynogenic haploids in vitro. In: Jain, S.M., Sopory, S.K., Veilleux, R.E. (Eds.). In vitro Haploid Production in Higher Plants, Springer Science+Business Media B.V., Netherlands, 175-193.
- Takamura, T, Miyajima, I., Matsuo, E., 1995. Somatic embryogenesis of *Cyclamen persicum* Mill. 'Anneke' from aseptic seedlings. Plant Cell Reports, 15: 22-25.
- Tütüncü, M., Mendi, Y. Y., Ratjens, S., Bartsch, M., Winkelmann, T., 2016. Sitokinin uygulamalarının siklamende (*Cyclamen persicum* L.) somatik embriyoların farklılaşması üzerine etkileri. VI. Süs Bitkileri Kongresi bildirisi özet kitabı, 19-22 Nisan, Antalya.
- Tütüncü, M., İzgu, T., Sevindik, B., Mendi Y.Y., 2017. In vitro haploidy techniques in ornamental plants. Research Journal of Agricultural Sciences, 10(1): 01-06.

- Winkelmann, T., Ratjens, S., Bartsch, M., Rode, C., Niehaus, K., Bednarz, H., 2015. Metabolic profiles of Somatic embryos of *Cyclamen persicum* in comparison to zygotic embryos, endosperm and testa. *Front. Plant Sci.*, 6: 597.
- Winkelmann, T., Serek, M., 2005. Genotypic differences in callus formation and regeneration of somatic embryos in *Cyclamen persicum* Mill. *Euphytica*, 144: 109-117.
- Yılmaz, Ö. E., 2005. Yazlık kabakta (*Cucurbita pepo* L.) ovaryum kültürü yoluyla haploid bitki eldesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55s, Kahramanmaraş.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.531137

Sodyum diasetat ilavesinin yonca silajlarının fermantasyon özellikleri, kimyasal kompozisyonu ve aerobik stabilitesi üzerine etkisi

Fatma Hışman Akça, Mehmet Levent Özdüven, Fisun Koç*

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
*Sorumlu yazar/corresponding author: fkoc@nku.edu.tr

Geliş/Received 22/02/2019 Kabul/Accepted 29/07/2019

ÖZET

Bu araştırma, sodyum diasetat (SDA) kullanımının yonca silajlarında fermantasyon özellikleri, kimyasal kompozisyonu ve aerobik stabilitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan yonca (*Medicago sativa* L.) çiçeklenme döneminde hasat edilmiş ve yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutunda parçalanmış taze materyale 0 (kontrol), 3.0, 5.0 ve 7.0 g kg⁻¹ KM düzeyinde SDA katılmıştır. Katkı maddesi ilavesinden sonra, yaklaşık 500 g yonca plastik torbalara koyularak sıkıştırılmış ve vakumla içindeki hava alınmıştır. Her muameleye ait 10'ar paket silajın kullanıldığı çalışmada, silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında (25-30 °C) depolanmıştır. Silolamadan 45 gün sonra açılan tüm silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda (45. gün) tüm silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Araştırmada ayrıca fermantasyonun 45. günü ve aerobik stabilite dönemi sonrası baskın olan laktik asit bakterisi türleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yonca silajına ilave edilen SDA silajların laktik ve asetik asit içeriklerini artırırken, proteolizi de önlemiştir. Ayrıca, SDA yüksek anti bakteriyel aktivite göstererek silajların 7 günlük aerobik dönem boyunca maya ve küf popülasyonları ile CO₂ üretimlerini düşürmüştür ve aerobik stabilitelelerini geliştirmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Aerobik stabilite
Laktik asit bakterileri
Sodyum diasetat
Yonca silajı

The effects of sodium diacetate addition on the fermentation characteristics, chemical composition and aerobic stability of alfalfa silages

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of sodium diacetate (SDA) on fermentation characteristics, chemical composition and aerobic stability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage. SDA was applied at 0 (control), 3.0, 5.0 and 7.0 g kg⁻¹ DM levels to alfalfa forage harvested at flowering stage and chopped to about 1.5-2.0 cm length. After the addition of the additives, approximately 500 g of sample was placed in plastic bag sample was placed in plastic bags and compressed. After packing, 10 sample packets from each treatment were stored under laboratory conditions (25-30 °C). The aerobic stability test was applied to the silages opened on the 45 day for 7 days. Aerobic stability characteristics were monitored during 7 days after the main fermentation periods. In addition, lactic acid bacteria which are dominant after 45th day of fermentation and aerobic stability period were determined. As a result, SDA that applied to alfalfa decreased lactic and acetic acid concentrations and prevented proteolysis in the silages. However, SDA showed a high antibacterial activity in alfalfa. During the 7 days aerobic period, sodium diacetate increased pH values, yeast and moulds populations and production of CO₂ and improved aerobic stability of alfalfa silage.

Keywords:
Aerobic stability
Lactic acid bacteria
Sodium diacetate
Alfalfa silage

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Yaygın olarak ruminant ve diğer hayvanların beslenmesinde kullanılmakta olan baklagil yem bitkileri arasında yer alan yonca (*Medicago sativa*) daha çok kuru ot formunda hayvanlara verilmektedir (Çerçi ve ark., 1996). Ancak kurutulması ve depolanması sırasında yapılan mekanik müdahaleler, önemli ölçüde

besin madde kaybının meydana gelmesine neden olmaktadır (Çiftçi ve ark., 2005). Son yıllarda, yonca bitkisinin kuru ot olarak değerlendirilmesinin yanı sıra silaj yapımı da önem kazanmıştır. Özellikle kurutma imkanı olmayan, bol yağışı alan bölgelerde son biçim yoncalar genellikle silaj olarak değerlendirilmektedir (Çerçi ve ark., 1996). Silaj olarak yonca; protein ve mineral madde düzeyinin yüksek olması, suda

çözünebilir karbonhidratlar (SÇK) içeriğinin düşük olması ve tampon kapasitesinin (Tk) yüksekliği ile silolanması güç yemler sınıfına girmektedir (Kılıç, 1986). Bu tür yemlerden kaliteli silajlar elde etmek oldukça güçtür. Bu nedenle, protein bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakir olan bu tür silajlık yem bitkilerinin silolanması sırasında fermantasyonun güvence altına alınabilmesi için katkı maddelerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Kılıç, 1986; Güler, 2001). Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri kullanımı yaygın bir uygulama olup bu amaçla kullanılan çok sayıda biyolojik ve kimyasal kökenli ürün bulunmaktadır. Söz konusu ürünler genel olarak fermantasyon etkinliği ve aerobik stabiliteyi geliştirmek, hijyenik riskleri en aza indirmek için kullanılırlar (Altınçekiç ve Filya, 2018).

Organik asitler ve tuzları, yemlerde küf gelişimini önlemek, yem ve yem hammaddelerinin depolama sürelerini arttırmak, sindirim ve emilime yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Doğada saf halde bulunan veya fermantasyon sonucu açığa çıkan organik asitler; laktik, sitrik ve malik asit gibi her birinin molekül yapısında karboksil grubu (-COOH) bulunan yağ asitleri ile Ca-format, Ca-propionat gibi tuz formlarından oluşan bileşiklerdir (İpçak ve ark., 2017). Silajların organik asit ilavesi yoluyla doğrudan asitleştirilmesi pH'da ani düşüşe ve istenmeyen bakterilerin gelişiminde inhibisyonuna yol açar ve bu da besin madde kaybının azalmasına neden olur. Ancak, organik asitlerin kullanımındaki dezavantajlardan biri, keskin ve rahatsız edici kokularının olmasıdır. Bu nedenle alternatif silaj katkı maddeleri olarak daha güvenli olan organik asit tuzları önerilmektedir. Bir asetat türevi ve gıda koruyucu olan sodyum diasetat (SDA) bileşiminde (sodyum asetat ve asetik asit) içerir. Enterobakteri ve mayaların büyümesinin engellenmesi için etkili maddeler olduğu kanıtlanmış olan SDA etkili bir mikrobiyal inhibitördür ve silajların yemleme dönemini uzatmak için antibakteriyel ajan olarak kullanılmaktadır (Yuan ve ark., 2017).

Bu çalışmanın amacı, yonca silajına farklı dozlarda SDA ilavesinin silaj fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkisini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Silajların hazırlanması

Bu çalışmada silaj materyali olarak Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen yonca (*Medicago sativa*) bitkisi kullanılmıştır. Silajı yapılacak yonca hasılları çiçeklenme başlangıcında (yaklaşık % 10 çiçeklenme) hasat edilmiştir.

Hasat edilerek 24 saat süreyle soldurulan yonca, silaj makinesiyle yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmıştır. Çalışmada katkı maddesi olarak Kimbiotek firmasından temin edilen bileşiminde (asetat ve asetik asit içeren) (ALFASOL E262) kullanılmıştır.

Araştırma, katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol, S3: 3 g kg⁻¹ SDA, S5: 5 g kg⁻¹ SDA ve S7: 7 g kg⁻¹ SDA ilave edilerek oluşturulan 4 grupta yürütülmüştür. Kontrol grubuna diğer muamele gruplarına eşdeğer 20 ml çeşme suyu ilave edilmiştir. Katkı maddelerinin ilavesinden sonra, yaklaşık 500 g yem örneği plastik torbalara koyularak sıkıştırılmış ve vakumla içindeki hava alınmıştır. Her grup için 10'ar tane olmak üzere toplam 40 paket silaj laboratuvar şartlarında (25-30 °C) 45 gün fermantasyona bırakılmıştır. Kırk beşinci gün açılan silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır.

2.2. Kimyasal analizler

Fermantasyonun 45. gününde açılan silajlarda pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), asetik asit (AA), bütirik asit (BA), propiyonik asit (PA) suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), mikrobiyolojik kompozisyona ilişkin olarak laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları yapılmıştır. Araştırmada pH ve Tk analizleri Playne ve McDonald (1966), KM analizi Akyıldız (1984), NH₃-N ve SÇK analizleri Anonim (1986), LA analizi Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdiği spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. AA, BA ve PA analizi ise Supelco (1998) tarafından bildirilen yöntemle göre gaz kromatografisi (GC-15A, Shimadzu, Japonya) ile yapılmıştır. Silajların kuru madde kayıpları, 45. günlerde torbalarında hesaplanan silaj KM'si ağırlığının, torbalara konulan taze materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesap edilmiştir (Kleinschmit ve ark., 2005). Silajların KM ve pH değerleri belirlenerek Flieg puanları hesaplanmıştır (Kılıç, 1986).

Flieg Puanı=220+(2 x % silo yemi KM'si-15)-40 x silo yemi pH içeriği

2.3. Mikrobiyolojik analizler

Laktik asit bakterileri, maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark. (1990)'nın önerdiği yöntem takip edilmiştir.

2.4. 16S rRNA Dizi Analizleri

Tür ayrımı RAPD-PCR analizi ile 25 µl reaksiyon solüsyonunda yapılmış ve primer olarak M13 (5'GAGGGTGGCGGTTCT3') primeri kullanılmıştır (Settani ve ark., 2011). M13 primeri kullanılarak yapılan PCR reaksiyonu Zapparoli ve ark. (1998)'nin yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır. Amplifikasyon işlemi sırasında kullanılan PCR programı; 94 °C'de 2 dk başlangıç denatürasyon aşaması, 40 döngüden oluşan 94 °C'de 1 dk denatürasyon, 42 °C'de 20 sn bağlanma ve 72 °C'de 2 dk uzama aşamasından oluşmaktadır. RAPD-PCR işleminden sonra çoğaltılan DNA bölgeleri agaroz jel elektroforezinden faydalanılarak boyutlarına göre gruplara ayrılmıştır ve her grubu temsilen 1 veya 2 örnekte 16S rRNA bölgesi sekanslanmıştır.

16S rRNA bölge çoğaltımı yapılmıştır. 16S rRNA dizi bölgeleri, rD1 ve (5' AAGGAGGTGATCCAGCC 3') ve fD1 (5' AGAGTTTGATCCTGGCT 3') primerleri kullanılarak PCR' da çoğaltılmıştır. Toplam reaksiyon hacmi 50 µl olacak şekilde tüplere steril distile su, DNA (1 µl), 20 mM MgCl₂ içeren tampon (3 µl), dNTP (0.3 µl), Primer rD1 (0.06 µl), Primer fD1 (0.06 µl) ve Taq (0.3 µl) konmuştur.

Amplifikasyon işlemi sırasında kullanılan PCR programı; 95 °C'de 3 dk başlangıç denatürasyon aşaması, 30 döngüden oluşan 94 °C'de 1 dk denatürasyon, 54 °C'de 45 sn bağlanma ve 72 °C'de 2 dk uzama aşamasından oluşmaktadır.

Elde edilen PCR ürünleri, 1X TBE tamponu ile hazırlanmış ve SYBR Safe DNA Gel (INVITROGEN) eklenmiş % 1.5 (w v⁻¹)'lik agaroz jelinde elektroforez işlemine tabi tutulmuştur. Elektroforez işleminden sonra jel, "Kodak EDAS 290" marka UV Transilluminatör altında görüntülenmiş ve DNA bantları analiz edilmiştir. DNA bantlarının boyutlarını hesaplamada standart olarak 100 baz çiftlik DNA marker (Fermentas) kullanılmıştır.

Baz sırası belirlendikten sonra, bu sıra (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) adlı internet sayfasında bulunan program kullanılarak veri tabanı ile karşılaştırılmıştır. Tarama sonucu, aranan dizi sırasının hangi mikroorganizmaya ait olabileceği, benzerlik yüzdesi ile birlikte belirlenmiştir (Boycu Gündüz, 2018).

2.5. Aerobik stabilite

Kırk beş günlük silolama süresi sonunda silaj örneklerine 7. gün sonunda Ashbell ve ark. (1991) tarafından önerilen yöntemle göre aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki polietilen şişelerden hazırlanan düzeneğin kullanıldığı aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Silajlardaki görsel küflenmenin saptanmasında ise Filya ve ark. (2000) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

2.6. İstatistiksel analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler SPSS v.16 istatistik paket programının (SPSS Inc. 2007) GLM prosedüründe değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır (Efe ve ark., 2000).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Silajların fermantasyon özellikleri

Taze yoncaya ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Yonca bitkisinin pH, Tk değeri, KM içindeki HP ve SÇK, LAB ve maya içerikleri sırasıyla 7.80, 478 mEq kg⁻¹ KM, % 20.21, 15.45 g kg⁻¹ KM, 5.35, 8.00 log₁₀ kob g⁻¹ arasında bulunmuştur. Yonca silajlarında başlangıç materyaline ilişkin veriler, bu konudaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Yuan ve ark., 2016; Wen ve ark., 2017; Yuan ve ark., 2017).

Çizelge 1. Taze ve yonca silajlarının kimyasal analiz sonuçları

Özellikler	Muameleler					P
	TM	Kontrol	SD3	SD5	SD7	
Tk, meq NaOH kg KM ⁻¹	478	-	-	-	-	
pH	7.80	5.80±0.10 ^a	5.75±0.15 ^a	5.60±0.00 ^a	5.35±0.15 ^b	<0.01
KM % TM	31.08	28.04±1.30 ^c	28.45±0.57 ^{bc}	29.72±0.35 ^{ab}	29.98±0.18 ^a	<0.05
HP, % KM	20.21	19.72±0.10 ^c	19.80±0.01 ^{bc}	19.92±0.09 ^b	20.28±0.01 ^a	<0.001
SÇK, g kg ⁻¹ KM	15.45	9.96±1.01	8.72±2.70	8.00±0.29	6.60±0.53	Ö.D
NH ₃ -N, g kg ⁻¹ KM	-	4.51±0.21 ^a	4.27±0.02 ^a	3.95±0.08 ^a	2.94±0.74 ^b	<0.005
NH ₃ -N/TN, g kg ⁻¹ KM	-	142.16±6.60 ^a	133.97±1.26 ^b	125.20±3.06 ^c	111.98±1.29 ^d	<0.001
LA, g kg ⁻¹ KM	-	6.77±1.43 ^c	26.56±1.82 ^b	64.96±1.54 ^a	70.04±7.88 ^a	<0.001
BA, g kg ⁻¹ KM	-	1.92±0.46 ^a	1.90±4.09 ^a	1.48±3.71 ^{ab}	1.22±0.32 ^b	<0.05
PA, g kg ⁻¹ KM	-	4.96±0.39 ^a	3.82±0.84 ^{ab}	2.75±0.97 ^{bc}	1.57±0.25 ^c	<0.01
AA, g kg ⁻¹ KM	-	13.10±3.20	17.13±0.48	18.54±3.17	19.52±3.31	Ö.D
KM Kaybı %	-	2.97±0.03 ^a	2.78±0.02 ^b	2.69±0.02 ^c	2.63±0.03 ^d	<0.001
Flieg puanlaması	-	29.8±0.14 ^c	31.9±0.10 ^b	40.44±0.11 ^b	50.96±0.12 ^a	<0.01

Tk: Tampon kapasitesi, KM. Kuru madde, HP: Ham protein, NH₃-N: Amonyafa bağlı nitrojen, SÇK: Suda çözünabilir karbonhidrat; LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, BA: Bütirik asit, PA: Propiyonik asit, SD3: 3 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD5: 5 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD7: g kg⁻¹ sodyum diasetat, ÖD: Önemli değil

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Çizelge 2. Taze ve yonca silajlarının mikrobiyoloji analiz sonuçları (\log_{10} kob g^{-1} KM)

Muameleler	LAB	Maya	Küf
TM	5.35	8.00	0,00
Kontrol	5.60±0.00 ^d	5.73±0.01 ^c	2.00±0.01 ^a
SD3	5.68±0.02 ^c	5.78±0.10 ^c	0.00±0.00 ^b
SD5	5.95±0.05 ^b	5.98±0.02 ^c	0.00±0.00 ^b
SD7	6.12±0.05 ^a	6.16±0.04 ^a	0.00±0.00 ^b
P	<0.001	<0.001	<0.001

Fermantasyonun 45. gününde açılan yonca silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Erken çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca silajlarının KM içeriği % 23.3 $g\ kg^{-1}$ iken 24 saatlik soldurma sonrasında % 31.08 olmuştur. Fermantasyon 45. gününde KM içerikleri % 28.04-29.98 arasında değişmiştir. Çalışmada, fermantasyonun 45. gününde SD5 ve SD7 silajlarının KM düzeyinin kontrol grubu silajlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Silaj yapılacak kitlenin kapatılması sonrasında da proteinlerin bitkisel enzimler aracılığı ile parçalanma süreci devam etmektedir. Proteolitik aktivitenin boyutları ve bu bağlamda da protein yıkımı miktarı ortamdaki asidik koşullarla ilişkili olup, silolamanın başlangıcındaki kritik dönemde pH değerindeki düşüşün hızı önemli bir faktördür (Pettersen, 1988; McDonald ve ark., 1991). Anaerobik fermantasyonun ilk aşamalarında, amaca uygun LA fermantasyonunun gelişebilmesi bakımından önem taşıyan taze materyalinin pH'sındaki değişimlerin yanı sıra, son ürünün sahip olduğu pH değeri de silaj KM tüketimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Çalışmada, yoncaya SDA ilave edilmesi silajların pH'larını kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.01$). İyi kaliteli bir silajda pH'nın 3.5-4.0 olması istenmektedir, fakat baklagil silajlarında 4.0 ve üzerindeki pH değerlerine çok sık rastlanmaktadır (Filya, 2001). Bu çalışmada, SDA ilave edilmesi silajların asitlik düzeyinin artmasına yol açmışsa da, fermantasyonun 45. gününde arzulanan pH düzeyine ulaşamamıştır. Silajların başlangıç materyalinde 7.80 olan pH değeri fermantasyon dönemi sonunda, muamele gruplarında 5.80-5.35 arasında değişim göstermiştir.

Sodyum diasetat ilavesi HP içeriğinin artmasına sebep olurken ($P<0.001$), toplam nitrojen içerisindeki NH_3-N miktarının düşmesini ($P<0.001$) sağlamıştır. Amonyaya bağlı nitrojenin, toplam nitrojene oranı 111.98-142.16 $g\ kg^{-1}$ TN arasında değişmiştir. En düşük NH_3-N miktarı 7 $g\ kg^{-1}$ SDA ilavesiyle sağlanmıştır. Kaliteli bir silaj için NH_3-N miktarının 100 $g\ kg^{-1}$ TN düzeyinin altında olması gerektiği bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991). Silajlarda NH_3-N değeri protein parçalanımının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada SDA ilavesi silajların NH_3-N değerlerinin kontrol grubuna göre düşmesine yol açmış, proteolizi önlemiştir.

Suda çözünebilir karbonhidrat içerikleri kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında sırasıyla 9.96 $g\ kg^{-1}$, 8.72 $g\ kg^{-1}$, 8.00 $g\ kg^{-1}$ ve 6.60 $g\ kg^{-1}$ KM olarak bulunmuştur. SÇK içeriği bakımından ise muameleler arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda artan SDA ilavesine bağlı olarak SÇK miktarının arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar bu artışı antifungal özelliğe sahip katkı maddelerinin istenmeyen mikroorganizma gelişimini önleyerek KM ve kayıpların azaltmasına bağlamaktadır (Nadeau ve ark., 2000; Da Silva ve ark., 2015; Wen ve ark., 2017; Yuan ve ark., 2017). Bu çalışmada ise artan SDA ilavesine bağlı olarak silajların SÇK içerikleri azalmıştır. Araştırmadaki başlangıç materyalinin SÇK içeriğinin ve KM miktarını artırmak amacı ile soldurma işleminin yapılması bu farklılığa sebep olmuş olabilir.

En yüksek LA içeriği (70.04 $g\ kg^{-1}$ KM) SD7 grubunda, en düşük LA içeriği (6.77 $g\ kg^{-1}$ KM) ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Yonca silajlarına SDA ilavesi silajların LA içeriklerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P<0.001$). En yüksek AA içeriği (19.52 $g\ kg^{-1}$ KM) SD7 grubunda, en düşük AA içeriği (13.10 $g\ kg^{-1}$ KM) ise kontrol grubunda olarak belirlenmiştir. AA içeriği bakımından muameleler arasındaki farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Wen ve ark. (2017), yonca silajlarına katkı maddesi (formik asit, potasyum diformat, SDA ve kalsiyum propiyonat) ilavesinin fermantasyon ve mikrobiyal kompozisyon üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada 30 günlük silolama periyodu sonrasında en yüksek LA ve AA içeriğini SDA grubunda tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, SDA'nın LA ve AA içeriği üzerindeki artırıcı etkisinin asidifikasyon ve antimikrobiyal özelliğinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Yonca silajlarının KM kaybı % 2.63-2.97 arasında değişmiş ve yonca silajlarında artan SDA oranına bağlı olarak KM kaybı kontrol grubu silajlarına oranla daha düşük tespit edilmiştir ($P<0.001$). Silolamanın temel amaçlarından biri silolanacak materyaldeki KM kayıplarını mümkün olduğu kadar minimum düzeye indirmektir.

Ancak silaj fermantasyonunun homofermantatif veya heterofermantatif yönde şekillenmesine göre KM kayıpları artabilmektedir. Nitekim, fermantasyonun heterofermantatif bakteriler tarafından desteklendiğinde CO_2 nedeniyle bu kayıplarda artış olabilmektedir (McDonald ve ark., 1991). Bu çalışmadaki veriler

değerlendirildiğinde fermantasyonun heterofermantatif özellikle geliştiğini söyleyebiliriz. Goeser ve ark. (2015), yaptıkları araştırmada KM kaybı ve AA arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmada benzer bir sonuca ulaşılmıştır, SDA miktarındaki artışa paralel olarak silajların AA içeriği artarken KM kaybı ise azalmıştır.

Yonca silajlarının PA içerikleri kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında sırasıyla 4.96, 3.82, 2.75 ve 1.57 g kg⁻¹ KM olarak bulunmuştur. Muamele gruplarının PA içeriği kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur (P<0.01). Yonca silajlarının BA içerikleri 1.22-1.92 g kg⁻¹ KM arasında değişmiştir. Yonca silajlarında artan SDA oranına bağlı olarak silajların BA içerikleri kontrol grubu silajlara oranla daha düşük tespit edilmiştir (P<0.05). Silajlarda BA varlığı clostridial aktivitenin ana ürünü olarak değerlendirilir. Silajlarda bulunan clostridiumlar aside karşı duyarlı mikroorganizmalardır. Silaj pH'sının 4.5 altında olduğu koşullarda gelişemezler (Saarisalo ve ark., 2007). Bu araştırmada clostridial aktiviteye bakılmamakla birlikte, fermantasyon sonrası silajların pH değerlerinin 4.5 üzerinde olması BA oluşumu ile ilgili bu görüşü destekler niteliktedir. Bu konuda yapılan benzer bir çalışma kontrol ve SDA ilave edilmiş gruplarda PA içeriklerini sırasıyla 2.91, 2.88, 2.74, 2.56 ve 2.34 g kg⁻¹ KM, BA içeriklerini 1.59, 1.71, 1.66, 1.48 ve 1.53 g kg⁻¹ KM olarak bildirmişlerdir (Yuan ve ark., 2016). Araştırma sonuçları dikkate alındığında silajların PA düzeylerinin daha yüksek, BA düzeylerinin ise benzer olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, Flieg puanları kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında sırasıyla 29.8, 31.9, 40.44 ve 50.96 olarak hesaplanmıştır. Yonca silajlarında artan SDA oranına bağlı olarak silajların, Flieg puanları kontrol grubu silajlara oranla yükselmiştir, ancak sadece SD7 grubundaki silajlar orta kalite olarak değerlendirilmiştir (P<0.01).

3.2. Yonca silajlarının mikrobiyolojik özellikleri

Yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Silajlarda *Lactobacilli* sayısı başlangıç materyaline oranla SDA ilavesiyle artmıştır. *Lactobacilli* sayısı kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında sırasıyla 5.60, 5.68, 5.95 ve 6.12 log₁₀ kob g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (P<0.001).

Yonca silajlarında SDA uygulamasına bağlı olarak silajların maya sayıları artış göstermiştir. En yüksek maya sayısı 6.16 log₁₀ kob g⁻¹ olarak SD7 grubunda tespit edilmiştir (P<0.001). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda da SDA ilave edilmiş silajların *Lactobacilli* ve maya sayıları kontrol grubuna göre daha yüksek tespit edilmiştir (Yuan ve ark., 2016). Kızılsimşek ve ark. (2016) fermantasyon süresi ilerledikçe maya sayılarında önemli azalmalar görülebildiğini, silajın fermantasyon döneminde mayaların varlığını sürdürmesinin anaerobik şartların

devamlılığına, silajın pH değerine, organik asitlerin yoğunluğuna ve maya türüne bağlı olarak değiştiğini bildirmektedirler. Nitekim taze materyal ile karşılaştırıldığında fermantasyon süresince tüm silajların maya sayılarında azalma gözlenmiştir.

Yonca silajlarında sadece kontrol grubunda 2.00 log₁₀ kob/g düzeyinde küf tespit edilmiştir. Silo ortamında küflerin üremesi istenmez (Filya 2001). Çalışmada, kullanılan SDA antifungal bir etki göstermiş ve silajlarda küf gelişimine engel olmuştur.

3.3. Yonca silajlarında aerobik stabiliteye ilişkin değerler

Araştırmada, silolamanın 45. günü açılan yonca silajlarına uygulanan 7 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Aerobik stabilitenin 7. gününde KM içerikleri kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında sırasıyla % 30.21, 30.52, 28.81 ve % 32.62 olarak bulunmuştur. Yonca silajlarına SDA ilave edilmesi KM kaybını önlemiştir (P<0.001).

Yonca silajlarında aerobik stabilitenin 7. gününde kontrol, SD3, SD5 ve SD7 gruplarında belirlenen pH değerleri sırasıyla 6.45, 6.40, 6.00 ve 5.55 olarak bulunmuştur. Ancak SDA ilavesi aerobik dönemde pH değeri üzerine istatistikî anlamda herhangi bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Söz konusu dönemlerde belirlenen CO₂ üretim miktarları ise gruplarda sırasıyla 43.25, 23.51, 21.73 ve 16.12 g kg⁻¹ KM'dir. Yonca silajlarına SDA ilave edilmesi CO₂ üretimini düşürmüştür (P<0.001). Aerobik dönemde mayaların silajlarda oluşan LA ve kullanılmayan SÇK'nin fermente edilerek CO₂ üretimine yol açtığı bildirilmektedir (McDonald, 1991). Nitekim araştırmada maya sayıları ile CO₂ üretimleri paralellik göstermiştir. Yonca silajlarına SDA ilave edilmesi maya ve küf içeriklerini önemli ölçüde düşürmüştür (P<0.001).

Çalışmada 16SrRNA dizi analizi sonuçları değerlendirildiğinde, fermantasyon dönemi (45. gün) silajlarda LAB'inden *Enterococcus faecium* ağırlıklı olmak üzere, *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus pentosaceu* baskın türler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Aerobik stabilite dönemi sonrasında ise ağırlıklı olarak *Weissella paramesenteroides*, *Bacillus cereus*, *Bacillus sp.* ve *Bacillus megaterium* türleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar, silajlarda en çok rastlanan LAB türleri olarak *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinslerine ait türleri bildirmektedir. Silajda *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus brevis* veya *Lactobacillus buchneri* gibi anaerobik LAB'nin etkin olması istenirken, *Clostridia*, *Enterobacteriaceae*, *Bacilli* ve *Listeria* gibi bakterilerin ise bulunmaması istenmektedir. Bu tür bakteriler, silaj kalitesinin düşmesine ve dolayısıyla da aerobik stabilitenin azalmasına neden olmaktadır (Pitt, 1986; Basmacıoğlu ve Ergül, 2002; Danner ve ark., 2003).

Çizelge 3. Yonca silajlarının aerobik stabilite analiz sonuçları

	KM ¹	pH	CO ₂ ²	Maya ³	Küf ³	Görsel Küflenme ⁴
Kontrol	28.81±0.50 ^c	6.45±0.85	43.25±1.11 ^a	6.89±0.00 ^a	6.62±0.00 ^a	4
SD3	30.52±0.39 ^b	6.40±0.30	23.51±0.48 ^b	6.80±0.04 ^b	0.00±0.00 ^b	1
SD5	30.21±0.11 ^b	6.00±0.10	21.73±0.73 ^b	6.69±0.03 ^c	0.00±0.00 ^b	1
SD7	32.62±0.99 ^a	5.55±0.15	16.12±1.57 ^c	6.38±0.08 ^d	0.00±0.00 ^b	1
<i>P</i>	<0.001	Ö.D	<0.001	<0.001	<0.001	

¹KM, %, ²CO₂ g kg⁻¹ KM, ³ log₁₀ kob g⁻¹ KM, SD3: 3 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD5: 5 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD7: 7 g kg⁻¹ sodyum diasetat, ÖD: Önemli değil

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (*P*<0.05).

⁴Silajlarda küflenme durumlarını görsel olarak 1'den 5'e kadar olan sayılarla değerlendirilmesidir. 1: hiç küf içermeyen bir silaj. 2: noktalar halinde çok az düzeyde küf içeren bir silaj. 3: noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren bir silaj. 4: yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge bölge küflenmiş yüzeyleri olan silaj. 5: yüzeyi tamamen küf ile kaplı, ağır bir kokuya sahip ve partikülleri birbirine yapışmış bir silaj. Bu değerlendirmeler üç kişi tarafından yapılmakta ve daha sonra üçünün ortalaması alınmaktadır.

Çizelge 4. İzole Edilen LAB'lerinin 16SrRNA Dizi Analizi sonuçları

Muameleler	45. gün	AS
Kontrol	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Weissella paramesenteroides</i>
SD 3	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Bacillus cereus</i>
SD 5	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Bacillus sp.</i>
SD 7	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Bacillus megaterium</i>

SD3: 3 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD5: 5 g kg⁻¹ sodyum diasetat, SD7: 7 g kg⁻¹ sodyum diasetat, AS: aerobik stabilite

Silaj fermantasyon dönemi sırasında ve aerobik stabilite sürecinde, farklı bakteri türleri farklı zamanlarda dominant duruma geçmektedirler. Mevcut araştırmadan elde edilen veriler fermantasyon dönemi ve aerobik stabilite dönemi sonrasında baskın olan türlerin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

4. Sonuç

Günümüzde, silaj katkı maddesi olarak kullanılan asitlerin olumlu etkilerinin yanı sıra, silaj ekipmanları üzerine olan çürütücü etkileri bu asitlerin tuzlarının kullanılmasına olan ilgiyi arttırmıştır. Araştırmada kullanılan SDA doz artışına paralel olarak, yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini aerobik stabilitesini olumlu yönde etkilemiştir. Çalışmada, SDA antibakteriyel etki göstererek yonca silajlarında zararlı mikroorganizma (maya ve küf) sayılarını düşürmüştü ve aynı zamanda *Lactobacilli* sayılarını ve etkinliğini arttırmıştır. Buna bağlı olarak şekerlerin LA'ye dönüşümü artmış ortamda yüksek oranda bulunan LA, pH'yı düşürerek proteinleri parçalayan enzimleri inhibe etmiş ve proteinlerin amonyağa parçalanma oranını düşürmüştür.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı dönemlerde yoncanın SDA ilave edilerek silolanmasının fermantasyon özelliklerini ve aerobik stabiliteyi iyileştirdiğini ve en etkili dozun 7 g kg⁻¹ olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, kullanım etkinliğini

belirleyen faktörler göz önüne alındığında, yurdumuzun farklı ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden hazırlanan silajlarda, SDA dozu ile ilgili öneriler için laboratuvar ve saha koşullarında gerçekleştirilebilecek çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, "Sodyum diasetat ilavesinin yonca silajlarının fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilitesi üzerine etkileri" isimli yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Zir. Fak., Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, Uygulama Kılavuzu, 236 s.
- Altınçekiç, E., Filya, İ., 2018. Bakteriyel inokulant ve organik asit kullanımının düşük kuru maddeli küçük balya mısır silajlarının aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (7): 887-892.
- Anonim, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y., Horev, B., 1991. A simple system to determine the aerobic determination of silages. Can. Agric. Eng. 33: 391-395.

- Basmacıoğlu, H., Ergül, M., 2002. Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim Dergisi* 43(1): 12-24.
- Boyacı Gündüz, C.P., 2018. Nohut mayası ve ekşi hamur fermantasyonlarındaki laktik asit bakterilerinin ve mayaların moleküler yöntemlerle tanımlanması ve bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılma potansiyellerinin araştırılması. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çerçi, İ.H., Şahin, K., Güler, T., 1996. Farklı oranlarda silajlık mısır yonca kullanılarak yapılan silajların kalitesinin belirlenmesi. *F. Ü. Sağ. Bil. Derg.* 10 (2): 193-200.
- Çiftçi, M., Çerçi, İ.H., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertaş, O.N., 2005. Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *YYÜ Vet. Fak. Derg.* 16 (2):93-98.
- Da Silva, T.C., Smith, M.L., Barnard, A.M., Kung, Jr L., 2015. The effect of a chemical additive on the fermentation and aerobic stability of high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 98, 8904–8912.
- Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E., Braun, R., 2003. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol 69 (1), p. 562–567.
- Efe, E., Bek, Y., Şahin, M. 2000. SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Kahramanmaraş, 223s.
- Filya, İ., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z.G., 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 88:39.
- Filya, İ., 2001. Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Goeser, J.P., Heuer, C.R., Crump, P.M., 2015. Forage fermentation product measures are related to dry matter loss through meta-analysis. *Prof. Anim. Sci.* 31, 137–145.
- Güler, T., 2001. Silaj ve hayvan beslemede kullanımı. *Konferanslar. F.Ü. Vet. Fak. Elazığ.* 27-36.
- İpçak, H.H., Özüretmen, S., Özelçam, H., Ünlü, H.B., 2017. Hayvan beslemede antibiyotiklere alternatif olarak organik asit, esansiyel yağ ve bakteriyosinlerin kullanımı. *Hayvansal Üretim* 58(1): 57-65.
- Kılıç, A., 1986. Silo yemi. Bilgehan Basımevi Bornova İzmir. 1986. 68-72.
- Kızılışımşek, M., Erol, A., Ertekin, İ., Dönmez, R., Katrancı, B., 2016. Silaj mikro florasının birbirleriyle ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesi üzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19 (2), 136-140.
- Kleinschmit, D.H., Schmidt R.J., Kung, L., 2005. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 88:2130–2139.
- Koç, F., Coşkuntuna, L., 2003. Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırılması. *Journal of Animal Production.* 44(2): 37-47.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E., 1991. *The Biochemistry of Silage.* Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J., Young, J.W., 2000. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *J. Dairy Sci.* 83, 1487–1502.
- Petterson, K., 1988. Ensiling of forages: Factors affecting silage fermentation and quality, *Sveriges Lantbruksuniversitet*, 46 p, Uppsala, Sweden.
- Pitt, R., 1986. Microbial and enzymatic additives for ensiling. 54th, (pp. 137–147). *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Proc Cornell Nutr Conf Feed Manuf* 199.
- Playne, M.J., McDonald, P., 1966. The buffering constituent of herbage and of silage, *J. Sci. Food. Agric.* 17:264-268.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F., 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceeding of the Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Settanni, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V., Erten, H., 2011. Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions, *Food Microbiol.* 28, 1367-1373. <http://garfield.library.upenn.edu/classics1977/A1977DM04100001.pdf>
- SPSS Inc., 2007. *SPSS for Windows, Version 16.0.* Chicago, SPSS Inc.
- Supelco, 1998. *Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography*, Sigma-Aldrich Corp, Bulletin 856, Bellefonte, PA.
- Wen, A.Y., Yuan, X.J., Wang, J., Desta, S.T., Shao, T., 2017. Effects of four short-chain fatty acids or salts on dynamics of fermentation and microbial characteristics of alfalfa silage. *Animal Feed Science Technology.* 223: 141-148.
- Yuan, X.J., Wen, A.Y., Desta, S.T., Wang, J., Shao, T., 2017. Effects of sodium diacetate on the fermentation profile, chemical composition and aerobic stability of alfalfa silage. *Asian-Australas J Anim Sci* 30: 804-810.
- Yuan, X.J., Wen, A.Y., Wang, J., Desta, S.T., Dong, Z.H., Shao, T., 2016. Effects of four short-chain fatty acids or salts on fermentation characteristics and aerobic stability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage. *J.Sci Food Agric;* 98: 328–335.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.536346

Kurutma yöntemlerinin fındığın fiziksel özellikleri üzerine etkisi

Ali Turan

Fındık Ekspertiği Programı, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Giresun Üniversitesi, 28100, Giresun, Türkiye
Sorumlu yazar/corresponding author: ali.turan@giresun.edu.tr; alituran61@gmail.com

Geliş/Received 06/03/2019

Kabul/Accepted 29/07/2019

ÖZET

Bu çalışma geleneksel (beton ve çimen harman; BH, ÇH, sırasıyla) ve suni kurutma (kurutma makinesi, KM) yöntemlerinin Tombul, Palaz ve Ordu Levant fındıklarının fiziksel özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2015 yılında yürütülmüştür. Bu amaçla, çalışmada meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve kalınlığı, iç uzunluğu, iç genişliği, iç kalınlığı, meyve büyüklüğü, meyve şekil indeksi, kabuk kalınlığı, göbek boşluğu, buruşuk iç oranı, meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, sağlam iç oranı (SİO), kusurlu iç oranı (KİO) ve beyazlama oranı gibi fiziksel özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda, KM metodunda SİO değeri BH ve ÇH metotlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca KİO değeri en düşük olarak yine KM metodunda tespit edilmiştir. Bu yüzden KM metodunun fındık kurutma için uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar Sözcükler:
Beyazlama oranı
Geleneksel kurutma
Sağlam iç oranı
Suni kurutma

Effects of drying methods on physical properties of hazelnut

ABSTRACT

This study was conducted in 2015 and aimed to determine the effects of hazelnut drying machine (DM) and traditional-drying (concrete and grass ground; CG and GG, respectively) methods on the physical properties of Tombul, Palaz, and Ordu Levant cultivars. For this purpose, namely nut length, nut width, nut depth, kernel length, kernel width, kernel depth, nut size, shape index, shell thickness, kernel cavity, shrivel kernel ratio, nut weight, kernel weight, kernel percentage, good kernel (GK), defect kernel (DK), and blanching ability were analyzed. At the end of the study, the GK value was found higher in DM method than on CG and GG methods. Therefore, DM is suitable method for hazelnut drying.

Keywords:
Blanching ability
Traditional drying
Good kernel
Artificial drying

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Kurutma çok sayıda gıda ürününde yaygın kullanılan en eski muhafaza yöntemlerinden birisi olup (Karam ve ark., 2016) aynı zamanda eşzamanlı ısı ve nem transferinin gerçekleştiği kompleks bir süreç olarak bilinir. Diğer yandan kurutma, su aktivitesi değerini azaltarak gıdaların uzun süre kalite özelliklerini güvenli bir şekilde muhafaza etmesine imkan sağlamaktadır (Zhou ve ark., 2018).

Genel olarak kurutma suni ve geleneksel olmak üzere ikiye ayrılır (Maisnam ve ark., 2017) ve geleneksel kurutma güneş altında ve enerji tüketimi gerektirmediği için kullanımı en yaygın olanıdır. Suni kurutma yöntemleri ise enerji tüketimi ve maliyeti

nedeniyle fındık kurutmada ülkemizde yaygın değildir (Turan, 2017).

Kurutma yağ oranı yüksek fındık gibi gıdalarda büyük önem taşımakta ve süreç uygun yürütülmezse yağ oksidasyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle hasat sonrasında fındığın meyve kalitesinin muhafazası için kurutma hayati önem taşımaktadır (Wang ve ark., 2018). Ülkemizde fındık geleneksel olarak güneş altında beton ve çimen harmanda kurutulmaktadır (Turan, 2018; Turan ve İslam, 2018). Güneşte kurutma bir yandan çevre şartlarına bağlı olarak uzun zamanda gerçekleşerek yoğun işgücü kullanımına neden olurken (Yıldız, 2016) diğer yandan da meyve de kalite kaybına neden olarak raf ömrünü kısaltmaktadır (Turan, 2018). Bu nedenle fındığın toplandıktan sonra zuruflarının

ayrılması ve kısa sürede kurutulması büyük önem arz etmektedir. Çünkü geç kurutulan fındıklarda, küf gelişimi ve zararlılar tarafından hasar görme riski bulunmaktadır. Fındığın geleneksel yöntemlerle kurutulması (beton ve çimen harman) için yağışsız ve güneşli günlere ihtiyaç duyulmaktadır (Turan ve İslam, 2018). Ancak, hasat sezonunda bölgenin ekolojisinden dolayı birbiri ardına devam eden güneşli günlere az rastlanmakta ve bu nedenle de bazı dönemlerde sürekli bir fındık kurutma fırsatı bulunmamaktadır (Keleş ve Sacılık, 2019).

Genel olarak güneşte kurutma yöntemlerinden beton harmanın, çimen harmandan fındık kurutma için daha uygun olduğu kabul edilmekte, ancak bu konuda günümüze kadar detaylı çalışma bulunmamaktadır (Turan, 2018; Turan ve İslam, 2018). Hatta Türk fındıklarında suni ve doğal kurutma yöntemlerinin meyve kalitesi üzerine etkileri konusunda kapsamlı bilgi bulunmamakla birlikte (Turan, 2017), fındığın fiziksel özellikleri üzerine etkisi konusunda detaylı çalışma maalesef mevcut değildir (Turan ve İslam, 2018).

Bu çalışmanın amacı, güneşte kurutma ve suni kurutma yöntemlerinin Tombul, Palaz ve Ordu Levant fındıklarının fiziksel özellikleri üzerine etkisini belirlemektir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler

başta literatüre olmak üzere, fındık ticareti ve sanayisine de önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma Tombul, Palaz ve Ordu levant fındıklarında yürütülmüş ve örnekler Ordu ili Altınordu ilçesi Cumhuriyet mahallesinde tek bir bahçeden alınmıştır (40°58'21.72 K, 37°58'48.14 D, rakım 43 m).

2.2. Kurutma yöntemleri

Hasat işlemi, 5–10 Ağustos 2015 tarihinde iç fındığın nemi ~%28 olduğunda yerden hasat şeklinde yapılmıştır. Nem değeri 103±2°C sıcaklıktaki fırında ve atmosferik basınçta sabit kütleye ulaşmaya kadar kurutularak belirlenmiştir (TS1632 EN ISO 665-2000; Refsan RK 55, Kütahya, Turkey; (TSE, 2001; Turan, 2017). Hasat edilen fındıklar çimen harmana serilmiş ve çotanaklı halde ~4 gün soldurulmuştur (Tombul, Palaz ve Ordu Levant; %22.00, 21.01 ve 19.00, sırasıyla; Çizelge 1).

Çizelge 1. Fındığın soldurma öncesi ve sonrası nem değerleri ile kurutma süreleri

Çeşit	M	Nem (%)						Kurutma süresi (sa)
		Başlangıç		Soldurma sonrası		Kurutma sonrası		
		Kabuk	İç	Kabuk	İç	Kabuk	İç	
Tombul	BH					7.50	5.45	85
	ÇH	28.02	26.13	25.33	22.00	8.10	6.00	96
	KM					8.00	6.02	25
Palaz	BH					7.75	6.24	76
	ÇH	27.96	25.00	24.96	21.01	7.70	6.27	85
	KM					7.69	6.32	26
Ordu Levant	BH					9.00	5.68	80
	ÇH	29.00	26.59	21.50	19.00	9.23	6.75	88
	KM					9.01	5.86	30

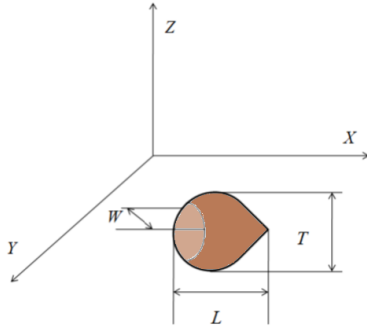
Soldurulan fındıklar (11–16 Ağustos 2015) daha sonra patoz yardımıyla (Dinçler Makine, FPHM 2500, Samsun, Turkey) çotanaklarından ayrılmış ve kurutma işlemi için üç gruba ayrılmıştır. Grup I; çotanaklarından ayrılmış fındıklar otu motorla biçilmiş (Oleo–Mac 440 T, Italy) çimen harmana (ÇH; 4x3 m boyut, 30 kg fındık her çeşit için) getirilmiş ve yere serilen branda üzerine (TS 4739, TS 1534–2; EN ISO 2286–2, Kale Tente, İstanbul, Turkey) 5 cm kalınlığında serilmiş ve güneş altında günde en az 3 defa (sabah, öğle ve akşam) karıştırılmıştır. Grup II; fındıklar doğrudan beton harmana (BH; 5x5 m boyut, 30 kg fındık her çeşit için) serilmiş (TS EN 12390 Gümüşteş Çimento, Giresun, Türkiye) ve güneş altında iklime bağlı olarak günde en az 3 defa karıştırılmıştır. ÇH ve BH metotlarında örnekler ortam şartlarında kurutulmuştur (ortalama rüzgar hızı, ortam sıcaklığı ve nemi ve güneşlenme

süresi; 1.2 sa km⁻¹, 25.7°C ve 5.45 sa, sırasıyla; MGM, 2015). ÇH ve BH metotlarında kurutma işlemi her gün saat 08:00–20:00 arasında devam etmiş ve 20:00'dan sonra fındıkların nem almaması için üzeri naylon örtü (Metroplast, İstanbul, Türkiye) ile örtülmüştür (Yaygın uygulama). Grup III; fındıklar kurutma makinesi (KM) içerisine elevatör yardımıyla yerleştirilmiş (3000 kg her çeşit için) ve kurutma işlemi 45°C'de (yaygın kullanım) (FACMA ES 3000, 2013; Turan, 2017) gerçekleştirilmiştir (her çeşit için tesadüfen 30 kg seçilmiştir). Sıcak hava ventilator (1.5 m s⁻¹ hava hızı) yardımıyla kurutucuya iletilmiş ve kurutma süresince arşimet vidası sürekli karıştırma işlemine devam etmiştir. Kurutma süresince 3 sa sıcak hava pompalanmış ve 1.5 sa durdurulmuştur. Bu 1.5 sa süresince ve kurutma süresince saat 20:00–08:00 arası dahil arşimet vidası karıştırma işlemine devam etmiştir.

Kurutma işlemi iç fındık nem değeri %7'nin altına düşene kadar devam ettirilmiştir (TSE, 2001; Köksal, 2002; Turan, 2017). ÇH, BH ve KM metotlarında nem değişimleri ve kuruma süreleri ile ilgili detaylar Çizelge 1'de verilmiştir. Kurutma işlemi 17–22 Ağustos 2015 tarihleri arasında Ordu ili, Altınordu ilçesi, Karapınar mahallesi (40°58'17.53 K, 37°56'00.41 D, rakım 43 m), Organize Sanayi Bölgesinde (Ordu OSB, Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. Entegre Tesisi) yürütülmüştür. Her bir ortamdan tesadüfen ~2.250 g örnek (3x750g tek.) alınmış ve ~20 kg fındık kurutma işlemi sonrasında (Arda kalan diğer örnekler ise kimyasal analizlerde kullanılmıştır) Ordu Ziraat Fakültesinde analiz yapılana kadar oda şartlarında (20–25°C, %70–90 Nispi nem) jüt çuvalda bekletilmiştir.

2.3. Kabuk ve iç özellikleri

Ortalama meyve ve iç boyutları belirlemek için her çeşitten 270 fındık tesadüfen seçilmiş (tekerrürde 30 meyve) ve toplam 810 meyve kullanılmıştır. Hosseinpour ve ark. (2013) tarafından kullanılan metoda benzer, 0.01 mm hassasiyette dijital kumpas (BMI 7702200, Germany) ile fındıkların (kabuklu ve iç fındıklar) uzunluk (MU), genişlik (MG) ve kalınlık (MK) boyutları ölçüldü (Şekil 1) ve 30 meyvenin aritmetik ortalaması alınarak hesaplandı. Meyve büyüklüğü (MB), her çeşitten tesadüfen alınan 270 meyvenin meyve uzunluğu, meyve genişliği ve meyve kalınlığının geometrik ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Turan, 2017).



Şekil 1. Kabuklu ve iç fındığın meyve boyutları (L: Meyve uzunluğu, T: Meyve kalınlığı, W: Meyve genişliği)

Meyve şekil indeksi (MŞİ) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Turan ve Beyhan, 2009) (1).

$$MŞİ = \frac{MU}{MG} = \frac{MU}{\frac{MG+MK}{2}} \quad (1)$$

Kabuk kalınlığı (KK), fındık tablasından yukarıya doğru orta veya ortaya yakın kısmından şişkin yerin en kalın yerinden 0.01mm'ye duyarlı kumpas kullanılarak tesadüfen seçilen toplam 30 meyve üzerinde yapılmıştır (İslam ve ark., 2005). Göbek boşluğu (GB), birleşen iki

kotiledon arasında kalan boşluk göbek boşluğu olarak ifade edilmektedir. Göbek boşluğunun en geniş çapı 0.01 mm'ye hassas kumpas ile ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiş ve ölçümler 30 meyvede yapılmıştır. Buruşuk iç oranı (BRŞ), genellikle ürünün bol olduğu yıllarda veya kuraklık ve beslenme yetersizliği gibi etkenler nedeniyle veya kalıtsal olarak meydana gelen ve bir meyvenin dış yüzeyinin yaklaşık %50'sinden fazla bir kısmının buruşuk olması olarak tanımlanır. Çalışmada %50 değerinin altında kalanlarda buruşuk iç olarak değerlendirilmiştir. Bu özellik buruşuk içlerin yüzdesi (%) olarak belirlenmiş ve 50 meyve üzerinden yapılmıştır. Meyve ve iç ağırlığı tesadüfen seçilen 30 meyve 0.01 g'a duyarlı terazide (Vibra, HJR-4200CE, Japan) tek tek tartılıp aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Turan, 2017) (2)

$$MA (g) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2)$$

İç oranı (İÖ), toplam meyve ağırlığının toplam iç (dolgun ve kusurlu içler) ağırlığına oranlaması yoluyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Tesadüfen alınan 50 meyve kullanılarak yapılmıştır (Turan, 2017) (3).

$$\text{İç Oranı (\%)} = \frac{\text{İç Ağırlığı}}{\text{Meyve Ağırlığı}} \times 100 \quad (3)$$

Sağlam iç oranı (SİÖ), sert kabuğu tamamen doldurmuş kusurlu olmayan içlerin toplam iç oranlanmasıyla bulunmuştur. Tesadüfen seçilen 50 meyve kullanılmış, yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (4).

$$SİÖ (\%) = \frac{\text{Kusurlu olmayan iç (Adet)}}{\text{Toplam İç (Adet)}} \times 100 \quad (4)$$

Kusurlu iç oranı (KİÖ), dolgun içli meyveler ile boş içli meyveler dışındaki meyvelerden elde edilen içlerin (abortif, buruşuk, küflü ve çürük) toplam meyve adedine oranlanmasıyla bulunmuştur. Ölçümlerde 50 meyve kullanılmış, yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (5).

$$KİÖ (\%) = \frac{\text{Kusurlu iç (Adet)}}{\text{Toplam İç (Adet)}} \times 100 \quad (5)$$

Beyazlama oranı (BO), sağlam iç fındıklar fırında (Refsan RK 55, Kütahya, Turkey) 175°C' de 15 dakika bekletilmiş, daha sonra el ile 15–20 saniye ovularak testa çıkarılmış ve aşağıdaki formülü ile hesaplanmıştır (Turan ve Beyhan, 2009) (6).

$$BO (\%) = \frac{\text{Beyazlanmış iç}}{\text{Toplam iç}} \times 100 \quad (6)$$

2.4. İstatistiksel analizler

Demene tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrülü olarak yürütülmüştür. Tanımlayıcı istatistikler SAS-JAMP v. 10.0 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina) kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmada en küçük anlamlı fark (LSD) yöntemi ve

seviyeler arasındaki önemli farklılıkları değerlendirmede One-way ANOVA kullanılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılık $P < 0.05$ düzeyinde belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kurutma yöntemlerinin kabuk ve iç meyve özellikleri üzerine etkisi

Meyve boyutları üzerine çeşit, besleme, verim, ekoloji ve hasat zamanı gibi pek çok faktör etki etmektedir (Turan, 2017). Ayrıca meyve uzunluğu (MU), meyve genişliği (MG) ve meyve kalınlığının (MK) kalıtım derecesinin yüksek olduğu ($h^2=0.68, 0.78$ ve 0.89 , sırasıyla) bilinmektedir (Yao ve Mehlenbacher, 2000). Çalışmada meyve ve iç boyutları üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi önemsiz çıkmış ($p > 0.05$), MU 15.71–18.04 mm, MG 17.40–19.62 ve MK 15.79–17.22 mm arasında değişmiş, ancak çeşitler arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$; Çizelge 2). En yüksek MU değerleri Tombul (17.53–18.04 mm), MG ve MK değerleri Palaz (19.16–19.62 mm, 16.65–17.22 mm, sırasıyla) çeşidinde kaydedilmiş ve en küçük değerler yine çeşitlere göre farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Benzer şekilde Özdemir ve

Akinci (2004) ve Ercişli ve ark. (2011) MU, MG ve MK değerlerinin Palaz, Tombul ve Çakıldak çeşitlerine göre farklılık gösterdiğini (15.56 mm, 18.16 mm, 16.17 mm; 16.22 mm, 16.66 mm, 15.79 mm ve 18.55 mm, 16.80 mm, 15.67 mm, sırasıyla) bildirmişlerdir. Ayrıca Aydın (2002) tarafından yürütülen çalışmada, Tombul çeşidinin MU, MG ve MK (18.03, 18.97 ve 16.58, sırasıyla) değerlerinin çalışmamıza benzer boyutlarda olduğu görülmüştür. Çalışmamızda ayrıca iç özellikleri de çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Şöyle ki; en yüksek İG ve İK Ordu Levant (14.31–16.02 mm; 13.29–14.06 mm, sırasıyla), en düşük ise Palaz (14.55–15.75 mm; 12.80–13.97 mm, sırasıyla) ve Tombul (12.64–13.69 mm; 12.35–13.41 mm, sırasıyla) çeşitlerinde belirlenmiştir. MU değeri ise en yüksek olarak Tombul (13.13–13.99 mm) çeşidinde kaydedilmiştir. Fındıklarda iç meyvenin fiziksel özelliklerinin çeşitlere göre farklılık gösterdiği pek çok çalışmada da görülmüştür (Ercişli ve ark., 2011; Turan, 2017; Turan ve İslam, 2018). Ayrıca iç meyve boyutlarının Xu ve Hanna (2010)'a göre yıldan yıla (2007: İU ve İG; 12.1, 12.3 mm, sırasıyla; 2008: İU ve İG; 11.4, 10.7 mm, sırasıyla) ve Pliestic ve ark. (2006)'na göre ise türlere göre (*Corylus maxima* cv. Istrian long; 20.20, 14.52 mm, sırasıyla) değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir.

Çizelge 2. Kurutma yöntemlerinin meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve kalınlığı, iç uzunluğu, iç genişliği ve iç kalınlığı özellikleri üzerine etkisi

Ç	M	Özellik					
		MU (mm)	MG (mm)	MK (mm)	İU (mm)	İG (mm)	İK (mm)
Tombul	BH	18.04±0.76	17.40±0.33	16.40±0.68	13.99±0.45	12.64±0.90	13.41±1.12
	ÇH	17.53±0.52	18.26±0.40	16.27±0.65	13.18±0.43	12.85±1.58	12.35±0.40
	KM	17.31±0.72	18.05±1.13	16.23±0.22	13.13±0.77	13.69±1.27	12.86±0.27
Palaz	BH	15.96±0.80	19.06±0.24	16.65±0.33	12.33±0.75	14.71±0.56	13.39±0.15
	ÇH	16.06±0.94	19.62±0.72	17.22±0.77	12.04±0.67	15.75±0.68	13.97±0.56
	KM	16.42±0.86	18.57±0.78	15.79±0.61	12.45±0.50	14.55±0.52	12.80±0.50
Ordu Levant	BH	16.61±2.56	18.50±0.64	16.33±0.43	12.92±2.19	14.92±1.70	13.33±0.53
	ÇH	15.71±1.54	18.96±1.39	16.46±0.87	12.90±0.66	14.31±1.00	13.29±0.82
	KM	15.97±0.07	19.05±0.67	16.59±0.61	11.90±0.87	16.02±0.41	14.06±0.61
Önem	Ç	*	*	öd	*	***	öd
	M	öd	öd	öd	öd	öd	öd
	ÇxM	öd	öd	öd	öd	öd	öd

Ç: Çeşit, M: Metot, BH: Beton harman, ÇH: Çimen harman, KM: Kurutma makinesi (45°C). MU: Meyve uzunluğu, MG: Meyve genişliği, MK: Meyve kalınlığı, İU: İç uzunluğu, İG: İç genişliği, İK: İç kalınlığı. Değerler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. Farklılıklar sütunlarda farklı harfle gösterilmiştir. Önem seviyesi; *, **, *** ve "öd"; $P < 0.05, 0.01, 0.001$ ve "önemli değil", sırasıyla

Ortalama meyve büyüklüğü (MB), meyve şekil indeksi (MŞİ), kabuk kalınlığı (KK), göbek boşluğu (GB) ve buruşuk iç oranı (BRŞ) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Kurutma yöntemlerinin MB ve MŞİ değerleri üzerine etkisi olmazken, KK, GB ve BRŞ özellikleri çeşitlere göre farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). Tombul çeşidinde Palaz ve Ordu Levant fındıklarına göre daha yüksek MB değeri tespit edilmiştir (Çizelge 3). Ortalama MB 17.17–17.33 mm, MŞİ 1.01–1.07, KK 1.05–1.17 mm, GB 2.44–3.22 mm

ve BRŞ değeri %2.19–2.47 arasında değiştiği görülmüştür. Elde edilen bu değerler Delprete ve Sesana (2004), Turan ve Beyhan (2009), Ercişli ve ark. (2011), Turan (2017) ve Karaosmanoğlu ve Üstün (2017) ile benzerlik göstermiştir.

Ayrıca çalışmada kurutma yöntemlerinin özellikler üzerine etkisi çeşitlere göre de farklılık göstermiştir. Örneğin, en düşük BRŞ oranı Palaz ve Ordu Levant fındıklarında KM ortamında (%1.01 ve %4.17, sırasıyla), Tombul çeşidinde en düşük değer ise BH

(%8.28) metodunda kaydedilmiştir. Tespit edilen bu farklılıklar kurutma yöntemi ve çeşit gibi özelliklere ilaveten klonal farklılıktan da kaynaklanmış olabilir. Çünkü Türk fındık çeşitlerinde genel olarak büyük bir klonal varyasyon olduğu bilinmektedir (Turan ve Beyhan, 2009). Ayrıca Kalkışım ve ark. (2016) yükseklik ve hasat zamanına göre fındıklarda meyve ve iç özelliklerinin değişebileceğini bildirmiştir.

Meyve ağırlığı (NW), iç ağırlığı (KW), iç oranı (İO), sağlam iç oranı (SİO), kusurlu iç oranı (KİO) ve beyazlama oranı (BO) değerlerinin kurutma yöntemlerine göre değişimi Çizelge 4’de verilmiştir. Kurutma yöntemlerinin etkisi İA ve İO haricinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$; Çizelge 4). Ayrıca İO haricinde tüm morfolojik özellikler çeşitlere göre farklılık göstermiştir ($p<0.001$).

Çizelge 3. Kurutma yöntemlerinin meyve büyüklüğü, meyve şekil indeksi, kabuk kalınlığı, göbek boşluğu ve buruşuk iç oranı özellikleri üzerine etkisi

Çeşit	M	Özellik				
		MB	MŞİ	KK (mm)	GB (mm)	BRŞ (%)
Tombul	BH	17.27±0.47	1.07±0.02	0.96±0.02	1.27±0.01f	8.28±0.53b
	ÇH	17.33±0.47	1.02±0.02	0.96±0.04	1.16±0.01f	10.33±0.43a
	KM	17.17±0.18	1.01±0.07	0.91±0.01	1.88±0.19e	10.04±0.07a
Palaz	BH	17.17±0.30	0.89±0.05	1.05±0.04	2.25±0.03cde	2.32±0.28e
	ÇH	17.57±0.81	0.87±0.02	1.08±0.03	2.19±0.08cde	2.02±0.02e
	KM	16.88±0.01	0.96±0.08	1.08±0.04	2.47±0.01bcd	1.01±0.01e
Ordu Levant	BH	17.08±0.65	0.96±0.17	1.17±0.02	2.54±0.53bc	6.88±1.61bc
	ÇH	16.99±1.22	0.89±0.04	1.18±0.12	3.22±0.33a	6.37±0.73c
	KM	17.15±0.42	0.90±0.03	1.05±0.02	2.88±0.42ab	4.17±1.71d
Önem	Ç	öd	öd	***	***	***
	M	öd	öd	*	öd	*
	ÇxM	öd	öd	öd	**	**

Ç: Çeşit, M: Metot, BH: Beton harman, ÇH: Çimen harman, KM: Kurutma makinesi (45°C). MB: Meyve büyüklüğü, MŞİ: Meyve şekil indeksi, KK: Kabuk kalınlığı, GB: Göbek boşluğu, BRŞ: Buruşuk iç oranı. Değerler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. Farklılıklar sütunlarda farklı harfle gösterilmiştir. Önem seviyesi; *, **, *** ve “öd”; $P<0.05$, 0.01, 0.001 ve “önemli değil”, sırasıyla

Çizelge 4. Kurutma yöntemlerinin meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, sağlam iç oranı, kusurlu iç oranı ve beyazlama oranı özellikleri üzerine etkisi

Çeşit	M	Özellik					
		MA (g)	İA (g)	İO (%)	SİO (%)	KİO (%)	BO (%)
Tombul	BH	1.68±0.01de	0.86±0.01dd	52.21±0.28ab	88.19±0.61c	11.81±0.61b	97.33±0.58a
	ÇH	1.67±0.01de	0.85±0.00cd	50.42±0.61c	82.03±1.89d	17.97±1.89a	97.02±0.09a
	KM	1.69±0.01cd	0.86±0.00cd	50.38±0.55c	88.67±0.21c	11.33±0.21b	97.32±0.84a
Palaz	BH	1.68±0.01de	0.88±0.01bc	52.09±0.17ab	92.87±0.44b	7.13±0.44c	95.16±1.38ab
	ÇH	1.66±0.01e	0.85±0.01cd	52.13±0.93ab	92.65±0.56b	7.35±0.56c	95.99±0.12ab
	KM	1.66±0.01e	0.84±0.01d	51.81±0.34abc	95.33±1.16a	4.67±1.16d	94.36±1.50b
Ordu Levant	BH	1.71±0.11c	0.97±0.02a	51.38±1.53abc	88.19±0.40c	11.81±0.40b	95.35±0.31ab
	ÇH	1.76±0.03b	0.94±0.05a	51.64±1.71abc	82.57±2.42c	17.43±2.42a	89.29±1.00c
	KM	1.89±0.04a	0.96±0.04a	52.54±0.41ab	90.93±1.74b	9.07±1.74c	89.18±0.74c
Önem	Ç	***	***	öd	***	***	***
	M	***	öd	öd	***	***	**
	ÇxM	***	*	*	**	**	**

Ç: Çeşit, M: Metot, BH: Beton harman, ÇH: Çimen harman, KM: Kurutma makinesi (45°C). MA: Meyve ağırlığı, İA: İç ağırlığı, İO: İç oranı, SİO: Sağlam iç oranı, KİO: Kusurlu iç oranı ve BO: Beyazlama oranı. Değerler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. Farklılıklar sütunlarda farklı harfle gösterilmiştir. Önem seviyesi; *, **, *** ve “öd”; $P<0.05$, 0.01, 0.001 ve “önemli değil”, sırasıyla

MA değeri üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi ise çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Örneğin, Tombul ve Palaz çeşitlerinde kurutma yöntemlerinin etkisi önemsiz bulunurken, Ordu Levant fındıklarında KM (1.89 g) ortamında BH ve ÇH (1.71 g ve 1.76 g, sırasıyla) ortamlarına göre daha yüksek değerler elde edilmiş ve 300

aradaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Ancak Turan (2017) kurutma yöntemlerinin MA değerini etkilemediğini bildirmiştir. Ayrıca Yao ve Mehlenbacher (2000) MA değerinin kalıtım değerinin ($h^2=0.63$) yüksek olduğunu, İA değerinin ise kalıtım derecesinin $h^2=0.67$ olduğu bildirmiş, çalışmamızda ise

kurutma yöntemlerinin bu özelliği etkilemediği görülmüştür. Ancak çeşitler arasındaki farklılık önemli bulunmuş ($p<0.001$) ve Ordu Levant fındıklarında (0.94–0.97 g), Tombul (0.85–0.86 g) ve Palaz (0.84–0.88 g) çeşitlerine göre daha yüksek İA değeri tespit edilmiştir. Tespit edilen bu farklılıklarda çeşitlerin uzak akraba olmalarının (Kafkas ve ark., 2009) da etkili olduğu söylenebilir.

Randıman (iç oranı; İO) fındığın en önemli özelliklerinden birisidir ve fındık fiyatı %50 randımana göre belirlenmektedir (Turan, 2017). Çalışmamızda kurutma yöntemlerinin İO üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$; Çizelge 4) ve İO değeri %52.32–52.70 aralığında değişmiştir. Benzer şekilde Bostan (1999) ve Turan (2017) kurutma yöntemlerinin İO üzerine etkili olmadığını ve tespit edilen farklılıkların çeşitlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. İO özelliğinin çeşitlere göre farklılık gösterdiği bilinmekte birlikte (Turan, 2017), verim, ekoloji ve bakım şartlarından aşırı derecede etkilenmediği, bunun nedeninin ise kalıtım derecesinin yüksek ($h^2=0.87$; [Yao ve Mehlenbacher, 2000]) olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca İO aynı çeşit içerisinde yıl ve lokasyon farkına göre de çok az düzeyde varyasyon göstermektedir (Hosseinpour ve ark., 2013)

Fındıkta yapılan kültürel uygulamaların verimi arttırmanın yanında sağlık iç oranını (SİO) yükseltmeye yönelik de olduğu bilinmektedir. Çünkü SİO değerinin yüksek olması fındığın pazar değerini arttırmaktadır. Kurutma yöntemlerinin SİO üzerine etkisi önemli bulunmuş ($p<0.001$), çeşitlere göre farklılık göstermiş ve detaylı olarak Çizelge 4’de verilmiştir. SİO değerleri Palaz çeşidinde (%92.65–95.33), Ordu Levant (%82.57–90.93) ve Tombul (%82.03–88.67) çeşitlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu özelliği İslam (2000), Tombul %94.33, Palaz %90.75 ve Çakıldak çeşidinde %80.75; Turan ve ark. (2010) ise yıldan yıla değişmekle birlikte %81.58–92.56 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmalarda tespit edilen bu farklılıklar çeşit, budama, beslenme, ekoloji ve/veya klonal farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Kurutma yöntemlerinin SİO üzerine etkisi önemli bulunmuş ve detaylar Çizelge 4’de verilmiştir. Çalışmada Tombul, Palaz ve Ordu Levant fındıklarında KM (%95.33, 90.93, 88.67, sırasıyla) metodunda BH ve ÇH metotlarına göre daha yüksek SİO tespit edilmiştir. Benzer şekilde Turan ve İslam (2018) kurutma yöntemlerinin SİO üzerine etkili olduğunu ve ayrıca çeşitlere göre de farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Kusurlu iç oranı (KİO) Palaz çeşidinde (%4.67–7.35), Ordu Levant (%9.07–17.43) ve Tombul (%11.33–17.97) çeşitlerine göre daha düşük gerçekleşmiştir. Benzer sonuçlar Turan (2017) tarafından tespit edilmiş ve KİO değerinin çeşitlere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Kurutma yöntemleri arasında ise BH ve ÇH metotlarına göre KM metodunda daha düşük değerler (Tombul, Palaz ve Ordu Levant; %11.33, 4.67, 9.07, sırasıyla) tespit edilmiştir. Tespit edilen bu

farklılıklar, güneşte kurutmanın daha uzun sürede gerçekleşmesi ve örneklerin iklimsel faktörlerin etkisinde kalmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü kurutma aşaması uzayan ve nem alan fındıklarda içte çürüme meydana gelmektedir (Turan, 2017).

Beyazlama oranı (BO), ihraç edilecek ürünlerde aranan başlıca özelliklerden biridir ve yüksek olması arzu edilir (Turan, 2017). Toprak yapısı, ekoloji ve çeşit gibi pek çok özellik tarafından etkilenen BO’nın kalıtım derecesinin $h^2=0.64$ olduğu bilinmektedir (Yao ve Mehlenbacher, 2000). Çalışmamızda kurutma ortamların ve çeşidin BO üzerine etkisi önemli bulunmuş ($p<0.001$; Çizelge 4) ve %89–97.33 aralığında değişmiştir. Kurutma yöntemlerinin BO üzerine etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Örneğin, Tombul çeşidinde kurutma ortamlarının etkileri arasında farklılık görünmezken Palaz ve Ordu Levant fındıklarda farklı bulunmuştur. Genel olarak en yüksek değerler Tombul, Palaz ve Ordu Levant fındıklarında BH metodunda (%0.97, 0.95 ve 0.95, sırasıyla) kaydedilmiştir. Çalışmamızın aksine Bostan (1999) ise geleneksel kurutma yöntemlerinin BO üzerine etkili olmadığını, ancak tespit edilen farklılıkların çeşitlerden kaynaklandığını bildirmiştir.

Fındıkta verim, meyve büyüklüğünü değiştiren en önemli etmenlerden birisi olarak bilinmektedir. Ayrıca tek bir çotanak içindeki meyveler arasında bile fiziksel farklılık görülmektedir (Turan, 2017). Çünkü verimin yüksek olduğu sezonlarda çotanaktaki meyve sayısı ve randıman artış gösterirken meyve büyüklüğü ve kabuk kalınlığı azalış göstermektedir. Hatta çotanaktaki meyve sayısının artışı meyvenin şekil değerinin değişmesine de neden olmaktadır. Bu nedenle de bir çeşit içinde bile meyvenin fiziksel özelliklerinde yıldan yıla değişkenlik gösteren farklılıklar gözlenmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışma, geleneksel kurutma ve suni kurutma yöntemlerinin Tombul, Palaz ve Ordu Levant fındıklarının fiziksel özellikleri üzerine etkisi konusunda yürütülen ilk çalışmadır. Kurutma yöntemlerinin fındığın fiziksel özellikleri üzerine etkisi genellikle önemsiz çıkmış, ancak çeşitler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşitlerin tamamında SİO değeri KM ortamında, BH ve ÇH ortamlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca KİO değeri KM ortamında diğer kurutma ortamlarına göre daha düşük kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanarak KM metodunun fındık kurutma için gelecek vaat ettiği söylenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi A.Ş (Ordu, Türkiye) desteklenmiştir. İstatistiksel analizler için Dr.Öğr.Üyesi Fatih ÖNER’e teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Aydin, C., 2002. Physical properties of hazel nuts. *Biosystems Engineering*, 82 (3): 297–303. doi:10.1006/bioe.2002.0065.
- Bostan, S.Z., 1999. Farklı ortamlarda kurutulan fındıklarda bazı önemli kalite özellikleri üzerine bir araştırma. *Bahçe*, 28: 73–78.
- Delprete, C., Sesana R., 2004. Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnuts: Proposal of an experimental procedure. *Journal of Food Engineering*, 124: 28–34. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.09.027.
- Ercisli, S., Öztürk, I., Kara, M., Kalkan, F., Seker, H., Duyar, O., Ertürk, Y., 2011. Physical properties of hazelnuts. *International Agrophysics*, 25: 115–121.
- Hosseinpour, A., Seifi, E., Javadi, D., Ramezani, S.S., Molnar T.J., 2013. Nut and kernel characteristics of twelve hazelnut cultivars grown in İran. *Scientia Horticulturae*, 150: 410–413. doi: 10.1016/j.scienta.2012.11.028.
- İslam, A. 2000. Ordu ilinde yetişen Türk fındık çeşitlerinde klon seleksiyonu. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 192s, Adana.
- İslam, A., Turan A., Kurt, H., 2005. Effect of ocak and single trunk training systems on yield and nut quality. Sixth International Congress on Hazelnut, Book of Proceeding, 259–262, 14–18 June, Tarragona–Reus, Spain. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.686.35.
- Kafkas, S., Doğan, Y., Sabir, A., Turan, A., Seker, H., 2009. Genetic characterization of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars from Turkey using molecular markers. *Hort Science*, 44(6): 1557–1561.
- Kalkışım, O., Turan A., Okcu, Z., Özdeş, D., 2016. Evaluation of the effect of different harvest time on the fruit quality of foşa nut. *Erwerbs-Obstbau*, 58: 89–92. doi:10.1007/s10341-015-0259-1.
- Karam, M.C., Petit J, Zimmer, D., Djantou E.B., 2016. Effect of drying grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *Journal of Food Engineering*, 188: 32–49. doi:10.1016/j.jfoodeng.2016.05.001.
- Karaosmanoğlu, H., Üstün N.Ş., 2017. Organik ve konvansiyonel fındıkların (*Corylus avellana* L.) bazı fiziksel özellikleri. *Akademik Gıda* 15(4): 377–385. doi:10.24323/akademik-gida.370107
- Köksal, A.İ., 2002. Türk Fındık Çeşitleri. Fındık Tanıtım Grubu, 136s, Ankara.
- Keleş, C.Ö., Sacılık, K., 2019. Basınçlı hava kullanılan infrared ısıtıcılı kurutucuda kabuklu fındık kurutulması. *Anadolu tarım Bilimleri Dergisi*, 34: 65–72. doi:10.7161/omuanajas.434531.
- Maisnam, D., Rasane, P., Dey, A., Kaur, S., Sarma, C., 2017. Recent advances in conventional drying of foods. *J Food Technol Pres*, 1: 25–34. MGM, 2015. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://mgm.gov.tr/?il=Ordu> (Erişim tarihi: 22 Ağustos 2015).
- Özdemir, F., Akinci, I., 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63: 341–347. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006.
- Pliestic, S., Dobricevic, N., Filipoviç, D., Gospodarić, Z., 2006. Physical Properties of Filbert Nut and Kernel. *Biosystems Engineering* 93(2): 173–178. doi:10.1016/j.biosystemseng.2005.11.008
- TSE, 2001. İç Fındık Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 2075.
- Turan, A., Beyhan, N., 2009. Investigation of the pomological characteristics of selected Tombul hazelnut clones in the Buluncak area of Giresun province. Seventh International Congress on Hazelnut, Book of Proceeding, 61–66, 23–27 June, Viterbo, Italy. doi:10.17660/ActaHortic.2009.845.4.
- Turan, A., Ruşen, M., İslam, A., Kurt, H., Ak, K., Sezer, A., Sarıoğlu, M., Kalyoncu, İ.H., Kalkışım, Ö., 2010. Giresun koşullarında organik fındık üretim imkanlarının araştırılması. Türkiye 4. Organik Tarım Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 123–129, 28 Haziran–1 Temmuz, Erzurum.
- Turan, A., 2017. Fındıkta Kurutma Yöntemlerini Meyve Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 231s, Ordu.
- Turan, A., İslam, A., 2018. Postharvest differences between ‘Tombul’ and ‘Palaz’. IX International Congress on Hazelnut, pp: 351–358, 15–18 August, Samsun. doi:10.17660/ActaHortic.2018.1226.53.
- Turan, A., 2018. Effect of Drying Methods on Fatty Acid Profile and Oil Oxidation of Hazelnut Oil During Storage. *European Food Research and Technology*, 12: 2181–2190. doi:10.1007/s00217-018-3128-y.
- Wang, W., Jung, J., McGorin, R.J., Traber, M.G., Leonard, G.C., Zhao, Y., 2018. Investigation of drying conditions on bioactive compounds, lipid oxidation, and enzyme activity of Oregon hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *LWT–Food Science and Technology*, 90: 526–534. doi:10.1016/j.lwt.2018.01.002.
- Yao, Q., Mehlenbacher, S.A., 2000. Heritability, variance components and correlation of morphological and phenological traits in hazelnut. *Plant Breeding*, 119: 369–381. doi:10.1046/j.1439-0523.2000.00524.x.
- Yıldız, T., 2016. Labor requirements and work efficiencies of hazelnut harvesting using traditional and mechanical pick-up methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40:301-310. doi:10.3906/tar-1508-114.
- Zhou, X., Wang, S., 2018. Recent developments in radio frequency drying of food and agricultural products: A review. *Drying Technology*, doi:10.1080/07373937.2018.1452255.

- Xu, Y. X., Hanna, M.A., 2010. Evaluation of Nebraska hybrid hazelnuts: Nut/kernel characteristics, kernel proximate composition, and oil and protein properties. *Industrial Crops and Products*, 31: 84–91. doi:10.1016/j.indcrop.2009.09.005.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/ omuanajas.541230

Konvektif ve mikrodalga yöntemlerle kurutulan kuşburnu
(*RosamontanaChaixsubsp. woronovii* (Lonacz) Ö. Nilsson) meyvelerinde kalite
değişimleri

Muhammed Taşova^{a*}, Gazanfer Ergüneş^a, Resul Gerçekcioğlu^b, Şükrü Karagül^c

^aGaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

^bGaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

^cAkdeniz Üniversitesi Elmalı Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim /Bahçe Tarımı

*Sorumlu yazar/corresponding author: muhammed.tasova@gop.edu.tr

Geliş/Received 18/03/2019

Kabul/Accepted 21/09/2019

ÖZET

Bu çalışmada, ‘Gerçekcioğlu’ kuşburnu çeşidinin meyvesi kurutularak kuruma süresi, renk ve C vitamini kriterleri açısından en uygun kurutma şartının belirlenmesi amaçlanmıştır. Materyal mikrodalga kurutucuda; 360, 540, 720 ve 900 W güç değerlerinde ve etüv kurutucuda ise; 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıklarının da kurutulmuştur. Uygulanan mikrodalga güç değerlerinde belirlenen ortalama kuruma süreleri sırasıyla; 27, 14, 11 ve 9 dakika olarak tespit edilirken, etüv de ise sırasıyla; 16.5 7.5ve 7 saat olarak belirlenmiştir. Tazeye göre renk değeri açısından en uygun kurutma şartı mikrodalga kurutucuda 720 W güç değerinde, etüv kurutucuda ise 60 °C kurutma havası sıcaklığında yapılan kurutma işlemlerinde belirlenmiştir. Taze kuşburnu meyvesine göre, en fazla kaybolan % C vitamini değeri % 91.36 oranla etüv kurutucuda 60 °C sıcaklığında ve mikrodalga kurutucuda ise 540 W güç değerinde hesaplanmıştır. Taze kuşburnu meyvesinin C vitamini değerine göre, en uygun mikrodalga kurutma şartının 900 W, sıcak havalı kurutma şartının ise 70 °C olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Ürün kurutma
Renk
Kuruma süresi
C vitamini

Quality changes in rosehip (*RosamontanaChaixsubsp. woronovii* (Lonacz) Ö. Nilsson) fruits dried by convective and microwave methods

ABSTRACT

.In this study, it is aimed to determine the most suitable drying condition in terms of drying time, color and vitamin C criteria by drying the fruit of ‘Gerçekcioğlu’ rosehip variety. The fruits were dried in microwave dryer 360, 540, 720 and 900 W power values. The fruits were dried drying air temperatures of 50, 60 and 70 °C in drying oven. The average drying times determined in the applied microwave power values are as follows 27, 14, 11 and 9 minutes. The average drying times determined in the applied drying air temperatures are as follows 16.5 7.5 and 7 hours. The most suitable drying condition in terms of color value according to freshness was determined at 720 W power in microwave dryer and 60 °C drying air temperature in drying oven. According to fresh rosehip fruits, the most lost vitamin C value was 91.36% at 60 °C in convective dryer and 540 W power in microwave dryer. According to vitamin C value of fresh rosehip fruit, the most appropriate microwave drying condition was 900 W and hot air drying condition was 70 °C.

Keywords:
Product drying
Color
Drying times
Vitamin C

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Kuşburnu meyvesi (*Rosacina L.*) Türkiye’de olduğu gibi birçok Avrupa ülkesinde de yaygın bir şekilde doğal olarak yetişmektedir (Artık ve Eksi, 1988; Demir ve Özcan, 2001; Erentürk ve ark., 2005).

Kuşburnu temelde vitamin C değeri açısından oldukça zengin olduğu gibi potasyum ve fosfor gibi besin elementlerini de bünyesinde barındırmaktadır. 100 g kuşburnu meyvesinde ortalama 50-5000 mg vitamini olduğu bilinmektedir. Bununla beraber içerdiği K, P, E vitamini, karatoneid ve fenolik bileşiklerin vücutta

karaciğer, kalp, beyin ve endokrin bezlerinin sağlıklı bir şekilde çalışmasına katkı sağlamaktadır (Chrubasik ve ark., 2006; Leahu ve ark., 2014). Kuşburnu meyvesi kurutularak, içecek yapılarak ve diğer gıda formlarına dönüştürülerek birçok şekilde tüketilebilmektedir. Kuşburnu meyvesi yoğun olarak marmelat, reçel, şarap gibi gıda türlerinin yapımının yanında pasta, ekme ve çorba gibi gıdaların üretiminde ise yan katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Biçer ve Kar, 2013).

Kuşburnu meyvesi, diğer taze meyvelerde olduğu gibi taze haliyle uzun süre dayanamaz. Bu nedenle ürünleri uzun süre bozulmadan kullanabilmek için genellikle ya işlenerek ya da kurutularak saklanmalıdır. Kurutma; yüksek nem içeriğine sahip tarımsal ürünlerin uzun süre bozulmadan saklanabilmesi için uygulanan, nemin büyük bir kısmı uzaklaştırılarak ürün su aktivite değerinin düşürülerek küf, maya ve mantar gibi mikrobik canlıların üremesinin engellendiği ve aynı anda ürün içerisinde gerçekleşen bir ısı-kütle transfer olayıdır. Bu olay ürünlere kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere bir şekilde uygulanmaktadır.

Tarımsal ürünlerin kurutulması için üreticilerin en fazla tercih ettiği yöntemin başında güneşe sererek yapılan kurutma yöntemi gelmektedir. Bu yöntem az maliyetli ve pratik olması açısından çok fazla uygulanmasına rağmen, homojen nem içeriğine sahip kuru ürünlerin elde edilememektedir (Midilli, 2001; Aghbashlo ve ark., 2010; Göztok ve İçier, 2017). Bu olumsuz durumlardan dolayı ticari ve besin değeri daha yüksek ürünlerin elde edebilmek için yapay kurutucuların kullanılması kaçınılmazdır (Figiel, 2010; Karabacak ve ark., 2015). Bu kurutuculardan biri de etüv ve mikrodalga kurutuculardır. Etüv kurutma yöntemi doğal kurutma yöntemine göre ürünleri kısa sürede kuruturken bunun yanında da yüksek miktarda enerji harcamaktadır. Etüv kurutucularda kurutma havası sıcaklığı ile hızının kontrol edilebilir olması doğal kurutma yöntemine göre daha kaliteli kurutulmuş son ürünler elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Diğer yapay kurutuculardan biri olan mikrodalga kurutucularda ise magnetronun ürettiği mikrodalga ışınlarındaki su moleküllerini çok fazla sayıda titreştirerek ısıyı ürün içerisinden yüzeyine doğru taşınmasına neden olmaktadır. Mikrodalga kurutucularda gerçekleşen bu ısı oluşum ve taşınım şeklinden dolayı ürünler kısa sürede kurumakta ve enerji tüketimi etüv kurutuculara göre çok daha az seviyelerde olmaktadır. Ancak mikrodalga kurutucularda kurutma işleminin sonlarına doğru üründe bulunan nem seviyesi azaldığından dolayı baz kalite kayıpları oluşturmakta ve ürünlerdeki keskin köşeli yerlerde ise renk kararmalarına sebep olmaktadır.

Uygun koşullarda kurutulan kuşburnu meyvelerinin kalite değerleri yüksek olmasından dolayı ürünlerin tüketicilerden tarafından daha fazla tercih edilmekte ve ürünler piyasada daha kolay satılmaktadır. Bu nedenle kuşburnu meyveleri kurutulurken kurutma yöntemi ve koşullarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada; Ülkemizde tescilli 2 çeşitten biri olan "Gerçekcioğlu" kuşburnu çeşidinin optimal hasat döneminde meyveleri kullanılmıştır. Meyveler etüv ve

mikrodalga kurutucularda toplam yedi farklı kurutma uygulamaları yapılarak kurutulmuş ve kuru ürün kalite değişimleri incelenerek en uygun kurutma şartı belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi genetik kaynak parselinde bulunan ve ülkemizde tescilli 2 çeşitten bir olan "Gerçekcioğlu" kuşburnu çeşidinin optimal hasat döneminde toplanan meyveleri kullanılmıştır (Anonim, 2015). Meyveler hasat edildikten sonra, kurutma işlemleri için Biyosistem Mühendisliği kurutma laboratuvarına getirilmiştir. Ürünler kurutma işlemleri sonlanana kadar $+4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip ortamda muhafaza edilmiştir. Kurutma işlemlerinde kullanılmak üzere ezik ve buruşuk meyveler ayıklanmış ve sağlam meyveler ikiye dilimlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Meyvenin toplam su miktarı (%)

Kurutma işlemlerine başlanılmadan önce kuşburnu meyvesinin toplam su içeriği belirlenmiştir. Tayin işleminde başlangıç ağırlığı belli olan taze meyve parçaları 70°C ayarlanmış etüvde belli aralıklarla çıkartılıp tartılarak ağırlık değişimi sabitlenene devam edilmiştir. Nem tayini işlemi ortalama 19 saat sürmüştür. Son ağırlıkları belirlenen örnekler ilk ağırlıklarına oranlanarak hesaplanmıştır (Yağcıoğlu, 1999).

2.2.2. Kurutma yöntemleri

Kurutma işlemlerinde etüv ve mikrodalga kurutma yöntemleri kullanılmıştır. Ürünler etüv kurutucuda 50 , 60 ve 70°C kurutma havası sıcaklıkları kullanılırken, mikrodalga kurutucuda ise 360 , 540 , 720 ve 900 W kurutma güç değerleri kullanılmıştır. Kurutma işlemleri üç tekerrürlü ve her tekerrürde ortalama $25\pm 3\text{g}$ ürün kullanılmıştır. Kurutucu içerisindeki ürünler belirli süre aralıklarında çıkartılıp $\% 1\text{ g}$ hassasiyete sahip bir terazi ile tartılarak ürün su içeriği başlangıç ağırlığı dikkate alınarak $\% 10-13$ aralığına kadar kurutulmuştur. Etüv kurutucuda üçer defa 30 dakika, 1 saat ve 2 'şer saat aralıklarla tartım işlemi yapılırken daha sonra devamlı 3 'er saat aralıklarla tartım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ancak 3 'er saat aralıklar tartım işleminin yapıldığı aşamada ağırlık değişimi saatte bir kontrol edilerek istenilen nem aralığını yakalamaya çalışılmıştır. Mikrodalga kurutucuda ise 30 saniye de bir ağırlık değişimi kayıt edilmiştir. Ön denemeler neticesinde mikrodalga kurutma işlemlerinde 30 saniye çalıştırılıp 2 dakika dinlendirmeli şekilde kesikli ($1-4$) yöntemin uygun olduğuna karar verilerek ona göre uygulanmıştır.

Kurutma işlemlerinde kullanılan sıcak havalı kabin tip etüv kurutucu, Şimşek Laborateknik marka olup ST-120 tip modelidir. Kurutma havasının sıcaklığını istenilen değerlere ayarlayabilmek için kurutucu üzerinde bulunan PID kontrol denetleyiciler kullanılarak yapılabilmektedir. Kurutucudaki hava sıcaklığı 30-250 °C sıcaklık aralıklarına ayarlanabilme olanağı vardır. Çalışmada kullanılan ev tipi mikrodalga kurutucu Vestel marka ve MD-GD23 model olup, % 20, 40, 60, 80 ve 100 güç kademelerine ve 10'ar saniye şeklinde artan süre değerlerine ayarlanabilmektedir. Mikrodalga kurutucu toplam 900 W çıkış gücüne sahip olup boyutları Yükseklik×Genişlik×Derinlik sırasıyla; 305 mm ×508 mm × 385 mm'dir.

2.2.3. Renk ölçümü

Taze ve kurumuş kuşburnu meyvelerinin renk ölçümleri L, a ve b olarak ve Hue değerleri olarak, Minolta marka CR300 model renk ölçer ile yapılmıştır.

Bu değerler; " L " meyvenin parlaklık değerini ifade etmekte olup 0-100 arasında bir değer almaktadır. " a " kırmızı-yeşil, " b " ise sarı-mavi renkleri ifade etmektedir. Bu değerler+ işaretli olursa "a" kırmızıyı "b" sarı renkte olduğunu- işaretli değerler alırsa "a" yeşil ve "b" mavi renkte olduğunu ifade etmektedir (McGuire, 1992). Ölçülen L, a ve b değerleri ürün hakkında tek başına bir anlam ifade etmezken bu değerler kullanılarak ticari renk değeri açısından önemli olan hesaplanarak belirlenen kroma, kırmızılık indeksi, hue açısı, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeksi değerleri belirlenmiştir. Bu değerler bazı renk ölçüm cihazlarında doğrudan da vermektedir ancak çalışmada kullanılan renk ölçüm cihazı bu özellikte değildir.

Hesaplanan bu değerler;

Kroma değeri: Meyve renginin tonunu ifade etmekte olup solgun renklerde kroma değeri düşük canlı renklerde ise yüksek değerler almaktadır. Ürünlerin kroma değerlerini belirlerken 1 nolu eşitliği kullanarak hesapladıklarını ifade etmişlerdir (Demirhan ve Özbek, 2011; Dirim ve Talih, 2018).

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Kırmızılaşıma indeksi: Renk ölçerle belirlenen "a" ve "b" değerinin oranlanmasıyla belirlenmektedir. Kuşburnu meyvesinin kurutma şartları altındaki kırmızılaşıma değerini ifade etmektedir (Babalık ve Pazır, 1997).

Hue değeri: Üründe ölçülen "a" ve "b" değerlerinin 360°'lik bir renk dairesinde konumlandırılarak her açıya karşılık gelen renklerin ne oldukları anlaşılmaktadır. Hue renk açısı değeri belirlenirken 2 nolu eşitlik kullanılmıştır.

$$\text{Hue}^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$$

Toplam renk değişim değeri: Taze ürünün renk değerlerine göre kurutma şartları altında göstermiş olduğu renk değişim değerini ifade etmektedir. Söğütü ve Sönmez (2006), toplam renk farklılık değerini belirlemek için 3 nolu eşitliği kullanmışlar.

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2}$$

Eşitliğe göre; L_t , a_t ve b_t değerleri sırasıyla taze kuşburnu meyvesinin parlaklık, kırmızı-yeşillik ve sarılık-mavilik renk değerlerini ifade ederken, L_k , a_k ve b_k değerleri ise sırasıyla kurutulmuş ürüne ait aynı renk değerlerini ifade etmektedir.

Kahverengileşme indeksi değeri: Ürünün kahverengileşme indeksi değerini ifade eden simge " BI " ve bu değer hesaplanmasında ise " x " katsayısı değeri kullanılmaktadır. Plou ve ark. (1999)'na göre "BI" ile "x" katsayısı değerlerinin belirlenmesi için 4 ve 5 nolu eşitlikleri kullanılmıştır.

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17}$$

$$x = \frac{a + (1,75.L)}{[(5,645.L) + (a - (3,012.b))]}$$

2.2.4. C vitamini tayini (% mg/100 ml)

Kurutulmuş kuşburnu meyvelerinin C vitamini değerleri belirlenerek taze kuşburnu meyvesine göre kıyaslanmıştır. C vitamini analizinde spektrometrik yöntem kullanılmıştır (Hişil, 2004).

2.2.5. İstatistik analiz

Çalışma kapsamında elde edilen renk ve vitamin C bulguları SPSS 17.0 programında işlenerek çoklu karşılaştırma testine (duncan) tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kuruma verileri

(1)

Kurutulmuş kuşburnu meyvesinin toplam su içeriği % 68.31 olarak belirlenmiştir. Bu değer hasat sonrasında bozulmadan uzun süre saklanabilmesi için yüksek olup % 10-13 gibi depolanabilir bir kritik toplam su seviyesine kadar kurutulması gerekmektedir. Ürüne uygulanan sıcak hava ve mikrodalga kurutma güç şartları altında ortalama kuruma süreleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Erentürk ve ark. (2010) etüv bir kurutucu ile bütün ve dilimlenerek kuşburnu meyvesini 50, 60, 70 ve 80 °C sıcaklıklarda kurutmuşlar. Çalışmada, bütün kuşburnu meyvelerinin kurutma sıcaklıklarına bağlı olarak

ortalama kuruma sürelerinin 30 ile 12 saat arasında değiştiğini ve dilimlenen meyvelerin kuruma sürelerinin ise 4 ile 5 saat arasında değiştiğini tespit etmiştir. Demarchi ve ark. (2018) vakum kurutucuda 40, 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkları kullanarak kuşburnu kabuğu kurutma çalışması yapmışlar. Belirlenen bulgulara göre, kurutma materyalinin kuruma süresi ortalama 4 ile 8 saat arasında değiştiğini belirtmişler. Ergüneş ve Taşova (2018) etüv kurutucuda dilimlenmiş kuşburnu meyvesini 50, 60 ve 70 °C sıcaklıklarında kurutarak ortalama kuruma süresi ve diğer kuruma özelliklerinin araştırmışlar. Çalışma kapsamında, ortalama kuruma sürelerinin çalışılan bu çeşitle aynı sürelerde kurdukları görülmektedir.

3. 2. Renk değerleri

Taze ve kurutulmuş kuşburnu meyvelerine ait ölçülen ve hesaplanan ortalama renk değerleri belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3).

Çizelge 2'ye göre taze kuşburnu meyvesinde ölçülen L, a ve b değerleri kuru ürünlerde ölçülen değerlere göre sadece L değerleri istatistiksel açıdan ($p<0.05$) bir farklılığın olmadığı görülürken, a ve b değerlerinde ise tazeye göre, istatistiksel açıdan ($p<0.05$) farklı olduğu belirlenmiştir. Kurutulmuş ürünlerin a değerleri arasında istatistiksel açıdan ($p<0.05$) bir farklılık oluşmazken, b değerlerinde ise farklılık ($p<0.05$) oluşmuştur. Kurutulmuş ürünler, tazeye göre kıyaslandığında b değerinin dikkate alınmasının daha uygun olacağı ön görülmüştür. Kurutulmuş ürünler b değeri açısından tazeye göre kıyaslandığında ise en uygun kurutma koşullarının 360 ve 720 W mikrodalga güç değerleri olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Farklı kurutma koşullarında kuşburnu meyvesinin son toplam su içeriği ve kuruma süreleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	Toplam Son Su İçeriği (%)	Kuruma Süreleri
Etüv	50 °C	% 9.62	16.5 saat
	60 °C	% 10.33	7.5 saat
	70 °C	% 9.67	7 saat
Mikrodalga	360 W	% 10.96	27 dakika
	540 W	% 11.13	14 dakika
	720 W	% 9.80	11 dakika
	900 W	% 10.02	9 dakika

Çizelge 2. Kuşburnu meyvesine ait ölçülen renk değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	L*	a*	b*
Taze	-	38.37 ^a ±0.88	24.28 ^a ±0.63	12.60 ^a ±0.15
Etüv	50 °C	37.74 ^a ±1.02	12.56 ^b ±0.42	7.08 ^d ±0.22
	60 °C	37.77 ^a ±0.54	15.76 ^b ±0.31	7.48 ^{cd} ±0.11
	70 °C	37.28 ^a ±0.77	15.13 ^b ±0.14	8.00 ^{bcd} ±0.38
Mikrodalga	360 W	40.58 ^a ±0.92	14.67 ^b ±0.34	9.79 ^b ±0.12
	540 W	37.04 ^a ±1.28	16.39 ^b ±0.51	9.02 ^{bc} ±0.09
	720 W	38.75 ^a ±0.49	16.43 ^b ±0.53	9.78 ^b ±0.19
	900 W	38.34 ^a ±0.86	13.77 ^b ±0.44	8.43 ^{bcd} ±0.21

Bulgular $p<0.05$ önem değerine göre analiz edilmiştir.

Tazeye göre, kuru ürünler için hesaplanan en uygun kroma değeri etüv kurutucuda; 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklığında belirlenirken, mikrodalga

kurutucuda ise 720 W güç değerinde belirlenmiştir. En az renk değişimi, etüv kurutucuda 60 °C kurutma havası sıcaklığında bulunurken, mikrodalga kurutucuda ise 540

W güç değerinde bulunmuştur. Çalışmada, uygulanan en düşük kurutma sıcaklığı ve güç değerlerinde ise kroma ve renk değişimleri diğer uygulanan sıcaklık ve güç değerlerine göre, daha fazla uzaklaştığı görülmüştür. Bunun sebebinin, düşük kurutma sıcaklıklarında kuruma süreleri daha uzun olması ve dolayısıyla da enerjiye daha uzun süre maruz kalması renk değerlerinin daha fazla etkilendiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Koyuncu ve ark. (2003)' na göre, etüv kurutucu ile 30, 40, 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında kuruttukları kuşburnu meyvesinin renk değerlerine kurutma sıcaklıklarının etki ettiği ve en yüksek kurutma sıcaklığı olan 70 °C'de tazeye göre, en uygun renk değerlerinin elde edildiğini ifade etmişler. Pirone ve ark. (2007), yaptıkları kuşburnu meyvesi kurutma çalışmasında, taze ürünün parlaklık ve sarı-mavilik değerlerinin sırasıyla; 34.06 ve 13.53 olarak ölçtüklerini ifade etmişler. Kasun (2017), Tunceli ilinde yetişen kuşburnu meyvelerinin bazı fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi konulu çalışmasında, meyvenin ortalama L, a ve b değerlerini sırasıyla; 28.97-30.37, 16.42-18.38 ve 11.90-12.83 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Kayran ve Doymaz Çizelge 3. Hesaplanan renk değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	Kroma (C)	b/a	Hue°	ΔE	BI
Taze	-	27.35±1.01	0.52±0.03	27.43±0.92	-	-
	50 °C	14.42±0.82	0.56±0.05	29.41±1.18	27.04±1.97	44.00±2.13
	60 °C	17.44±0.88	0.47±0.04	25.39±0.84	26.39±2.01	50.89±2.88
Etüv	70 °C	17.11±0.74	0.53±0.01	27.87±1.02	26.01±0.79	52.29±2.56
	360 W	17.64	0.67±0.07	33.72±1.33	28.41±0.88	52.89±2.01
Mikrodalga	540 W	18.71	0.55±0.05	28.83±1.21	25.68±0.79	58.53±2.00
	720 W	19.12	0.60±0.05	30.76±1.19	26.86±0.87	58.53±2.55
	900 W	16.15	0.61±0.05	31.47±1.32	26.98±1.03	49.90±1.77

Çizelge 4. Belirlenen ortalama C vitamini değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	C Vitamini (mg/100 ml)
Taze	-	972.20 ^a ±8.89
	50 °C	138.89 ^d ±2.25
Etüv	60 °C	83.98 ^e ±2.01
	70 °C	180.80 ^b ±2.54
Mikrodalga	360 W	103.36 ^c ±2.11
	540 W	83.98 ^e ±1.98
	720 W	93.02 ^f ±2.07
	900 W	144.12 ^c ±2.78

Bulgular $p < 0.05$ önem değerine göre analiz edilmiştir.

(2017)'a göre, farklı kurutma havası sıcaklıkları kullanılarak yaptıkları kayısı posası kurutma çalışmasında, L parlaklık değeri açısından kurutma sıcaklığının artmasıyla değerin gittikçe azaldığı ve toplam renk değişim değerinin ise arttığını ifade etmişler. Polatçı ve Taşova (2017)'ya göre, sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda farklı kurutma sıcaklıklarında yaptıkları alıç kurutma çalışmasında, kurutulmuş ürünlere ait a değerlerinin tazeye göre, çok fazla uzaklaştığını ifade etmişler.

3. 3. C vitamini değerleri (mg/100 ml)

Taze ve kurutulmuş meyvelerin C vitamini analiz değerleri ile kuruduktan sonra tazeye göre, kaybolan % C vitamini değerleri sırasıyla Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir. Çizelge 4'e göre; Uygulanan sıcak hava ve mikrodalga güç değerleri ürünün C vitamini değerlerinde tazeye göre, istatistiksel açıdan ($p < 0.05$) bir farklılık olduğu görülmüştür. Taze kuşburnu meyvesinin C vitamini değerine göre, istatistiksel açıdan ($p < 0.05$) en yakın 70 °C kurutma havası sıcaklığında belirlenmiştir.

Çizelge 5'e göre, taze kuşburnu meyvesinin C vitamini değerine göre, en fazla kayıp % 91.36 oranla etüv kurutucuda 60 °C kurutma sıcaklığında ve mikrodalgada 540 W güç değerinde tespit edilmiştir. En az % C vitamini kayıp oranı ise % 81.40 ile etüv kurutucuda 70 °C sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde bulunmuştur. Literatürde, Biçer ve Kar (2013)'ün siklon tip bir etüv kurutucu ile 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıkları ve 0.5, 1 ve 1.5 m/sn hava hızlarında kuruttukları kuşburnu meyvelerinin C vitamini değerleri açısından incelediklerinde, en yüksek değeri 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında belirlemişlerdir. Belirlenen % kayıp oranları ile bu çalışmada belirlenen oranların birbirleri arasında farklılığın olmasında çeşidin ve uygulanan kurutma havası hızlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Pirone ve ark. (2007)'na göre, 60, 70 ve 90 °C kurutma havası sıcaklıklarını kullanarak yaptıkları kuşburnu meyvesi kurutma çalışmasında en yüksek C vitamini değerlerinin 70 °C kurutma havası sıcaklığında diğerlerine göre biraz

daha yüksek olduğu ifade etmiştir. Demarchi ve ark. (2018), vakum bir kurutucu ile 40-70 °C aralıklarında değişen sıcaklıklarda kuşburnu meyvelerini kurutmuş ve sıcaklık değerlerinin C vitamini üzerinde etkili olduğu ve en yüksek kurutma havası sıcaklığında daha yüksek değerler aldığı ifade etmiştir. Literatürdeki benzer çalışmalarla yapılan bu çalışmadaki bulgular bazı noktalarda benzer olduğu görülürken, bazı noktalarda ise birbirlerinde farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu durum, özellikle kuşburnu meyvesinin farklı çeşitlerinin kurutulması ve farklı kurutma yöntemi ve şartlarında kurutma çalışmalarının geliştirilmesi önerilmektedir.

Çizelge 5. Tazeye göre % kaybolan C vitamini miktarları

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	Kaybolan % C Vitamini Oranı
Etüv	50 °C	85.77
	60 °C	91.36
	70 °C	81.40
Mikrodalga	360 W	89.37
	540 W	91.36
	720 W	90.43
	900 W	85.18

4. Sonuç

Kuşburnu meyvesi içerdiği hem temel besin değerleri hem de sahip olduğu diğer biyokimyasal özellikler açısından insan sağlığı açısından önemli bir tıbbi aromatik bir bitkidir. Çalışmada etüv ve mikrodalga kurutucular kullanılarak yedi farklı kurutma şartında kurutulan ‘Gerçekcioğlu’ çeşidi kuşburnu meyvesinin ortalama kuruma süresi belirlendikten sonra kurutma işlemleri açısından meyvenin renk ve C vitamini değerleri açısından en uygun yöntem belirlenmiştir. Belirlenen verilere göre;

1) Kurutma havası sıcaklık ve mikrodalga güç değerleri ürünün kurumasında ve kalite değerlerinin değişmesinde etkili olduğu görülmüştür.

2) Yapılan kurutma işlemleri içerisinde en uzun kuruma süresi 7.5 saat ile 50 °C kurutma havası sıcaklığında belirlenirken, en kısa kuruma süresi ise 9 dakika ile 900 W kurutma gücünde yapılan kurutma işlemlerinde belirlenmiştir.

3) Uygulanan tüm kurutma işlemleri içerisinde renk kriteri açısından en uygun kurutma şartlarının olarak 720 W veya 70 °C değerlerinin seçilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

4) C vitamini kriteri açısından tüm kurutma şartları içerisinde istatistiksel olarak 70 °C kurutma sıcaklığının daha uygun olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada belirlenen bulgulara göre ‘Gerçekcioğlu’ kuşburnu çeşidi meyvelerinin kuruma süresi, renk ve C vitamini değerleri açısından 70 °C kurutma havası sıcaklığında kurutulması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Aghbashlo, M., Kianmehr, M.H., Hassan-Beygi, S.R., 2010. Drying and dehydration characteristics of sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* 34(3): 351–365.
- Anonim, 2015. ‘Gerçekcioğlu’ Kuşburnu Çeşidi. (<http://www.tarim.gov.tr/bugem/ttsm/menu/30/kayit-listeleri>) (Meyve ve Asma Çeşit Listesi (Fruit/Vine)).
- Artık, N., Eksi, A., 1988. Studies on chemical composition of some wild fruits (*Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus aronia*, *Vaccinium myrtillus* and *Berberis vulgaris*). *Food Industry*, 9, 33–34.
- Babalık, Ö., Pazır, F., 1997. Domates Kurutulmasında Kükürt Dioksit Uygulaması. *Gıda*, 22(3): 193-199.
- Biçer, A., Kar, F., 2013. Experimental Investigation of Drying Behavior of Rosehip in a Cyclone-Type Dryer. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 7 (6).
- Chrubasik, C., Duke R.K., Chrubasik, S., 2006. The evidence for clinical efficacy of rosehip and seed: a systematic review, *PhytotherRes*.
- Demarchi, S.M., Irigoyen, R.M.T., Giner, S.A., 2018. Vacuum drying of rosehip leathers: Modelling of coupled moisture content and temperature curves as a function of time with simultaneous time-varying ascorbic acid retention. *Journal of Food Engineering*, 233, 9-16.
- Demir, F., Özcan, M., 2001. Chemical and technological properties of rosa (*Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey. *Research note. Journal of Food Engineering*, 47, 333–336.
- Demirhan, E., Özbek, B., 2011. Color change kinetics of celery leaves undergoing microwave drying. *Chemical Engineering Commun*, 198(10): 1189–1205.
- Dirim, S., Talih, M., 2018. Kurutma Yardımcı Maddelerinin Dondurarak Kurutulmuş Taflan Tozlarının Özellikleri Üzerine Etkisi, *Gıda The Journal Of Food*, 43 (3): 461-475 doi: 10.15237/gida.GD17109.
- Erentürk, S., Gülaboğlu, M.Ş., Gültekin, S., 2005. Experimental determination of effective moisture diffusivities of whole- and cut-rosehips in convective drying. *Food and Bioprocesses Processing*, 88, 99-104.
- Ergüneş, G., Taşova, M., 2018. Kabin kurutucuda kurutulan kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesinin kuruma performansı, efektif difüzyon ve aktivasyon enerjisi değerlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1), syf: 75-82.
- Figiel, A., 2010. Drying Kinetics and Quality of Beetroots Dehydrated by Combination of Convective and Vacuum-Microwave Methods. *Journal of Food Engineering*, 98: 461-470.
- Göztok, S.P., İçier, F., 2017. Karbon Fiber Destekli Kabin Kurutucuda Farklı Sıcaklıklarda Elma Dilimlerinin Kurutulmasının İncelenmesi: Kurutma

- Karakteristikleri ve Performans Değerlendirmesi. Akademik, Gıda, 15 (4).
- Hışıl, Y., 2004. Enstrümental gıda analizleri laboratuvar deneyleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın no:45, Bornova, İzmir.
- Karabacak Özkan, A., Özcan Sinir, G., Suna, S., 2015. Mikrodalga ve Mikrodalga Destekli Kurutmanın Çeşitli Meyve ve Sebzelerin Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi, U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2), 125-135.
- Kasun, Ş., 2017. Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (*Rosa canina*) Ve Alıç (*Crataegus Orientalis*) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi İle Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Munzur Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli.
- Kayran, S., Doymaz, İ., 2017. Determination of drying kinetics and physico chemical characterization of apricot pomace in hot-air dryer. J Therm Anal Calorim, 130:1163–1170, DOI 10.1007/s10973-017-6504-0.
- Koyuncu, T., Tosun, I., Üstün, N.S., 2003. Drying Kinetics and Color Retention of Dehydrated Rosehips. Drying Technology, 21 (7), 1369–1381.
- Leahu, A., Damian, C., Oroian, M., Ropciuc, S., Rotaru, R., 2014. Influence of Processing on Vitamin C Content of Rosehip Fruits. Animal Science and Biotechnologies, 47 (1).
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27, 1254 - 1255.
- Midilli, A., 2001. Determination of pistachio drying behaviour and conditions in solar drying system. International Journal of Energy Research 25(8): 715–725.
- Pirone, B.N., Ochoa, M.R., Kessler, A.G., Michelis, A.D., 2007. Chemical characterization and evolution of ascorbic acid concentration during dehydration of rosehip, American Journal of Food Technology, 2 (5), 377-387.
- Plou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, G.V., Welti-Chanes, J., Swanson, B.G., 1999. Polyphenol oxidase activity and color of blanched and highly drostatic pressure treated banana puree. Journal of Food Science, 64, 42-45.
- Söğütlü, C., Sönmez, A., 2006. Değişik Koruyucular İle İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda Uv Işıklarının Renk Değiştirici Etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 21(1): 151-159.
- Polatçı, H., Taşova, M., 2017. The Effect on Drying Characteristics and Colour Values of Hawthorn Fruit of Temperature Controlled Microwave Drying Method. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(10): 1130-1135.
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi ziraat fakültesi yayınları No: 536. Bornova, İzmir.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.541490

Karacadağ yöresinde biçerdöverle çeltik hasadında dane kayıplarının belirlenmesi

Reşat Esgici^{a*}, Mehmet Tunç Özcan^b

^aDicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Diyarbakır

^bÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar/Corresponding author: resgici@dicle.edu.tr

Geliş/Received 18.03.2019

Kabul/Accepted 29.07.2019

ÖZET

Diyarbakır ili, Karacadağ yöresi ülkemizin için önemli çeltik üretim bölgelerinden birisidir. Bölgede çeltik tarımında mekanizasyon uygulamaları oldukça yenidir. Bu yüzden biçerdöverle yapılan hasatta ürün kayıpları yüksektir. Çalışmanın temel amacı Karacadağ yöresinde biçerdöverle yapılan çeltik hasat-harmanında kullanılan tahıl biçerdöverinin neden olduğu dane kayıpları, nedenleri ve azaltma yollarını ortaya koymaktır. Denemeler bir üreticiye ait Karacadağ beyaz çeltik çeşidinin ekili olduğu tarlada üç farklı dönemde; üç farklı tane nem içeriğinde (% 22.10, 24.81 ve 28.81 ürün nem içeriğinde), üç farklı biçerdöver ilerleme hızında (1.6 km h⁻¹, 3.2 km h⁻¹ ve 4.8 km h⁻¹) ve dört farklı batör devrinde (600, 700, 800 ve 900 min⁻¹) yürütülmüştür. Denemelerde NEW HOLLAND TC 56 marka biçerdöver kullanılmıştır. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre seçilen bağımsız parametrelerin tane kayıplarına etkisinin önemli olduğu bulunmuştur (p<0.01). Denemeler sonucunda elde edilen verilere göre dane nem içeriği ve batör devrinin artması; toplam hasat kayıplarını azaltırken, buna karşın biçerdöver ilerleme hızının artışı ise toplam hasat kayıplarını artırmıştır. Toplam hasat kayıpları üzerine biçerdöver ilerleme hızının (besleme miktarının artışı) etkisi ise artırıcı yönde olmuştur. Batör devir sayısının artışına bağlı olarak kırık tane arttığından toplam hasat kayıplarında önemli oranda düşüş meydana gelmiştir. Toplam hasat kayıpları için tüm deneme kombinasyonları etkisi ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük hasat kaybı değeri %28.85 nem, 4.8 m s⁻¹ ilerleme hızında ve 900 min⁻¹ batör devrinde % 4.00 olarak, en yüksek değer ise %24.81 ürün nem içeriğinde 3.2 km h⁻¹ biçerdöver ilerleme hızında ve 600 min⁻¹ batör devrinde %16.97 olarak gerçekleşmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Çeltik
Hasat-harman
Biçerdöver
Karacadağ

Harvesting and threshing mechanization of rice in Karacadağ region

ABSTRACT

Karacadağ region of Diyarbakır province is one of the important paddy production regions of our country. Mechanization practices in paddy agriculture in the region are quite new. So, grain losses are high during harvesting with combine harvester. The main purpose of this study was to determine the grain losses, causes and ways of reducing the grain harvesters used in the paddy harvesting-threshing harvesting in Karacadağ region. The experiments were carried out in three different periods in the field where a Karacadağ white variety belonging to a producer was planted; three different grain moisture content (22.10%, 24.81 and 28.81 crop moisture content), three different combine forward speeds (1.6 km h⁻¹, 3.2 km h⁻¹ and 4.8 km h⁻¹) and four different drum speeds (600, 700), 800 and 900 min⁻¹. NEW HOLLAND TC 56 combine harvester was used in the trials. The analysis of variance the main effects of moisture content, forward speeds and drum speed significantly affected grain losses. Test results indicated that total grain losses decreases with increase moisture content and drum speed. Also, forward speed has been increased the total grain losses. When the effect of all testing combination was evaluated together, the lowest total grain losses was found at 28.85% moisture content, 4.8 km h⁻¹ forward speed and 900 min⁻¹ drum speed as 4.0% while the highest total grain losses was found at 24.81% moisture content, 3.2 km h⁻¹ forward speed and 600 min⁻¹ drum speed as 16.97%.

Keywords:
Rice
Harvesting-threshing
Combine harvester
Karacadağ

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

İnsanların kalori gereksinimlerinin en büyük bölümü pirinçten sağlanmaktadır. Dünyada 100'den fazla ülkede

pirinç üretimi için çeltik tarımı yapılmaktadır. Üretimin %91'i Asya ülkeleri olmak üzere 156 milyon ha'lık alanda toplam 650 milyon ton çeltik üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonyoums, 2008). Genellikle

Asya kıtasında yetiştirilen çeltik (*Oryza sativa* L.) dünyada olduğu gibi ülkemizde de insan beslenmesinin temel kaynağını oluşturması bakımından önemli bir tarımsal üründür. Türkiye’de çeltik ekim alanlarında yıldan yıla dalgalanmalar göstermesine rağmen TÜİK 2010 yılı verilerine göre 990 bin da’lık üretim alanından 860 bin ton ürün elde edilmiş ve ortalama verim 869 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Marmara ve Karadeniz bölgeleri başta olmak üzere mevcut illerimizin çoğunda çeltik tarımı yapılabilmektedir. Çeltik üreten iller arasında Edirne ilk sırayı alırken onu Samsun, Balıkesir, Çanakkale, Çorum, Şanlıurfa, Tekirdağ ve Diyarbakır illeri izlemektedir. Ülkemizin çoğu bölgesinde çeltik yetiştirilmesine rağmen Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çeltik yetiştiriciliğinin yapıldığı tek yer GAP Projesi kapsamında yer alan Karacadağ yöresidir (Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin üçgeni).

TÜİK 2010 verilerine göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çeltik ekim alanı yaklaşık 58 bin da (% 6.1), pirinç üretimi 30 bin ton (%3.6) verim ise 455 kg da⁻¹ civarındadır. Çeltik ekim alanlarının ve üretiminin de %95’i Karacadağ yöresinde gerçekleşmektedir (Anonymous, 2011). İller bazında ise Şanlıurfa ili 33 bin da’lık üretim alanıyla ilk sırada yer alırken, Diyarbakır ili 24 bin da’lık üretim alanıyla ikinci sırada, Mardin ili ise 1165 da’lık üretim alanıyla üçüncü sırada yer almaktadır.

Dolayısıyla, bölge büyük bir ürün yetiştirme ve üretim potansiyeli olmasına rağmen verim değeri, ülke ortalamasından yaklaşık iki kat daha azdır. Bölgede çeltik tarımında mekanizasyon uygulamaların yetersiz olup, üretimin önemli bir kısmı insan işgücüne dayalı olarak gerçekleşmektedir. Bu nedenle, ürün verimi Türkiye ortalamasının çok altında kalmaktadır. Ürün verimi ve kayıpları üretim alanına bağlı olarak da değişmektedir. Karacadağ yöresinde çeltik tarımı ağırlıklı olarak taşlık alanlarda yapılmaktadır. Bu nedenle hasat kayıpları fazladır. Bu yüzden, verimliliğin artırılması, kayıpların azaltılması ve kalitenin korunması kırsal alanlarda mekanizasyon araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması ve geliştirilmesiyle olanaklı hale gelebilecektir. Ayrıca, çeltik tarımında uygun hasat-harman yönteminin seçilmesi ve zaman kaybının azaltılması kalitenin korunması açısından da önemlidir (Sessiz ve Pınar, 1999).

Son yıllarda lezzet ve doğal yetiştirme özelliğinden dolayı Karacadağ pirincine olan talep arttığında artık Karacadağ yöresinde çeltik üretimi sadece taşlık ve verimsiz alanlarda değil düz ve verimli alanlarda da yapılmaktadır. Düz alanlarda çeltik hasadı doğrudan biçerdöverle yapılırken, makinenin giremediği meyilli ve taşlık alanlarda hasat- tamamen insan tarafından orakla yapılmakta ve harmanlamam işlemi ise durağan olarak çalışan biçerdöverlerle yapılmaktadır. Her iki durumda da ürün kayıplarının yüksek olduğu çeltik üretimi yapan çiftçiler tarafından ifade edilmiştir. Biçerdöverle hasatta biçerdöverin çalışma parametrelerinin ürünün özelliklerine uygun olarak ayarlanması ürün kayıplarının, zamanın ve emeğin

azaltılması bakımından oldukça önemlidir. Ülkemi genelinde olduğu gibi Bölgemizde de, sezon itibarıyla sonbaharın yağışlarına denk gelmesi ve ürünün sulu ortamda yetiştirilme özelliğinden dolayı çeltik tarımında görülen en büyük sorun hasat ve harmanlamadır. Özellikle, biçerdöverlerin hasat ve harmanlama üniteleri çeltik bitkisinin özelliklerine uygun değişiklikler yapılmadığından, yüksek oranda tane kayıplarının oluşumuna neden olmaktadır (Siebenmorgen ve ark., 1994; Sessiz ve ark., 1994; Sessiz ve Pınar, 1999; Sessiz ve ark., 2011).

Diğer tarımsal ürünlerin biçerdöverle doğrudan hasadı için, uygun çalışma parametrelerinin ve makine performansının belirlenmesi amacıyla çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, biçerdöver kullanılarak çeltik bitkisiyle yürütülen çalışma sayısı çok azdır. Bölgemizde ise doğrudan biçerdöverle çeltik hasadına yönelik yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Bu durum çeltik mekanizasyonunda eksik olan doğrudan biçerdöverle hasat kısmının çalışılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Biçerdöverle hasatta tane kayıplarını en aza indirmek için ilerleme hızı, batör-kontrbatör açıklığı, biçim yüksekliği ve dolap ayarı büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, mevcut tahıl biçerdöverini çeltik hasadında kullanılarak, farklı tane nem içeriklerinde, biçerdöverin farklı ilerleme hızlarında ve farklı batör devirlerinde biçerdöverin tarla koşullarında neden olduğu ürün kayıplarını ve biçerdöverle çeltik hasadında ürün kayıplarını azaltacak uygun çalışma parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitkisel materyal ve ölçüm cihazlarının özellikleri

Hasat denemeleri Diyarbakır ili Çınar ilçesine bağlı ve Karacadağ bölgesinde bulunan Höyükdibi (Melkiş) köyünde bir çeltik üreticisine ait ve yörede yaygın olarak üretimi yapılan yerel Karacadağ beyaz çeltik çeşidinin ekildiği alanlarda yürütülmüştür. Biçerdöverle hasada başlanmadan önce tarlanın farklı noktalarından 1 m²’deki tane miktarı, bitki boyu, sap/dane oranı, baştaki salkım sayısı, salkımdaki tane sayısı, 1000 dane ağırlığı, bitki sap ve dane nem içerikleri gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Ölçülen her bir fiziksel özellik için tarlanın farklı noktalarından alınan 25 bitki ile yapılmıştır. Buna ilişkin elde edilen ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Bu özelliklerin belirlenmesinde şerit metre, kumpas, elektronik terazi kullanılmıştır. Denemeler süresi boyunca bütün hassas tartım işleri Şekil 2’de görülen 0,1 hassasiyetli VİBRA marka elektronik tartı ile yapılmıştır. Sap, salkım ve dane nem içeriklerinin belirlenmesinde Şekil 2’deki NUVE marka kurutma dolabı (Etüv) kullanılmıştır. Bitkiye ait fiziksel özelliklerin belirlenmesinde şerit metre ve kumpas kullanılmıştır.

Hasada başlanmadan önce her ürünün tane ve sap

nem içeriğinin belirlenmesinde kurutma dolabından yararlanılmıştır. Hasat sırasında alınan dane ve sap örnekleri kap içerisine konularak laboratuvara getirilmiş ve hassas terazi ile tartılarak 105 °C'de 24 saat kurutma dolabında bekletilmiştir. 24 saatlik kurutma sonunda fırından alınan örnekler tekrar tartılarak ağırlığı belirlenmiştir (Sessiz ve Ülger, 1998; ASABE, 2008). Hasat sırasındaki dane nem içerikleri sırasıyla %28.85, %24.81 ve %22.10 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Çeltik bitkisine ait bazı özellikler

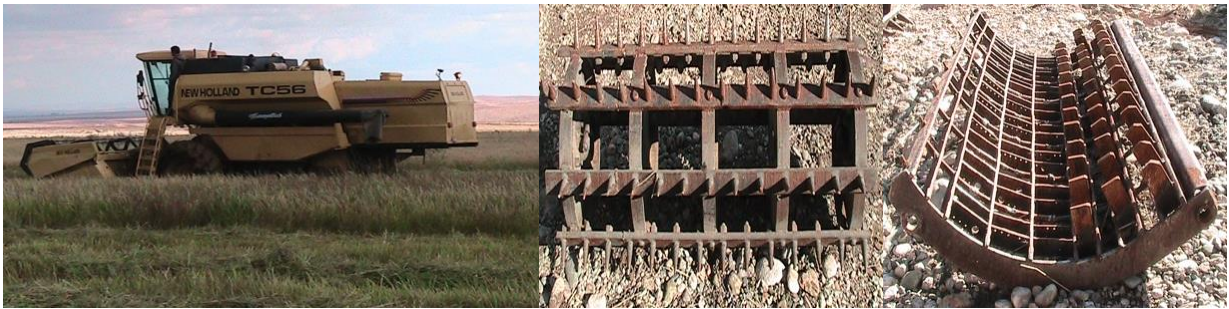
Özellikler	Ortalama değerler
Ortalama verim (kg da ⁻¹)	423
Bitki boyu (cm)	86.2
Sap tane oranı	2.27
Salkım boyu (cm)	16.4
Salkımda tane sayısı (adet)	79.1
Salkımda salkımcık sayısı (adet)	9.33
Salkım çapı (mm)	8.2
1000 Tane ağırlığı (g)	32.27
Tane nem içeriği (%)	
Wt ₁	28.85
Wt ₂	24.81
Wt ₃	22.10
Sap Nem İçeriği (%)	
Ws ₁	71.93
Ws ₂	64.66
Ws ₃	60.12
Salkım Nem İçeriği (%)	
Wsk ₁	30.55
Wsk ₂	20.71
Wsk ₃	18.23

2.2. Denemelerde kullanılan biçerdöver

Hasat denemelerinde Şekil 1'de verilen ve doğrudan hasat işleminde kullanılan NEW HOLLAND TC 56 marka biçerdöver kullanılmıştır. Hasat döneminde bitki sap neminin yüksek olması nedeniyle oluşabilecek tıkanmaları önlemek amacıyla hasada başlanmadan önce biçerdöver üzerinde mevcut bulunan pervazlı tip harmanlama ünitesi parmaklı tip ile değiştirilmiştir (Şekil 1).

2.3. Biçerdöver ile yapılan tarla test çalışmaları ve çalışma parametreleri

Çalışma üç farklı biçerdöver ilerleme hızlarında (1.6, 3.2 ve 4.8 km h⁻¹) yürütülmüştür. Ürün yatık olmadığından tüm ilerleme hız değerlerinde dolap devir hızı makina ilerleme hızından %25 fazla tutulmuştur (Staton ve Harrigan, 2008; Güzel ve ark., 2010). Makinenin ilerleme hızı sürücü tarafından otomatik olarak ayarlanmış ve denemeler sırasında 50 m'lik mesafelerde bu değer doğruluğu devir takometresiyle test edilmiştir. Bu hızlara bağlı olarak hasat kayıpları belirlenmiştir. Besleme miktarları değerleri makine ilerleme hızına bağlı olarak harmanlama ünitesine gönderilen saplı materyale göre yapılmıştır. Hasat işlemi tarla yüzeyinden 25 cm yükseklikte gerçekleşmiştir. Batör-kontrbatör açıklığı giriş ve çıkışta 2.2-4 cm arasında olacak şekilde sabit tutulmuştur (Quick, 1992; Andrews ve ark., 1993). Bu parametrelere bağlı olarak toplam kayıplar belirlenmiştir.



Şekil 1. Denemelerde Kullanılan New Holland TC 56 Biçerdöveri ve Denemelerde Kullanılan Parmaklı Tip Batör ve Kontrbatör



Şekil 2. Denemelerde Kullanılan Terazi, Kurutma Dolabı ve Devir Takometresi

2.4. Biçerdöver hasat kayıplarının belirlenmesi

Hasat kayıpları; hasat öncesi makinadan kaynaklanmayan ve hasat sırasında makinadan kaynaklanan kayıpların toplamından oluşmaktadır. Bu yüzden hasat kayıpları için hasat öncesi ve biçerdöverin hasat sırasında neden olduğu kayıplarının toplamı olan toplam tane kayıpları dikkate alınmıştır (Ülger, 1982, Dilmaç, 1982, Philbrook ve Oplinger, 1989; Roy ve ark., 2003; Sessiz ve ark., 2006; Staton ve Harrigan, 2008; Baran, 2010; Güzel ve ark., 2010). Çalışmanın yürütüldüğü deneme tarlasında biçerdöverle hasatta başlanmadan önce, tarlanın toplam tane verimi için tarlanın 10 değişik noktasında 1 m²'lik çerçeve kullanılarak m²'deki tane miktarı belirlenmiştir. Elde edilen değerler ortalama tane verimine dönüştürülmüştür (Ülger, 1982; Baran, 2010).

2.5. Hasat öncesi kayıplar

Biçerdöver ile hasat denemelerine başlanmadan önce hasat edilmeyen alandan (1 m x 1 m) 1m² 'lik çerçeve kullanılarak tarlanın 10 farklı yerinden ölçümler alınmış ve çerçeve içinde kalan danelerin yanı sıra, yere düşmüş salkımların içindeki daneler de elle harmanlanarak tartılmıştır. Tüm danelerin ortalamaları alınarak 1m²'deki hasat öncesi kayıplar tespit edilmiştir.

2.6. Biçerdöver hasat kayıpları

Toplam ürün kaybından hasat öncesi kayıpların çıkartılmasıyla elde edilen değer biçerdöver hasat kayıpları olarak dikkate alınmıştır. Makine kayıpları; başlık (tabla) ve harmanlama-ayırma kayıplarından oluşmaktadır. Biçerdöverlerde başlık kayıplarına makina çalışma parametreleri, çeşit, nem içeriği, dolap

indeksi, biçme ünitesinin hızı, dolap devir hızı ile makina ilerleme hızı arasındaki ilişki sap uzunluğu, parmak açıklığı gibi faktörler etkilidir (Siebenmorgen ve ark., 1994; Chinswan ve ark., 1999; Junsiri ve Chinsuwan .,2009;; Sarkari, 2010; Güzel ve ark., 2010).

Başlık kayıpları dolabın çarpması sırasında dökülen, tablaya girmeden yere dökülen, parçalanmış ve hasat edilmeyen ayaktaki bitkilerde kalan tanelerden oluşmaktadır. Hasat işlemi sırasında kayıpları belirlemek için, biçerdöver deneme düzenine uygun olarak ilerleme hızı, dolap ve batör devir sayıları ayarladıktan sonra hasada başlanmıştır. Hasat kayıplarının belirlenmesinde 1m²'lik standart çerçeve kullanılmıştır (Şekil 3). Biçerdöver tarlada çeltik hasadına başladıktan sonra her bir hız denemesi için 50 m kadar biçme işlemi gerçekleştirilmiş (Roy ve ark., 2003) ve sonra ölçüm alınacak mesafe kadar biçerdöver geri çekilip, motor durdurulmuştur (Hofman ve ark., 1978; Jung, 1981; Güzel ve ark., 1991; Lesoing, 2001; Roy ve ark., 2003; Sumner, 2004; Sessiz ve ark., 2006). Geri çekilme işleminden sonra tabla kayıplarını ölçmek için hasat tablasının önündeki hasat edilmiş alana 6 m²'lik branda serilmiştir (Şekil 4). Hasat işlemi bitirildikten sonra brandanın altında kalan hasat edilmiş alanın üç farklı yerine 1 m² 'lik çerçeve rastgele atılarak çerçeve içerisinde kalan taneler, yarım salkım ve tüm salkımlar toplanarak bir poşette konulmuş ve aynı gün laboratuvara getirilerek hassas terazi tartılmıştır. Aynı işlem üç kez tekrar edilmiştir.

Toplam hasat kayıpları için; makinanın arka kısmından hasat edilmiş yere 1 m²'lik dikdörtgen çerçeve yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Çerçeve içerisinde kalan yerdeki danelerin yanı sıra, hasat edilemeyen salkımlardaki daneler de tartılmıştır (Şekil 3). Tartım sonucunda elde edilen taneler m²'deki taneye dönüştürülmüştür.



Şekil 3. Toplam Ürün Kaybını Belirlemek İçin Yapılan Sayım İşlemi



Şekil 4. Toplam Hasat Kayıplarının Ölçüldüğü Biçerdöverin Arka Kısmı

2.7. Harmanlama ve ayırma kayıpları

Harmanlama ile ilgili daha önceleri yapılmış olan çalışmaların önerileri doğrultusunda 4 farklı batör devri (yaklaşık 600, 700, 800 ve 900 min⁻¹) seçilmiştir (Andrews ve ark., 1993; Sessiz ve Ülger, 1998; Chinsuwan ve ark., 2003). Bu devir sayıları operatör tarafından otomatik olarak ayarlanmış ve tarafımızdan dijital devir ölçer kullanılarak kontrol edilmiştir. Devir sayılarını çevre hızına dönüştürülmesinde aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (Ülger, 1982; Sarwar ve Khan, 1987; Sessiz ve ark., 1994).

$$V_{\text{Ç}} = \frac{\pi D n}{60}$$

Eşitlikte;

V_Ç: Batör çevre hızı (m s⁻¹)

D: Batör çapı (m)

n: Batör devir sayısı (d/d)

Bu devir sayılarına bağlı olarak harmanlama ünitesinin neden olduğu kırık dane ve harmanlanamayan salkım şeklindeki harmanlama kayıpları sarsak çıkışından alınan örneklerden sayım yapılarak belirlenmiştir. Harmanlama-ayırma kayıplarının belirlenmesinde 1m x 1m çerçeve kullanılmıştır (Lesoing, 2001; Sessiz ve ark., 2006). Ayrıca harmanlama ünitesinin neden olduğu kırık tane ve kavuzu soyulmuş tane oranını belirlemek için belirtilen ilerleme hızı ve batör devir hızında biçerdöver deposundan alınan örneklerden oluşan kırık veya kavuzu soyulmuş tane toplam örnek miktarına bölünerek harmanlama kayıpları bulunmuştur (Chuan-Udom ve Chinsuwan, 2007; Hiregoudar ve ark., 2011).

2.8. İstatistiksel analiz

Denemeler farklı hasat zamanlarında deneme desenine uygun olarak tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemelerden elde edilen veriler SPSS 17.0 ve JMP paket programı kullanılarak varyans analizlerine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toplam biçerdöver hasat kayıpları; hasat öncesi kayıpları ile makine kayıplarının toplamından oluşan kayıplardır. Makine kayıpları olarak başlık kayıplar, harmanlama-ayırma kayıplarının toplamı olarak dikkate alınmıştır. Toplam hasat kayıplarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de Tukey testi ortalama sonuçları Çizelge 3’te ve sonuçların değişim grafiği Şekil 5’de verilmiştir. Varyans analizi çizelgesinden görüleceği gibi bütün bağımsız parametrelerinin ve interaksiyonlarının toplam hasat kayıplarına etkisi

istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

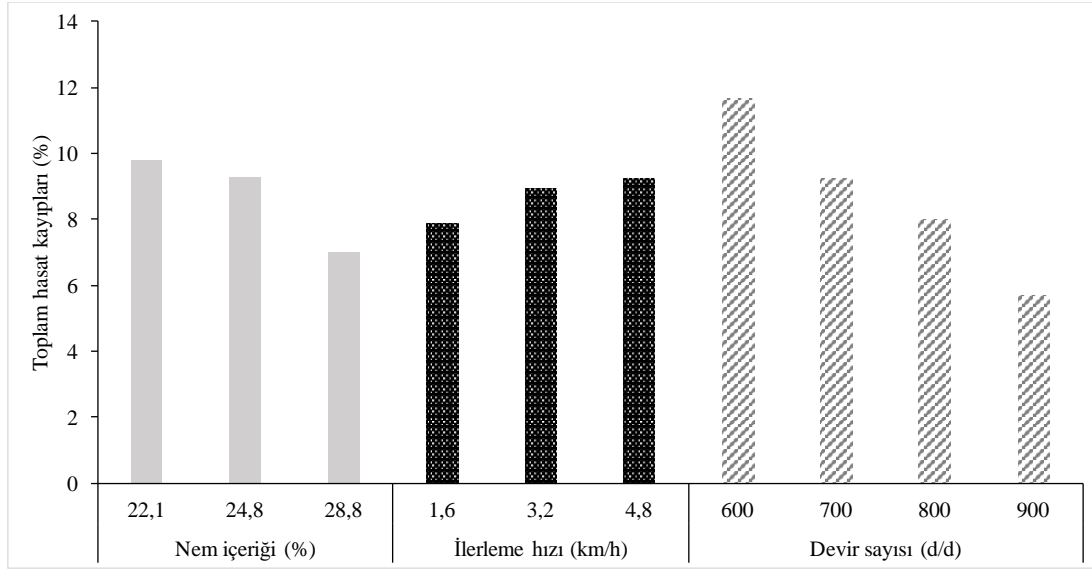
Çizelge 2. Toplam Hasat Kayıplarına İlişkin Varyans Analizi

V.K	S.D	K.T	F
Nem	2	156.88	89.16**
Hız	2	38.94	22.13**
Devir	3	510.70	193.51**
Nem x Hız	4	259.23	73.67**
Nem x Devir	6	15.36	2.91**
Hız x Devir	6	76.97	14.58**
Nem x Hız x Devir	12	105.66	10.00**

Çizelge 3. Toplam Hasat Kayıplarına İlişkin Tukey Testi Sonuçları*

Bağımsız parametre	Toplam Makine Kayıpları, %
Nem içeriği (%)	
22.10	9.76 a
24.81	9.29 a
28.85	7,00 b
LSD _{0.05}	0.549
Biçerdöver ilerleme Hızı (km h ⁻¹)	
1.6	7.85 b
3.2	8.97 a
4.8	9.24 a
LSD _{0.05}	0.529
Batör devri (min ⁻¹)	
600	11.658 a
700	9.245 b
800	7.994 c
900	5.676 d
LSD _{0.05}	0.674

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur. Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark vardır.



Şekil 5. Nem İçeriği, İlerleme Hızı Ve Batör Devir Sayısına Bağlı Olarak Toplam Hasat Kayıplarının Değişimi

Çizelge 3 ve Şekil 5 birlikte incelendiğinde ürün nem içeriği ve batör devir hızının artması toplam hasat kayıplarını azaltırken, biçerdöver ilerleme hızının artışı hasat kayıplarını artırmıştır. %24.81 ve %22.10 ürün nem içeriklerinde elde edilen değerler arasında hem istatistiksel hem de rakamsal olarak önemli bir değişim olmamıştır. Yalnızca % 28.85 ürün neminde elde edilen değer diğer nemlerden istatistiksel olarak farklı ve daha düşük bulunmuştur. Andrews ve ark. (1993) göre çeltik hasadı için en uygun hasat nemi %19'dur. %23 nemden sonra harmanlamanın kötüleştiğini bildirmiştir. Ancak, kayıpları azalmak için %17-21 hasat neminin dikkate alınabilecek değerler olduğunu ifade etmişlerdir.

Buna karşın toplam hasat kayıpları üzerine biçerdöver ilerleme hızının etkisi ise artırıcı yönde olmuştur. İlerleme hızının 1.6 km h^{-1} 'den 3.2 km h^{-1} 'e yükseltilmesi durumunda istatistiksel olarak artış önemli bulunurken, 3.2 km h^{-1} 'den 4.8 km h^{-1} 'e yükseltilmesi durumunda ise rakamsal olarak artış olmasına rağmen, istatistiksel olarak bir fark oluşmamıştır (Çizelge 3). Sarkari (2010), ilerleme hızı ve besleme miktarının artışı dane kayıplarını artırmakta olduğunu bildirmiştir. Çalışmada elde edilen değerler ile Sarkari (2010), çeltikle farklı ilerleme hızı ve batör devir sayılarında yürütmüş olduğu çalışmasında elde ettikleri değerlerle oldukça benzerlikler göstermiştir.

Harmanlama işlemi dane kayıp ve kalitesi üzerine etkili önemli işlemlerden birisidir. Çeltik diğer taneli ürünlere göre salkımdan daha zor ayrılmaktadır. Bu nedenle yüksek bir çarpma etkisi gerekmektedir. Bunu sağlamak için parmaklı tip batör ve 700-1050 min^{-1} 'lık batör devri önerilmektedir (Andrews ve ark., 1993; Behera ve ark., 1990; Roy ve ark., 2003). Şekil 5 ve

Çizelge 3 ' de görüldüğü gibi hasat kayıpları batör devir sayısından önemli oranda etkilenmiştir. Devir sayısının artışına bağlı olarak toplam kayıplarda önemli oranda düşüş meydana gelmiştir. Bütün devirler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur. 600 min^{-1} 'da toplam hasat kayıpları %11.67 iken, bu oran 900 min^{-1} 'a yaklaşık 2 kat azalarak %5.67'ye düşmüştür. Benzer değerler Sarkari (2010), Behera ve ark. (1990) tarafından elde edilmiştir. Sarkari (2010), çeltik için en uygun batör devir sayısının 850 d/d olduğunu belirlemiştir. Bunun altındaki değerlerde dane kayıplarının arttığını ifade etmiştir. Bu değerler araştırmacının sonuçlarıyla uyumludur. Ayrıca, Anonymous (2008), çeltik hasadı için uygun çalışma neminin %17-21 arasında olması kırık dane kayıplarının azaltılması bakımından yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Toplam makine kayıpları için tüm deneme kombinasyonları ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük değerler %28.85 nem, 4.8 km h^{-1} ilerleme hızında ve 900 min^{-1} 'lık batör devir hızında % 3.41, en yüksek değer ise %24.81 ürün nem içeriğinde 4.8 km h^{-1} biçerdöver ilerleme hızında ve 600 min^{-1} 'lık batör devrinde %15.85 olarak gerçekleşmiştir. Hasat öncesi kayıplarının ilave edilmesiyle oluşan toplam hasat kayıpları için tüm deneme kombinasyonlarının etkisi ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük hasat kaybı değeri % 28.85 nem, 4.8 km h^{-1} ilerleme hızında ve 900 min^{-1} 'lık batör devir hızında % 4.00 olarak, en yüksek değer ise % 24.81 ürün nem içeriğinde 3.2 km h^{-1} biçerdöver ilerleme hızında ve 600 min^{-1} 'lık batör devrinde %16.97 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın %22.10 nem'de hemen hemen aynı değerler elde edilmiştir.

Roy ve ark. (2003), Malezya'da doğrudan biçerdöverle yapmış olduğu çeltik hasadında toplam hasat kayıplarını %5.6 olarak elde etmişlerdir. Benzer sonuçlar Hiregoudar ve ark. (2011) çeltik ile yürütmüş oldukları çalışmalarında makine ilerleme hızı ve devir sayısının artışına bağlı olarak biçme, harmanlama, ayırma ve temizleme kayıplarının arttığı, en yüksek kayıpların hasat ve harmanlama ünitesinde oluştuğunu bildirmişlerdir. Domeika ve ark. (2008), çalışmalarında kanola da hasat kayıpları kesme, ayırma, temizleme ve harmanlama boyunca oluşan dane kaybı %5-10'a ulaştığını; bu kayıpların % 80-90'nının biçme ve ayırma düzeninde tekabül ettiğini belirlemişlerdir. Andrews ve ark. (1993) iki farklı çeltik çeşidi ve hasat döneminde aksiyal akışlı bir biçerdöverle yürütmüş oldukları çalışmada makine ilerleme hızının (besleme miktarı) ve rotor devir hızının hasat kayıpları üzerine önemli oranda etkili olduğunu ve bu etkinin çeşit ve zamana göre değiştiğini ifade etmişlerdir. Ancak, ilerleme hızının etkisi batör devir sayına göre daha fazla olduğunu, ayrıca, çeltik hasat kayıpları açısından için en uygun batör devir hızının 850 d/d olduğu belirlemişlerdir. Anonymous (2008), Arkansas çeltik üretim istasyonunda farklı çeşitle yürütmüş oldukları çalışmada çeltik için uygun batör devrinin 850-1000 d/d arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu değer çalışmamızda seçtiğimiz 800-900 min⁻¹'daki değerlerle oldukça benzerlikler göstermiştir. Yine, Arkansas çeltik üretim istasyonunda çeltikle yürütülen bir çalışmada biçerdöver ilerleme hızı arttıkça ürün hasat kaybının arttığını tespit etmişlerdir. Bu artışın, yüksek ilerleme hızdan dolayı besleme miktarının artışı ve dolayısıyla sarsaklarda meydana gelen aşırı yüklenmeden dolayı oluşan harmanlama ve ayırma kayıplarının neden olduğu ürün kayıpları olduğunu bildirmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

Ürün nem içeriğinin azalışı makine kayıplarını artırmıştır. Bu artış istatistiksel olarak %28.85 nem içeriği ile diğer nemler arasında meydana gelmiştir. %24.81 ile %22.10 nemler arasında herhangi bir fark oluşmamıştır. Buna karşın biçerdöver ilerleme hızının artışı makine kayıplarını artırmıştır. 1.6 km h⁻¹ ilerleme hızında makine kayıpları %6.74 iken bu değer 4.8 km h⁻¹ ilerleme hızında %7.86 olmuştur. Buna karşın, batör devir sayısının artışına bağlı olarak harmanlanmayan salkım şeklindeki dane miktarı azaldığından, makine kayıplarında da önemli oranda azalma meydana gelmiştir. Örneğin bu azalma 600 min⁻¹'lık devirde makine kayıpları %10.55 iken bu değer kademeli olarak azalmış ve 900 min⁻¹'da bu değer 2.3 kat azalarak %4.57'e düşmüştür.

Ürün nem içeriği ve batör devir hızının artması toplam hasat kayıplarını azaltırken, ilerleme hızının

artışı ise toplam hasat kayıplarını artırmıştır. %24.81 ve %22.10 ürün nem içeriklerinde elde edilen değerler arasında hem istatistiksel hem de rakamsal olarak pek bir değişim olmamıştır. Yalnız %28.85 ürün neminde elde edilen değer diğer nemlerden istatistiksel olarak farklı ve daha düşük bulunmuştur. Bu durum biçerdöverle çeltik hasadı için uygun çalışma neminin % 22-24 arasında olması dane kayıplarının azaltılması bakımından yararlı olabileceği ifade edilebilir. Buna karşın toplam hasat kayıpları üzerine biçerdöver ilerleme hızının etkisi diğer bir deyişle besleme miktarının etkisi ise artırıcı yönde olmuştur. İlerleme hızının 1.6 km h⁻¹'den 3.2 km h⁻¹'e yükseltilmesi durumunda istatistiksel olarak artış önemli bulunurken, 3.2 km h⁻¹'den 4.8 km h⁻¹'e yükseltilmesi durumunda ise rakamsal olarak artış olmasına rağmen, istatistiksel olarak bir fark oluşmamıştır. Hasat kayıpları batör devir sayısından oldukça önemli oranda etkilenmiştir. Devir sayısının artışına bağlı olarak toplam hasat kayıplarında önemli oranda düşüş meydana gelmiştir. Bütün devirler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur. 600 min⁻¹'da toplam hasat kayıpları %11.67 iken bu oran 900 min⁻¹'a yaklaşık 2 kat azalarak %5.67'ye düşmüştür.

Makine ilerleme hızının etkisi artırıcı yönde olurken, batör devrinin etkisi azaltıcı yönde olmuştur. Makine ilerleme hızının artışı ayırma kayıplarını artırırken, batör devir sayısının artışı ayırma kayıplarını azaltmıştır. Bu artış doğrusal olmuştur.

Ayırma kayıpları için tüm deneme kombinasyonları ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük değer %22.10 nem, 3.2 km h⁻¹ ilerleme hızında ve 900 min⁻¹'lık batör devir hızında % 0.80 olarak, en yüksek değer ise %24.81 ürün nem içeriğinde 4.8 km h⁻¹ biçerdöver ilerleme hızında ve 600 min⁻¹'lık batör devrinde %15.28 olarak gerçekleşmiştir.

Toplam hasat kayıpları için tüm deneme kombinasyonları etkisi ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük hasat kaybı değeri % 28.85 nem, 4.8 km h⁻¹ ilerleme hızında ve 900 min⁻¹'lık batör devir hızında % 4.00 olarak, en yüksek değer ise % 24.81 ürün nem içeriğinde 3.2 km h⁻¹ biçerdöver ilerleme hızında ve 600 min⁻¹'lık batör devrinde %16.97 olarak gerçekleşmiştir.

Kaynaklar

- Andrews, S.B., Siebenmorgen, T.J., Vories, E.D., Loewer, D.H., Mauromoustakos, A., 1993. Effects of Combine Operating Parameters on Harvest Loss and Quality in Rice. ASAE. Vol.36(6):1599-1607.
- Anonymous, 2008. www.knowledgebank.irri.org
- Anonymous, 2011. TÜİK, <http://www.tuik.gov.tr>
- ASABE, 2008. ASAE Standart S352.2, Moisture Measurement- Forages. Agricultural Engineering Yearbook. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph. MI, 49085. P.471
- Baran, M.F., 2010. Kanolanın Hasat Mekanizasyonu ve Hasat Kayıplarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi. Tekirdağ.

- Behera, B.K, Dash S.K., Das D.K., 1990. Development and Testing of a Power-Operated Wheat Thresher. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa And Latin America*. 21(4):15-21.
- Chinsuwan, W., Chuan-Udom, S., Udompetaikul, V., Phayom, W., Panya, N., 1999. A Study on Harvest Losses of Hommali Rice Due to Manual Harvesting System and The Use of Combine Harvester. *KKU Research Journal*. 4(2): 4-12. (In Thai)
- Chinsuwan, W., Pongjan, N., Chuan-Udom, S., Payom, W., 2003. Effects of Feed Rate and Threshing Speed on Performance of Axial Flow Thresher. *ASAE Journal*. 10(1): 9-14.
- Chuan-Udom, S., Chinsuwan, W., 2007. Operating Parameters Affecting Threshing System Losses of An Axial Flow Rice Combine Harvester. *Kku Research Journal*. 12(4): 442-450. (In Thai)
- Domeika, R., Jasinskas, A., Steponacičius, D., Vaiciukevičius, E., Butkus, V., 2008. The Estimation Methods of Oilseed Rape Harvesting Losses, *Agronomy Research* 6 (Special Issue), 191-198, 2008
- Dilmaç, M., 1982. Biçerdöverlerde Tane Kayıplarının Nedenleri Ve Önlenmesi, Hasat Öncesi Ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri 13-17 Aralık, Ankara.
- Güzel, E., Bayhan, Y., Ülger, A.C., 1991. Çukurova Bölgesinde Çeltik Hasat Mekanizasyonu Üzerine Etkili Bazı Parametrelerin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon* 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S.365-377. Konya
- Güzel, E., Özcan, M.T., Uğurluay, S., İnce, A., Sessiz, A., Kayışoğlu, B., 2010. Hasat-Harman Makinaları Ve İlkeleri. Adana Nobel Kitapevi. Adana.
- Hiregoudar, S., Udhaykumar, R., Ramappa, K.T., Shreshtha, B., Meda, V., Anantachar, M., 2011. Artificial Neural Network for Assessment of Grain Losses for Paddy Combine Harvester a Novel Approach College of Agricultural Engineering, Uas, Raichur, Karnataka, India, CCIS 140, Pp. 221-231.
- Hofman, V., Wiersma, J., Allrich, T., 1978. Grain Harvest Losses. University of Minnesota, North Dakota State. Available at: <http://www.smallgrains.org/techfile/sept78.htm>. Accessed 8 August 2005.
- Jung, R., 1981. Measuring Soybean Harvesting Losses. Factsheet. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
- Junsiri, C., Chinsuwan, W., 2009. Operating Parameters Affecting Header Losses of Combine Harvesters for Chainat 1 Rice Variety. *Kku Research Journal*. 14(3): 314-321.
- Lesoing, G., 2001. Reduce Grain Harvest Losses. University of Missouri. <http://extension.missouri.edu>
- Philbrook, B.D., Oplinger, E.S., 1989. Soybean Field Losses as Influenced by Harvest Delays Reprinted from *Agronomy Journal* Vol. 81, No. 2
- Quick, G.R., 1992. IRRI. Engineering Contributions to Rice Dependent Agriculture. Agriculture Engineering Conference 1990. Proceedings Of A Conference Held in Toowoomba, Australia, 11-14 November .
- Roy, S.K., Jusoff, K., Ismail, W.I.W., Ahmad, D., 2003. Performance evaluation of a combine harvester in Malaysian paddy field. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 34 (4): 38-44.
- Sarkari Mostofi, M.R., 2010. Field Evaluation of Grain Loss Monitoring on Combine JD 955. *Advances in Environmental Biology*, 4(2): 162-167, ISSN: 1995-0756 © 2010, American-Eurasian Network for Scientific Information.
- Sarwar, J.G., and Khan, A.U., 1987. Comparative of Rasp-Bar and Wire- Loop Cylinders for Threshing Rice Crop. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa And Latin America*. Vol. 18(2): 37-42.
- Sessiz, A., Güzel, E., Pınar, Y., 1994. Çeltiğin Biçerdöverle Hasadına Yönelik Bazı Parametrelerin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon* 15. Ulusal Kongresi, Cilt I, Antalya.
- Sessiz, A., Ülger, P., 1998. Parmaklı Tip Aksiyal Akışlı Bir Harmanlama Ünitesinin Tasarımı ve Uygun Prototipin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon* 18. Ulusal kongresi, 17-18 Eylül. Tekirdağ, 1998.
- Sessiz, A., Pınar, Y., 1999. Karadeniz Bölgesinde Çeltik Hasadı ve Hasat Sonrası. *Karadeniz Bölgesi 1. Tarım Sempozyumu*". Cilt I, 4-5 Ocak, Samsun
- Sessiz, A., Pekitkan, F.G., Turgut, M.M., 2006. Hasat Kayıpları, Nedenleri, Ölçme Yöntemleri Ve Azaltma Yolları. *Tarımsal Mekanizasyon* 23. Ulusal Kongresi, Çanakkale.
- Siebenmorgen, T.J., Andrews, S.B., Counce, P.A., 1994. Relationship of The Height Rice Cut to Harvesting Test Parameters. *Transactions of the ASAE*. 37(1): 67-69.
- Staton, M., Harrigan, T., 2008. Reducing Soybean Harvest Losses Soybean Facts September 2008, Msu Extension Agricultural Educator and Soybean 2010 Coordinator Associate Professor, Msu Biosystems Agricultural Engineering Department.
- Sumner, P.E., 2004. Measuring Soybean Harvesting Losses Cooperative Extension Service the University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences
- Ülger, P., 1982. Buğday Hasat Harmanında Uygulanan Değişik Mekanizasyon Sistemlerinin Tane Ürün Kayıplarına Etkileri. *Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri* 13-17 Aralık S.195-243 Ankara.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.548215

Orman üçgülü yulaf karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi

Mehmet Can^a, Gülcan Kaymak^a, Erdem Gülümser^{b*}, Zeki Acar^a, İlknur Ayan^a

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun

^b Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Merkez, Bilecik

* Sorumlu yazar/corresponding author: erdem.gulumser@bilecik.edu.tr

Geliş/Received 02/04/2019

Kabul/Accepted 16/09/2019

ÖZET

Bu çalışmada, orman üçgülü "OÜ" (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt.) ile yulaf "Y" (*Avena sativa* L.) karışımlarının (% 100:0, 90:10, 80:20, 70:60, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 ve 0:100) silaj kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Hasat edilen bitkiler 2 cm boyutunda parçalandıktan sonra karışım oranları dikkate alınarak vakum poşetlere doldurulmuş ve 45 gün süre ile 25±2 °C'de muhafaza edilmiştir. Silaj örneklerinde; fiziksel gözlemler (renk, koku, strüktür) ile kuru madde, ham protein, ham kül, ADF, NDF, laktik asit, asetik asit, bütirik asit, potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), molibden (Mo), bakır (Cu) ve sodyum (Na) oranları belirlenmiştir. En yüksek ham protein oranı % 16.13 ile yalın orman üçgülünde belirlenmiş ancak, % 10Y+90OÜ (% 15.13) karışımı da yalın orman üçgülü ile aynı grupta yer almıştır. ADF ve NDF oranı sırasıyla % 27.85-39.22 ve % 39.10-62.61 arasında değişmiştir. En yüksek laktik asit içeriği % 20Y+80OÜ (% 7.074), % 100OÜ (% 6.653) ve % 10Y+90OÜ (% 6.606), en düşük ise % 90Y+10OÜ (% 1.975) silajlarından elde edilmiştir. Silajların asetik asit içeriği % 0.024-0.084 arasında değişirken, bütirik asite rastlanılmamıştır. Mineral içerik bakımından %100OÜ ve % 10Y+90OÜ silajları diğer karışımlardan daha yüksek değere sahip olmuştur. Sonuç olarak, fiziksel kriterler ile kalite özellikleri göz önüne alındığında, yulaf ile orman üçgülünün 10:90 karışımının silaj kalitesinin diğer karışımlara oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Fiziksel özellik

Mineral madde

Organik asit

Orman üçgülü

Silaj

Yulaf

Determination of silage quality of *Bituminaria bituminosa* with oat mixtures

ABSTRACT

The aim of current study was to determine silage quality traits of Teder *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt.). "T" and oat "O" (*Avena sativa* L.) mixtures (100:0, 90:10, 80:20, 70:60, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 and 0:100%). The harvested plants were chopped in size of 2 cm, and they filled into vacuum bags according to the mixture ratios, and then they were stored at 25±2 °C for 45 days. In this study; physical observations (colour, structure, odour) with dry matter, crude protein, crude ash, ADF, NDF, lactic acid, acetic acid, butyric acid, potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), molybdenum (Mo), copper (Cu), and sodium (Na) ratios were determined. The highest crude protein content was determined in sole teder with 16.13 % and 100+90T % mixture was same statistical group with sole teder (15.13 %). ADF ve NDF ratio ranged between 27.85-39.22 % and 39.10- 62.61 %, respectively. The highest lactic acid was determined in 20O+80T % (% 7.074), 100T % (% 6.653) and 100+90T % (% 6.606), while the lowest in 90O+10T % (% 1.975). The acetic acid of the silages ranged between 0.024-0.084 %, and the butyric acid content was not observed. 100T % and 100+90T % treatments were more than value other mixtures in term of nutrients. As a result, it was determined that the silage quality of the mixture of oat and teder 10:90 was better than other mixtures in terms of the physical criteria and quality traits.

Keywords:

Physical traits

Nutrients

Organic acid

Bituminaria bituminosa

Silage

Oat

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Hayvanlar gereksinim duydukları yeşil yem ihtiyaçlarını yıl içerisinde belli sürelerde çayır ve mera alanlarından karşılamaktadır. Bölgelere göre bu

alanlardan faydalanma süresi değişmekle beraber genellikle 150 ile 200 günü aşmamaktadır. Bu dönemlerde hayvanların verimleri yüksek olurken, diğer dönemlerde ise verim ve kalite düşmektedir (Acar ve Bostan, 2016). Dolayısıyla yıl boyunca yem zincirinin

devamlılığı ve kaliteli beslenme sağlanması açısından yeşil yemlerin önemi ortaya çıkmaktadır (Sakal, 1973; Özen ve ark., 1993). Yeşil yemlerin yeşil olarak saklanması en ucuz ve kolay yol ise silaj yapımıdır. Özellikle de yeşil yemlerin bol bulunduğu dönemlerde baklagil ve buğdaygil yem bitkileri ile karışık olarak yapılacak silaj, hayvanların verimlerini yıl boyunca aynı düzeyde tutabilmektedir (Karabulut ve ark., 1997).

Günümüzde hayvancılıkla uğraşan büyük işletmelerin çoğu silaj yapma yoluna gitmektedir. Nitekim yeşil yem bitkileri yanlış kurutma tekniklerinin uygulanması ile büyük oranda besin kaybına uğramaktadır. Bu kayıplar bazen % 40-50'yi bulabilmektedir (Acar ve Bostan, 2016). Ülkemizde de ahır hayvancılığının gelişmesiyle silaj yapımı hızla yaygınlaşmaya başlamıştır.

Diğer taraftan silaja işlenecek bitkilerin kuru madde oranı ile protein/karbonhidrat oranı, silaj kalitesi bakımından önemlidir. Eğer silaj yapılacak bitkilerde özellikle de karbonhidrat oranı düşükse, silaja katkı maddesi ilave edilmesi gerekmektedir. Bu durum genellikle baklagil bitkilerinde söz konusu olup, buğdaygiller ile kıyaslandığında, buğdaygillerin silaj için daha avantajlı bitkiler olduğu söylenebilir (Özbay, 2007). Bu nedenle baklagiller silolanırken belli oranlarda buğdaygil bitkileri ile karıştırılmalıdır.

Bir baklagil bitkisi olan orman üçgülünün ülkemizde tarımı yapılmamakla birlikte, genellikle marjinal alanlarda (yol kenarlarında, taşlık alanlar, vb.) kendiliğinden yetişebilmektedir. Orman üçgülü özellikle serin mevsim bitkilerinin dormant hale geçtiği ya da kurduğu yaz aylarında vejetasyonda yeşil kalabilmektedir. Dolayısıyla, meraların ot kalitesini de artırmaktadır (Gülümser ve Acar, 2012). Orman üçgülü bitkisi üzerinde gerek ülkemizde gerekse dünyada ot verimi ve kalitesi ile tane verimine ilişkin çalışmalar olmasına rağmen, silaj kalitesi ve silolanabilirliği üzerinde yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, mevcut çalışma orman üçgülü ile yulafın farklı karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma orman üçgülü ile yulaf karışımlarının (% 100:0, 90:10, 80:20, 70:60, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 ve 0:100) silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Çalışmada materyal olarak orman üçgülünün Acar ve Ayan (2015) tarafından yapılan çalışma sonucunda yem kalitesi ile verim açısından üstün olduğu belirlenen Samsun orjinli genotipi, yulaf olarak ise "Çekota" çeşidi kullanılmıştır. Çalışma 2017-2018 vejetasyon döneminde Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma arazisinde yürütülmüş, yulaf ve orman üçgülü ayrı parsellere ekilmiş ve yulaf süt olum, orman üçgülü ise çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir (Karışımların silajının yapılmasında yulaf hasat zamanı dikkate alınmıştır). Hasat edilen bitkiler bir miktar soldurulduktan sonra 2

cm boyutunda (Başaran ve ark., 2018) parçalanmış ve karışım oranları dikkate alınarak 2 kg'lık vakumlu silaj paketlerine doldurulmuştur. Vakum paketleme makinası ile havası çekilen ve ağızları kapatılan silaj örnekleri 45 gün süre ile 25 ± 2 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Silaj örneklerinin fiziksel özellikleri Yalçınkaya ve ark. (2012)'nin bildirdiği değerlendirme kriterlerine (renk, koku ve strüktür) göre belirlenmiştir. Buna göre aromatik kokuya sahip olanlar 14, hafif kızışma görülenler 8, kuvvetli kızışma olanlar 4, amonyak ve çok ekşi koku gösterenler 2 ve çürük küf kokusu olanlar 0 puan almıştır. Strüktür olarak posa yapısı bozulmamış silaj 4, biraz bozulmuş 2, çok bozulmuş ve küflü olan 1, çürümüş ve aşırı kirlenme olan silajlar ise 0 puan almıştır. Renk 0-2 arasında değerlendirmeye tabi tutulmuş ve rengini koruyan silaj örneği 2, az değişmiş 1 ve çok değişen silaj için 0 puan verilmiştir. Fiziksel gözlemlerden elde edilen puanlar sonucunda silajların yem nitelik sınıfları belirlenmiştir. Buna göre; 0-4 puan alan silaj kötü, 5-9 puan alan silaj değeri az, 10-13 puan alan silaj orta, 14-17 puan alan silaj iyi ve 18-20 puan alan silaj ise çok iyi sınıfta yer almıştır.

Kırk beş günlük fermantasyon dönemi sonrasında açılan silajlardan 20 g örnek alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile iyice karıştırılarak filtre kâğıdından süzölmüştür (Başaran ve ark., 2018). Silajlarda pH dijital pH metre yardımı ile ölçülmüştür. Taze silaj örnekleri yaş ağırlıkları belirlendikten sonra etüve konularak 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru örnek ağırlığı yaş örnek ağırlığına oranlanarak silajların kuru madde oranları belirlenmiştir.

Kuru madde ve pH değerleri belirlenen silaj örneklerinde aşağıdaki formül yardımı ile Flieg puanları hesaplanmıştır. Hesaplanan Flieg puanına göre ise silaj kalite sınıfları belirlenmiştir. Buna göre, Flieg puanı 0-20 arasında kötü, 21-40 arasında düşük, 41-60 arasında orta, 61-80 arasında iyi ve 81-100 arasında ise pekiyi sınıfta yer almıştır.

Flieg Puanı: $220 + (2 \times \% \text{ Kuru Madde} - 15) - 40 \times \text{pH}$ (Kılıç, 1984).

Çalışmada silajların protein oranlarının belirlenmesi amacıyla 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulan örnekler laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra bu örneklerin Kjehldahl yöntemi ile toplam N değerleri belirlenmiş ve azot değerlerinin 6.25 katsayısı ile çarpılması ile % protein oranları tespit edilmiştir. Protein analizi için hazırlanan örneklerde ADF ve NDF değerleri ise sırasıyla Van Soest (1963) ile Van Soest ve Wine (1967)'e göre ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Nispi yem değerinin (NYD) belirlenmesinde ise aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Sindirilebilir Kuru Madde (SKM): $(88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF}))$ (Rohweder ve ark., 1978).

Kuru Madde Tüketimi (KMT): $(120/\text{NDF})$ (Rohweder ve ark., 1978).

Nispi Yem Değeri (NYD): $(\% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT}) / 1.29$ (Rohweder ve ark., 1978).

Rohweder ve ark. (1978) yem bitkilerinin pazar fiyatlarının belirlenmesi amacıyla Nispi Yem Değerini kullanarak yem bitkilerini 6 kalite sınıfına ayırmışlardır. Buna göre NYD 151'den büyükse başlangıç sınıfı, 125-151 arasında ise 1. sınıf, 103-124 arasında ise 2. sınıf, 87-102 arasında ise 3. sınıf, 75-86 ise 4. sınıf ve 75'den küçük olduğunda ise 5. sınıf olarak belirlenmiştir.

Laktik asit, asetik asit ve bütirik asit analizleri, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC), besin elementleri ise (potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), bakır (Cu), selenyum (Se) ve sodyum (Na)) İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometre (ICP-MS) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre ve SPSS 16.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortaya koyulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Orman üçgülü ve yulafın yalın örnekleri ile farklı orandaki karışımlarından elde edilen silajlara ait fiziksel kalite kriterleri, toplam puanları ve yem nitelik sınıflandırılmaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Silaj örneklerinin koku, strüktür ve renk yönünden değerlendirilmesi göz önüne alındığında, % 70Y+30OÜ, % 60Y+40OÜ ve % 10Y+90OÜ karışımları 18.8 ile en yüksek puanı almış ve yem nitelik sınıfı çok iyi düzeyde belirlenmiştir. En düşük puan ise 13.1 ile % 30Y+70OÜ ve 13.7 ile % 100OÜ silajlarında tespit edilirken, yem nitelik sınıfları orta düzeyde olmuştur. Çalışmada silaj örnekleri fiziksel özellikleri yönünden değerlendirildiklerinde, yem nitelik sınıfları orta ve çok iyi düzey arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Kuru madde ve pH özellikleri yönünden silaj örnekleri arasında çok önemli ($P<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Silajların pH değeri 4.64 ile 5.19 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Kaliteli bir silaj için pH oranının 4.6-4.8 arasında olması istenir (Filya, 2001).

Çalışmada % 100OÜ, % 40Y+60OÜ, % 20Y+80OÜ ve % 10Y+90OÜ işlemleri bu değerlerin arasında yer almıştır. En yüksek kuru madde oranı % 80Y+20OÜ (% 40.83), % 70Y+30OÜ (% 42.49) ve % 60Y+40OÜ (% 41.72), en düşük ise % 33.61 ile % 20Y+80OÜ karışımından elde edilmiştir. Flieg puanlamasına göre silajlar iyi ve pekiyi kalite sınıfında yer alırken, en kaliteli silaj ise 95.06 ile % 10Y+90OÜ işleminde belirlenmiştir. Baklagillerin buğdaygiller ile karışımlarından yapılan silajlarda, kalite özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir. Nitekim, Demirel ve ark. (2010) ak üçgül ve arpa, Başaran ve ark. (2018) ise mürdümük ile arpa ve yulaf karışımlarının silaj kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, silajların kalite sınıflarının orta ve iyi arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Silajların ham protein, ham kül, ADF ve NDF içerikleri üzerine karışım oranlarının etkisi çok önemli ($P<0.01$) olmuştur (Çizelge 3). En yüksek ham protein oranı istatistiki olarak aynı grupta yer alan % 100OÜ (% 16.13) ve % 10Y+90OÜ (% 15.11), en düşük ise % 100Y (% 7.51) ve % 90Y+10OÜ (% 7.69) işlemlerinden elde edilmiştir. Silajlarda baklagil oranı arttıkça ham protein oranı da artmıştır. Bilindiği üzere baklagil bitkilerinin lif yoğunluğu buğdaygillerden daha düşüktür (Önal Aşçı ve Acar, 2018). Bu nedenle araştırmada beklendiği gibi en yüksek ADF ve NDF oranı yalın yulaf (% 39.22-62.61), en düşük ise yalın orman üçgülü (% 27.85-39.10) silajlarından elde edilmiştir. Alaca ve Parlak (2017) mısır ve sorgum x sudanotu melezi ile soya, börülce ve sakız fasulyesi (guar) karışımlarının silajlarında; ADF oranının % 20.34-35.68, NDF oranının ise % 35.55-67.95 arasında değiştiğini bildirmiştir. Silajların NYD 86.69-159.89 arasında değişmiştir. Çalışmada belirlenen NYD değerlerini Rohweder ve ark. (1978) tarafından belirlenen kalite sınıfına göre değerlendirildiğimizde; yalın yulaf silajı 4. sınıf, % 90Y+10OÜ ve % 70Y+30OÜ karışımları 3. sınıf, % 80Y+20OÜ ve % 60Y+40OÜ karışımları 2. sınıf, % 50Y+50OÜ, % 40Y+60OÜ, % 30Y+70OÜ, % 20Y+80OÜ ve % 10Y+90OÜ karışımları 1. sınıf, % 100OÜ silajı ise başlangıç sınıfında yer almıştır (Çizelge 3).

Çizelge 1. Fiziksel gözlemlere göre silajların değerlendirilmesi

Karışımlar	Koku	Renk	Strüktür	Toplam	Yem nitelik sınıfı
100Y	12.0	2.0	3.8	17.8	İyi
100OÜ	9.5	1.4	2.8	13.7	Orta
90Y+10OÜ	10.0	1.5	2.8	14.3	İyi
80Y+20OÜ	11.3	1.3	3.3	15.9	İyi
70Y+30OÜ	14.0	2.0	2.8	18.8	Çok iyi
60Y+40OÜ	11.8	3.5	3.5	18.8	Çok iyi
50Y+50OÜ	11.0	1.6	3.8	16.4	İyi
40Y+60OÜ	11.0	1.8	3.0	15.8	İyi
30Y+70OÜ	8.8	1.5	2.8	13.1	Orta
20Y+80OÜ	11.8	1.5	2.8	16.1	İyi
10Y+90OÜ	12.8	2.0	4.0	18.8	Çok iyi

Çizelge 2. Silajların pH oranı, kuru madde oranı, Flieg puanları ve kalite sınıfları

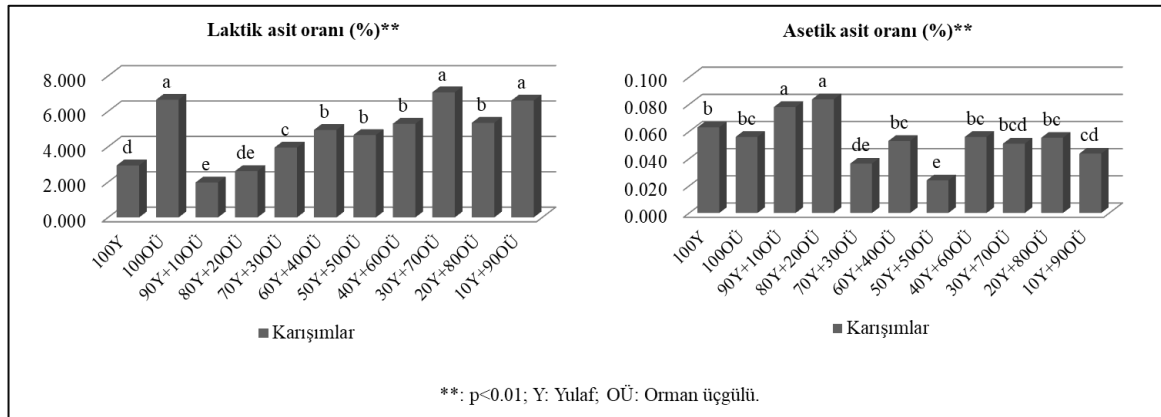
Karışımlar	pH**	Kuru madde**	Flieg puanı	Silaj kalite sınıfı
100Y	4.90 b-e	38.22 bc	85.45	Pekiyi
100OÜ	4.67 de	35.74 cd	89.68	Pekiyi
90Y+10OÜ	5.17 ab	34.96 cd	68.32	İyi
80Y+20OÜ	5.19 a	40.83 ab	79.05	İyi
70Y+30OÜ	5.12 ab	42.49 a	85.38	Pekiyi
60Y+40OÜ	4.93 a-d	41.72 ab	91.24	Pekiyi
50Y+50OÜ	5.01 abc	36.42 cd	77.44	İyi
40Y+60OÜ	4.74 cde	35.89 cd	87.18	Pekiyi
30Y+70OÜ	4.83 cde	36.05 cd	84.10	Pekiyi
20Y+80OÜ	4.64 e	33.61 d	86.81	Pekiyi
10Y+90OÜ	4.68 de	38.53 bc	95.06	Pekiyi

(**) 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$); Y: Yulaf; OÜ: Orman üçgülü

Çizelge 3. Silajların HPO, HKO, ADF, NDF oranları (%)

Karışımlar	HPO**	HKO**	ADF**	NDF**	NYD**
100Y	7.51 f	8.63 cd	39.22 a	62.61 a	86.69 f
100OÜ	16.13 a	13.31 a	27.85 f	39.10 f	159.89 a
90Y+10OÜ	7.69 f	8.99 bcd	35.75 b	57.49 b	98.78 e
80Y+20OÜ	8.95 ef	8.58 cd	34.25 bc	53.43 bc	108.33 d
70Y+30OÜ	9.17 e	7.86 d	35.88 b	55.09 bc	102.92 de
60Y+40OÜ	10.79 d	8.82 bcd	33.29 bcd	50.63 cd	115.69 c
50Y+50OÜ	11.77 d	8.52 cd	29.96 def	45.60 de	133.74 b
40Y+60OÜ	13.73 bc	10.58 bc	31.79 cde	47.19 de	126.43 bc
30Y+70OÜ	13.37 c	8.52 cd	30.18 def	43.92 ef	138.50 b
20Y+80OÜ	13.74 bc	8.79 bcd	30.67 def	45.50 de	132.91 b
10Y+90OÜ	15.11 ab	11.13 a	29.61 ef	41.66 ef	147.00 ab

(**) 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$). HPO: ham protein oranı, HKO: ham kül oranı; Y: Yulaf; OÜ: Orman üçgülü



Şekil 1. Silajların laktik asit ve asetik asit oranları (%)

Silajların laktik (süt asidi) ve asetik asit oranları Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Buna göre silajlar üzerinde karışım oranlarının etkisi çok önemli ($P<0.01$) olmuştur. Silajda istenmeyen ve silajın kalitesini bozan bütürik asit oranı içeriğine ise çalışmaya konu olan silajlarda rastlanmamıştır.

En yüksek laktik asit içeriği istatistiksel olarak aynı grupta yer alan % 100OÜ (% 6.653), % 30Y+70OÜ (% 7.074) ve % 10Y+90OÜ (% 6.606), en düşük ise %

90Y+10OÜ (% 1.975) silajlarından elde edilmiştir (Şekil 1). Başaran ve ark. (2018) mürdümük ile arpa ve yulaf, Demirel ve ark. (2000) ise Mısır ile Macar fiği karışımlarının silajlarında tahılların laktik asit oranının yalın baklagillere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar belirtilen literatürden farklılık göstermektedir. Laktik asit bakterileri bitki hücrelerinin sahip olduğu besin maddelerini daha kullanışlı hale getirmektedir (Açıkgöz,

2002). Alçıçek ve Özkan (1996) silajda laktik asit değerinin % 2'nin üzerinde olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada % 90Y+10OÜ (% 1.975) dışında kalan tüm silajların laktik asit içeriği bu değer üzerinde olmuştur. Çalışmada silajların asetik asit oranı % 0.024 (% 50Y+50OÜ) - 0.084 (% 80Y+20OÜ) arasında değişmiştir. Silajlarda asetik asit içeriğinin belirlenmesi silo yeminin niteliğinin tespiti açısından önemlidir. Nitekim silajda asetik asitin bulunması silajın hava aldığı ve bozulmaya başladığının bir göstergesidir (Kılıç, 1984). Bu itibarla silajda asetik asit miktarının % 0.8'in üzerine çıkmaması gerekmektedir (Alçıçek ve Özkan, 1996). Çalışmada tüm silajların asetik asit içerikleri bu kritik değer altında tespit edilmiştir (Şekil 1).

Orman üçgülü ile yulafın farklı karışımlarının silajlarında belirlenen K, P, Ca, Mg ve Na içerikleri Çizelge 4'de verilmiştir. K içeriği en yüksek % 100 OÜ (% 2.225), en düşük ise % 1.511 ile % 100 Y silajından

elde edilmiştir. Başaran ve ark. (2018) mürdümük ile arpa ve yulaf karışımlarında K oranının % 1.64-2.77 arasında değiştiğini bildirmiştir. Silajların P, Ca, Mg ve Na içerikleri ise sırasıyla % 0.232-0.301, % 0.300-1.117, % 0.118-0.309 ve % 0.058-0.353 arasında değişmiştir. Orman üçgülünün K, P, Ca ve Mg içeriği yulaftan yüksek olduğu için karışımda orman üçgülü arttıkça, silajların K, P, Ca ve Mg içerikleri de artmıştır (Çizelge 4). Araştırmada yalın yulaf silajında belirlenen K ve P içeriği, Eğritaş ve Aşçı (2015)'nin süt olum döneminde hasat ettikleri yulaf otunda belirledikleri değerlerden yüksek olurken, Ca ve Mg ise düşük olmuştur. Kidambi ve ark. (1989) kaba yemlerde P, Ca ve Mg oranının sırasıyla % 0.21, % 0.3 ve % 0.1, NRC (2001) ise ruminantlar için Na içeriğinin % 0.07 olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada % 100OÜ işlemi dışında kalan tüm işlemlerin Na içeriği istenen düzeyin üzerinde olmuştur.

Çizelge 4. Silajların K, P, Ca, Mg ve Na (%) içerikleri

Karışımlar	K**	P**	Ca**	Mg**	Na**
100Y	1.511 f	0.232 f	0.300 f	0.118 h	0.353 a
100OÜ	2.225 a	0.301 a	1.117 a	0.309 a	0.058 g
90Y+10OÜ	1.732 de	0.260 cde	0.383 ef	0.148 g	0.359 a
80Y+20OÜ	1.665 e	0.250 de	0.447 de	0.161 fg	0.277 b
70Y+30OÜ	1.639 e	0.247 e	0.485 d	0.174 f	0.241 c
60Y+40OÜ	1.719 de	0.256 de	0.636 c	0.193 e	0.244 c
50Y+50OÜ	1.812 d	0.274 b	0.679 c	0.215 d	0.210 d
40Y+60OÜ	1.822 d	0.261 b-e	0.782 b	0.230 cd	0.167 e
30Y+70OÜ	1.931 c	0.271 bc	0.854 b	0.248 b	0.148 e
20Y+80OÜ	1.940 c	0.263 bcd	0.853 b	0.245 bc	0.153 e
10Y+90OÜ	2.113 b	0.299 a	1.065 a	0.293 a	0.090 f

(**) 0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$). K: Potasyum; P: Fosfor; Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum; Na: Sodyum; Y: Yulaf; OÜ: Orman üçgülü.

Çizelge 5. Silajların Fe, Zn, Mn, Cu ve Mo (ppm) içerikleri

Karışımlar	Fe*	Zn**	Mn ^{öd}	Cu**	Mo**
100Y	19.47 e	1.637 g	3.543	0.629 g	0.013 g
100OÜ	27.52 a-e	2.807 a	4.294	1.427 b	0.050 a
90Y+10OÜ	44.37 a	1.940 f	4.614	0.915 ef	0.024 ef
80Y+20OÜ	22.22 de	2.147 e	3.583	0.911 ef	0.020 f
70Y+30OÜ	44.04 ab	2.183 de	4.563	1.145 cd	0.029 de
60Y+40OÜ	21.34 de	2.253 de	3.841	0.781 f	0.027 de
50Y+50OÜ	24.34 cde	2.348 cd	3.929	0.881 ef	0.032 cd
40Y+60OÜ	40.10 a-d	2.438 bc	4.881	1.028 de	0.037 bc
30Y+70OÜ	25.40 b-e	2.536 b	4.102	1.031 de	0.038 b
20Y+80OÜ	41.54 abc	2.500 bc	4.522	1.263 bc	0.040 b
10Y+90OÜ	25.57 b-e	2.899 a	4.162	1.622 a	0.046 a

(*) 0.05 düzeyinde, (**) 0.01 düzeyinde önemli, öd: Önemli değil. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$). Fe: Demir; Zn: Çinko; Mn: Mangan; Cu: Bakır; Mo: Molibden; Y: Yulaf; OÜ: Orman üçgülü.

Çalışmada silajların Fe içeriği 19.47-44.37 ppm arasında değişirken, bu değerler Periguad (1970) ve Lamand (1975)'nin ruminant hayvanları için önermiş olduğu Fe içeriğinden (50 ppm) düşüktür. En yüksek Zn içeriği % 100OÜ (2.807 ppm) ve % 10Y+90OÜ (2.899

ppm), en düşük ise % 100Y (1.637 ppm) işleminden elde edilmiştir. Süt ve besi sığırları için belirlenen Zn değeri 43-55 ppm arasında değişirken (NRC, 2001), çalışmada tüm işlemler bu seviyenin altında olmuştur. Orman üçgülü yulaf karışımlarının Mn, Cu ve Mo

içerikleri sırasıyla 3.543-4.881, 0.629-1.622 ve 0.013-0.050 ppm arasında değişmiştir. Başaran ve ark. (2018) mürdümük ile arpa ve yulaf karışımlarında Mn oranının 5.63-7.09 ppm, Cu içeriğinin ise 0.850-1.069 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir.

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, yulaf ve orman üçgülü karışımı ile yapılan silajların, silaj kalitesini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu itibarla, fiziksel kriterler, besin elementleri, ham protein oranı ve organik asitler göz önüne alındığında, yulaf ile orman üçgülünün 10:90 karışımının silaj kalitesinin diğer karışımlara oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Acar, Z., Ayan, İ., 2015. Samsun, Sinop ve Kastamonu illerinden *Bituminaria bituminosa* genotiplerinin toplanması, tanımlanması ve kültüre alınma olanaklarının araştırılması. TÜBİTAK 111 O 651 nolu Proje Sonuç Raporu.
- Acar, Z., Bostan, M., 2016. Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(3): 433-440. doi: 10.7161/omuanajas.269998.
- Açıkgöz, E., 2002. Silaj yapımında kullanılan diğer bitkilerin tarımı. Silaj bitkileri yetiştirme ve silaj yapımı (E. Açıkgöz, İ. Filya ve İ. Turgut ed.) Hasad Yayıncılık, s: 35-57.
- Alaca, B., Parlak, AÖ., 2017. Mısır, sorgum sudanotu melezi ile soya, börülce ve guarin karışık ekimlerinin silaj verimi ve kalitesine etkileri. Çanakakle Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 99-104.
- Alççek, A., Özkan, K., 1996. Silo Yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2-3): 191-198.
- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M., 2018. Mürdümük + tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(9): 1237-1242. doi: 10.24925/turjaf.v6i9.1237-1242.2022
- Demirel, M., Cengiz, F., Çelik, S., Erdoğan, S., 2000. Van Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Mısır ve Macar Fiği Karışımlarının Silaj Kaliteleri ve Besin Maddelerinin Rumende Parçalanabilirlikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 11(1): 69-78.
- Demirel, R., Saruhan, V., Baran, M.S., Andıç, N., Şentürk, D.D., 2010. Farklı oranlarda ak üçgül (*Trifolium repens*) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silolanma özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 20(1): 26-31.
- Eğritaş, Ö., Önal Aşçı, Ö., 2015. Yayıgın fiğ + tahıl karışımlarının bazı mineral madde içeriğinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 4(1): 13-18.

- Filya, İ., 2001. Silaj teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Gülümser, E., Acar, Z., 2012. Morphological and chemical characters of *Bituminaria bituminosa* (L) C.H. (Sturtion) grown naturally in the middle black sea region. Turkish Journal of Field Crops, 17(2): 101-104.
- Karabulut, A., Filya, İ., Değirmencioğlu, T., Canbolat, Ö., 1997. Bazı silajlık mısır çeşitlerinin naylon kese tekniği ile rumende parçalanabilirliklerinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri, 16-19 Eylül, Bursa, s. 135-147.
- Kılıç, A., 1984. Silo yemi. Bilgehan Basımevi, 350 s, İzmir.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Gricgs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca +Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. Journal of Range Management, 42: 316-322.
- Lamand, M.I., 1975. Symtoms de carence et roles des oligo-elements chez 1 animal:Diagnostic Clinique. II. Nations de digestibility et teneurs recommandees dans laration: prophylaxie et yraite mets. Oligo Elemnts. No special Bull. Trech. CRVZde theix 1, 5-13
- NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle seventh revised edition.
- Özbay, O., 2007. Silaj Yapım Tekniği. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Özen, N., Çakır, A., Haşımoğlu, S., Aksoy, A., 1993. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 50, Erzurum. 254.
- Önal Aşçı, Ö., Acar, Z., 2018. Kaba Yemlerde Kalite. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, 112 s, Ankara
- Periguad, S., 1970. Les carences en oligo-elements Ches les ruminants en france leur diagnostic. Les problems soulevés par l'intensification fourragere. Ann. Agron, 21: 635-669.
- Rohweder, D.A., Barnes, R., Jorgensen, N., 1978. Proposed hay grading standart based on laboratory analyses for evaluating quality. Journal of Animal Science, 47: 747-759.
- Sakal, S., 1973. Süt sığırcılığı ve besicilikte silo yemlerinin önemi. Ege Bölgesi 1. Hayvancılık Semineri. Birlik Matbaası, Bornova İzmir.
- Van Soest, P.J., 1963. The use of detergents in the analysis of fibre feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 46:829-835.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. Journal - Association of Official Analytical Chemists, 50: 50-55.
- Yalçınkaya, M.Y., Baytok, E., Yörük, M.A., 2012. Değişik meyve posası silajlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 9(2): 95-106.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi:10.7161/omuanajas.551680

Işık ve sıcaklığın topraksız tarım koşullarında salkım domatesin meyve kalitesine etkisi

Melek Özkaplan*, Ahmet Balkaya

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun
Sorumlu yazar/corresponding author: melek.ozkaplan@omu.edu.tr

Geliş/Received 10/04/2019

Kabul/Accepted 11/06/2019

ÖZET

Bu çalışmada, topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde farklı ışık ve sıcaklık koşullarının meyve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırma; 2014 (ilkbahar ve sonbahar) ve 2015 (ilkbahar) yılları arasında cam serada oluşturulan gölgeli ve gölgesiz koşullar altında, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü yetiştirme substratlarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak, Bandita F₁ domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada meyve kalite unsurları olarak meyve boyu (mm), meyve çapı (mm), meyve şekil indeksi, meyve kabuk ve meyve et rengi (L, a, b, hue° ve chroma*), toplam asitlik (TA), suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %), meyve eti sertliği, meyve suyu elektiriksel iletkenliği (EC) ve pH değerleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda; Bandita F₁ salkım domates yetiştiriciliğinde meyve kalite parametrelerinin 16.42-26.22°C sıcaklık ve 96.10-455.93 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddeti sınırlarında, kullanılan Hindistan cevizi lifi ve kayayünü yetiştirme substratlarına bağlı olarak değişkenlikler gösterdiği belirlenmiştir. Tüm uygulamalar içerisinde; en yüksek ortalama meyve boyu (52.02 mm), meyve çapı (62.12 mm) ve meyve şekil indeksi (0.83) değerleri 2015 yılı ilkbahar dikim döneminde elde edilmiştir. Hindistan cevizi lifi substratının; meyve kabuk rengi; L, a, b, hue° ve chroma* değerleri üzerine olumlu yönde etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmada, 24.60 °C sıcaklık ve 432.67 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddeti koşullarında en yüksek SÇKM değeri (%5.66) elde edilmiştir. Artan sıcaklık ve ışık şiddetinin, domateste % SÇKM değerini olumlu yönde artırdığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, 16.42 °C sıcaklık ve 96.10 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddeti koşullarında, domates meyvelerinde en fazla toplam asit oranı (%0.44) elde edilmiştir. Domates meyvelerinin titre edilebilir asitlik değeri, azalan ışık şiddetiyle artış göstermiştir. Araştırma sonucunda; tüm meyve kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde yüksek ışık (432.67-455.93 µmol m⁻²s⁻¹), yüksek sıcaklık (24.60-26.22 °C) koşullarının ortalama meyve boyu, meyve çapı, meyve şekil indeksi, meyve suyu EC ve pH değerleri gibi meyve kalite unsurlarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca, Hindistan cevizi lifi substratının topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak öne çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Domates
Işık
Kalite
Ortam
Örtüaltı
Sıcaklık

The effects of light and temperature on the fruit quality parameters of cluster tomatoes growing in soilless culture

ABSTRACT

In this study, the effects of different light and temperature conditions on fruit quality of tomatoes grown in soilless culture were investigated. The research carried out at between 2014 (spring and autumn) and 2015 (spring), in cocopeat and rockwool substrates under shaded and unshaded greenhouse conditions. Bandita F₁ tomato variety was used as genetic material. In the study, fruit height and diameter (mm), shape index, skin and flesh color (L, a, b, hue° and chroma*), titratable acidity (TA), total soluble solid contents (%TSS), flesh firmness, EC and pH of fruit juice have been determined as quality parameter. As a result of the research; quality parameter of Bandita F₁ tomato cultivar grown in soilless culture were found to vary between 16.42-26.22 °C temperature and 96.1-455.93 µmol m⁻² s⁻¹ light intensity depending on the substrates. The highest average fruit height (52.02 mm), fruit diameter (62.12 mm) and fruit shape index (0.83) were obtained at the spring term of 2015 in all applications. The effects of cocopeat substrate on fruit skin color (L, a, b, hue° and chroma*) were found to be positive. In the study, the highest TSS (5.66%) in tomato fruit observed from 24.60 °C temperature and 432.67 µmol m⁻² s⁻¹ light intensity applications. TSS% value of tomato fruit increased in with increasing temperature and

Keywords:

Tomato
Light
Quality
Substrate
Greenhouse
Temperature

light intensity. The highest TA values (0.44%) of tomato obtained from 16.42 °C temperature and 96.10 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ light intensity applications, and it increased by decreasing light. According to the whole quality parameters of tomatoes grown in soilless culture, fruit height, diameter and shape index, fruit juice, EC and pH values effected positively by high light (432.67-455.93 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) and high temperature (24.60-26.22 °C). In addition, it was determined that the cocopeat substrate was prominent the cultivation medium in soilless agriculture.

© OMU ANAJAS 2019

Bu araştırma, "Serada Topraksız Salkım Domates Yetiştiriciliğinde Büyüme, Gelişme ve Verim Üzerine Işık ve Sıcaklığın Kantitatif Etkilerinin Modellenmesi" isimli doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

1. Giriş

Domates, insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan, farklı şekillerde kullanım alanlarına sahip olan, vitamin ve mineral bakımından zengin önemli sebze türlerinden biridir. Dünya domates üretimi, 182.301.395 tondur (FAO, 2017). Domates Antarktika kıtası hariç, dünyanın neredeyse hemen hemen her yerinde en fazla üretimi yapılan sebzelerin başında gelmektedir. Türkiye, 12.150.000 ton domates üretimiyle Dünya'da 4. sırada yer alan önemli üretici ülkelerden biridir. Dünya domates üretiminin yaklaşık %7'lik kısmını ülkemiz karşılamaktadır. Ayrıca, domates üretiminin yaklaşık %32'si (3.888.555 ton), örtüaltı sebze yetiştiriciliği ile gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2018). Son yıllarda ülkemizde topraksız tarım tekniklerinin örtüaltı üretiminde yoğun olarak kullanılması ve jeotermal kaynakların sera ısıtmasında, topraksız tarıma entegre olması ile özellikle ekolojik olarak uygun olmayan bölgelerde dahi yıl boyunca üretim yapılabildiğinden örtüaltı domates yetiştiriciliği, yüksek verim ve kaliteli ürün düzeyinde önemli bir ivme kazanmıştır.

Topraksız tarım genel olarak, durgun veya akan besin eriyiklerinde veya besin eriyikleri ile beslenen katı ortamlarda bitkilerin yetiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Güneş ve ark., 2012). Bu yetiştiricilik sistemi, bitki yaşamı için gerekli olan su ve besin elementlerinin kök ortamına gereken miktarlarda verilmesi esasına dayalıdır (Gül, 2008). Hızla artan dünya nüfusuna karşın yetersiz tarım alanı ve iklim faktörleri nedeniyle, dünya genelinde topraksız kültür kullanma eğiliminde bir artış gözlenmektedir (Pardossi ve ark., 2011). Özellikle seracılığın yaygın olduğu alanlarda birçok sebze türünün yetiştiriciliğinde yaygın olarak katı ortam kültürü kullanılmaktadır (Nichols, 2002; Güneş ve ark., 2012). Bunun en önemli nedenleri; bu sistemin daha ucuz bir başlangıç yatırımına ihtiyaç duyması ve kök bölgesinin etrafında tampon görevi yapan bir ortam oluşturması olarak açıklanabilir (Leonardi, 2004; Gül, 2008). Avrupa'da topraksız tarım yöntemiyle yapılan domates yetiştiriciliğinde substrat olarak en fazla, kayayünü ve Hindistan cevizi lifi kullanılmaktadır (Peet ve Heuvelink, 2005). Türkiye'de ise en çok kullanılan topraksız tarım büyüme ortamı Hindistan cevizi lifi, kayayünü ve perlit şeklinde sıralanabilir (Toprak ve Gül, 2013). Birçok araştırmacı, Hindistan cevizi lifinin domateste verim artışı ve kaliteli ürün eldesinde yararlı etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir (Prasad ve ark., 2012; Kılıç, 2014;

Dönmez, 2015; Özkaplan, 2018).

Kaliteli ürün tüketici tarafından değer verilen özelliklerin bir arada olma şekli olarak ifade edilmektedir (Balkaya ve Özcan, 1997). Taze olarak tüketilen domateslerde meyve kalite özellikleri, genel olarak renk, şekil, irilik, sertlik, kuru madde, besin içeriği ve tat gibi parametrelerden oluşmaktadır. Her ne kadar tüketiciler tarafından domates meyvelerinde aranılan kalite unsurlarının başında; meyve görünümü gelse de kalite kavramı içerisinde toplam suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik, meyve suyu EC ve pH içeriği gibi kriterlerde dikkate alınmaktadır (Dorais ve ark., 2001). Meyvede görsel renk oluşumu; rengin L, a ve b değerlerinin üç boyutlu bir düzlemde kesişmesiyle meydana gelmektedir. Ancak, gerçek renk değerlerinin yorumlanmasında çoğu zaman bu parametreler tek başına yeterli değildir. Bu nedenle, bu renk parametrelerinin kullanılarak chroma* ve hue° değerlerinin hesaplanması oldukça önemlidir (Karaağaç, 2013).

Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde iklimsel parametreler ile yetiştirilecek bitkiler arasındaki ilişkilerin biliniyor olması yetiştiricilikte optimum büyüme ve gelişme ile yüksek verim potansiyeli açısından büyük bir önem taşımaktadır (Özkaplan, 2018). Domates yetiştiriciliğinin yapıldığı seralarda; dikimden, son hasada kadar olan dönem içerisinde, en uygun çevre koşullarının sağlanması ile ürünün, verimlilik ve meyve kalite unsurları artırılabilir (Kandemir ve ark., 2016). Özellikle sıcaklık ve ışık bitkide; fotosentez, solunum, net asimilasyon ve transpirasyon gibi fizyolojik olayların meydana gelmesinde ve bu olaylarla ilgili olarak bitkide büyüme ve gelişmeyi yönlendiren enzimlerin, hormonların ve renk pigmentlerinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Uzun ve Demir, 1996). Yetiştiricilikte ışık ve sıcaklık arasındaki denge net asimilasyon artışı ve kuru madde üretiminin kontrolünde oldukça önemli bir etkiye sahiptir (Uzun, 2000). Sıcaklık ve ışık yoğunluğu meyvenin kalite özellikleri üzerine görünüş, sertlik, tekstür, kuru madde ve duysal özellikleri bakımından doğrudan etkilidir. Bitki üzerine doğrudan gelen ışığın özellikle ışık miktarının fazla olduğu yaz aylarında meyvede şekil bozukluklarına neden olmaktadır. Ani sıcaklık değişimleri veya gece gündüz arasındaki sıcaklık farkının fazla olması ise meyvede çatlamaı artırmaktadır (Dorais ve ark., 2001).

Başarılı bir yetiştiricilik için erkencilik ve yüksek verimin yanısıra ürün kalitesini de artırmaya yönelik çalışmalar oldukça önemlidir. Son yıllarda tüketicilerin

sağlıklı ve kaliteli ürünlere olan taleplerindeki artış; araştırmacıların ürün kalitesine olan ilgilerini arttırmış çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmışlardır (Demirsoy, 2016; Karaağaç ve ark., 2018). Topraksız tarım domates yetiştiriciliğinde meyve kalitesi üzerine yetiştirme ortamlarının etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma yürütülmüştür (Fandi ve ark., 2007; Borji ve ark., 2010; Sezen ve ark., 2010; Toprak ve Gül 2013; Kılıç, 2014; Dönmez, 2015). Ancak ülkemizde sıcaklık ve ışık koşullarının domateste meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışma sayısı (Tüzel ve ark., 2009; Geboloğlu ve Yıldız, 2013; Demirsoy, 2016; Özkaplan, 2018) oldukça azdır. Bu konuda bilimsel çalışmaların sayısının artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratlarında yetiştirilen Bandita F₁ salkım domates çeşidinin meyve kalite unsurları üzerine farklı sıcaklık ve ışık koşullarının etkilerinin ayrıntılı olarak tespit edilmesi ve ürün kalitesi açısından en uygun substratın belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait Araştırma Uygulama ve Sera Sitesinde, 2014-2015 yıllarında cam serada yürütülmüştür. Çalışmada, Bandita F₁ domates çeşidi kullanılmıştır. Mevcut doğal ışık, sıcaklık ve fotoperiyotta varyasyon oluşturulması amacıyla, gölgeleme etkisi %55, enerji tasarrufu %58 oranında ve ışık geçirgenliği %45 olan akrilik, alüminyum, yüksek yoğunluklu polietilen (PEHD) dokuma özelliğine sahip gölgeleme ve enerji

perdesi kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırmada, açık sistem topraksız tarım yetiştirme tekniğine uygun niteliklere sahip cam serada fideler; 4-5 gerçek yapraklı dönemde, Hindistan cevizi lifi ve hazır kayayünü yetiştirme torbalarına, her bir torbaya 3 adet fide olacak şekilde 30 cm aralıklar ile açılan küçük deliklere (2.2 bitki m²) dikilmiştir. Çalışmada; 2014 yılı ilkbahar döneminde domates fidesi dikimleri tüm uygulamalarda 03.04.2014 tarihinde (I. Dönem), 2014 yılı sonbahar yetiştiriciliğinde 29.08.2014 (II. Dönem) ve 2015 yılı ilkbahar döneminde (III. Dönem) ise 05.03.2015 tarihinde dikilmiştir. Üç farklı dikim zamanı kullanılarak doğal ışık, sıcaklık ve fotoperiyotta varyasyon oluşturulmuştur. Her bir dikim döneminde hem Hindistan cevizi lifi ve hem de kayayünü yetiştirme ortamlarına dikilen 30 domates fidesi, %100 doğal ışık altında ve diğer 30 bitki ise gölgeleme materyali altında olacak şekilde iki farklı ekolojik çevrede yetiştirilmiştir. Her bir yetiştirme dönemi için iki farklı yetiştirme ortamında iki ayrı uygulama için toplam 120 domates bitkisi kullanılmıştır. Çalışmada dikimden bir gün önce, ortam doygun hale gelinceye kadar besin çözeltisiyle sulanmıştır. Bitkiler için gerekli olan su ve besin çözeltisinin bitki kök bölgesine dağıtımı, damlama sulama sistemi yardımıyla sağlanmıştır. Çalışmada, kullanılan besin eriyiği, domates bitkilerinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin sulama suyuna ilave edilmesiyle, komple besin eriyiği şeklinde modifiye edilmiş "Hoagland besin çözeltisi" ile sağlanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Serada bitkilere uygulanan besin çözeltisinin kimyasal içerikleri

Besin Elementi	Kullanılan Miktar (mg L ⁻¹)	Kullanılan Kimyasal Maddeler
N	242	NH ₄ NO ₃
P	31-54*	KH ₂ PO ₄
K	234-263*	KNO ₃
Ca	160	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O
Mg	48	MgSO ₄ .7H ₂ O
Fe	2.5	Fe EDDHA
Mn	0.5	MnSO ₂ .H ₂ O
Zn	0.5	ZnSO ₄ .7H ₂ O
Cu	0.02	CuSO ₄ .5H ₂ O
B	0.05	H ₃ BO ₃
Mo	0.01	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O

*Meyve tutumundan sonraki periyotta uygulanan besin çözeltisi miktar

Araştırmada domates yetiştiriciliğinde uygulanan besin çözeltisi, fide dikiminden meyve tutumuna kadar ve meyve tutumundan hasata kadar olmak üzere iki farklı konsantrasyonda hazırlanmıştır. Bitkilere besin çözeltisi uygulamadan önce besin çözeltisinde pH ve EC ölçümü yapılmış, uygulanan nitrik asit ilavesi ile pH

değerinin 6.0-6.5 ve EC değerinin ise 2.0-2.5 ds m⁻¹ sınırları içinde kalması sağlanmıştır. Sera içi hava sıcaklığı ve fotosentetik aktif radyasyon değerleri bilgisayar yardımı ile programlanabilen Onset hobo datalogger ve Quantum par sensörleri ile ölçülerek kaydedilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı yetiştirme dönemlerine ait ortalama sıcaklık ve ışık değerleri

	Sıcaklık	Işık
2014 yılı ilkbahar (I. Dönem)		
Hindistan cevizi lifi	26.22 °C	455.93 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Hindistan cevizi lifi (%50 gölgeli)	23.96 °C	264.54 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü	26.22 °C	455.93 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü (%50 gölgeli)	23.96 °C	264.54 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
2015 yılı ilkbahar (III. Dönem)		
Hindistan cevizi lifi	24.60 °C	432.67 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Hindistan cevizi lifi (%50 gölgeli)	22.71 °C	182.31 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü	24.60 °C	432.67 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü (%50 gölgeli)	22.71 °C	182.31 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
2014 yılı sonbahar (II. Dönem)		
Hindistan cevizi lifi	18.14 °C	223.46 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Hindistan cevizi lifi (%50 gölgeli)	16.42 °C	96.10 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü	18.14 °C	223.46 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Kayayünü (%50 gölgeli)	16.42 °C	96.10 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Araştırmada aşağıda ayrıntılı olarak belirtilen meyve kalite özellikleri incelenmiştir.

a) Meyve boyu ve meyve çapı (mm): Meyvenin sap çukuru ve çiçek çukuru arasındaki mesafe meyve boyu, meyve sapına dik ve en geniş nokta (ekvator) ise meyve çapı olarak dijital kumpas ile ölçülmüştür.

b) Meyve şekil indeksi: Meyve boyu ve meyve çapı ortalamalarının oranlanması ile meyve şekil indeksi değerleri belirlenmiştir.

c) Meyve kabuk rengi ve meyve et renginin belirlenmesi: Her uygulama için hasat olumundaki ölçüm ve gözlem bitkilerinden rastgele seçilen meyvelerde, kabuk ve et rengi Minolta CR-410 tristimulus dijital renk ölçüm aleti kullanılarak belirlenmiştir. Renk ölçümü, CIE L a*b* renk sınıflandırma sistemine göre yapılmıştır (Demirsoy, 2016). Kabuk dış rengi, meyvede 3 farklı kısımda okunmuştur. Meyve kabuk renk değerleri (L, a, b) ölçülmüştür. Elde edilen bu değerlerden kroma ve hue (b/a) açısı değerleri McGuire (1992)'e göre hesaplanmıştır.

d) Meyve eti sertliği (kg m^{-2}): Her bir uygulama için hasat olumundaki ölçüm ve gözlem bitkilerinden elde edilen meyvelerde TR marka FT-327 model el penetrometresine 8 mm'lik uç takılarak meyve eti sertliği değerleri kg/m^2 olarak belirlenmiştir.

e) Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%): Hasat olumundaki meyvelerden alınan meyve suyu örnekleri, Atogo marka MASTER-M model el refraktometresi ile ölçülmüş ve suda çözünür kuru madde miktarı değerleri yüzde şeklinde okunmuştur.

f) Titre edilebilir asitlik (TA), meyve suyunda pH ve EC miktarının belirlenmesi: Domates meyvelerinden alınan meyve suyu örneklerinde pH ve EC ölçümleri dijital pH metre ve EC ölçer ile yapılmıştır. Titre edilebilir asitlik ölçümleri ise Cemeroğlu (2007)'ye göre yapılmıştır.

2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma, faktöriyel deneme desenine göre her uygulamada 3 tekrür olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen sayısal verilere varyans analizi uygulanmış ve SAS-JMP 5.01 istatistik paket programında analiz edilmiştir. Deneme hatasının oranını gösteren doğruluk katsayıları (CV) hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Dünyada ve ülkemizde sebze kalite standartları daha çok ürünün dış görünüşüne göre yapılmaktadır. Özellikle sebzelerin, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen çok sayıda kalite kriteri bulunmaktadır (Karaağaç ve ark., 2018). Sebzelerde kalite özellikleri; irilik, şekil, renk, dış kusur gibi görünüş özellikleri; tekstür, tat ve aroma gibi organoleptik özellikler ve karotenoidler, vitaminler, fenolik bileşikler ve mineraller gibi fonksiyonel özellikler olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır (Leonardi ve ark., 2017).

Araştırma sonucunda, ortalama meyve boyu değerleri yönünden, uygulamalar arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). En yüksek meyve boyu değeri, 52.02 mm ile 2015 yılı ilkbahar dikim döneminden elde edilmiştir. Substratlar arasında, meyve boyu yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Hindistan cevizi lifi yetiştirme ortamında yetiştirilen domateslerde, ortalama meyve boyunun (48.49 mm), kayayünü yetiştirme ortamına (47.74 mm) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratlarında yetiştirilen meyveler arasında meyve çapı değerleri yönünden incelendiğinde, istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 3).

Çalışmada, dikim dönemleri, dönemxışık interaksyonları arasında ortalama meyve çapı yönünden $P<0.05$ 'e göre önemli derecede farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ortalama meyve çapı değerleri, 57.01 mm

- 62.12 mm arasında değişim göstermiştir. Çalışmada, artan ışık yoğunluğu ve artan sıcaklık değerlerinin meyve boyutlarında artışa neden olmuştur.

Çizelge 3. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde meyve boyutlarının (boy, çap, indeks) değişimleri (* $P<0.05$, CV:%2.1)^a, (* $P<0.05$, CV:%1.9)^b, (* $P<0.05$, CV:2.0)^c

Meyve boyu (mm) ^a										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Ort.*
HCL	48.62	47.72	48.17c	43.91	42.0	42,95e	54.24	54.42	54.33a	48.49a
KY	45.98	48.11	47.04cd	48.14	44.83	46,49d	49.28	50.13	49.71b	47.74b
Ort.*	47.30b	47.91b		46.03c	43.04d		51.76a	52.28a		
Dönem*	47.61b			44.72c			52.02a			

Meyve çapı (mm) ^b										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Ort.
HCL	58.7de	57.4ef	58.1c	53.91g	55.66fg	54.78e	63.90a	63.26ab	63.58a	58.83
KY	55.9f	57.2ef	56.5d	60.14cd	58.35de	59.25c	59.72cd	61.59bc	60.66b	58.82
Ort.	57.35	57.32		57.02	57.01		61.81	62.43		
Dönem*	57.33b			57.01b			62.12a			

Meyve şekil indeksi ^c										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Ort.
HCL	0.82	0.82	0.82b	0.81	0.75	0.78c	0.84	0.85	0.85a	0.81
KY	0.82	0.83	0.82b	0.79	0.76	0.78c	0.82	0.81	0.81b	0.80
Ort.*	0.82ab	0.83a		0.80b	0.75c		0.83a	0.83a		
Dönem*	0.82a			0.78b			0.83a			

Düşük sıcaklık değerlerinin meyve gelişimini yavaşlattığı (Nothmann, 1986) ve artan günlük ışık yoğunluğunun ise domateslerde meyve gelişimini pozitif yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Cockshull ve ark., 1992; Pearson, 1992; De Koning, 1994 ve Uzun, 2007).

Çalışmada meyve şekil indeksi değeri üzerine; dikim dönemi ($P<0.05$) ve gölge uygulamalarının etkisinin ($P<0.05$) ve bu iki faktör arasındaki interaksyon sonuçlarının önemli düzeyde farklılık gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 3). Gölge uygulamalarına bağlı olarak en yüksek meyve şekil indeksi (0.83) değeri, 2014 yılı ilkbahar ve 2015 yılı ilkbahar yetiştirme dönemlerinde belirlenmiştir. Yetiştirme ortamları bakımından karşılaştırıldığında ise en yüksek meyve şekil indeksi değeri, kayayünü yetiştirme ortamında yetiştirilen meyvelerde (0.81) saptanmıştır. Çalışmada, artan sıcaklık ve ışık şiddetinin meyve şekil indeksi değerlerini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Benzer sonuç, Demirsoy (2016) tarafından da artan ışık şiddetinin meyve şekil indeksini artırdığı şeklinde bildirilmiştir.

Domates meyvelerinde, meyve albenisini etkileyen en önemli kalite parametrelerden biri de meyve rengidir (Matas ve ark., 2009). Meyvede renk oluşumu; genotip sıcaklık ve bitki besleme gibi çevresel faktörlere bağlı

olarak değişkenlik göstermektedir. (Lopez Camelo ve Gomez, 2004). Domateslerde meyve renginde parlaklığı, L değeri temsil eder (Mcguire, 1992). Hasat sonucunda elde edilen ortalama L değerleri, ortam ve dönemxışık interaksyonları arasında önemli seviyede farklılıklar olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Substratlara bağlı olarak, meyve rengine ait L değerleri incelendiğinde en yüksek değer 52.11 ile Hindistan cevizi lifinden elde edilmiştir. Bu konuda yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, elde edilen sonuçların birbirinden farklılık gösterdiği görülmüştür. Toprak ve Gül (2013) en parlak domates meyvelerini Hindistan cevizi lifi ortamında olduğunu bildirirken; Dönmez (2015) kayayünü yetiştirme ortamında daha parlak meyvelerin elde edildiğini bildirmiştir. Çalışmada en parlak meyveler, yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şartlarında yetiştirilen bitkilerde saptanmıştır. Renk ölçümünde incelenen a ve b değeri, L değerine dik bir renk düzleminde domates meyve rengini oluşturur. Young ve ark. (1993), domates meyvelerinde a değerinin, meyvede olgunluğu ifade ettiğini ve bu değer ile meyvenin fizyolojik yaşının da tespit edilebildiğini bildirmişlerdir. Araştırmada a değerlerinin dönem, dönemxışık, dönemxortam ve dönemxortamxışık interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği

saptanmıştır (Çizelge 4). Hasat edilen meyveler, a değerleri yönünden incelendiğinde; en yüksek değer 25.4 ile 2014 yılı ilkbahar döneminde elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına benzer olarak; Tüzel ve ark. (2009) domates meyvelerinde a değerini 13.2-21.0 ve

Demirtaş ve ark. (2012) ise 17.10-20.10 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Substratlar bazında değerlendirildiğinde; ortalama meyve rengi b değerinin en yüksek 35.1 ile Hindistan cevizi lifi ortamında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde meyve kabuk rengi L, a, b, hue°, chroma* değerlerinin değişimi (*P<0.05, CV:%2.3)^a, (*P<0.05, CV:%8.3)^b, (*P<0.05, CV:%6.3)^c, (*P<0.05, CV:%2.6)^d, (*P<0.05, CV:%6.7)^e

Meyve kabuk rengi L değeri ^a										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			Ort.*
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	
HCL	52.28	51.32	51.80	53.58	50.23	51.91	53.55	51.69	52.62	52.11a
KY	52.80	49.37	51.08	54.04	48.18	51.11	51.64	49.51	50.58	50.92b
Ort.*	52.54a	50.34b		53.81a	49.21b		52.60a	50.60b		
Dönem	51.44			51.51			51.60			
Meyve kabuk rengi a değeri ^b										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			Ort.
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	
HCL	22.4abcd	23.4ab	22.9a	19.9d	15.7e	17.8c	24.9a	20.0cd	22.4a	21.10
KY	25.4a	22.9abc	24.1a	21.5bcd	16.0e	18.8bc	19.8d	20.6bcd	20.2b	21.08
Ort.*	23.9a	23.2a		20.78b	15.87c		22.3ab	20.35b		
Dönem*	23.58a			18.32c			21.36b			
Meyve kabuk rengi b değeri ^c										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			Ort.
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	
HCL	30.9bc	31.9bc	31.4a	26.5e	22.0f	24.2c	35.1a	26.2e	30.9a	28.89
KY	32.5ab	30.3bcd	31.4a	29.0cde	21.5f	25.3bc	26.9e	27.3de	27.1b	27.95
Ort.*	31.75a	31.10a		27.79b	21.79c		31.01a	27.11b		
Dönem*	31.43a			24.79c			29.06b			
Meyve kabuk rengi Hue° açısı değeri ^d										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			Ort.
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	
HCL	54.01	53.66	53.83	53.06	54.53	53.79	54.59	53.35	53.97	53.87
KY	52.02	52.86	52.44	53.48	53.36	53.42	53.63	52.87	53.25	53.03
Ort.	53.02	53.26		53.27	53.94		54.11	53.11		
Dönem	53.14			53.61			53.61			
Meyve kabuk rengi chroma değeri ^e										
Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			Ort.
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	
HCL	38.2bcd	39.6abc	38.9a	33.2e	27.0f	30.1c	43.0a	33.5e	38.2a	35.78
KY	41.3ab	38.0bcd	39.6a	36.2cde	26.8f	31.5bc	33.4e	34.2de	33.8b	35.02
Ort.*	39.7a	38.8a		34.7b	29.9c		38.2a	33.8b		
Dönem*	39.30a			30.84c			36.07b			

Yetiştirme dönemlerine göre ortalama meyve rengi b değerleri incelendiğinde; en düşük değer 24.79 ile 2014 yılı sonbahar döneminde ve en yüksek değer ise 31.43 ile 2014 yılı ilkbahar döneminde kayayünü yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Tüzel ve ark. (2009) ve Demirtaş ve ark. (2012), domates meyvelerinde b değerinin sırasıyla; 22.2-28.3 ve 18.32-20.28 arasında

değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Domateste meyve rengi hue° renk açısı değerleri, rengin tonunu ifade etmektedir. Yetiştirme dönemleri arasında istatistiksel olarak P<0.05'e göre önemli düzeyde bir farklılık olmakla birlikte, en fazla hue° açısı değeri 54.59 değeri ile 2015 yılı ilkbahar döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kaya (2012), domateste en düşük hue açısı

değerinin 29.6 ve en yüksek hue açısı değerinin ise 57.20 olduğunu bildirmiştir. Hue° renk açısının düşük oluşu, kırmızı rengin daha iyi görünmesine neden olduğundan uygulamalar arasında en yoğun kırmızı meyveler, kayayünü substartlarında, yüksek ışık ve yüksek sıcaklık koşulları altında olduğu belirlenmiştir. Domates meyvelerinde meyve kabuk rengi, chroma* değerleri, rengin doygunluğunu ve canlılığını ifade eder (Radzevicius ve ark., 2009). Araştırma sonucunda tüm uygulamalar arasında meyve kabuk rengi chroma değerlerinin $P<0.05$ 'e göre önemli derecede farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4). En yüksek chroma değeri, 39.30 ile 2014 yılı ilkbahar döneminden elde edilmiştir. Çalışmada Hindistan cevizi lifi ve kayayünü

yetiştirme ortamları arasında meyve rengi chroma değeri bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılığın olmadığı, ancak 35.78 değeri ile Hindistan cevizi lifinin öne çıktığı bulunmuştur. Araştırmada azalan ışık şiddeti, domateslerde meyve rengi chroma değerini düşürmüştür. Sönmez ve Ellialtıoğlu (2014), düşük ışık yoğunluğunun düzensiz meyve renk oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir. Hindistan cevizi lifinde yetiştirilen domateslerde; meyve et rengi L değerinin (48.76), kayayünü ortamına (47.76) göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Meyve et rengi verileri a ve b değerleri yönünden incelendiğinde; uygulamalar arasında önemli düzeylerde farklılıklar olduğu bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde dikim dönemlerine göre meyve et rengi L, a, b, hue°, chroma* değerleri (* $P<0.05$, CV:%6.8)^a, (* $P<0.05$, CV:%9.6)^b, (* $P<0.05$, CV:%9.7)^c, (* $P<0.05$, CV:%9.7)^d, (* $P<0.05$, CV:%8.4)^e

Meyve et rengi L değeri ^a										
Ortam	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Ort.
HCL	50.38	49.58	49.98	47.88	48.57	48.22	46.34	49.8	48.07	48.76
KY	47.23	48.09	47.66	53.72	45.66	49.69	45.61	46.23	45.92	47.76
Ort.	48.8	48.84		50.8	47.11		45.97	48.01		
Dönem		48.82			48.96			46.99		
Meyve et rengi a değeri ^b										
Ortam	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Ort.*
HCL	11.6de	12.8cde	12.2cd	14.7abc	11.7de	13.2bc	11.4de	14.1abc	12.7cd	12.7b
KY	15.5ab	13.4bcd	14.4ab	16.0a	15.5ab	15.7a	11.8de	11.2e	11.5d	13.9a
Ort*	13.58b	13.13bc		15.37a	13.61b		11.64c	12.67bc		
Dönem		13.36b			14.49a			12.15c		
Meyve et rengi b değeri ^c										
Ortam	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Ort.*
HCL	19.07b	21.23ab	20.15	19.19b	14.16c	16.67	20.33b	20.08b	20.21	19.01b
KY	23.90a	19.12b	21.51	21.70ab	20.0b	20.85	21.37ab	20.81ab	21.09	21.15a
Ort.	21.48	20.17		20.44	17.08		20.85	20.45		
Dönem*		20.83a			18.76b			20.65a		
Meyve et rengi Hue° açısı değeri ^d										
Ortam	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Ort.
HCL	58.57	58.86	58.71	52.50	50.39	51.45	60.55	54.95	57.75	55.97
KY	56.91	55.08	56.00	53.60	52.21	52.90	60.54	60.43	60.49	56.46
Ort.	57.74	56.97		53.05	51.30		60.55	57.69		
Dönem*		57.36a			52.18b			59.12a		
Meyve et rengi chroma değeri ^e										
Ortam	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Ort.
HCL*	22.3c	24.8bc	23.5bc	24.2bc	18.3d	21.2c	23.3c	24.5bc	23.9ab	22.90
KY*	28.5a	23.3c	25.9ab	26.9ab	25.3abc	26.1a	24.5bc	23.6bc	24.1ab	25.40
Ort.	25.44	24.10		25.58	21.85		23.93	24.13		
Dönem		24.77			23.71			24.03		

Çalışmada yetiştirme dönemleri karşılaştırıldığında; meyve et renginde a değerlerinin en yüksek 14.49 değeri ile 2014 yılı sonbahar döneminde ve b değeri yönünden ise en yüksek değer 20.83 ile 2014 yılı ilkbahar dikim döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Uygulamalar arasında meyve et rengi a ve b değerlerinin interaksiyon gösterdiği ve meyve et renginde a değerinin artarken, b değerinin ise belirgin olarak azaldığı belirlenmiştir. Ortalama meyve et rengi hue° açısı değerleri istatistiksel olarak analiz

edildiğinde, uygulamalar arasında $P < 0.05$ 'e göre önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Meyve et rengi hue° açısı değerlerinin, ilkbahar dikim dönemlerinde (57.36-59.12), sonbahar dönemine göre (52.18) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Meyve eti chroma değerleri; uygulamalar arasında, dönemxışık interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) düzeyde farklılıklar göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek chroma değeri, 28.5 ile kayayünü yetiştirme ortamında ve yüksek ışık koşullarında $26.22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $455.93\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ölçülmüştür. İlkbahar döneminde ortalama chroma değerleri sırasıyla, 24.03-24.77, sonbahar dönemine (23.71) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Domateslerde meyve eti sertliği ve kabuk direnci ürünün depolanması, dağıtım ve olgunluk süresince değişim gösterdiğinden mekanik zedelenmelere karşı

önemli bir hasat kriteridir (Batu, 2004). Meyve eti sertliği bakımından uygulamalar arasında, $P < 0.05$ 'e göre önemli seviyede farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). En yüksek meyve eti sertliği, 3.42 kg m^{-2} ile 2014 yılı sonbahar döneminde yetiştirilen domates meyvelerinde ölçülmüştür. Yetiştirme ortamlarının meyve eti sertliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz düzeyde olmakla birlikte; en yüksek değer, kayayünü yetiştirme ortamında (2.90 kg m^{-2}) saptanmıştır (Çizelge 6). Elde ettiğimiz araştırma sonuçları, Kılıç (2014) ile Toprak ve Gül (2013) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Her iki çalışmada da inorganik substratlarda yetiştirilen domates meyvelerinde kabuk direncinin daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde meyve eti sertliği değerlerinin değişimi (kg m^{-2}) (* $P < 0.05$, CV: %6.5)

Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.	Işık*	Gölge*	Ort.	Işık*	Gölge*	Ort.	Ort.
HCL	2.76cde	1.96h	2.36	3.14b	3.56a	3.35	2.53def	2.36fg	2.45	2.72
KY	2.93bc	2.50ef	2.71	3.50a	3.50a	3.50	2.84bcd	2.13gh	2.48	2.90
Ort.*	2.84b	2.23c		3.32a	3.53a		2.68b	2.50c		
Dönem*	2.53b			3.42a			2.46b			

Domates meyvelerinde suda çözünür kuru madde miktarı, meyve lezzetini oluşturan en önemli meyve kalite bileşenlerindedir (Özkaplan, 2018). Çalışmada, SÇKM değeri en yüksek, %100 doğal ışık altında yetiştirilen domateslerde (%5.66) ve en düşük % 50 gölgeleme uygulamasında (%4.08) elde edilmiştir (Çizelge 7). Birçok araştırma sonucu, domates meyvelerinde artan ışık ve sıcaklık koşullarının %

SÇKM değerini arttırdığını göstermiştir (El-Gizawy ve ark., 1993 ve Demirsoy, 2016). Tüzel ve ark. (2009) domates meyvelerinde % SÇKM değerinin %3.7-4.9; Bonakdarzadeh (2014), %4.08-4.40; Yıldız (2013), %4.27-4.60; Dönmez (2015), %6.03-6.73 aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatürleri destekler nitelikte olmuştur.

Çizelge 7. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde suda çözünür kurumadde değerleri (%) (SÇKM) (* $P < 0.05$, CV: %3.1)

Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Işık	Gölge	Ort.	Ort.
HCL	5.40	4.76	5.08	4.73	4.00	4.36	5.73	4.80	5.26	4.90
KY	5.30	4.70	5.00	4.53	4.16	4.35	5.60	4.63	5.11	4.82
Ort.*	5.35b	4.73c		4.63c	4.08d		5.66a	4.71c		
Dönem*	5.04b			4.35c			5.19a			

Titre edilebilir asitlik, domates meyvelerinde önemli bir lezzet bileşenidir. Çalışmada domates bitkilerinin yetiştirme dönemlerine göre TA değerlerinde önemli düzeyde ($P < 0.05$) farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca, dikim zamanlarına göre domates meyvelerinde TA'nın en fazla %0.40 ile 2014 yılı sonbahar döneminde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; azalan ışık şiddetinin titre edilebilir asit değerlerini arttırdığı saptanmıştır. 2014 yılı sonbahar yetiştirme döneminde, %50 gölge uygulaması altında titre edilebilir asitlik oranı, Hindistan cevizi lifi uygulamalarında en yüksek

bulunmuştur. Çalışmada domates meyvelerinde titre edilebilir asitlik değerlerinin düşük ışık koşulları altında artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 8). El-Gizawy ve ark. (1993) ve Demirsoy (2016) domates meyvelerinde TA oranının, ilkbahar dönemine göre sonbaharda en yüksek değere ulaştığını bildirmiş ve bu bulgular çalışmamızı destekler nitelikte olmuştur. Şahin ve ark. (1998), torf yetiştirme ortamından elde edilen domates meyvelerinde titre edilebilir asitlik oranının %0.47-0.48; Ünlü ve Padem (2009) ise %0.23-0.43 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Kılıç (2014), farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen domates

meyvelerinde en yüksek TA değerlerinin Hindistan cevizi lifi ortamından (%0.43) elde ettiğini bildirmiştir.

Domateste meyve suyundaki pH, tadı belirleyen önemli kalite parametrelerinden birisidir. Genel olarak kalite analizlerinde, düşük pH değeri (2.0 civarı) ekşi meyveleri, düşük asitlik değeri ise tatlı meyveleri ifade eder (Brown, 2007). Araştırmada meyve suyundaki

pH'nın ortam, dönem ve ortamışık etkisinde çok önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek meyve suyu pH'sı 4.39 ile ilkbahar döneminde (2015 yılı) tespit edilmiştir (Çizelge 9). Elde edilen bulgulara göre, artan ışık şiddetinin meyve suyu pH değerini artırdığı belirlenmiştir (Yıldız, 2013; Demirsoy, 2016).

Çizelge 8. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde titre edilebilir asitlik (%) (TA) değerleri (*P<0.05, CV: %3.2)

Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Işık	Gölge	Ort.*	Ort.*
HCL	0.32	0.44	0.38b	0.36	0.45	0.40a	0.33	0.42	0.37b	0.38a
KY	0.29	0.37	0.33c	0.37	0.43	0.40a	0.29	0.36	0.33b	0.35b
Ort.*	0.30d	0.40b		0.36c	0.44a		0.31d	0.39b		
Dönem*	0.35b			0.40a			0.35b			

Çizelge 9. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde pH değerlerinin değişimi (*P<0.05, CV: %3.6)

Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık	Gölge	Ort	Işık	Gölge	Ort	Işık	Gölge	Ort	Ort.*
HCL	4.43	4.06	4.25	3.92	3.96	3.94	4.60	4.10	4.35	4.18b
KY	4.41	4.10	4.25	4.16	4.20	4.18	4.63	4.23	4.43	4.29a
Ort*	4.42b	4.08c		4.04c	4.08c		4.61a	4.16c		
Dönem*	4.25b			4.06c			4.39a			

Benzer bir şekilde Tüzel ve ark. (2009) domates meyvelerinde, meyve suyu pH değerinin 4.2-4.3, Bozköylü ve Daşgan (2010) 4.3-4.4; Toprak ve Gül (2013), 4.52-4.66; Kiracı ve Karataş (2015) 4.37-4.58; aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Domates meyvelerinin EC içeriği bakımından, substratlar arasında istatistiksel olarak (P<0.05) önemli düzeyde farklılıklar olduğu bulunmuştur. En yüksek meyve suyu EC değeri, 5.04 ds m⁻¹ ile Hindistan cevizi lifinden elde edilmiştir (Çizelge 1 0). Üç farklı dikim döneminde içerisinde, en yüksek meyve suyu EC değerleri 5.16 ds m⁻¹ ile 2014 yılı ilkbahar yetiştiriciliğinde elde edilmiştir. İlkbahar

yetiştiriciliğinde gölgelemenin etkisiyle azalan ışık şiddeti meyve suyunda EC değerinin artmasına neden olmuştur. Ancak, sonbahar yetiştirme döneminde ise artan ışık şiddeti meyve suyu EC değerini artırıcı yönde etki yapmıştır. Tüzel ve ark. (2009) domates meyvelerinde meyve suyu EC değerinin 4.5 ds m⁻¹ ile 5.9 ds m⁻¹ arasında değiştiğini; Bozköylü ve Daşgan (2010), domateslerde meyve suyunda en düşük EC değerinin 2.7 ds m⁻¹, en yüksek ise 3.2 ds m⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Toprak ve Gül (2013), domateste en yüksek meyve suyu pH'sının Hindistan cevizi lifi büyüme ortamında 5.84 ds m⁻¹ iken perlit ortamında 4.54 ds m⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 10. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarında değişik ortamlarda yetiştirilen salkım domateslerde EC (ds m⁻¹) değerleri (*P<0.05, CV: %3.3)

Substrat	I. Dönem			II. Dönem			III. Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Ort.*
HCL	5.10c	5.62a	5.36a	5.08c	4.47e	4.77de	4.76d	5.20bc	4.98bc	5.04a
KY	4.49de	5.43ab	4.96cd	4.67de	4.56de	4.62e	5.06c	5.28bc	5.17ab	4.92b
Ort.*	4.80c	5.53a		4.87c	4.52d		4.91c	5.24b		
Dönem*	5.16a			4.69b			5.08a			

4. Sonuç

Araştırma sonucunda; sıcaklık, ışık değerleri ve substratların domateste meyve kalitesi üzerine önemli düzeyde etkiler oluşturduğu saptanmıştır. Artan ışık yoğunluğu ve sıcaklık koşullarında hem meyve boyu

hemde meyve çapı değerleri belirgin düzeyde artışlar olduğu bulunmuştur. Meyve boyutları yönünden yapılan değerlendirmede; ilkbahar yetiştirme dönemlerinde meyve boyutlarının sonbahar dönemine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Meyve şekil indeksi değerleri ise yetiştirme dönemlerine göre farklılık

göstermiştir. Ayrıca, sıcaklık ve ışık şiddetinin, meyve şekil indeksi değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Genel olarak Hindistan cevizi lifi substratının, meyve kabuk rengi; L, a, b, hue°, chroma* değerleri üzerine etkilerinin olumlu olduğu belirlenmiştir. Artan sıcaklık ve ışık şiddetinin, domateste % SÇKM değerini artırdığı saptanmıştır. Ayrıca düşük ışık koşullarının domates meyvelerinde, titre edilebilir asit değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle sonbahar döneminde hasat edilen meyvelerde ilkbahar dönemine göre titre edilebilir asit değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel anlamda artan ışık yoğunluğu ve sıcaklık koşullarının meyve kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Çalışmada, Hindistan cevizi lifi uygulamalarının meyve kalite unsurlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Meyve albenisini oluşturan meyve kabuk rengi parlaklığı, canlılığı ve doygunluğu bakımından Hindistan cevizi lifi substratının yetiştirme ortamı olarak öne çıktığı ancak meyve eti sertliğinin bakımından en sert meyvelerin kayayünü substratlarında olduğu belirlenmiştir. Topraksız tarım domates yetiştiriciliğinde meyve kalitesi üzerine kullanılan substratlar kadar ışık ve sıcaklık da oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle domates gibi ışık ve sıcaklık isteği yüksek olan bitkilerde iyi bir planlama ile kontrollü ışık ve sıcaklık koşulları altında daha kaliteli ürünler elde edilebilir. Elde edilen bu sonuçlar, ülkemizde topraksız tarım teknikleri kullanılarak yapılacak domates yetiştiriciliğinde üretim planlaması yapılmasında önemli yararlar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (PYO.ZRT.1904.13.024) tarafından desteklenmiştir. Merhum Prof. Dr. Sezgin Uzun'a doktora tez çalışmasının başlangıcında yapmış olduğu fikri katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Balkaya, A., Özcan, M., 1997. Sebzelere kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 295-311, 21-24 Ekim, Yalova.
- Batu, A., 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. Journal Food Engineering, 61(3): 471-475.
- Borji, H., Ghahsareh, A. M., Jafarpour, M., 2010. Effects of the substrate on tomato in soilless culture. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6(6): 923-927.
- Bonakdarzadeh, M., 2014. Topraksız tarımda farklı domates çeşitlerinin meyve kalite özelliklerinde mevsimsel değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 67 s, İzmir.
- Bozköylü, A., Daşgan, H., 2010. Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde kimyasal ve organik gübrelemenin

- karşılaştırılması. TÜBAV Bilim Dergisi, 3(2): 174-181.
- Brown, A., 2007. Understanding food principles and preparation. Thomson Higher Education 10 Davis Drive Belmont, CA 9402-3098, p 672, USA.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, Bizim Büro Basımevi, 535 s, Ankara.
- Cockshull, K.E., Graves, C.J. and Carol R.J., 1992. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. Journal of Horticultural Science, 67(1): 11-24.
- De Koning, A.N.M., 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato quantitative approach. Thesis, Agriculture University, p 240, Wageningen The Netherlands.
- Demirsoy, M., 2016. Sera koşullarında farklı yapay ışık, renk ve kaynaklarının (*Lycopersicon esculentum* Mill.), biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcanda (*Solanum melongena* L.) fide büyüme, gelişme, kalite ve dikim sonrası adaptasyonlarına etkilerinin kantitatif yöntemlerle incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 157s, Samsun.
- Demirtaş El, Asri Ö.F., Özkan C.F., Arı N., 2012. Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 29(1): 9-22.
- Dorais, M., Papadopoulou, A.P., Gosselin, A., 2001. Greenhouse tomato fruit quality. Horticultural Reviews, 26: 239-319.
- Dönmez, İ., 2015. Bazı bölgesel organik atıkların topraksız tarımda (torba kültürü) kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s. Samsun.
- El-Gizawy, A.M., Gomaa, H.M., El-Habbasha, K.M. and Mohamed, S.S., 1993. Effect of different shading levels on tomato plants. 1. Growth, Flowering and Chemical Composition. Acta Horticulturae, 323, 341-348.
- Fandi, M., Muhtaseb, J., Hussein, M., 2007. Effect of plant density on tomato yield and fruit quality growing in tuff culture. Acta Horticulturae. 741, 207-212.
- FAO, 2017. Food and agriculture organization. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 04.03.2019).
- Geboloğlu, N., Yıldız, D., 2013. Gölgelemenin sırk domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı argonomik özellikler üzerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Komisyonu Sonuç Raporu, Proje No: 2012/83.
- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık, 144 s. İstanbul.
- Güneş, A., İnal, A., Karaman, M.R., Geboloğlu, N., 2012. Topraksız yetiştiricilik sisteminde bitki

- besleme yöntemi. Bitki Besleme. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2. 1066 s.
- Kandemir, D., Kurtar, S.E., Demirsoy, M., 2016. Türkiye örtüaltı domates yetiştiriciliğindeki gelişmeler. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 5(17): 22-27.
- Karaağaç, O., 2013. Karadeniz Bölgesi'nden toplanan kestane kabağı (*C. maxima*) ve bal kabağı (*C.moschata*) genotiplerinin karpuz anaçlık potansiyellerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 240 s, Samsun.
- Karaağaç, O., Balkaya, A., Kafkas, N.E., 2018. Karpuzda (*Citrullus lanatus*) meyve kalitesi ve aroma özellikleri üzerine anaçların etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 33: 92-104.
- Kaya, S., 2012. Yerel sofralık domates popülasyonlarının organik tarıma uygunlukları ve organik çeşit geliştirme amacıyla kullanım olanakları üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 111 s. İzmir.
- Kılıç, P., 2014. Topraksız domates yetiştiriciliğinde kullanılan farklı ortamların verim, kalite ve bitki besin elementi tüketimi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 69 s. Isparta.
- Kıracı, S. ve Karataş, A., 2015. Organik domates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1), 17-22.
- Leonardi, C., 2004. Growing media. Regional Training Workshop On Soilless Culture Technologies. 3-5 March, 83-92, İzmir.
- Leonardi, C., Kyriacou, M., Gisbert, C., Oztekin, G.B., Mourão, I., Roupheal, Y., 2017. Quality of grafted vegetables. In: Colla, G., Pérez-Alfocea F., Schwarz, D. (Eds). Vegetable Grafting: Principles and Practices. CAB International. pp. 216-244, Oxfordshire, UK.
- Lopez Camelo, A.F., Gomez, P. A., 2004. Comparasion of color indexes for tomato ripening. Horticultura Brasileira, 22(3): 534-537.
- Matas, A.J., Gapper, N.E., Chung, Mi-Y., Giovannoni, J.J., Rose, J.K.C., 2009. Biology and genetic engineering of fruitmaturation for enhanced quality and shelf-life. Current Opinion in Biotechnology. 20, 197– 203.
- Mcguire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements, HortScience, 27, 1254-1255.
- Nichols, M.A., 2002. Strawberry tip runners. Practical Hydroponics and Greenhouses, 64, 34-50.
- Nothmann, J., 1986. Fruiting of eggplant in a mild winter climate. Acta Horticulture. 191, 237–246.
- Özkaplan, M., 2018. Serada topraksız domates yetiştiriciliğinde büyüme, gelişme ve verim üzerine ışık ve sıcaklığın kantitatif etkilerinin modellenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 238 s, Samsun.
- Pardossi, A., Carmassi, G., Diara, C., Incrocci, L., Maggini, R., Massa, D., 2011. Efficient use of inputs in protected horticulture. Department of Biological Agriculture, University of Pisa, p 260, Italy.
- Pearson, S., 1992. Modelling the effect of temperature on the growth and development of horticultural crops. Unpublished PhD thesis, Reading University, England, 204 pp.
- Peet, M. M. and Heuvelink, E., (Ed.). 2005. Irrigation and fertilization in tomatoes. Cabi Publishing. pp. 198, Wallingford, U.K.
- Prasad, L. B., Babu Adhikari, P., Soo Yoon, C., Hee Kang, W., 2012. Yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars established at different planting bed size and growing substrates. Horticulture, Environment and Biotechnology, 53, 102-107.
- Radzevičius, A., Karkleienė, R., Viškelis, P., Bobinas, C., Bobinaitė, R., Sakalauskienė, S., 2009. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit quality and physiological parameters at different ripening stages of; Lithuanian cultivars. Agronomy Research, 7 (Special issue II): 712-718.
- Sezen, S. M., G. Celikel, A. Yazar, S. Tekin and Kapur, B., 2010. Effect of irrigation management on yield and quality of tomatoes grown in different soilless media in a glasshouse. Scientific Research and Essay. 5, 041-048.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. Derim, 31 (2):107-130.
- Şahin, Ü., Özdeniz, A., Zülkadir, A., Alan, R., 1998. Sera koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisinde farklı yetiştirme ortamlarının verim, kalite ve bitki gelişmesine olan etkileri. Journal of Agriculture and Forestry. (22), 71–79.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr
URLhttps://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (Erişim tarihi: 04.03.2019).
- Tüzel, Y., Duyar, H., Öztekin, G.B., Gül, A., 2009. Domates anaçlarının farklı dikim tarihlerinde bitki gelişimi, sıcaklık toplamı isteği, verim ve kaliteye etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 46 (2): 79-92.
- Toprak, E., Gül A., 2013. Topraksız tarımda kullanılan ortam domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu? Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (2): 41-47.
- Uzun, S., Demir, Y., 1996. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verim üzerine etkisi. (II. Gelişme). OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(3): 201-212.
- Uzun, S., 2000. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (III. Verim). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(1): 105-108.
- Uzun, S., 2007. Effect of light and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena*) grown in greenhouses. New

- Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 35, 51-59.
- Ünlü, H., Padem, H., 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ekoloji Dergisi, 19(73):1-9.
- Yıldız, D., 2013. Gölgelemenin sırik domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı argonomik özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 44 s, Tokat.
- Young, T. E., Juvik J. A., Sullivan J. G., 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science. 112: 286-292.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi:10.7161/omuanajas.556100

Dışsal sentetik inositol türevi (Allo-İnositol) uygulamasının *Capsicum chinense* bitkisinin tuz (NaCl) toleransı üzerine etkisi

Gizem Özkoku^a, Sertan Çevik^{b*}, Serpil Ünyayar^a

^aMersin Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mersin

^bMersin Üniversitesi, Mut Meslek Yüksekokulu, Mersin

* Sorumlu yazar / Corresponding author: srtncvk@gmail.com,

Geliş/Received 19/04/2019 Kabul/Accepted 31/07/2019

ÖZET

Bu çalışmada tuz stresine maruz bırakılan *Capsicum chinense* (biber) bitkisinde, dışsal olarak yapraklardan uygulanan sentetik siklitol türevi allo-inositol'un tuz tolerans mekanizmasında oynadığı rollerin fizyolojik ve biyokimyasal yöntemlerle araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda tuz stresine maruz bırakılan bitkiler (150 µM NaCl) gerek kontrol bitkileri gerekse siklitol uygulanmış stres gruplarıyla kıyaslanarak; yaprak su potansiyelleri, antioksidan enzim aktiviteleri, lipid peroksidasyonları (MDA), hidrojen peroksit (H₂O₂), prolin ve kalsiyum miktarları belirlenmiştir. Bulgularımıza göre stres gruplarında allo-inositol uygulaması yaprak su potansiyelini, prolin miktarını, kalsiyum içeriğini ve antioksidan enzim aktivitelerini arttırırken, MDA ve H₂O₂ içeriğini ise azaltmıştır. Bu sonuçlara göre; dışsal olarak uygulanan sentetik allo-inositol'un biber bitkisinde tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifletebildiği söylenebilir.

Anahtar Sözcükler:
Allo-inositol
Biber
Tuz stresi

The effect of exogenous application of Synthetic inositol derivative (Allo-Inositol) on salt tolerance of *Capsicum chinense*

ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate the role of synthetic cyclitol derivative allo-inositol on salt tolerance mechanism in the *Capsicum chinense* (pepper) which is exposed to salt stress by physiological and biochemical methods. Plants that exposed to salt stress (150 µM NaCl) compared to both control plants and cyclitol applied stress groups; leaf water potentials, antioxidant enzyme activities, lipid peroxidation (MDA), hydrogen peroxide (H₂O₂), proline and calcium levels were determined. According to our findings, application of allo-inositol in stressed groups increased leaf water potential, proline amount, calcium content, and antioxidant enzyme activities while decreasing MDA and H₂O₂ content. According to these results; it can be said that the synthetic allo-inositol which exogenously applied to pepper plant may alleviate the negative effects of salt stress.

Keywords:
Allo-inositol
Pepper
Salt stress

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Anavatanı Güney Amerika olan biber (*Capsicum spp.*) ekonomik değeri olan önemli bir bitkidir (Yemiş ve ark., 2004). Biber, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre; dünyada en çok yetiştirilen yedinci sebze türüdür (FAO, 2016) ve 4.3 milyar dolarlık ihracat payına sahiptir. Türkiye önemli biber üretici ülkelerden birisidir ve üretim oranlarına göre dünyada üçüncü sıradadır (Çizelge 1).

Bitkiler yaşamları boyunca çeşitli çevresel stres faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Ciddi ürün kayıplarına neden olan bu çevresel stresler abiyotik ve biyotik stres etmenleri olarak iki büyük gruba ayrılırlar (Boyer, 1982). Etkilediği alanlar bakımından en önemli abiyotik stres etmenlerinden birisi tuz stresidir. Tuz stresi, kurak ve yarı kurak alanlarda bitki gelişimini ciddi derecede sınırlandırmaktadır (Lopez ve ark., 2011; Eisa ve ark., 2012). Toprak tuzluluğu; yetersiz yağışlar, yüksek oranda buharlaşma, doğal tuz kayaları, tuzlu

Bu çalışma, "Dışarıdan Uygulanan Sentetik İnositol Türevinin (Allo-İnositol) *Capsicum Chinense* (Acı Biber)'nin Tuz Toleransı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

sulama suları ve yetersiz drenaj gibi sebeplerden kaynaklanabilmektedir (Solmaz ve ark., 2011). Bunun yanında aşırı gübreleme gibi etmenler detoprakta tuz birikimine neden olarak bitkileri olumsuz etkileyebilmektedir (Özkorkmaz ve Yılmaz, 2017).

Çizelge 1. Dünyada en çok biber üretimi yapan ilk 10 ülke

Sıra	Ülke	Üretim Miktarı (Ton/Yıl)
1	Çin	17.821.238
2	Meksika	3.296.875
3	Türkiye	2.608.172
4	Endonezya	2.359.441
5	İspanya	1.277.908
6	Amerika	962.679
7	Nijerya	748.559
8	Mısır	623.220
9	Cezayir	614.922
10	Tunus	429.000

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde hücrelerinin ozmotik potansiyeli azalır (Penella ve ark., 2016), bu durum stomaların kapanmasına (Yu ve Assman, 2016) dolayısıyla hücre içi karbondioksit konsantrasyonunun azalmasına, radikal miktarının ise artmasına (Gonzalez ve ark., 2002) neden olarak fotosentez aktivitesi başta olmak üzere birçok mekanizmayı olumsuz yönde etkileyerek verimin düşmesine neden olur (Sreenivasulu, 2000). Bitkiler ise meydana gelebilecek bu olumsuz etkileri en aza indirebilmek adına çeşitli mekanizmalar geliştirmişlerdir.

Tuz stresi altındaki bitkilerde radikal miktarlarında ciddi artışlar olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir (ZhongQun ve ark., 2007; Jalali-Emam ve ark., 2011). Makro moleküllere ve hücre komponentlerine düzensiz bir şekilde bağlanarak hasarlara yol açan bu radikaller bitkilerde bulunan antioksidan savunma sistemi sayesinde zararsızlaştırılırlar (Çevik ve ark., 2019a).

Stres altında antioksidan savunma sisteminde yer alan unsurların miktarları ya da aktivitelerinde meydana gelen artışlar genellikle bitkilerin strese toleransı ile korelasyon içerisindedir (Çevik ve Ünyayar, 2015). Bu nedenle streslerle başa çıkabilmek adına gen mühendisliği çalışanları bu proteinlerin ekspresyonlarını arttırarak bitkileri daha toleranslı hale getirmeye çalışmaktadırlar (Parmar ve ark., 2017).

Tuz stresinin diğer bir önemli etkisi hücre içi su potansiyelini düşürmesidir. Bu durumda bitkiler hücre içinde ozmolit biriktirerek su potansiyelini korumaya çalışırlar (Çevik ve ark., 2014). Çalışmamıza konu olan siklitollerin ozmotik düzenlemenin yanında sinyal iletimi, hücre duvarı oluşumu ve antioksidan aktivitenin düzenlenmesi gibi birçok önemli mekanizmada rol oynadığı düşünülmektedir (Bieleski, 1994; Merchant ve ark., 2006).

Bu çalışmada sentetik olarak üretilen bir siklitol türevi olan *allo*-inositolün tuz stresi altındaki bitkilerin strese karşı geliştirdiği tolerans mekanizmasında

oynadığı rollerin fizyolojik ve biyokimyasal metotlar ile araştırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitki yetiştirme koşulları

Çalışmada bitki materyali olarak Mersin-Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nden alınan *C. chinense* tohumları kullanılmıştır. Tohumlar ilk olarak % 1'lik HCl çözeltisinde birkaç dakika bekletilmiş ve bol su ile yıkanarak sterilize edilmiştir. Daha sonra sürekli olarak havalandırılan su içinde bir gün bekletilerek şişirilmiş ve 1.8 kg toprak (torf, gübre, kum 3:1:1) bulunan saksılara aktararak 26/22°C (gün/gece) sıcaklık, % 65 ± 5 oransal nem ve 480 µmol foton m² sn⁻¹ (gün/gece 14s/10s) koşullarında iklim odasında yetiştirilmiştir. Çalışmada 28 gün boyunca büyütülen bitkilerin yarısı 10 gün süreyle topraklar kurudukça 150 µM tuz solüsyonu ile sulanarak stres grubu, diğer yarısı ise şebeke suyu ile sulanarak kontrol grubu oluşturulmuştur. Tuz stresinin başladığı günden itibaren 3 gün boyunca kontrol ve stres gruplarının yarısının yapraklarına yapraklar tamamen ıslanana kadar 30 µM *allo*-inositol, diğer yarısına ise distile su püskürtülerek uygulanmıştır. Onuncu günün sonunda bitkiler hızlı bir şekilde analiz edilerek sıvı azotta dondurulmuş ve analiz gününe kadar -70°C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

2.2. Yaprak su potansiyeli (YSP, Ψ_{Yaprak}) ölçümleri

Hasat edilen taze bitki örneklerinin yaprak su potansiyeli (YSP, Ψ_Y) Pressure Chamber (Model 1000, PMS) cihazı ile MPa cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir (n=10).

2.3. Antioksidan enzim aktivitelerinin ölçümü

2.3.1. Süperoksit dismutaz enzim aktivitesi (SOD, EC.1.15.1.1.)

Süperoksit dismutaz (SOD), Katalaz (KAT) ve Glutasyon redüktaz (GR) enzimleri aktivite ölçümleri için aynı ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Buna göre 1 gr yaprak dokusu 5 mL fosfat tamponu (pH:7, 0.1 mM EDTA ve 100 mg PVP içerir) ile homojenize edilerek santrifüj (16.000 g, 5 dk, +4 °C) işlemine tabii tutulmuş ve süpernatant enzim aktivite ölçümleri için kullanılmıştır.

SOD aktivitesi için cam bir tüp içerisine fosfat tamponu (2.4 mL), sodyum karbonat (1 mL), L-methionin 200 µL, nitro blue tetrazolium (NBT, 200 µL), enzim (150 µL) ve ribofilavin (150 µL) eklenerek reaksiyon başlatılmıştır. Örnekler 25 °C de 10 dakika boyunca ışık altında tutularak renginin değişmesi beklenmiştir. Spesifik enzim aktivitesi U/mg protein olarak belirlenmiştir. Bir birim (U) SOD aktivitesi 560 nm'de spektrofotometrede ölçülen NBT'nin % 50

inhibisyonuna neden olan enzim miktarı olarak belirlenmiştir (Beyer ve Fridovich, 1987).

2.3.2. Katalaz (KAT, EC.1.11.1.6.) enzim aktivitesi

Katalaz aktivitesi için 2.8 mL potasyum fosfat tamponu (pH:7 EDTA içermez), 80 µL H₂O₂ (0.5 M) ve 120 µL enzim ekstraktı karıştırılarak reaksiyon başlatılmıştır. Katalaz aktivitesi 240 nm'de 30 saniye içindeki absorbansın düşmesi ile tayin edilmiş ve sonuçlar H₂O₂ dk⁻¹mg⁻¹ protein olarak hesaplanmıştır (Aebi, 1974).

2.3.3. Glutasyon redüktaz (GR, EC.1.6.4.2.) enzim aktivitesi

Glutasyon redüktaz aktivitesi için fosfat tamponu (1.5 mL), NADPH₂ (150 µM), okside glutasyon (GSSG) (150 µL), H₂O (1 mL) ve 200 µL ekstrakt karıştırılarak reaksiyon başlatılmıştır. 340 nm'de 1 dk boyunca absorbanstaki azalmalar ölçülerek kaydedilmiş ve sonuçlar 1 dakikada oksitlenen NADPH₂'nin µmol dk⁻¹mg⁻¹ protein değeri olarak hesaplanmıştır (Calberg ve Mannervik, 1985).

2.3.4. Askorbat peroksidaz (AP, EC.1.11.1.11) enzim aktivitesi

Askorbat peroksidaz analizi için, 150 mg yaprak dokusu alınarak, 200 mM (pH:7.8) HEPES, 2 mM EDTA, 5mM MgCl₂, ve 4 mM sodyum askorbat içeren 1.5mL ekstraksiyon ortamında homojenize edilmiştir. Saf ekstrakt 4°C'de, 5 dk, 16.000 g'de santrifüj edilerek süpernatant ölçümler için kullanılmıştır. Reaksiyon 50 mM NaH₂PO₄ (pH:7), askorbat (500 µM), H₂O₂ (1 mM) ve ekstrakt karıştırılarak başlatılmış ve 290 nm'de absorbansta meydana gelen azalma kaydedilmiştir. AP spesifik aktivitesinin (nmol dk⁻¹mg⁻¹ protein) hesaplanmasında askorbat için 2.8 µM⁻¹cm⁻¹ tükenme katsayısı kullanılmıştır (Bonnet ve ark., 2000).

2.4. Çözünür protein miktarının ölçülmesi

Çözünür protein miktarı Bradford metoduna göre çalışma solüsyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bovin serum albümin standart eğri oluşturmak için kullanılmış, örnekler 595 nm'de elisa cihazında okunarak kaydedilmiştir (Bradford, 1976).

2.5. Hidrojen peroksit (H₂O₂) seviyesinin belirlenmesi

Hidrojen peroksit seviyesi Velikova ve ark. (2000) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Buna göre 500 mg yaprak dokusu 5 mL, % 2 (v:v) TCA ile buz banyosunda homojenize edildikten sonra homojenat 12.000'de santrifüj edilmiş ve süpernatant ölçüm için kullanılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler BioxytechH₂O₂-560test kiti (OXIS International, Inc. USA) protokolüne göre gerçekleştirilmiştir.

2.6. Lipid peroksidasyonu

Lipid peroksidasyonu Ohkawa ve ark. (1979) göre, malondialdehit (MDA) içeriğinin ölçülmesiyle belirlenmiştir. Bunun için; 1 mL (% 5) trikloroasetik asit (TCA) solüsyonunda 0.2g yaprak dokusu homojenize edilmiştir. Homojenat 16.000 g'de 15 dakika oda sıcaklığında santrifüj edilmiştir. Süpernatant, thiobarbiturik asit (TBA, % 0.5) ve TCA (% 20) solüsyonlarından eşit hacimlerde alınarak tüplere eklenmiştir. Tüpler 96°C'de 25 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra tüpler buz banyosuna konularak reaksiyon sonlandırılmış ve 12.000 g'de, 5 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatanın absorbansı 532 nm'de ve 600 nm'de spektrofotometrede (Analıtyicjena - Specord 210 Plus) ölçüldü. TCA solüsyonu (% 20) içinde TBA (% 0.5) kör olarak kullanılmıştır. MDA içeriği, 155 mM⁻¹cm⁻¹ tükenme katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır.

2.7. Kalsiyum (Ca⁺²) içeriğinin belirlenmesi

Kalsiyum analizi için 1 g yaprak örneği fırınında 110 °C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler 3:1 oranında nitrik asit/perklorik asit çözeltisinde 200°C sıcaklıkta ekstrakte edilerek 50 mL ultra saf su ile seyreltilmiştir. Elde edilen son solüsyon İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS, Agilent 7500) ile analiz edilmiştir. Cihazın analiz koşulları: RF gücü: 1500 W, örnek derinliği: 8.8 mm, plazma gaz akışı: 15 L dk⁻¹, taşıyıcı gaz akışı: 0.9 L dk⁻¹, aux gaz akışı: 1L dk⁻¹, sıcaklık 2°C olarak ayarlanmıştır. Analiz sırasında saflaştırma işlemleri için argon gazı (% 99.998) kullanılmıştır (Zarcinas ve ark., 1987).

2.8. Prolin içeriğinin belirlenmesi

Prolin içeriğinin belirlenebilmesi için, 0.5 g yaprak dokusu 10mL % 3'lük sülfosalisilik asitte homojenize edilmiştir. Ekstraktlar filtre kâğıdı ile filtre edildikten sonra 2mL filtrat, ninhidrin (2mL) ve glasiyal asetik asit (2mL) ile karıştırılarak 100°C'de 1saat bekletilmiştir. Reaksiyon buz içine konularak sonlandırılmıştır. Karışım 4 mL soğuk toluen ile ekstrakte edilmiştir. Toluene fazı 520 nm'de spektrofotometrede analiz edilmiş ve sonuçlar 1g yapraktaki µmol prolin cinsinden hesaplanmıştır (Bates ve ark., 1973).

2.9. İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler SPSS 11.5 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin normal dağılım gösterdikleri Shapiro-Wilk testi ile ortaya konulmuştur. Grupların karşılaştırılması amacıyla Student-T analiz testi kullanılmıştır.

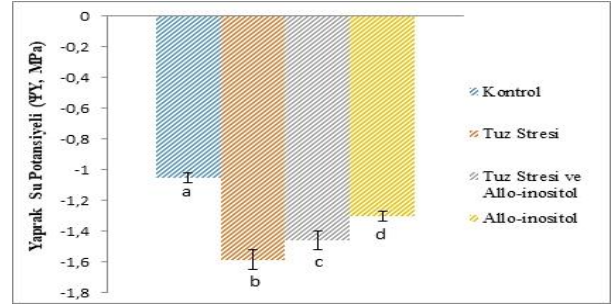
3. Bulgular ve Tartışma

Kontrol gruplarına kıyasla tuz stresi su potansiyelini belirgin ölçüde azaltmıştır (Şekil 1.) ($P < 0.05$). Kontrol gruplarının su potansiyeli -1 MPa iken tuz stresi ile birlikte bu -1.6 MPa civarına düşmüştür. Benzer şekilde Penella ve ark. (2016) biberde, Çömlekçioğlu ve Arıkan (2017) *Isatis tinctoria* L. bitkisinde, Çulha (2011) ise Aspir bitkisinde tuz stresinin yaprak su potansiyelini azalttığını rapor etmişlerdir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin topraktan daha az su aldığı ve bu nedenle yaprak su potansiyellerinin azaldığı bir çok çalışma ile gösterilmiştir (Ashraf ve Iram, 2005; Kıran ve ark., 2014; Deveci ve Tuğrul, 2017). Çalışmada tuz stresi altındaki bitkilere allo-inositol uygulaması ise su potansiyelini arttırmıştır (Şekil 1.).

Allo-inositol uygulaması -1.6 MPa civarında olan su potansiyelini -1.4 MPa civarına yükseltmiştir. Avcı (2015) tuz stresi altındaki mısır bitkisiyle yaptığı çalışmada ozmotik düzenleyici olan mannitolü dışsal olarak uygulandığında yaprak su potansiyelinin arttığını belirlemişlerdir. Çalışmada allo-inositol uygulamasının stres koşullarında su potansiyelini yükseltmiş olması onun ozmotik düzenleyici olduğuna dair ipuçları vermektedir. Bu durum stres altındaki bitkilerin ozmotik potansiyellerinin korunması için önemli olabilir. Tuz stresi SOD, KAT, GR ve AP enzim aktivitelerinde kontrol gruplarına kıyasla artışlara neden olmuştur (Şekil 2).

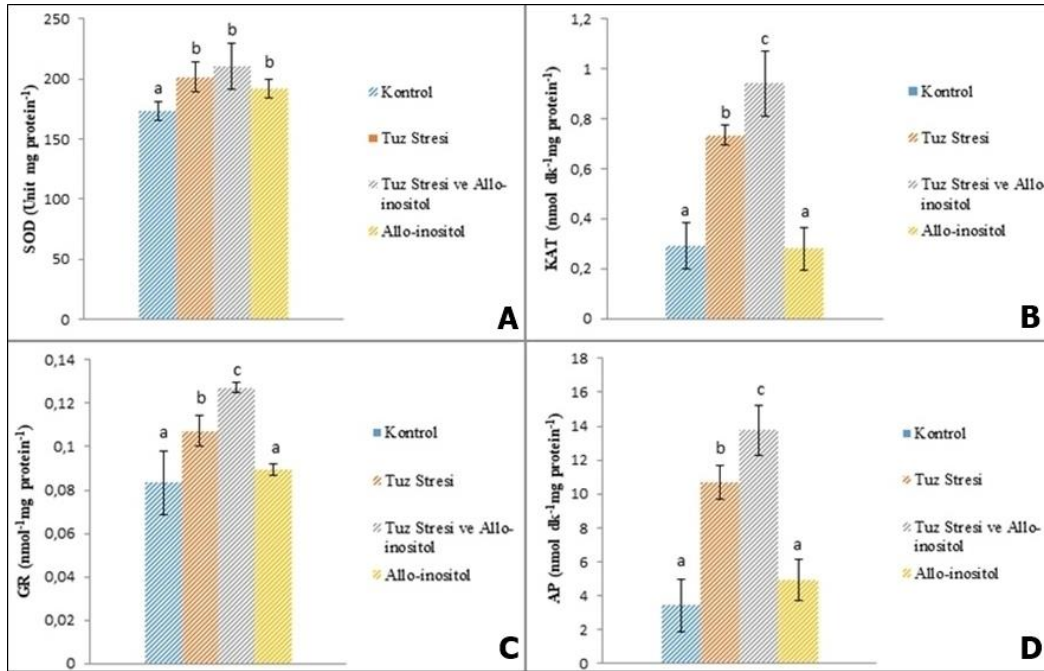
Farklı araştırmacılar tarafından çeşitli bitkilerde yapılan çalışmalarda tuz stresine maruz kalan bitkilerde antioksidan enzim aktivitelerinde artışların meydana

geldiği ifade edilmiştir (Cicerali, 2004; Ahmad, 2010; Silva ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda tuz stresinin Reaktif oksijen türlerinin (ROT) miktarını arttırdığı buna bağlı olarak bitkilerde antioksidan savunma sisteminin uyarıldığını belirtmişlerdir.



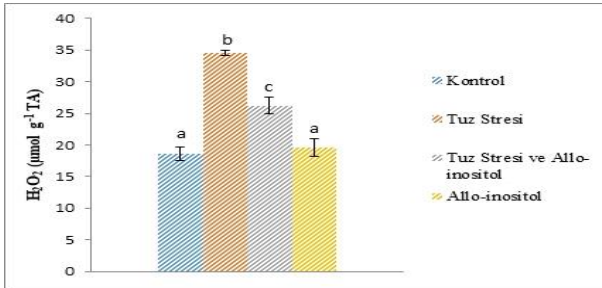
Şekil 1. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* 'nin yaprak su potansiyeli üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).

Elde edilen sonuçlara göre hidrojen peroksit seviyesi tuz stresi ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı oranda artmıştır (Şekil 3). Oksijen toksisitesi aerobik yaşamın doğasında olan bir özelliktir. Bitkiler tarafından üretilen oksijenin yaklaşık olarak % 1'i çeşitli hücre organellerinde ROT'a dönüştürülmektedir (Moran ve ark., 1994; Bartoli ve ark., 1999).

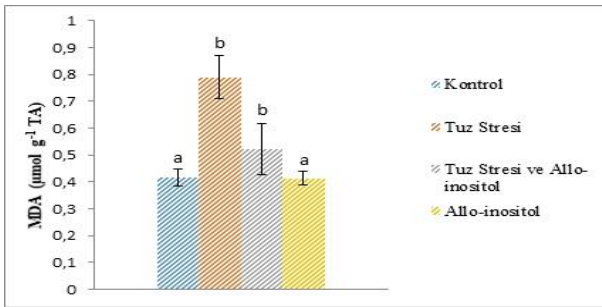


Şekil 2. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* yapraklarındaki antioksidan enzim aktiviteleri (A-SOD, B-KAT, C-GR, D-AP) üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).

Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalar ROT'un tümüyle zararlı olmadığını ancak yüksek seviyelere ulaştığı durumlarda hücrel oksidatif hasarlara yol açtığını göstermektedir (Sies, 2017; Çevik ve ark., 2019b). Reaktif oksijen türlerinin detoksifiye edilerek ortadan kaldırılması biyomoleküllerin oksidatif hasardan korunması için gereklidir. Çünkü ROT lipid peroksidasyonuna, proteinlerin parçalanmasına ve nükleik asit hasarına neden olmaktadır (Ünyayar ve ark., 2005; Fazeli ve ark., 2007). ROT'un neden olduğu hasarı azaltmak yada önlemek için bitkiler; enzimatik ve enzimatik olmayan bileşiklerden oluşan bir antioksidan savunma sistemi geliştirmişlerdir (Foyer ve ark., 1994). Bu çalışmada allo-inositol uygulamasıyla birlikte stres gruplarında enzim aktivitelerinde meydana gelen artışlar (Şekil 2) stresle başa çıkabilmek adına bitkiye büyük avantaj sağlayarak, oluşması muhtemel oksidatif hasarları en aza indirmiştir. Meydana gelen artışa paralel olarak hidrojen peroksit seviyesinde meydana gelen azalma bu duruma güzel bir kanıt olarak sunulabilir (Şekil 3). Tuz stresi *C. chinense* bitkisinde malondialdehit (MDA) miktarını artırırken (yaklaşık 2 kat), allo-inositol uygulaması MDA miktarında belirgin bir düşüşe (yaklaşık olarak % 30) neden olmuştur (Şekil 4).

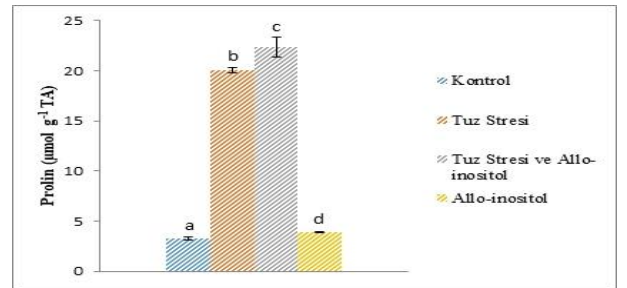


Şekil 3. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* yapraklarının H₂O₂ içeriği üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi. (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).



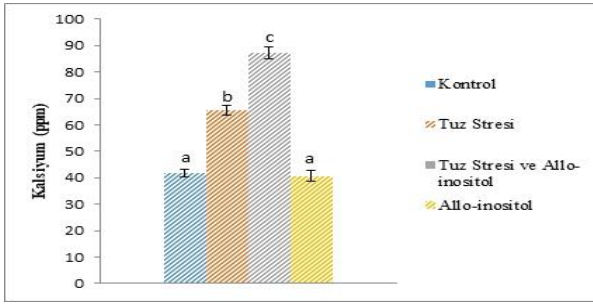
Şekil 4. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* yapraklarının MDA içeriği üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).

MDA lipid peroksidasyonunun son ürünü ve iyi bir oksidatif hasar belirteçidir (Kaya ve İnan, 2017). Hücre içi radikal miktarının yükselmesi ile lipid peroksidasyonu meydana gelmektedir. Yapılan birçok çalışmada tuz stresıyla birlikte MDA miktarının arttığı belirtilmiştir (Çelik ve Atak, 2012; Baran ve Doğan, 2014; Abdelgawad ve ark., 2016). Bu çalışmada allo-inositol uygulaması ile MDA miktarının azalması, uygulama ile birlikte antioksidan enzimlerin aktivitelerinde meydana gelen artışlarla açıklanabilir. Bu durum özellikle hücre membranlarının oksidasyondan korunması için oldukça önemlidir. Tuz stresi prolin miktarında belirgin bir artışa (yaklaşık 5 kat) neden olmuştur. Tuz stresi uygulanan bitkilerin yapraklarına allo-inositol uygulaması prolin miktarını arttırmıştır (kontrol gruplarına kıyasla yaklaşık 6 kat) (Şekil 5).



Şekil 5. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* yapraklarının prolin içeriği üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).

Prolin miktarının birçok çevresel strese arttığı farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Szabados ve Savoure., 2010; Çevik ve ark., 2019a). Literatürde prolinin en iyi bilinen özelliği iyi bir ozmotik koruyucu olduğudur. Özellikle tuz ve kuraklık stresi gibi koşullarda prolin miktarında dramatik artışların olduğunu gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Ünyayar ve ark., 2004; Mafakheri ve ark., 2010). Ozmotik koruyucu olmasının yanısıra son yıllarda prolinin radikal oluşumunu azalttığı (Szabados ve Savoure., 2010) ve antioksidan özellik gösterdiği de bildirilmiştir (Lhout ve ark., 2001; Vendruscolo ve ark., 2007). Tüm bu özellikleri stres koşullarında prolinin artışının tuz toleransına maruz kalan bitkiler için çok önemli olduğunun göstergesidir. Allo-inositol uygulamasının prolin biyosentezini nasıl arttırdığı ile ilgili ise daha detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde kalsiyum seviyelerinde de belirgin bir artış (yaklaşık olarak % 60) olmuştur. Tuz stresi sırasında allo-inositol uygulanan bitkilerdeki kalsiyum miktarı uygulama yapılmayanlara göre belirgin bir şekilde artış (yaklaşık olarak % 30) göstermiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Tuz stresine maruz bırakılan *C. chinense* yapraklarının kalsiyum içeriği üzerine allo-inositol uygulamasının etkisi. (Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). Aynı harf ile gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur).

Alpaslan ve ark. (1998) buğday ve çeltik bitkilerinde tuz stresi ile birlikte kalsiyum içeriklerinin de yükseldiğini belirlemiştir. Meydana gelen bu artış ise tuzlu koşullarda bitkilerin sodyum alımına paralel olarak kalsiyum alımıyla açıklanmıştır. Türkmen ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada tuz stresindeki bitkilerde kalsiyum miktarının yükselmesinin tuz toleransını arttırdığını vurgulamışlardır. Bu durum allo-inositol uygulamasıyla tuz toleransının artabileceği ile ilgili önemli bir ipucu vermektedir. Ancak, allo-inositolün hücre içi kalsiyum alımına yaptığı etkinin mekanizması önemli bir araştırma konusu olarak görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Tuz stresi bitkilerde ciddi verim kayıplarına neden olan önemli bir abiyotik streştir. Tuz stresinin meydana getirdiği olumsuz etkilerin azaltılması çabaları içerisinde dışsal uygulanan bileşiklerin kullanılması stresle başa çıkabilmek adına önemli faydalar sağlamaktadır. Yapılan çalışmadan elde edilen bulgulara göre sentetik olarak elde edilen allo-inositolün iyi bir ozmotik düzenleyici olduğu, antioksidan savunma sistemini uyarak antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı ve buna bağlı olarak radikal miktarını ve lipid peroksidasyonunu azaltarak oksidatif hasarı azalttığı söylenebilir. Ayrıca stres koşulları altında çoklu görevleri olan prolin miktarını ve yine stres toleransında önemli rolleri olduğu bilinen kalsiyum miktarını arttırması diğer önemli bulgular olarak görülmektedir. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak allo-inositolün özellikle stres koşullarında bitkilerde meydana getirdiği fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin detaylı çalışmalar ile araştırılması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte elde edilen veriler siklitolün tarımsal amaçlı kullanım potansiyeline yönelik özgün ve önemli katkılar sağlamıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Mersin Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından BAP-FBE BB (GK) 2013-2

YL numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışmada kullanılan allo-inositolü sentezleyen Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜLTEKİN (Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü)'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdelgawad, H., Zinta, G., Hegab, M.M., Pandey, R., Asard, H., Abuelsoud, W., 2016. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science*, 7: 276.
- Aebi, H. 1974. Catalase. In: Bergmeyer, H.U. (Eds.) *Methods of enzymatic analysis*, Verlag Chemie/Academic Press Inc., New York, pp. 673-680.
- Ahmad, P., 2010. Growth and antioxidant responses in mustard (*Brassica napus* L.) plants subjected to combined effect of gibberellic acid and salinity. *Archives Agronomy and Soil Science*, 56: 575-588.
- Alpaslan, M., Gunes, A., Taban, S., Erda, I., Tarakcioglu, C., 1998. Variations in calcium, phosphorous, iron, copper, zinc, and manganese contents of wheat and rice varieties under salt stress, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 227-233.
- Ashraf, M., Iram, A., 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200 (6): 535-546.
- Avcı, M.A., 2015. Tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisine diüre ve buğday bitkisine mannitol uygulamasının bitki fizyolojisine ve beslenmesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Baran, A., Doğan, M., 2014. Tuz stresi uygulanan soyada (*Glycine max* L.) salisilik asidin fizyolojik etkisi. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*, 18(1): 78-84.
- Bartoli, C.G., Simontacchi, M., Tambussi, E., Beltrano, J., Montaldi, E., Puntarulo, S., 1999. Drought and watering-dependent oxidative stress: effect on antioxidant content in *Triticum aestivum* L. leaves. *Journal of Experimental Botany*, 50: 375-383.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39 (1): 205-207.
- Beyer, W.F., Fridovich, I., 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions. *Analytical Biochemistry*, 161: 559-566.
- Bielecki, R.L., 1994. Pinitol is a major carbohydrate in leaves of some coastal plants indigenous to New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 32 (1): 73-78.
- Bonnet, M., Camares, O., Veisserie, P., 2000. Effects of zinc and influence of *Acremonium lolii* on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and

- antioxidant enzyme activities of ryegrass. Journal Experimental Botany, 51: 945-953.
- Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. Science, 218: 443-8.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein, utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.
- Calberg, I., Mannervik, B., 1985. Glutathione Reductase: In Methods in Enzymology. Academic Press, 113: 484-490.
- Cicerali, I.N., 2004. Effect of salt stress on antioxidant defense systems of sensitive and resistant cultivars of lentil (*Lens culinaris* M.). Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelik, Ö., Atak, Ç., 2012. The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline. Turkish Journal of Biology, 36: 339-356.
- Çevik, S., Akpınar, G., Yıldızlı, A., Kasap, M., Karaosmanoğlu, K., Ünyayar, S., 2019a. Comparative physiological and leaf proteome analysis between drought-tolerant chickpea *Cicer reticulatum* and drought-sensitive chickpea *C. arietinum*. Journal of Bioscience, 44(20): 1-13.
- Çevik, S., Güzel Değer, A., Yıldızlı, A., Gök, A., Ünyayar, S., 2019b. Proteomic and physiological analyses of dl-cyclopentane-1,2,3-triol-treated barley under drought stress. Plant Molecular Biology Reporter, 37(3): 237-251.
- Çevik, S., Ünyayar, S., 2015. The effects of exogenous application of ascorbate and glutathione on antioxidant system in cultivated *Cicer arietinum* and wild type *C. reticulatum* under drought stress. SDU Journal of Natural and Applied Sciences, 19: 1-13.
- Çevik, S., Yıldızlı, A., Yandım, G., Göksu, H., Gultekin, M.S., Değer, A.G., Celik, A., Kuş, N.Ş., Ünyayar, S., 2014. Some synthetic cyclitol derivatives alleviate the effect of water deficit in cultivated and wild-type chickpea species. Journal of Plant Physiology, 171 (10): 807-816.
- Çömlekçioğlu, N., Arıkan, S., 2017. Fizyolojik stres ve eksojen poliaminlerin *Isatis tinctoria* L. yapraklarındaki indigo miktarı ve fide gelişimi üzerine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 30 (3): 261-267.
- Çulha, Ş., 2011. Tuz stresinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerindeki bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Deveci, M., Tuğrul, B., 2017. Ispanakta tuz stresinin yaprak fizyolojik özelliklerine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 6: 89-98.
- Eisa, S., Hussin, S., Geissler, N., Koyro H.W., 2012. Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) as a potential cash crop halophyte. Australian Journal of Crop Science, 6 (2): 357-368.
- Fazeli, F., Ghorbanlı, M., Niknam, V., 2007. Effect of drought on biomass, protein content, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in two sesame cultivars. Biologia Plantarum, 51: 98-103.
- FAO, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 06.10.2016).
- Foyer, C.H., Lelandais, M., Kunert, K.J., 1994. Photooxidative stress in plants. Physiologia Plantarum, 92 (4): 696-717.
- Gonzalez, K., Erdei L., Lips, H., 2002. The activity of antioxidant enzymes in maize and sunflower seedlings as affected by salinity and different nitrogen sources. Plant Science, 162 (6): 923-930.
- Jalali-Emam, S.M.S., Alizadeh, B., Zaefizadeh, M., Zakarya, R.A., Khayatnezhad, M., 2011. Superoxide dismutase (SOD) activity in NaCl stress in salt-sensitive and salt-tolerance genotypes of Colza (*Brassica napus* L.). Middle-East Journal of Scientific Research, 7 (1): 7-11.
- Kaya, A., İnan, M., 2017. Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21 (3): 332-342.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(3): 41-48.
- Lhout, F.A., Zunzunegui, M., Barradas, M.C.D., Tirado, R., Clavijo, A., Novo, F.G., 2001. Comparison of proline accumulation in two mediterranean shrubs subjected to natural and experimental water deficit. Plant and Soil, 230: 175-183.
- Lopez, H., Marco, A., Ulery, A.P., Zohrab, S., Picchioni, G., Flynn, R.P., 2011. Response of chili pepper (*Capsicum annum* L.) to salt stress and organic and inorganic nitrogen sources: I Growth and yield. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (1): 137-147.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P.C., Sohrabi, Y., 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science, 4 (8): 580-585.
- Merchant, A., Tausz, M., Arndt, S.K., Adams, M.A., 2006. Cyclitols and carbohydrates in leaves and roots of 13 Eucalyptus species suggest contrasting physiological responses to water deficit. Plant, Cell & Environment, 29 (11): 2017-2029.
- Moran, J.F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R.V., Aparicio-Tejo, P., 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. Planta, 194: 346-352.

- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, K., 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95: 351- 358.
- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2017. Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülçede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (2): 196-200.
- Parmar, N., Singh, K. H., Sharma, D., Singh, L., Kumar, P., Nanjundan, J., Khan, Y. J., Chauhan, D. K., Thakur, A.K., 2017. Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: A comprehensive review. *3 Biotech*, 7 (4): 239-246.
- Penella, C., Landi, M., Guidi L., Nebauer, S.G., Pellegrini, E., San Bautista, A., Remorini, D., Nali, C., Lopez-Galarza S., Calatayud, A., 2016. Salt-tolerant rootstock increases yield of pepper under salinity through maintenance of photosynthetic performance and sinks strength. *Journal of Plant Physiology*, 193: 1-11.
- Sies, H., 2017. Hydrogen peroxide as a central redox signaling molecule in physiological oxidative stress: oxidative eustress. *Redox Biology*, 11: 613–619.
- Silva, J.R., Chaves, T.P., da Silva, A.R., Barbosa, L.D.F., Costa, J.F., Ramos-Sobrinho, R., Teixeira, R.R., Silva, S.J., Lima, G.S., Assunção, I.P., 2017. Molecular and morpho-cultural characterization of *Colletotrichum spp.* associated with anthracnose on *Capsicum spp.* in northeastern Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 42 (4): 315-319.
- Solmaz, I., Sarı, N., Dasgan Y., Aktaş, H., Yetişir, H., Ünlü, H., 2011. The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9 (3-4): 172-176.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W., 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). *Physiologia Plantarum*, 109 (4): 435-442.
- Szabados, L., Savoure, A., 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science*. 15(2): 89-97.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ., Kabay, T., (2002). Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 53-57.
- Ünyayar, S., Keleş, Y., Çekiç, F.Ö., 2005. The antioxidative response of two tomato species with different drought tolerances as a result of drought and cadmium stress combinations. *Plant Soil Environment*, 51: 57-64.
- Ünyayar, S., Keleş, Y., Ünal, E., 2004. Proline and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30 (3-4): 34-47.
- Velikova, V., Yordanov, I., Edreva, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants, protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151: 59–66.
- Vendruscolo, E.C.G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C.A., Molinari, H.B.C., Marure, C.J., Vieira, L.G.E., 2007. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *Journal of Plant Physiology*, 164: 1367-1376.
- Yemiş O, Bakkalbaşı E, Artık, N., (2004). Kapsaisinolit kaynağı olarak kırmızıbiberler. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 18: 30-37.
- Yu, Y., Assmann, S.M., 2016. The effect of NaCl on stomatal opening in *Arabidopsis* wild type and agb1 heterotrimeric G-protein mutant plants. *Plant Signaling & Behavior*, 11: e1085275.
- Zarcinas, B.A., Cartwright, B., Spouncer, L.R., 1987. Nitric acid digestion and multi-element analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18 (1): 131-146.
- ZhongQun, H., ChaoXin H., ZhiBin Z., ZhiRong Z., HuaiSong W., 2007. Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 59: 128–133.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.556215

Burdur Gölü'ndeki seviye değişimi sonucunda ortaya çıkan lakustrin materyalin zamansal ve mekansal değişimi

Gafur Gözükara^{a*}, Sevda Altunbaş^b, Mustafa Sarı^b

^aEskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

^bAkdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ggozokara@ogu.edu.tr

Geliş/Received 19/04/2019 Kabul/Accepted 17/09/2019

ÖZET

Türkiye'nin Göller Bölgesinde yer alan ve Ramsar sulak alanı olan Burdur Gölü, son yıllarda dramatik bir şekilde hızla kurumaktadır. Bu çalışmanın amacı; son 42 yılda (1975-2017) Burdur Göl seviyesinin azalması ile bazı iklimsel parametreler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve karasal ortama çıkan lakustrin materyallerin zamana bağlı konumsal ve alansal dağılımlarını tespit etmektir. Burdur Gölü seviyesinin azalması üzerinde etkisi olan iklim ve diğer faktörler sonucunda; göl seviyesinin 13.74 m alçaldığı (-% 2) ve göl alanının 211 km²'den 130 km²'ye kadar (-% 38.39) gerilediği tespit edilmiştir. Ortaya çıkan lakustrin materyalin konumsal dağılımları ise; daha düşük ortalama eğime (% 0.12) sahip Kuzey Doğu Sahili'nde (KDS) yoğunluk göstermektedir. Burdur Gölü'nün su seviyesinin azalması ile iklimsel parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; göl seviyesindeki azalma ile en güçlü ilişkinin sıcaklık (-0.637**) ve toplam buharlaşma (-0.603**) arasında olduğu tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı ile göl seviyesinin azalması arasında, herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Bu sonuçlara göre, Burdur Gölü'nün kurumasında etkili olduğu düşünülen iklim faktörlerine müdahale ederek göl havzasının su bilançosu üzerindeki baskının azaltılması pek mümkün görünmemektedir. Bu sebeple Burdur Gölü'nün devamlılığını sağlamak için, hatalı arazi kullanımı ve hatalı tarımsal üretim deseni üzerinde gerekli yasal düzenlemelerin acilen yapılması gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Burdur Gölü
Göl seviyesi
Lakustrin ana
materyal

The temporal and spatial changes of the lacustrine material resulting from the level change in the Burdur Lake

ABSTRACT

Turkey's lake situated in the region and the Ramsar wetlands of Lake Burdur, quickly dry up dramatically in recent years. The aim of this study is; To evaluate the relationship between the reduction of Burdur Lake level and some climatic parameters in the last 42 years (1975-2017) and to determine the spatial and spatial distributions of the lacustrine materials coming into the terrestrial environment. As a result of climate and other factors that have an effect on the decrease of Burdur Lake level; It was determined that the lake level decreased 13.74m (- 2 %) and the lake area decreased from 211 km² to 130 km² (- 38.39 %). The positional distribution of the resulting lacustrin material is; The North Eastern Coast has a lower average gradient (0.12 %). When the relationship between the water level of the Burdur Lake and the climatic parameters is examined; It was found that the strongest relationship with the decrease in the lake level was between temperature (-0.637 **) and total evaporation (-0.603 **). No relation was found between the total annual rainfall and the decrease in lake level. According to these results, it is unlikely to reduce the pressure on the water balance of the lake basin by interfering with the climate factors which are thought to be

Keywords:
Lake Burdur
Lake level
Lacustrine parent
material

effective in the drying of Burdur Lake. For this reason, in order to ensure the continuity of Burdur Lake, it is necessary to make the necessary arrangements on unsuitable land use and agricultural production pattern.

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Göller genellikle buldukları yörenin en çukur topografyasında yer alırlar. Gölün çevresindeki yüksek arazilerden, yüzey akışlarıyla taşınan taşı-topraklı materyaller, göllerin tabanlarında ve yakın çevrelerinde yıllık ve/veya dönemsel katmanlar şeklinde birikirler (Gözükara ve Altunbaş, 2016). Göl tabanlarında, su ve dalga hareketleri ile zaman içerisinde organize olarak düz ve düze yakın bir topografik yapıya sahip olan bu materyaller “Lakustrin” olarak isimlendirilirler (Tröels, 1955; Merkt ve ark., 1971; Schnurrenberger ve ark., 2003; Sarı, 2015; Gözükara ve Altunbaş, 2016; Soil Survey Manuel, 2017). Tarımsal sulama, içme/kullanma suyu temini, insanların arazi kullanım şekilleri (tarım, balıkçılık ve hayvancılık), kirlilik, şehirleşme, iklim değişikliği ve gölü besleyen kaynakların azalması gibi faktörler sulak alanların dinamik su seviyelerinde ciddi kayıplara neden olurlar (Hartig ve ark., 1997; Stephanie ve ark., 2000; Brinson ve Zedler, 2003; Bassi ve ark., 2014; Fickas ve ark., 2016; Song ve Liu, 2016). Su altında gerçekleşen depolanma olaylarında, taşınıp biriken malzemenin özelliğine bağlı olarak, lakustrin materyallerin bir kısmı veya tamamı, gölün dinamik su seviyesinin azalmasıyla birlikte karasal ortama çıkarlar. Karasal ortama çıkan bu materyaller, Toprak Genetiği Biliminde, “Lakustrin Ana Materyal” olarak isimlendirilirler (Sarı, 2015; Soil Survey Manuel, 2017). Toprak oluşum sürecinde, ana materyal görevi gören lakustrinler, iklim, topografya, biyosfer ve zamanın etkisi ile toprak oluşturmaya (pedolojik prosesler) başlarlar. Farklı fiziko-kimyasal ve mineralojik özelliklere sahip lakustrin ana materyaller üzerinde oluşan topraklarda meydana gelen zamansal ve mekansal farklılıklar ise, onların kullanım şekillerini ve üretkenlik potansiyellerini etkiler (Baktır ve Sarı, 2002; Sarı ve ark., 2003; Altunbaş ve Sarı, 2010; Altunbaş ve Sarı, 2011; Gözükara, 2019).

Türkiye'nin büyük bir bölümü, jeolojik zaman süreçlerinde pek çok defalar su altında kalarak, “eski göl ve deniz tabanı” fizyografyalarına (arazi formlarına) sahip olmuştur. Göllerin ve diğer sulak alanların zamanla ve çeşitli nedenlerle su seviyelerindeki değişimi ve ortaya çıkan alanların tespiti konusunda birçok araştırmacı çalışmalar yapmıştır (Kent ve ark., 2005; Hui ve ark., 2008; Günel ve Özdemir, 2010; Akar ve ark., 2012; Bahadır, 2013; Çatal ve Dengiz, 2015; Çelebi, 2016; Cui ve ark., 2016; Yan ve ark., 2017; Liu ve Yue, 2017). Ortaya çıkan bu alanlar, tarım, sanayi, kentleşme, turizm, yol ve havaalanı gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Türkiye'nin Güneybatı'sında “Göller Yöresi” olarak bilinen alanda pek çok sulak alan bulunmaktadır. Bu sulak alanların en önemlilerinden birisi de Burdur Gölüdür. Burdur Gölü, geçmiş jeolojik

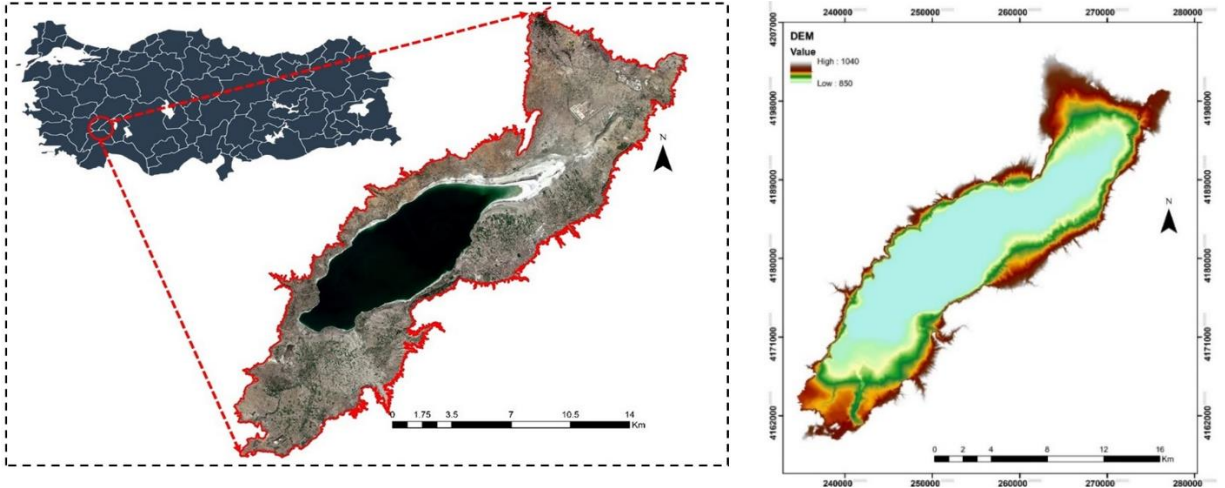
zaman süreçlerinde çeşitli kereler çekilmek suretiyle, karasal ortama kavuşmuş ve kavuşmaya devam eden arazilere sahiptir (Roberts, 2003a; Ataoğlu, 2010; Tudryn ve ark., 2013). Burdur Göl Havzası'nda farklı zaman dilimlerinde ve farklı konumlarda, sudan kurtulan bu materyaller üzerinde, çeşitli düzeylerde pedolojik değişim ve dönüşümler yaşanmaya başlamıştır. Bugün; bir kısmı tarımsal üretimde kullanılmakta olan ve halen hiçbir kullanım kararı ve uygulaması bulunmayan lakustrin materyal üzerinde gelişen toprakların, oluşum ve gelişim düzeyleri bilinmemektedir. Buna karşılık yöre insanları, göl sularının çekilmesi ile karasal ortama çıkmış ve hemen tamamı düz ve/veya düze yakın topografyaya sahip olan bu arazileri tarım, sanayi ve yerleşim alanı olarak kullanmak istemekte ve bu yönde yoğun bir kamuoyu baskısı oluşturmaktadırlar. Diğer taraftan ilgili kamu kurumları da göldeki su seviyesinin hızla azaldığı bu günlerde, ortaya çıkan yeni alanların ülke menfaatleri doğrultusunda nasıl kullanılmasını gerektiğini belirleyebilmek için çeşitli arayışlar içerisine girmiş bulunmaktadır. Oysaki toprak oluşumundaki gelişimler ve değişimler o toprakların üzerinde bulunduğu arazilerin üretkenlik potansiyellerini ve buna bağlı kullanım şekillerini etkilemektedir (Gözükara, 2019). Bu çalışmanın amacı; 1975-2017 yılları arasında, Burdur Gölü'nün alansal değişimi ile bazı iklimsel parametreler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve karasal ortama çıkan lakustrin materyallerin zamana bağlı konumsal ve alansal dağılımlarını tespit ederek, havzadaki arazi kullanım planlamasına yönelik sayısal veri üretmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Türkiye'nin Göller Bölgesinde yer alan ve Ramsar sözleşmesi kapsamında korunan, Burdur Göl Havza'sının belirli bölümünde yapılmıştır. Çalışma alanı, Isparta ve Burdur il sınırları içerisinde $37^{\circ} 32' 50.65''$ ve $29^{\circ} 54' 58.51''$ K boylamları, $37^{\circ} 32' 50.65''$ ve $30^{\circ} 29' 58.39''$ D enlemleri ile sınırlı ve 740.22 km^2 lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı sınırları 10 m hassasiyete sahip eşyüksekti eğrilerinden faydalanılarak yaklaşık 1.000 m yükseklik ile sınırlandırılmıştır (Şekil 1).

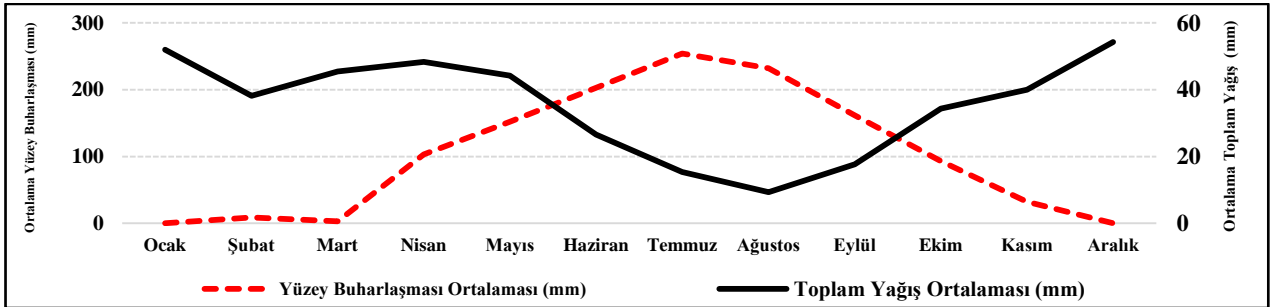
Çalışmada, 1975-2017 yıllarına Göl özellikleri ve İklimsel parametreler kullanılmıştır. Buna göre, yıllık ortalama göl seviyesi (m), göl hacmi (hm^3), yıllık toplam buharlaşma (mm) ve yağış (mm) ile yıllık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri kullanılmıştır. İklim verileri, Burdur Meteoroloji İstasyonundan, Göl seviyesi ve göl hacmi verileri ise Burdur DSİ 182. Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı sınırları (a) ve sayısal yükseklik modeli (DEM) (b)

Çalışma alanının güncel iklimsel verilerine göre; serin ve yağışlı kışlar, sıcak ve az yağışlı-yağışsız yazlar ile Orta Anadolu'nun karasal iklimi ile Akdeniz iklimi arasında değişen bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir (Sungur, 1972; Yiğitbaşoğlu ve Uğur, 2010; Atalay, 2012). Uzun yıllık iklimsel verilerinin kullanıldığı Thornthwaite iklim sınıflamasına göre; Burdur İl'i "Yarıkurak-Az Nemli, 2. Derece Mezotermal, Su Fazlası Kışın ve Orta Derecede" olan bir iklim tipine girmektedir (Anonim, 2016). Burdur İli Meteoroloji

İstasyonu tarafından 1975-2017 yılları arasında kaydedilen iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 13.34 °C, ortalama toplam yağış 419.01 mm, ortalama toplam yüzey buharlaşması 1202.3 mm olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının uzun yıllar (1975-2017) su bilançosu eğrisi, Şekil 2'de verilmiştir. Su bilançosu eğrisinden anlaşılacağı üzere haziran-eylül ayları arasında göreceli olarak yağışın az ve buharlaşmanın fazla olmasından dolayı su açığı tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Burdur iline ait uzun yıllar (1975-2017) su bilançosu diyagramı (Burdur Meteoroloji istasyonundan alınan veriler kullanılarak üretilmiştir)

Burdur Gölü'nün de içinde bulunduğu Burdur Havzası, tektonik olarak Fethiye-Burdur fay zonundan etkilenmiş tektonik grabendir. Burdur Gölü, Fethiye-Eğirdir Gölü arasında uzanan Güney Batı Anadolu Fay (GBAF) zonu içerisinde yer alır (Karaman, 1990). Günümüzde tektonik yönden aktif olan Isparta ve Burdur yöresi, eski jeolojik devirlerde de yapısal gerilmelerin etkisi altında kalmış ve değişik tür kıvrımlı, kırıklı, bindirmeli ve faylı yapılar kazanmıştır (Erol, 1971; Erol, 1978; Erol, 1979; Erol, 1980; Karaman, 1990; Kış ve ark., 1998). Kuvaterner devrinin Holosen döneminin başlaması ile iklim değişikliği ve havzadaki tektonik hareketlere bağlı çökmeler sonucunda, göl seviyesinde düşüşlerin başladığı belirtilmiştir (Sungur, 1972; Atalay, 1977; Roberts, 2003; Tudryn ve ark., 2013; Atalay, 2017). Araştırma alanı içerisindeki yaygın

jeolojik materyaller ise yaşlı alüvyonlar, yeni alüvyonlar ve eski göl tabanlarından ibarettir.

2.2. Metot

Sensör özellikleri Çizelge 1'de gösterilen 4 farklı yıl için (1975-1987-2002-2017) temin edilen uydu görüntülerinde ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak göl sınırları vektör katmanlar olarak sayısallaştırılmıştır. Bu sayede üretilen vektör katmanların alansal büyüklükleri değişimleri CBS ortamında izlenebilmiştir.

Çalışmada kullanılan Landsat ve Sentinel uydu görüntüleri (Şekil 3) United States Geological Survey (USGS) web sitesinden (<http://glovis.usgs.gov/>) temin edilmiştir.

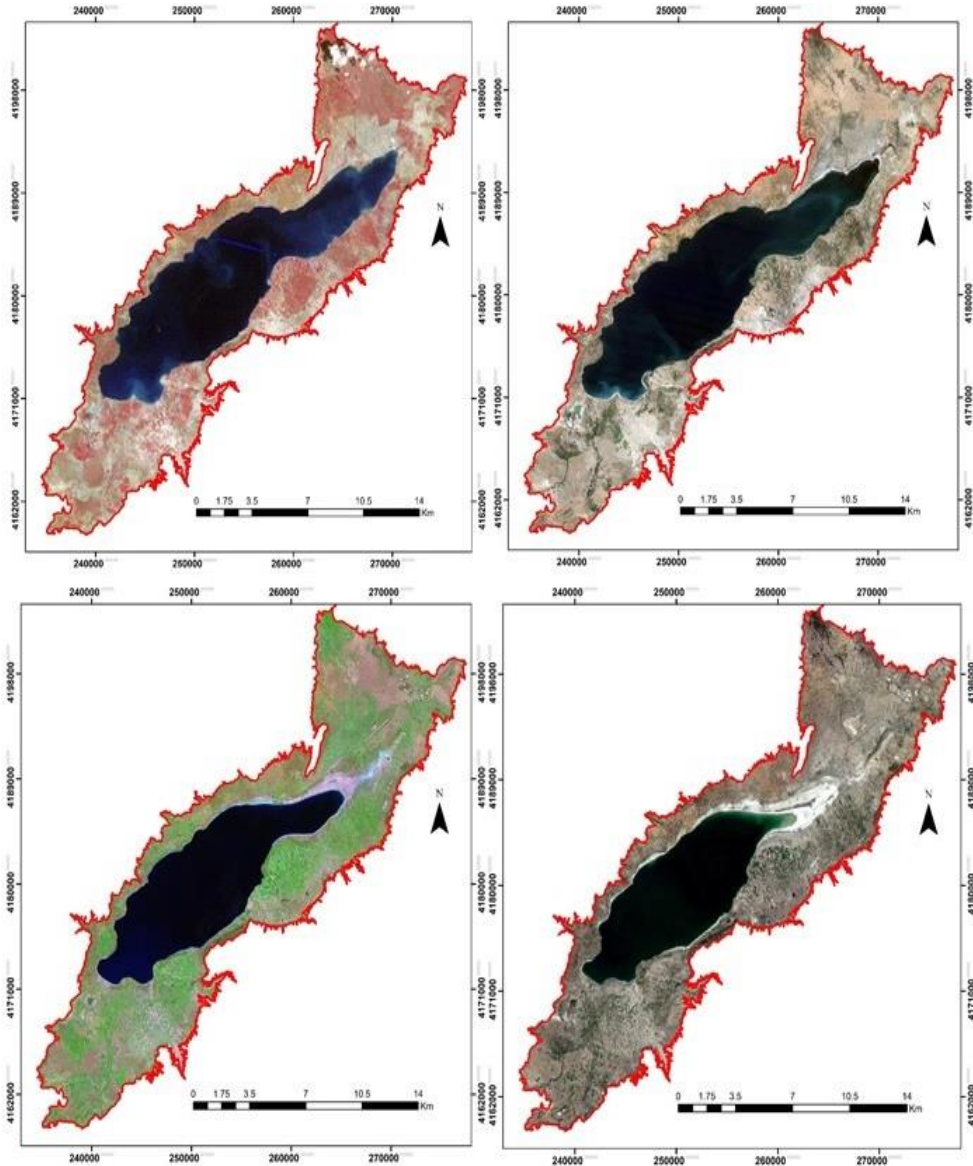
3. Bulgular ve Tartışma

Büyük su kütleleri, özellikle de karasal ortamlarda yer alan göller; ekolojik, ekonomik ve sosyal anlamda büyük öneme sahip alanlardır. Türkiye'nin

Güneybatısında "Göller Yöresi" olarak bilinen alanda, çok sayıda aktif göl bulunmaktadır. Bu göllerden birisi de Burdur Gölü'dür. Ramsar kriterleri kapsamında, altı metreyi geçmeyen kısımları "sulak alan" olarak tescil edilen bu gölün kimi yerleri, geçmiş jeolojik zaman

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan farklı yıllara ait uydu görüntüleri ve özellikleri

Uydu	Sensör	Tarih	Yersel Çözünürlük (m)	Radiometrik Çözünürlük
Landsat 2	Multi Spectral Scanner (MSS)	06.16. 1975	60m	6-bit
Landsat 5	Thematic Mapper (TM)	08.26. 1987	30m	8-bit
Landsat 7	Enhancement Thematic Mapper (ETM+)	06.24. 2002	15m	8-bit
Sentinel 2	Multispectral Instrument (MSI)	07.29. 2017	10m	12-bit

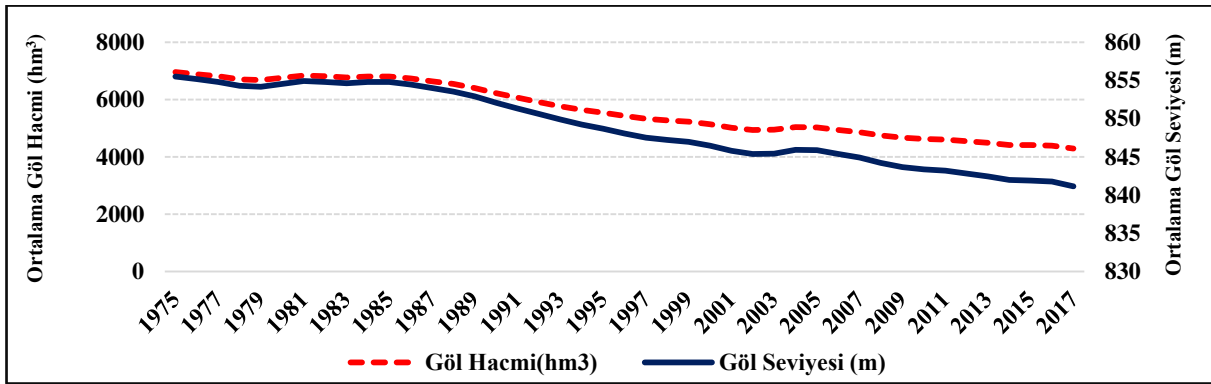


Şekil 3. Çalışma alanının 1975 (a),1987 (b), 2002 (c) ve 2017 (d) yıllarına ait uydu görüntüleri

süreçlerinde çeşitli kereler ve çeşitli düzeylerde çekilmek suretiyle karasal ortama kavuşmuştur. Bu gölün havzasında yapılan araştırmalar, son buzul çağının soğuk iklim ve düşük buharlaşma koşullarına bağlı olarak, gölün su seviyesinin güncel seviyeden yaklaşık 150 m daha yüksekte olduğuna işaret etmektedir. Holosen döneminin başlaması ile birlikte havzadaki tektonik hareketliliğe bağlı çökmeler sonucunda, topoğrafyaya bağlı gölün dinamik su seviyesinde düşüşlerin başladığı tespit edilmiştir. Burdur Havzası'nın jeomorfolojik gelişiminde ve havzanın günümüzdeki görünümünü almasında Miyosen başlarında Burdur Havzası'nın bulunduğu alanda çökmeler ve kuvaternerde meydana gelen iklim değişimleri önemli rol oynamıştır. (Sungur, 1972; Atalay, 1977; Roberts, 2003; Tudryn ve ark., 2013; Atalay, 2017). Keza bu alanda çalışmalar yapmış olan araştırmacılar, bu gölün su seviyesinde, yakın tarihlerde azalmaların meydana geldiğini ifade etmişlerdir (Girgin ve ark., 2004; Şener ve ark., 2005; Şener ve Morova, 2011; Yıldırım ve Uysal, 2011; Kahraman, 2013; Keskin ve ark., 2015; Sarp ve Özcelik, 2017; Gözü kara ve ark., 2017; Gözü kara ve ark., 2018; Gözü kara, 2019). Burdur Gölü'nün özellikle son yıllardaki hızlı seviye kaybı ve nedenleri konusunda maalesef henüz tatmin edici bir çalışma yapılamamıştır. Fakat bazı münferit

çalışmalara ve gözlemlere dayanılarak Burdur Gölü'nün su seviyesinin azalmasında; Göl havzasına su taşıyan ana ve yan akarsu kolları üzerine yapılan gölet ve barajlar, iklim değişikliği, tektonik çatlaklar ile suyun ortamdaki uzaklaşması, yanlış arazi kullanımı ve tarımsal üretim deseni, tarım ve sanayide kullanılan suya talebin ve tüketimin artması gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. İklim faktörleri ve diğer faktörlerin etkisi ile Burdur Gölü'nün dinamik su seviyesinde 1975 yılından 2017 yılına kadar 14.36 m'lik bir seviye kaybının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından kaydedilen verilere göre; Göl seviyesinde meydana gelen bu önemli azalma sonucunda göl hacminde % 38.34'lük azalmanın meydana gelmiş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).

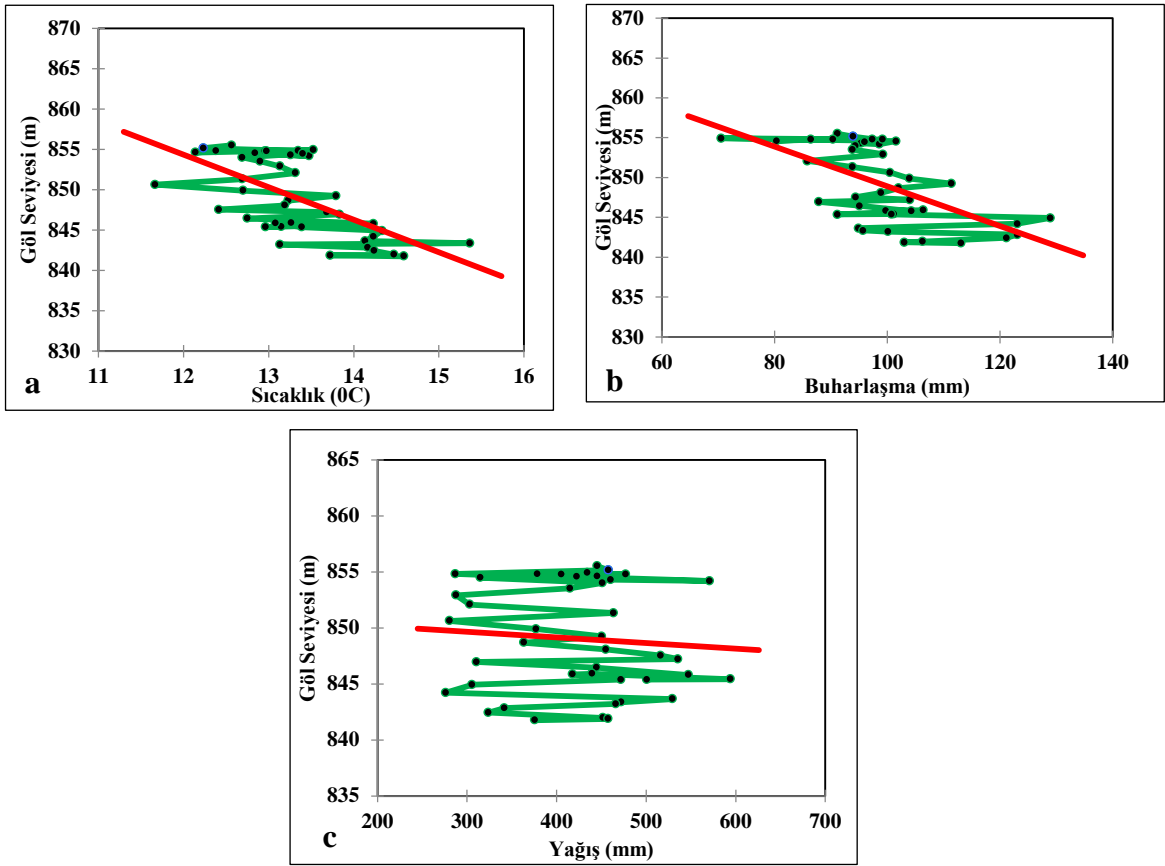
Burdur İli Meteoroloji İstasyonu ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 1975-2017 yılları arasında kaydedilen iklim verileri ile gölün su seviyesi ve hacim ölçümlerine tanımlayıcı istatistik analizi yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistik analizlerin sonuçları kapsamında ortalama (\bar{X}), standart hata ($S_{\bar{x}}$), en az ve en fazla ve CV (değişim katsayısı) değerlerini gösteren tablo Çizelge 2'de gösterilmiştir.



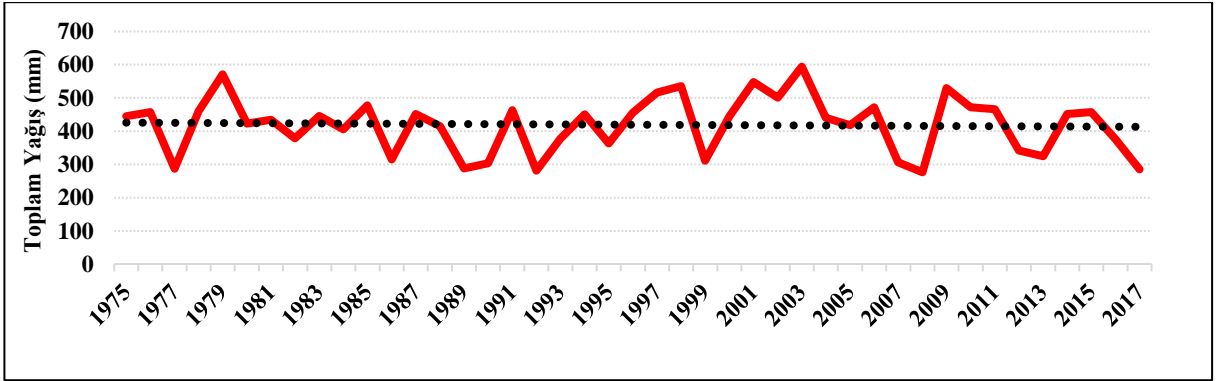
Şekil 4. Burdur Gölü su seviyesi ve hacim değişimleri (DSİ'den alınan veriler kullanılarak üretilmiştir)

Çizelge 2. 1975-2017 yılları arasında yıllık ortalama göl seviyesi, göl hacmi ve iklim parametreleri için tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	En az	En fazla	CV
Göl seviyesi (m)	848.85±0.74	841.15	855.51	0.57
Göl hacmi (hm ³)	5642±141	4292.50	6961.28	16.36
Buharlaşma (mm)	99.86±1.72	846.30	1552.80	11.26
Yağış (mm)	419.0±12.9	276.40	594.2	20.23
Sıcaklık(°C)	13.34±0.113	11.67	15.37	5.58



Şekil 5. 1975-2017 yılları arasındaki ortalama sıcaklık, toplam ortalama buharlaşma ve ortalama yağış verilerinin dağılımları

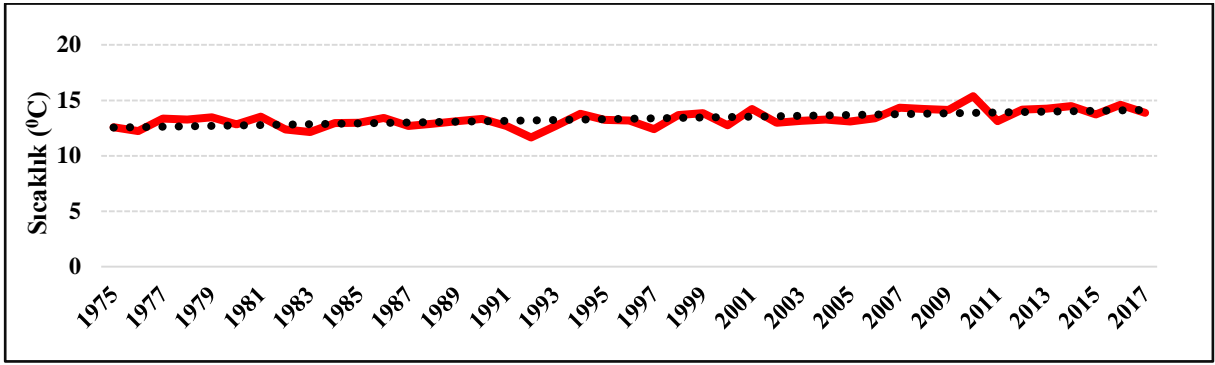


Şekil 6. Çalışma alanının 1975-2017 yılları arasındaki yağış ve buharlaşma verileri (Burdur Meteoroloji istasyonundan alınan veriler kullanılarak üretilmiştir)

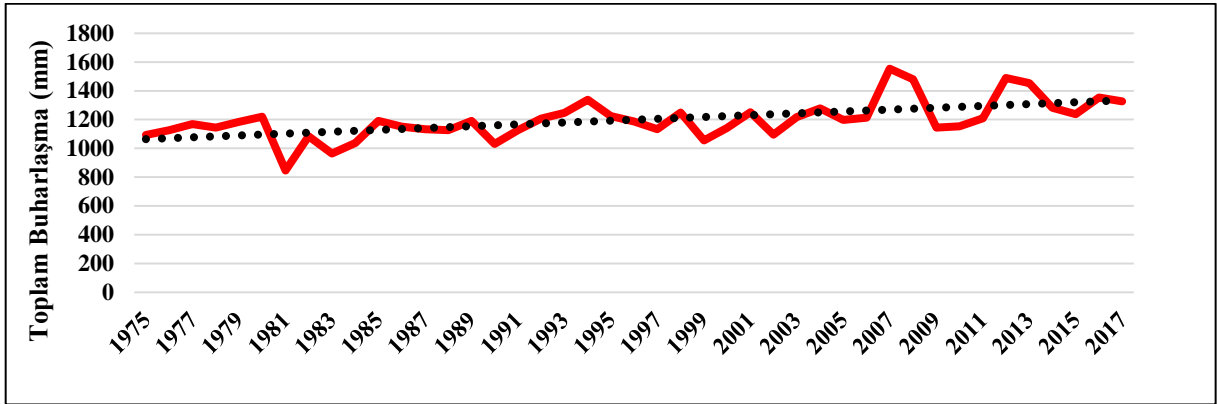
Göl özellikleri ve İklimsel parametrelerin araştırma yılları arasında Çizelge 2'deki CV değerleri Şekil 5'te ortalama sıcaklık, toplam ortalama buharlaşma ve ortalama toplam yağış verilerinin dağılımları incelendiğinde; en az değişim katsayısının (CV= 0.57) göl seviyesinde, en fazla değişim katsayısının (CV= 20.23) yağışta meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yağıştaki bu büyük değişimi değerlendiren Burdur Meteoroloji İstasyonu, 1970-1977 yılları arasında kurak dönem, 1977-1985 yılları arasında yağışlı dönem,

1985-1995 yılları arasında kurak dönem, 1995-2006 yılları arasında yağışlı dönem, 2006-2008 yılları arasında kurak dönem, 2008-2011 ise devamlı artan eğilimli yağışlı dönem olarak belirlemiştir (Anonim, 2014).

İklimsel parametrelerin 1975-2017 yılları arasındaki değerleri incelendiğinde; çeşitli düzeylerde salımlar olmakla birlikte, yağış değerlerinde çok küçük oranda azalış olduğu (Şekil 6), buna karşılık sıcaklık ve buharlaşma değerlerinde ise 2017 yılına doğru artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7 ve Şekil 8).



Şekil 7. Çalışma alanının 1975-2017 yılları arasındaki sıcaklık verileri ve eğilim çizgisi (Burdur Meteoroloji istasyonundan alınan veriler kullanılarak üretilmiştir)



Şekil 8. Çalışma alanının 1975-2017 yılları arasındaki toplam buharlaşma verileri ve eğilim çizgisi (Burdur Meteoroloji istasyonundan alınan veriler kullanılarak üretilmiştir)

Etkili olduğu düşünülen bu faktörlerden iklim değişikliğinin göl seviyesindeki düşüşler ile ilişkisini açıklayan korelasyon analiz sonuçları Çizelge 3'te gösterilmiştir. Göl seviyesindeki azalış ile en güçlü negatif korelasyonun (ilişkinin sırasıyla; sıcaklık (-0.637**) ve buharlaşma (-0.603**) arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

1990'lı yılların başından itibaren yağışlar artış göstermesine rağmen, göl seviyesinde azalma düzenli bir şekilde devam etmiştir. Özellikle, 1987-2002 yılları

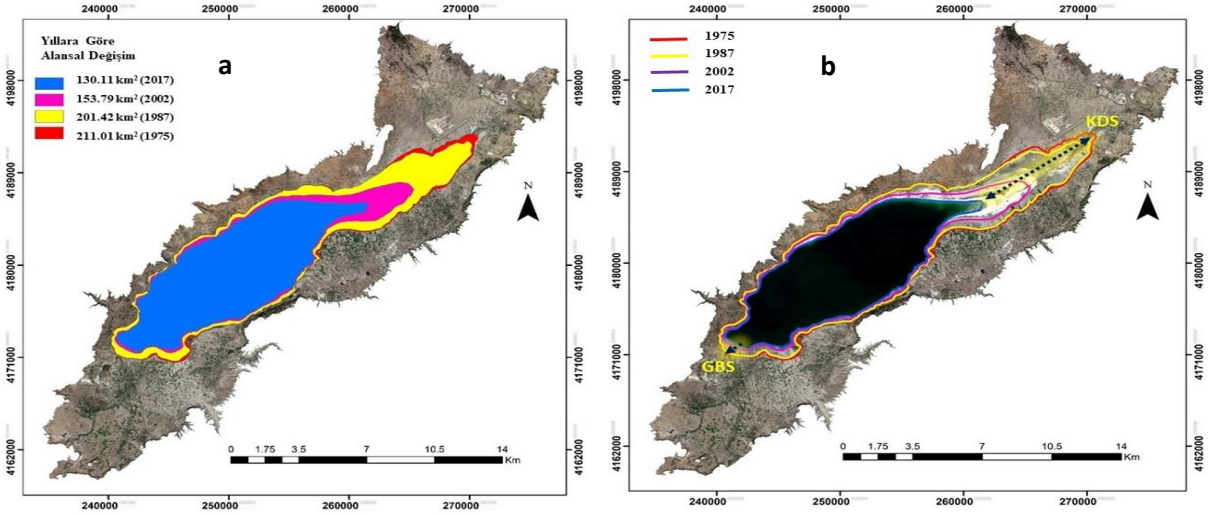
arasında şiddetli su kayıpları tespit edilmiştir. Burdur'da 2003 yılında son 56 yılın en yüksek yağış seviyesinin (594.2 mm) görülmesi, göl seviyesindeki düşüşü geçici olarak durdursa da, su seviyesindeki alçalma devam etmiştir. Şener ve ark. (2005) göl suyu seviyesindeki alçalmayı, 1985-1995 yılları arasındaki kurak döneme, sonraki yıllardaki alçalmanın büyük bir kısmını ise Burdur Gölü'nü besleyen ana ve yan akarsu kolları üzerinde yapımı tamamlanan barajlar ve göletler ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 3. Göl seviyesi ile iklim parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreleri	GS (m)	GH (hm ³)	B (mm)	Y (mm)	S (°C)
Göl Seviyesi (m)	1	0.998**	-0.603**	-0.021	-0.637**
Göl Hacmi (hm ³)		1	-0.601**	-0.029	-0.622**
Buharlaşma (mm)			1	-0.268	0.499**
Yağış (mm)				1	-0.056
Sıcaklık (°C)					1

GS (Göl seviyesi), GH (Göl hacmi), B (Buharlaşma), Y (Yağış), S (Sıcaklık) ve NM (Nispi Nem)

** 1 % Seviyesinde önemli



Şekil 9. Burdur Gölü'nün 1975, 1987, 2002 ve 2017 yıllarındaki değişimi (a) ve ortaya çıkan lakustrin ana materyalin KDS ve GBS'e göre alansal dağılımı (b)

Göl seviyesindeki 1975-2017 yılları arasındaki 42 yıllık süreçte meydana gelen azalma, 4 farklı zamana ait uydu verisi üzerinde yürütülen sayısal analizler ile tespit edilmiş ve bu azalmanın ortaya çıkarmış olduğu lakustrin materyallerin (yeni arazi parçalarının) zamansal ve mekansal dağılımları Şekil 9a-b'de gösterilmiştir.

Bu analizlerin sonucuna göre; 1975-1987 yılları arasında göreceli olarak daha düşük olan göl kurumasının 1987-2002 yılları arasında en yüksek düzeye ulaştığı ve 2002-2017 yılları arasında da bir önceki döneme yakın, ciddi bir kuruma yaşadığı tespit edilmiştir. Şekil 9a ve Şekil 9b birlikte incelendiğinde; 1975-2017 yılları arasındaki göl çekilmeleri neticesinde ortaya çıkmış olan karasal materyallerin gölün güneybatı taraflarına kıyasla, kuzeydoğu taraflarında daha geniş alanlar kapladığı görülmektedir. Keza 2017 yılındaki göl kıyı çizgisi ile 1975 yılına ait uydu görüntüsü üzerindeki eski göl kıyı çizgisi esas alındığında; iki kıyı çizgisi arasındaki mesafenin gölün güneybatı tarafında 1.19 km, gölün kuzeydoğu tarafında ise 11.34 km olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu mesafelere ilişkin kot yüksekliklerinin de dikkate alındığı bir hesaplama yapıldığında; gölün güneybatı kısmındaki kuruyan (karasal ortama çıkmış olan) alanın ortalama eğiminin % 1.16, buna karşılık kuzeydoğu tarafta karasal ortama çıkmış olan arazilerin ortalama eğiminin ise % 0.12 olduğu anlaşılmaktadır. Bu da; Burdur Gölü'nün geçmişten günümüze kadar güneybatı taraflarının daha derin ve şelf eğimlerinin daha fazla, buna karşılık kuzeydoğu taraflarının ise daha sığ ve şelf eğimlerinin daha sığ olduğunu göstermektedir. Buraya kadar yapılmış olan söz konusu bu analizlerin ve tespitlerin en önemli sonucu ise; Burdur gölünü besleyen ve aynı zamanda göl tabanına materyal taşıyıp biriktiren en önemli akarsu kaynaklarının bu havzanın

kuzeydoğu taraflarında yoğunlaşmış olduğudur. Bu durum dikkate alınması gereken son derece önemli bir bulgudur.

4. Sonuç

Yapılan araştırma ve değerlendirmeler sonucunda, Burdur Gölü'nün dinamik su seviyesinde 1975 yılından 2017 yılına kadar 14.36 m'lik bir seviye kaybı ve göl hacminde de % 38.34'lük bir azalmanın yaşandığı tespit edilmiştir. Burdur Gölü'nün 1975 yılında kapladığı alan 211.01 km² iken 2017 yılında kapladığı alan ise 130.11 km²'ye kadar gerilemiştir. Bu tespit sonucunda 1975 yılından 2017 yılına kadar Burdur Gölü'nün alansal olarak -% 38.34 küçüldüğü ve ortaya 80.90 km² güncel lakustrin materyalin çıktığı tespit edilmiştir. 2017 yılına ait uydu görüntüsündeki göl kıyı çizgisi ile 1975 yılına ait uydu görüntüsündeki göl kıyı çizgisi karşılaştırıldığında, iki kıyı çizgisi arasındaki mesafenin gölün güney batı tarafında 1.19 km, gölün kuzey doğu tarafında ise 11.34 km olduğu bulunmuştur. Söz konusu bu mesafelere ilişkin kot yüksekliklerinin dikkate alınarak yapılan hesaplamalarında ise gölün güneybatı kısmındaki kuruyan (karasal ortama çıkmış olan) alanın ortalama eğiminin % 1.16 buna karşılık kuzeydoğu tarafta karasal ortama çıkmış olan arazilerin ortalama eğiminin ise % 0.12 olduğu anlaşılmaktadır. Bu azalmanın ortaya çıkarmış olduğu lakustrin materyallerin gölün güneybatı taraflarına kıyasla kuzeydoğu taraflarında daha geniş alanlar kapladığı görülmektedir. Burdur Gölü'nün su seviyesinin azalması ile iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler incelendiğinde; göl seviyesindeki azalma ile sıcaklık ve toplam buharlaşma arasında yüksek korelasyon tespit edilirken, toplam yağış ile arasında herhangi bir korelasyon tespit edilememiştir. Araştırma yılları içinde 1975 yılından 2017 yılına kadar ortalama

yıllık sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve toplam buharlaşma (mm) miktarları, belirli oranda artış eğiliminde iken toplam yağış (mm) miktarı kısmi de olsa azalma eğiliminde olduğu bulunmuştur. Burdur Gölü'nün kurumasında etkili olduğu düşünülen iklim faktörlerine, müdahale edilerek göl havzasının su bilançosu üzerindeki baskısının azaltılması mümkün görünmemektedir. Bu sebeple Burdur Göl Havza'sında, gölün kuruması üzerinde baskısı olan ve insan eliyle müdahale edilerek düzeltilmesi mümkün olan, hatalı arazi kullanımı ve hatalı tarımsal üretim deseni üzerinde gerekli düzenlemelerin acilen yapılması gerekmektedir. Bu gereklilikten hareketle, araştırmamız vb çalışmaların temel olarak ele alındığı, özellikle Burdur Göl Havza'sında zamana ve mekana bağlı, toprak oluşum ve gelişim düzeylerinin tespit edilerek arazi kullanım planlaması ile birlikte, sulu tarıma uygunluk sınıflamalarının, tarımsal kullanımlara uygunluk derecelerinin ve tarımsal üretim modellerinin belirlenmesi gerekmektedir. Böylelikle yöredeki yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının rasyonel yönetimine katkı sağlanabilecektir. Aynı zamanda ülkemizin en önemli sulak alanlarından birisi olan ve özellikle son yıllarda hızla kuruyan Burdur Gölü'nün devamlılığının sağlanmasında, önemli bir adım atılacaktır. Nihayetinde yakın geçmişte su altından, karasal ortama geçen lakustrin ana materyallerin sınırlarının ve özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Çünkü bu alanların bir kısmı tarımsal üretime uygun, bir kısmı ise sahip oldukları sınırlayıcı özellikleri nedeniyle kesinlikle uygun değildir. Genellikle tarımsal üretim amacı için talep edilen ve yerel yönetimler üzerinde ciddi baskı oluşturan bu alanların, yetenekleri doğrultusunda kullanılması gerekmektedir. Yapılacak iyi bir arazi kullanım planlaması ve yasal düzenlemeler ile alan kullanım talepleri üzerinde baskılar azalacak, alan amacı doğrultusunda kullanılacak böylelikle ekosistem üzerinde olumlu dengeler ve gelişmeler sağlanacaktır. İyi yönde değişen ve gelişen çevresel koşullarla, yöre insanının doğayı ve doğal kaynakları daha efektif kullanması sağlanacak, sonuç olarak toplumsal değişim ivme kazanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, FBA-2017-2800 numaralı Araştırma Projesinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akar, İ., Maktav D., Günal, N., 2012. Determination of changes in lake surface using different digital image processing techniques. *Journal of Aeronautics and Space Technologies* 5 (4): 35-51.
- Altunbaş, S., M. Sarı., 2010. Türkiye ölçeğinde sulak alan yönetim planlarının durumu; Eğirdir Gölü yönetim planı örneği. I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Eskişehir, s: 34.

- Altunbaş, S., Sarı, M., 2011. Kurutulan keşel gölünden kazanılan toprakların bazı özellikleri ile üretim potansiyelleri arasındaki ilişkiler. *Akdeniz Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1):61-65.
- Anonim, 2013. Burdur gölü sulak alan alt havzası biyolojik çeşitlilik araştırması. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Yayınları. Atalay, İ. 1977. Burdur Havzası ve çevresinin jeomorfolojik gelişimi (Geomorphological evaluation of the Burdur Basin and its surroundings. *Jeomorfoloji Dergisi*, 6: 93-110.
- Atalay, İ., 2012. Uygulamalı Klimatoloji. Meta Basım, İzmir.
- Atalay, İ., 2017. Türkiye Jeomorfolojisi. Meta Basım, İzmir.
- Ataol, M., 2010. Burdur Gölü'nde seviye değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8 (1): 77-92.
- Bahadır, M., 2013. Determination of Spatial Changes of Akşehir Lake with Remote Perception Techniques. *Marmara Coğrafya Dergisi*. 28: 246-275.
- Baktır, İ., Sarı, M., 2002. Lake Avlan and its influences on ecological balance and socio-economic status of Elmalı County, EPMP-2002, Int. Conference, Nicosia-Northern Cyprus. Session 11: Economic impact of environmental changes, p: 193.
- Bassi, N., Dinesh Kumar, M., Sharma, A., Partha-Saradhi, P., 2014. Status of wetlands in India: a review of extent, ecosystem benefits, threats and management strategies. *Journal of Hydrology* 2: 1-19.
- Brinson, M.M., Malvarez, A., 2002 Temperate freshwater wetlands: types, status and threats. *Environmental Conservation* 29 (02):115-133.
- Çatal A., Dengiz, O., 2015. Akşehir Gölü'nün Akşehir Çölü'ne dönüşü süreci ve etki eden faktörleri. *Toprak Su Dergisi*. 4 (1): 18-26.
- Celebi, M., 2016. Ecological Importance of wetlands and samples in Konya Closed Basin. *International Journal of Scientific Research in Science & Technology* 2 (3): 323-333.
- Cui, B.S., He, Q., Gu, B.H., Bai, J.H., Liu, X.H., 2016. China's coastal wetlands: understanding environmental changes and human impacts for management and conservation. *Wetlands* 36:1-9.
- Erol, O., 1971. Konya, Tuz Gölü, Burdur Havza'larındaki pluvial göllerin çekilme safhalarının jeomorfolojik delilleri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3-4: 13-52.
- Erol, O., 1978. The Quaternary history of the Lake Basins of Central and Southern Anatolia. In: Brice, W.C. (Ed.), *The environmental history of the Near and Middle East since the last ice age*. Academic Press, London, pp. 111-139.
- Erol, O., 1979. Dördüncü çağ (kuvaterner) jeoloji ve jeomorfolojisinin ana çizgileri. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No:289, Ankara.

- Erol, O., 1980. Anadolu'da Kuaterner pluvial interpluvial koşullar ve özellikle İç Anadolu'da son buzul çağından bugüne kadar olan çevresel değişimler. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 9: 5–16.
- Fickas, K.C., Kohen, W.B., Yang, Z., 2016. Landsat-based monitoring of annual wetland change in the Willamette Valley of Oregon, USA from 1972 to 2012. *Wetlands Ecology and Management* 24:73–92.
- Girgin, S., Kazancı, N., Dügel, M., 2004. On the limnology of deep and saline lake Burdur in Turkey. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 32 (3): 189-200.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., 2016. Lakustrin materyal üzerinde gelişen toprak özellikleri. 3. Ulusal Tarım Kongresi, Afyon. 05 - 08 Ekim. s.81.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., Sarı, M., 2017. Determination of land change near the burdur lake by using remote sensing and geographic information systems. 5th International Participation Soil and Water Resources Congress, Kırklareli. S.24.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., Sarı, M., 2018. Evaluation of the effect of some climatic parameters on time-dependent spatial variation of lake burdur; 1975-2017. 2017. International Ecology 2018 Symposium. Kastamonu. S.68.
- Gözükara, G., 2019. Eski göl tabanlarındaki zamansal ve mekansal değişimlerin toprak oluşumuna etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Günal, N., Özdemir, Y., 2010 Determination of surface change of Neyriz Lake (Iran) by using multitemporal satellite imagery. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11 – 13 Ekim 2010, Gebze – Kocaeli.
- Hartig, E.K., Grozev, O., Rosenzweig, C., 1997. Climate change, agriculture and wetlands in Eastern Europe: vulnerability, adaptation and policy. *Climatic Change* 46: 101–121.
- Hui, F., Xu, B., Huang, H., Yu, Q., Gong, P., 2008 Modelling spatial-temporal change of Poyang Lake using multitemporal Landsat imagery. *International Journal of Remote Sensing* 29 (20): 5767-5784.
- Kahraman, N., 2013. Water receding in Burdur Lake and solution proposals. 3rd International Geography Symposium - GEOMED. 111-123.
- Karaman, M. E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 33, 57 - 67.
- Keskin, M.E., Taylan E.D., Aslanbaş, T., 2015. Eğirdir ve Burdur Gölleri su seviyelerinde olası azalma eğilimleri. 4.Su Yapıları Sempozyumu. Antalya.
- Kent, J.B., Mast, N., 2005 Wetland change analysis of san dieguito lagoon, California, USA: 1928–1994. *Wetlands* 25 (3):780-787.
- Kış, M., Erol, O., Şenel, S., Ergin, M., 1998. Preliminary results of radiocarbon dating of coastal deposits of the pluvial lake of Burdur, Turkey. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 2:37–40.
- Liu, Y., Yue, H., 2017. Estimating the fluctuation of Lake Hulun, China, during 1975-2015 from satellite altimetry data. *Environmental Monitoring Assessment* 189:630.
- Merkt, J., Luttig, G., Schneekloth, H., 1971. Vorschlag zur Troels-Smith J. 1955. Karakterisering af løse jordarter Danmarks Gliederung and Definition der Limnischen Ledimente. *Geologis- Geologiske Undersøgelse Series IV.* 3(10), 73 pp. *chishes Jahrbuch* 89: 607–623.
- Roberts, N., Karabıyıklioğlu, M., Jones, M., Mather, A., Jones, G., Rodenberg, I., Eastwood, W.J., Kapan-Yeşilyurt, S., Yiğitbaşıoğlu, H., Watkinson, M., 2003. Climatic and tectonic controls over late quaternary sedimentation in the Burdur Lake Basin, Southwest Turkey, 3rd International Limnogeology Congress, USA.
- Sarı, M., Altunbaş, S., Sönmez, N.K., Emrahoğlu, E.I., 2003. Farklı fizyografik üniteler üzerinde yer alan eski Manay göl alanı topraklarının özellikleri ve potansiyel üretkenlikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 7-17.
- Sarı, M., 2015. Taşınmış anamateryal ile yer şekilleri arasındaki ilişkiler. (Ed. Şenol S., Küsek G., Sarı M., Kurucu Y.) *Toprak Etüd Haritalama El Kitabı*. Ankara. S.52-109.
- Sarp, G., Ozcelik, M., 2017. Water body extraction and change detection using time series: A case study of Lake Burdur, Turkey. *Journal of Taibah University for Science*, 11: 381–391.
- Schnurrenberger, D., Russell, J., Kelts, K., 2003. Classification of lacustrine sediments based on sedimentary components. *Journal of Paleolimnology*, 29: 141–154.
- Sungur, K., 1972. Burdur Acıgöl depresyonları ve Tefenni Ovası'nın Fiziki Coğrafyası. İstanbul Üniv. Coğrafya Enst. Yay. Nu. 95, İstanbul.
- Soil Survey Manuel., 2017. United States department of agriculture. *Agriculture Handbook*. No:18.
- Song, H., Liu, X., 2016. Anthropogenic effects on fluxes of ecosystem respiration and methane in the yellow river estuary, China. *Wetlands* 36 (1):113–123.
- Stephanie, A.I., Robert, J.N., Scott, R.E., 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semiaquatic terrestrial environments. *Hydrobiologia* 422 (2):111–131.
- Şener, E., Davraz, A., Ismailov, T., 2005. Burdur Gölü seviye değişimlerinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile izlenmesi. *Türkiye Kuaterner Sempozyumu Turqua-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü*, 2-5 Haziran 2005. İstanbul, 148.
- Şener, E., Morova, N., 2011. Modeling of water level changing of burdur lake with fuzzy logic and linear regression analysis. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (1): 60-66.
- Tudryn, A., Tucholka P., Özgür N., Gibert E., Elitok O., Kamaci Z., Massault M., Poisson A., Platevoet B., 2013. A 2300-year record of environmental change

- from SW Anatolia, Lake Burdur, Turkey. *Journal of Paleolimnol*, 49: 647-662.
- Troels-Smith, J., 1955. Karakterisering af løse jordarter Danmarks Geologiske Undersøgelse Series IV. 3 (10), 73 pp.
- Yıldırım, Ü., Uysal, M., 2011. Changes in the coastline of the burdur lake Between 1975 and 2010. International symposium on environmental protection and planning: Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) Applications (ISEPP) 28-29 June 2011, Izmir-Turkey.
- Yan, X., Hu, Y., Chang, Y., Zhang, D., Liu, M., Guo, J., Ren, B., 2017. Monitoring wetland changes both outside and inside reclamation areas for coastal management of the Northern Liaodong Bay, China. *Wetlands* 37:885–897.
- Yiğitbaşoğlu, H., Uğur, A., 2010. Burdur Gölü havzasında arazi kullanım özelliklerinden kaynaklanan çevre sorunları. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2-2, 129-143.
- Zedler, J.B., (2003) Wetlands at your service: reducing impacts of agriculture at the watershed scale. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:65–72.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/ omuanajas.557601

Toprakların tuzluluk ve sodikliliğinin alansal ve zamansal değişiminin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi: Bafra ovası örneği

Sevda Taşan*, Yusuf Demir

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: sevda.safi@omu.edu.tr

Geliş/Received 24/04/2019 Kabul/Accepted 30/09/2019

ÖZET

Sulu tarım alanlarında uygun sulama yönetiminin seçimi ve sulama suyu kalitesine bağlı olarak tuzlulaşma problemleri ile drenajın yönetimi sürdürülebilirliği etkileyen önemli faktörlerdir. Toprak tuzluluğu ve sodiklik sulanan tarım alanlarındaki bitki üretimini sınırlayan iki önemli özelliktir. Bu özelliklerin alansal ve zamansal değişimlerinin bilinmesi bitki gelişimindeki negatif etkilerini engellemek için önemlidir. Bu çalışma 2010 ve 2016 yıllarında Bafra ovası sağ sahil topraklarındaki tuzluluk ve sodikliğin alansal değişimlerinin belirlenmesi ve sulamanın toprak tuzluluğu ve sodikliği üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanından 2010 ve 2016 yıllarında dört derinlikten bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Toprakların tekstür, elektriksel iletkenlik (EC), toprak reaksiyonu (pH), değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) ve CaCO₃ içerikleri laboratuvar analizleri ile belirlenmiştir. Toprak özelliklerinin alansal bağımlılığını belirlemek için deneysel semivariogramlar geliştirilmiş ve örneklenmemiş noktalarındaki özellikleri tahmin etmek için ordinary kriging analizi yapılmıştır. Toprakların EC ve ESP değerleri tüm derinliklerde ve tüm dönemlerde yüksek değişkenlik ve orta derecede alansal bağımlılık göstermiştir. Çalışma alanında en düşük değişkenliğin pH parametresinde olduğu görülmüştür. Çalışma alanı topraklarının tekstür içeriklerinin yüksek değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Tüm değişkenlerin jeostatistiksel etki uzaklığı 3100 m'den büyük bulunmuştur. Ayrıca toprakların EC ve ESP'sinin alansal dağılımı 2010 yılından 2016 yılına kadar önemli derecede azalmıştır. Bunun nedeni ise topraktaki tuzların yıkanarak drenaj sistemi yardımıyla araziden uzaklaştırılmasına bağlanmıştır. Çalışma alanının doğusunda tuzluluğun yüksek olduğu alanlar ile sodik alanların varlığı belirlenmiştir. Bu durum ise bu alanlarda yeraltı suyu seviyesinin yüksek olmasına bağlanmıştır. Bu alanlarda sulama mevsiminde buharlaşma ile çözünebilir tuzların yukarı taşınmasının takibi için yeraltı suyu tuzluluğu ve derinliğinin düzenli olarak izlenmesi önerilmiştir. Özelliklerin alansal dağılım haritaları incelendiğinde tuzluluk ve sodiklik değişkenlerinin yönetimi ile ilgili uygulamaların daha çok doğu-batı yönünde planlanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Bafra ovası
Coğrafi Bilgi
Sistemleri
Jeostatistik
Sodiklik
Tuzluluk

Evaluation of spatial and temporal changes of soil salinity and sodicity using geostatistic methods: the case of Bafra plain

ABSTRACT

Selection of appropriate irrigation management in irrigated agricultural areas and drainage management with salinization problems depending on the quality of irrigation water are important factors affecting sustainability. Soil salinity and sodicity are two important features that limit plant production in irrigated agricultural areas. It is important to know the spatial and temporal changes of these properties in order to prevent negative effects on plant development. This study was carried out to determine the spatial changes of salinity and sodicity and to evaluate the effect of irrigation on soil salinity and sodicity in the right coastal areas of Bafra plain in 2010 and 2016. Soil samples were taken from the study area with four different depth in 2010 and 2016. Soil texture, electrical conductivity (EC), soil reaction (pH), exchangeable sodium percentage (ESP) and CaCO₃ contents were determined by laboratory analysis. In order to determine the spatial dependence of soil properties, experimental semivariograms were developed and ordinary kriging analysis was performed to estimate the properties at non-sampled points. The EC and ESP values of the soils showed high variability and moderately spatial dependence at all depths and in all periods. The lowest variability was observed in the pH

Keywords:
Bafra plain
Geographical
Information Systems
Geostatistics
Sodicity
Salinity

parameter in the study area. Texture contents of the study area soils showed high variability. Geostatistical range values of all variables was found to be greater than 3100 m. Furthermore, the spatial distribution of the EC and ESP of soils has decreased significantly from 2010 to 2016. The reason for this is due to the removal of the salts in the soil from the field by means of the drainage system. High salinity areas and the presence of sodic areas were determined at the east of the study area. This is due to the high groundwater level in these areas. Monitoring of groundwater salinity and depth has been proposed regularly in order to follow the uptake of soluble salts by evaporation during irrigation season in these areas. When the spatial distribution maps of the properties are examined, it is considered that it would be beneficial to plan the applications related to salinity and sodicity variables in the east-west direction.

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımı ve sürdürülebilir yönetiminin önemi gittikçe artmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu su kaynakları sınırlı olup, en iyi şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Toprak tuzluluğu ve sodikliği özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda bitkisel üretim üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olan önemli kimyasal özelliklerdir (Malicki ve Walczak, 1999; Ahmad ve ark., 2011; Moasheri ve Foroughifar, 2013; Elbasher et al. 2016). Tuzluluk ve sodiklik dünya çapındaki toprak bozulmasını kötüleştiren en önemli iki nedendir (Li ve ark., 2015; Wichelns ve Qadir 2015; Dinh ve ark., 2018). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre dünya çapındaki arazilerin % 6'sından fazlası ya tuzluluk ya da sodiklikten etkilenmektedir (Dai ve ark., 2014; Joseph, 2016). Ayrıca çeşitli nedenlerden dolayı tuzlanan alanlar yıllık % 10 oranında artmaktadır. Tarımsal üretimde tuzlu su kullanımı bu artışın başlıca nedenlerinden bir olarak kabul edilmektedir (Dinh ve ark., 2018). Tuzlu topraklar yüksek oranda suda çözünür tuzlar içerir ve genellikle toprak elektriksel iletkenliği (EC) yoluyla değerlendirilmektedir. EC değeri 4 dS m^{-1} 'den büyük ise tuzlu toprak olarak kabul edilir. Yapılan çalışmalar toprakta EC'nin toprak tuzluluğunu izlemek için güvenilir bir endeks olduğunu ve aynı zamanda ölçümünün ucuz ve hızlı olduğunu göstermiştir (Emadi ve Baghernejad 2014; Liu ve ark., 2016; Scudiero ve ark., 2017). Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) toprak sodikliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Toprağın ESP'sini belirlemek için toprak çözeltilisindeki iyonların konsantrasyonlarının (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ve kation değişim kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Sodik toprak, toprak kolloidleri üzerinde fazla miktarda değişebilir Na^+ içerir ve daha yüksek toprak pH'sına neden olan çözünür karbonatlara sahiptir (Batarseh, 2017). Sodik toprakların temel özelliği çoğu bitkinin büyümesini olumsuz yönde etkileyecek miktarda değişebilir sodyum içermesidir. Aşırı değişebilir sodyum, toprağın verimi ve fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir ve bunun sonucunda da bitki büyümesinde önemli ölçüde azalma görülür. Sodik topraklarda bulunan aşırı değişebilir sodyum, fiziksel toprak özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Değişebilir sodyum oranı arttıkça, toprak daha fazla dağılma eğilimi gösterir ve bu da toprağın

agregatlaşmasına neden olarak toprağın hava ve su geçirgenliğini azaltır. Aşırı değişebilir sodyumun bitki büyümesi üzerindeki bir diğer etkisi ise, toprak pH'sı üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır. Her ne kadar sodik toprakların yüksek pH'sının bitki büyümesi üzerinde doğrudan olumsuz bir etkisi olmasada, bazı temel bitki besin maddelerinin mevcudiyetinin azalması ile sonuçlanmaktadır. Örneğin toprak çözeltilisindeki Ca^{2+} ve Mg^{2+} elementlerinin konsantrasyonu, çözünebilen sodyum karbonat ile reaksiyona girerek nispeten çözünmeyen kalsiyum ve magnezyum karbonatların oluşumu nedeniyle pH arttıkça azalır (Abrol ve ark., 1988). Abrol ve ark., (1980) ve Bhargava ve Abrol (1978) çalıştıkları toprakların pH'sı ile değişebilir sodyum yüzdesi arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışmada nispeten kolay bir şekilde belirlenebilen pH'nın değişebilir sodyum yüzdesinin yaklaşık bir ölçüsü olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Ancak toprağın pH'sı ve ESP'si arasındaki bu ilişkinin sadece belirli tür (saturasyon çamurunda pH'nın 8'in üzerinde olduğu topraklar) topraklar için geçerli olduğunu bildirmişlerdir. Böyle bir ilişkinin tuzlu topraklarda ve pH'nın 8'den daha az olduğu nötr çözünür tuzların hakim olduğu topraklarda mevcut olmadığını ifade etmişlerdir. Gupta ve ark., (1982; 1983) tarafından yapılan çalışmalar pH'nın, değişebilir sodyumun toprak özellikleri üzerindeki etkisinden farklı olarak toprak fiziko-kimyasal davranışını güçlü bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Bu nedenle bu araştırmacılar pH'nın sodik toprak tanımının ayrılmaz bir parçası olması gerektiğini önermişlerdir. Sodik toprakların EC'si düşük, Na^+ konsantrasyonu yüksektir (Richards, 1954). Toprak sodikliğindeki değişiminin izlenmesi EC'nin aksine maliyetli ve zaman alıcıdır. Toprak özelliklerinin izlenmesi özellikle geniş alanlarda daima zaman alıcı ve maliyetlidir (Goovaerts, 1998; Allbed ve Kumar, 2013). Bu nedenle toprak özelliklerinin haritalanması ve enterpolasyonu yeni gereksinimlerdir. Toprak özelliklerinin haritalanması durumunda, sadece alansal ve zamansal değişkenlik belirlenmeyecek, aynı zamanda aşırı toprak örneklemesinin getireceği maliyet ve harcanacak zamanda azalacaktır.

Toprak özelliklerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ve bunları etkileyen faktörlerinin incelenmesi için toprak özelliklerinin alansal ve zamansal olarak haritalanması önemlidir. Jeostatistik,

variogram ve krigeleme, toprak özelliklerinin alansal değişkenliğin modellenmesinde ve alansal dağılımın haritalandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Goovaerts, 1998). Klasik istatistik yöntemlerde örneklenmemiş yerlerdeki toprakların yapısal uzaklığa bağlı olan ilişkisi dikkate alınmaz ve her noktadaki örneklerin birbirinden bağımsız olduğu kabul edilir. Bu nedenle uzaysal olarak değişen toprak özelliklerinin analizinde klasik istatistik yöntemlerin yerine jeostatistik yöntemler son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çok sayıda araştırmacı EC, pH ve ESP'nin alansal dağılımının tahmin edilmesinde jeostatistiksel yöntemlerin başarı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Ardahanlioglu ve ark., 2003, Kılıç ve Kılıç 2007, Emadi ve ark., 2008, Emadi ve Baghernejad 2014). Rodrigues ve ark., (2018) Brezilya'da yarı kurak bir bölgede sulanan bir mango bahçesinde toprak tuzluluğunun alansal dağılımını ve toprak tuzluluğu verilerine dayanarak yönetim sınırlarını belirlemek için çalışma yürütmüşlerdir. Toprakların tekstürü, elektriksel iletkenlik ve değişebilir katyonları belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistik ve jeostatistiksel analiz kullanılarak veriler analiz edilmiştir. İncelenen alanda EC değerlerine göre üç farklı yönetim sınırı belirlenmiştir. Bunlar tüm alanın % 63'ünü oluşturan salık toprak, % 34'ünü oluşturan tuzlu toprak ve % 3'ünü oluşturan tuzsuz toprak olarak sınıflandırılmıştır. Rhoades ve Chanduvi, (1999) kil fraksiyonları ile EC arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ($R^2=0.99$) ve toprakların kil içeriğinin artması ile EC'nin artacağını, azalması durumunda ise azalacağını bildirmişlerdir. Juan ve ark., (2011), arazi yönetimi ve planlama ile ilgili kararlarda özellikle de tuzlulaşmadan dolayı bozulmuş topraklarda jeostatistiksel analizlerin uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Tarımsal uygulamaların ve doğal süreçlerin etkisi nedeniyle toprak tuzluluğu zamansal ve alansal olarak ciddi şekilde değişmekle birlikte iklim, arazi kullanımı, topoğrafya ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlıdır (Shahabi ve ark., 2017). Cemek ve ark., (2007), toprak tuzluluğu ve alkalinitesi ile ilgili olarak bazı toprak özelliklerinde uzaysal değişkenliğin değerlendirilmesinde, toprak özelliklerindeki güçlü mekansal bağımlılığının, yeraltı suyu seviyesi, drenaj, sulama sistemleri ve mikrotopografya gibi dış etkenlerden kaynaklandığını doğrulamışlardır. Zare-Mehrjardi ve ark., (2010), ordinary kriging (OK) ve Co-kriging yöntemlerinin toprak özelliklerinin alansal dağılımını tahmin etmek için ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon (IDW) yönteminden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Poshtmasari ve ark., (2012) Kuzey İran'ın Golestan eyaletindeki tarım alanlarında pH ve EC'yi tahmin için en iyi yöntemin küresel ve üssel modeller ile kriging yöntemi olduğunu bildirmişlerdir. Bilgili (2013), Türkiye'nin Güneydoğusunda bulunan yarı kurak bir bölgede toprak tuzluluğunu incelemek için birçok kriging tekniği kullanmıştır. Çalışmada toprak tuzluluğunun alansal bağımlılık gösterdiğini ve toprak tuzluluk haritalarının enterpolasyonu için kriging

tekniklerinin verimli şekilde kullanılabileceğini doğrulamıştır. Akramkhanov ve ark., (2014) Özbekistan'da kurak bir bölgede düze yakın sulanmış arazilerde toprak tuzluluğunun alansal dağılımını incelemiş ve toprak tuzluluğunun kısa mesafelerde bile (40 m) çok değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma 2010 ve 2016 yıllarında Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki toprakların tuzluluk ve sodikliğinde meydana gelen alansal ve zamansal değişimleri belirlemek ve sulamanın toprak tuzluluğu ve sodikliği üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçların toprakların sürdürülebilir kullanımları ile ilgili bilgi vermesi ve gelecekteki kullanışlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde yararlı olması beklenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

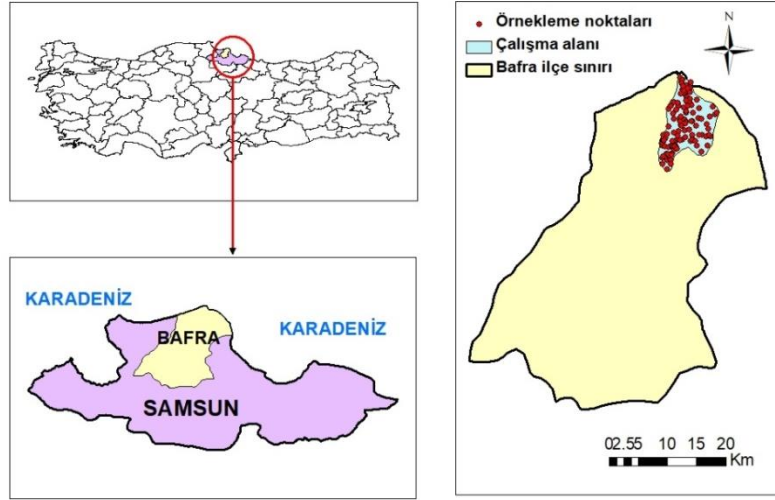
Çalışma alanı Samsun ili Bafra ilçesi ile Karadeniz kıyı bölgesi ($41^{\circ} 10' - 41^{\circ} 45'$ kuzey enlemleri ve $35^{\circ} 30' - 36^{\circ} 15'$ doğu boylamları) arasında kalmaktadır. Çalışma alanının büyüklüğü yaklaşık 10 000 ha'dır. Çalışma alanı Kızılırmak nehrinin farklı zamanlarda getirdiği alüvyal depozitlerden oluşmaktadır. Bafra ovasının başlıca su kaynağı Kızılırmak nehridir. Çalışma alanında iklim özellikleri olarak tipik ılıman Karadeniz bölgesi iklimi görülmektedir. Bölgenin uzun yıllar ortalama en düşük sıcaklık değeri 5.7°C ile Şubat, ortalama en yüksek sıcaklık değeri 23.0°C ile Ağustos aylarında görülmektedir. Yıllık toplam yağış değerleri uzun yıllar göz önüne alındığında 794.2 mm olarak gerçekleşmektedir (Taşan, 2018). Çalışma alanının konumu ve örnekleme noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir.

2.2. Toprak örnekleme ve laboratuvar analizleri

Çalışma alanı topraklarının tuzluluk ve sodiklik durumlarını belirlemek amacıyla 2010 ve 2016 yıllarında sulama öncesi ve sulama sonrasında olacak şekilde üç farklı dönemde (Nisan 2010 ve Nisan-Eylül 2016) 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. 2010 yılında 100 noktadan ve 2016 yılında 112 noktadan bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alınan noktaların koordinatları GPS ile kaydedilmiştir. Toprak örnekleri kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak tekstürünün belirlenmesinde Bouyoucos hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) kullanılmıştır. Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, 1:2.5 oranında hazırlanan toprak-su karışımında elektriksel kondaktivite aleti ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Toprakların pH değerleri 1:2.5 toprak-su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile ölçülmüştür (Gee ve Bauder, 1986). Toprakların CaCO_3 içeriği ise Scheibler kalsimetresiyle % olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994). Değişebilir Na,

K, Ca ve Mg miktarları Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde toprak örnekleri 1.0 N Amonyum Asetat (pH=7) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstrakta Na ve

K, fleymfotometrik yöntemle, Ca ve Mg ise EDTA ile titrimetrik olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı konumu ve örnekleme noktaları

Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerleri (Richards, 1954)'de verilen eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ESP = \frac{\text{Değişebilir Na (meq } 100g^{-1})}{KDK \text{ (meq } 100g^{-1})} \times 100 \quad (1)$$

2.3. Jeostatistiksel analizler

Çalışma alanı toprak özelliklerinin haritalanmasında jeostatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Haritalanan özelliklere ait semivariogramlar ArcGIS 10.0 ve GS+ 10.0 paket programları kullanılarak modellenmiştir. Modeller kullanılarak en uygun enterpolasyon yöntemi seçilmiş ve çalışma alanı topraklarının tuzluluk ve sodiklik özellikleri haritalanmıştır. Variogramlara ait range, sill ve nugget değerleri tespit edilerek, her bir özelliğin mesafeye bağımlılığı belirlenmiştir. Toplam değişkenliğin yüzdesi olarak ifade edilen Nugget etki varyansı (Nugget/Sill), toprak değişkenlerinin uzaysal bağımlılığını sınıflandırmak için kullanılmıştır. Bu oran % 25'e eşit veya daha düşük ise kuvvetli uzaysal bağımlı, % 25-% 75 arasında ise orta derecede bağımlı ve % 75'den büyük ise zayıf uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Cambardella ve ark., 1994). Semivariogram'ın eğimi sifıra yaklaştığında değişkenliğin rastgele olduğu (uzaysal bağımlılık yok) kabul edilir. Eşitlik 2 kullanılarak semivariogramlar hesaplanmıştır.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2 \quad (2)$$

Burada; N(h), h mesafesi ile birbirinden ayrılan deneysel veri çiftlerinin sayısı, Z(x_i) ve Z(x_i+h) ise x_i

ve (x_i+h) noktalarındaki ölçüm değerlerini ifade etmektedir. Semivariogramlar her bir h değeri ile birbirinden ayrılan örnek çiftlerinin varyansı ile mesafe arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak ifade etmekte ve uzaysal bağımlılığı tanımlamaktadır (Journel ve Huijbregts, 1978; Başbozkurt ve ark., 2013).

Modeller içerisinde en yüksek r² ve en düşük hata kareler toplamı (RSS) veren model en uygun model olarak seçilmiştir. Jeostatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen parametreler kullanılarak ArcGIS 10.0 paket programı ile krigleme haritaları oluşturulmuştur. Krigleme, ordinary kriging yöntemi ile yapılmış ve ilgili değişkenlerin farklı katmanlardaki alansal ve zamansal değişim haritaları hazırlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tanımlayıcı istatistikler

Jeostatistik analiz için uygun yöntemin seçilmesinin en önemli ön şartı verilerin değerlendirilmesidir. Çalışma alanından 2010 yılında sulama öncesi dönemde ve 2016 yılında sulama öncesi ve sonrası dönemde alınan toprakların EC, pH, ESP ve CaCO₃ değerlerine ait en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 1'de, tekstür özelliklerinin tanımlayıcı istatistik parametreleri ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin ortalaması 2010 yılı sulama öncesi dönemde 0.55 ile 0.79 dS m⁻¹ arasında, 2016 yılı sulama öncesi dönemde 0.61 ile 0.67 dS m⁻¹ arasında değişim gösterirken, 2016 sulama sonrası dönemde ise 0.66 ile 0.78 dS m⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 1). Her üç dönemde de genel olarak en yüksek elektriksel iletkenlik değeri yüzey toprağında bulunmuş, derinlik arttıkça EC değerleri azalmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Dönem	Toprak özelliği	Derinlik (cm)	Min	Max	AO	SS	VK	Basıklık	Çarpıklık	Dağılım
2010 Sulama Öncesi	EC	0-30	0.31	4.30	0.79	0.61	77.81	15.30	3.54	log
		30-60	0.25	2.28	0.65	0.37	57.30	8.51	2.70	log
		60-90	0.18	3.25	0.64	0.47	73.53	14.71	3.42	log
		90-120	0.16	1.44	0.55	0.28	50.24	2.06	1.53	log
	pH	0-30	6.15	9.34	7.35	0.45	6.08	5.50	1.40	log
		30-60	6.49	9.11	7.59	0.42	5.51	1.84	0.73	Karekök
		60-90	6.81	9.07	7.93	0.44	5.58	0.49	0.12	Normal
		90-120	6.94	9.23	8.03	0.42	5.28	1.27	0.40	Normal
	ESP	0-30	2.07	49.16	9.19	8.20	89.24	11.91	3.31	log
		30-60	3.07	58.07	10.38	9.29	89.58	10.17	3.01	log
		60-90	3.09	36.92	9.90	7.71	77.83	4.92	2.35	log
		90-120	2.66	47.72	9.29	9.64	103.78	8.40	3.01	log
	CaCO ₃	0-30	0.24	18.24	5.97	4.58	76.81	-0.72	0.50	Normal
		30-60	0.33	24.72	7.18	5.52	76.76	0.00	0.60	Karekök
		60-90	0.40	27.39	11.62	6.37	54.78	-0.39	-0.06	Normal
		90-120	0.40	31.20	12.32	6.19	50.24	0.51	0.02	Normal
2016 Sulama Öncesi	EC	0-30	0.21	6.31	0.67	0.60	88.90	73.66	7.82	log
		30-60	0.20	4.33	0.65	0.47	72.57	33.24	4.79	log
		60-90	0.20	1.97	0.61	0.36	58.93	3.31	1.79	log
		90-120	0.16	2.45	0.61	0.41	68.49	5.35	2.19	log
	pH	0-30	6.73	8.65	7.48	0.33	4.36	1.11	0.26	Normal
		30-60	6.66	8.82	7.65	0.33	4.32	2.33	0.41	Normal
		60-90	6.91	9.23	7.90	0.41	5.23	1.68	0.57	Karekök
		90-120	6.68	9.28	8.04	0.40	4.96	2.58	0.24	Normal
	ESP	0-30	1.06	72.76	6.07	7.15	117.82	70.31	7.76	log
		30-60	1.16	55.18	7.50	7.77	103.52	21.06	4.30	log
		60-90	1.75	49.40	8.68	8.63	99.34	10.78	3.25	log
		90-120	2.94	65.65	9.63	10.14	105.34	11.84	3.30	log
	CaCO ₃	0-30	1.21	16.30	7.15	4.16	58.15	-1.04	0.44	Normal
		30-60	1.21	18.64	7.74	4.48	57.81	-1.16	0.36	Normal
		60-90	1.45	33.90	12.05	6.69	55.55	-0.02	0.43	Normal
		90-120	1.45	32.29	14.69	6.55	44.60	0.01	0.01	Normal
2016 Sulama Sonrası	EC	0-30	0.27	5.34	0.77	0.53	68.44	50.74	6.07	log
		30-60	0.27	5.54	0.78	0.57	73.26	44.52	5.74	log
		60-90	0.26	5.77	0.73	0.60	81.69	45.72	5.90	log
		90-120	0.21	5.07	0.66	0.52	78.69	45.36	5.72	log
	pH	0-30	6.97	9.23	7.81	0.41	5.21	1.34	0.44	Normal
		30-60	7.06	9.83	7.94	0.36	4.56	5.85	1.18	Log
		60-90	7.25	9.93	8.19	0.43	5.25	3.14	0.78	Karekök
		90-120	7.07	9.86	8.39	0.45	5.39	1.93	0.56	Karekök
	ESP	0-30	1.18	44.46	6.64	5.92	89.19	27.67	4.73	log
		30-60	1.68	51.82	7.41	7.22	97.41	19.65	4.08	log
		60-90	1.56	50.27	8.35	8.21	98.27	13.25	3.48	log
		90-120	2.27	47.42	8.64	8.34	96.43	10.16	2.99	log
	CaCO ₃	0-30	1.30	16.88	7.21	4.12	57.09	-1.10	0.43	Normal
		30-60	1.62	20.45	7.42	4.32	58.24	-0.68	0.56	Karekök
		60-90	1.30	24.42	10.25	5.49	53.51	-0.64	0.21	Karekök
		90-120	1.62	28.96	13.63	6.36	46.71	-0.48	0.01	Normal

Min: Minimum değer, Max: Maksimum değer, AO: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı (%), EC: Elektriksel iletkenlik (dS m⁻¹), ESP: Değişebilir sodyum yüzdesi

Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde ova topraklarında tuzluluk problemi olmadığı söylenebilir. Ancak en yüksek EC değerleri arasında 2010 yılında 4.30 dS m^{-1} , 2016 yılı sulama öncesinde 6.31 dS m^{-1} ve 2016 yılı sulama sonrasında 5.77 dS m^{-1} bulunması ovada yer yer tuzluluk probleminin olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca sulama öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında tuz içeren gübrelerin kullanımına ve uygulanan sulama suyunun miktar ve kalitesine bağlı olarak tuzluluk değeri artış göstermiştir. Ortalama toprak pH değeri 2010 yılında 7.35 ile 8.03 arasında, 2016 yılı sulama öncesinde 7.48 ile 8.04 arasında ve 2016 yılı sulama sonrasında ise 7.81 ile 8.39 arasında değişmiştir. Toprakların pH'sı EC değerinin aksine derinlikle birlikte artış göstermiştir. Bafra ovasında yapılan bir çalışmada toprakların ortalama pH değerlerinin 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm toprak katmanları için sırasıyla 8.0, 8.2, 8.3 ve 8.4 olduğu belirlenmiştir (Cemek ve ark., 2007). Toprakların ESP içerikleri 2010 yılı sulama öncesi dönemde 2.07 ile 58.07 arasında değişim gösterirken, 2016 yılı sulama öncesi dönemde 1.06 ile 72.76 arasında değişmiştir. 2016 yılı sulama sonrası dönemde ise 1.18 ile 51.82 arasında değişim göstermiştir. Her üç dönemde de bütün

katmanlar birlikte değerlendirildiğinde en düşük ESP yüzey katmanında bulunmuş, derinlik arttıkça ESP içeriği genel olarak artmıştır. Çalışma alanı topraklarının ortalama CaCO_3 içerikleri 2010 yılı sulama öncesinde 5.97 ile 12.32 arasında, 2016 yılı sulama öncesinde 7.15 ile 14.69 arasında ve 2016 yılı sulama sonrasında ise 7.21 ile 13.63 değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 1). Taşova ve Akın (2013) toprakların CaCO_3 içeriğini 1'den küçük ise çok az kireçli, 1-5 arasında ise az kireçli, 5-15 arasında ise orta kireçli, 15-25 arasında ise çok kireçli ve 25'den büyük olması durumunda ise çok fazla kireçli olarak sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının orta kireçli sınıfta olduğu belirlenmiştir. Derinlik arttıkça toprakların kireç içeriğinin artması ana materyale yaklaşmasına bağlanabilir (Büyüköner, 2007). Toprakların kil içeriği ortalama % 36.94 ile % 42.46 arasında, kum içeriği ortalama % 21.27 ile % 22.48 arasında ve silt içeriği ortalama % 35.88 ile % 37.37 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çalışma alanı topraklarının kum içeriği genel olarak derinlikle birlikte artış gösterirken, kil içeriği derinlikle birlikte azalmıştır.

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Özellik	Derinlik (cm)	Min.	Max.	AO	S.S	VK	Basıklık	Çarpıklık	Dağılım
Kum (%)	0-30	8.39	48.05	22.48	7.66	34.05	0.38	0.64	Karekök
	30-60	0.62	49.22	21.27	8.49	39.92	0.69	0.61	Karekök
	60-90	5.61	84.54	22.12	14.40	65.10	7.10	2.32	Log
	90-120	4.00	86.54	24.69	17.11	69.30	2.21	1.53	Log
Kil (%)	0-30	5.81	69.74	41.64	11.98	28.78	0.09	-0.25	Normal
	30-60	5.88	69.56	42.46	13.22	31.14	-0.40	-0.31	Normal
	60-90	5.67	67.62	40.79	15.50	37.99	-0.75	-0.32	Normal
	90-120	6.04	81.78	36.94	17.42	47.14	-0.80	0.09	Normal
Silt (%)	0-30	20.78	63.71	35.88	8.15	22.72	1.06	0.81	Karekök
	30-60	19.37	68.51	36.26	8.84	24.37	1.28	0.97	Karekök
	60-90	7.45	78.13	37.09	11.27	30.38	1.54	0.57	Karekök
	90-120	7.43	71.40	38.37	11.39	29.68	0.35	0.10	Normal

Min: Minimum değer, Max: Maksimum değer, AO: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı (%)

Toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılım göstermesi uygulanacak istatistiksel yöntemler açısından önemlidir. Veri setlerinin normal dağılıma uygunluğunun göstergelerinden olan çarpıklık ve basıklık katsayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Webster (2001) toprak verilerinde normal dağılımla ilgili en ciddi ayrılma göstergesinin çarpıklık değeri olduğu ifade etmiştir. Eğer çarpıklık değeri 0.5'den küçük ise veri normal dağılım göstermiş ve herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Çarpıklık değeri > 0.5 ve ≤ 1.0 ise bu durumda karekök alınarak veriler normal dağılıma dönüştürülmüş ve eğer çarpıklık değeri > 1.0 ise bu durumda da log-normal dönüşüm uygulanmıştır. Buna

göre her üç dönemde de EC ve ESP içerikleri tüm katmanlarda log-normal dağılım göstermiştir.

Varyasyon katsayısı (VK), toprak özelliklerinin değişkenliğini tanımlamak için diğer parametrelere göre en ayırt edici faktördür (Zhang ve ark., 2007). Wilding (1985) toprak özelliklerinin değişkenlik derecesini belirlemek için bir sınıflandırma yapmıştır. Buna göre, varyasyon katsayısı 15'den küçük olanlar az değişken, 16-35 arası olanlar orta derecede değişken ve 36'dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre her üç dönem ve dört derinlikte de toprakların EC, ESP ve CaCO_3 özellikleri yüksek derecede değişkenlik gösterirken, pH az değişkenlik göstermiştir. Moasher

ve Foroughifar (2013), pH için düşük değişkenlik katsayısının topraktaki ana madde bileşiminden, yüksek değişkenlik katsayısının ise gübreleme ve arazi kullanım tipi gibi arazi yönetim faktörlerinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Varyasyon katsayılarına göre yüksek değişkenlik gösteren verilerde uzaysal bağımlılığın düşük, düşük değişkenlik gösteren verilerde ise uzaysal bağımlılığın yüksek olması beklenmektedir (Akbaş, 2011; Tekin ve ark., 2011). Emadi ve Baghernejad (2014) çalışmalarında ölçülen tüm toprakların EC değerlerinin genellikle heterojen olduğunu ve yüksek değişkenliğe sahip olduğunu (VK % 36'dan büyük) doğrulamıştır. Fiziksel özellikler incelendiğinde 0-30 cm derinlikteki kum içeriği orta derecede, diğer katmanlardaki kum içerikleri ise yüksek derecede değişkenlik göstermişlerdir. 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerindeki kil içeriği orta derecede değişkenlik gösterirken, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerindeki kil içerikleri yüksek derecede değişkenlik göstermişlerdir (Çizelge 2). Çalışma alanı topraklarının silt içeriği ise tüm derinliklerde orta derecede değişkenlik göstermiştir. Kum ve kil içeriğinin yüksek derecede değişkenlik göstermesi alüvyal ana materyalin çalışma alanında farklılık göstermesi ve çalışma alanının geniş olmasına bağlanabilir.

3.2. Jeostatistiksel analiz

Çalışma alanı topraklarının EC ve ESP içeriklerinin uzaysal yapılarının belirlenmesi amacıyla her bir özellik için deneysel semivariogramlar oluşturulmuştur (Çizelge 3). Semivariogramların oluşturulmasında yönler göre olası bağımlılığı (anizotropi) test etmek amacıyla, farklı dört yönde (0, 45, 90 ve 1350) hesaplamalar yapılmıştır. İncelenen özellikler izotropik bir yapı göstermiştir. Bu durum çalışma alanının düz ve düze yakın (% 0-2) topoğrafik özelliğine ve benzer ana materyal üzerinde oluşum göstermesine bağlanmıştır. Jeostatistiksel analiz, her dört toprak katmanında toprakların EC ve ESP'si için farklı uzaysal dağılım modelleri ve uzaysal bağımlılık seviyelerini ortaya çıkarmıştır (Çizelge 3; Şekil 2; Şekil 3). Toprakların tuzluluk ve sodikliğinin modellenmesinde küresel, üssel ve gausiyan modeller kullanılmıştır. Modellerin belirlenmesinde r^2 ve RSS değerleri dikkate alınmış ve en yüksek r^2 değeri ile en düşük RSS değerlerini veren model tercih edilmiştir. 2010 yılı sulama öncesi dönemde EC içerikleri 90-120 cm haricinde tüm katmanlarda gausiyan model ile modellenmiştir (Şekil 2). Değişebilir sodyum yüzdesi ise tüm derinliklerde gausiyan model ile modellenmiştir (Şekil 3). 2016 yılı sulama öncesi dönemde EC, 0-30 ve 60-90 cm derinliklerde gausiyan model, 30-60 ve 90-120 cm derinliklerde ise küresel model ile tanımlanmıştır.

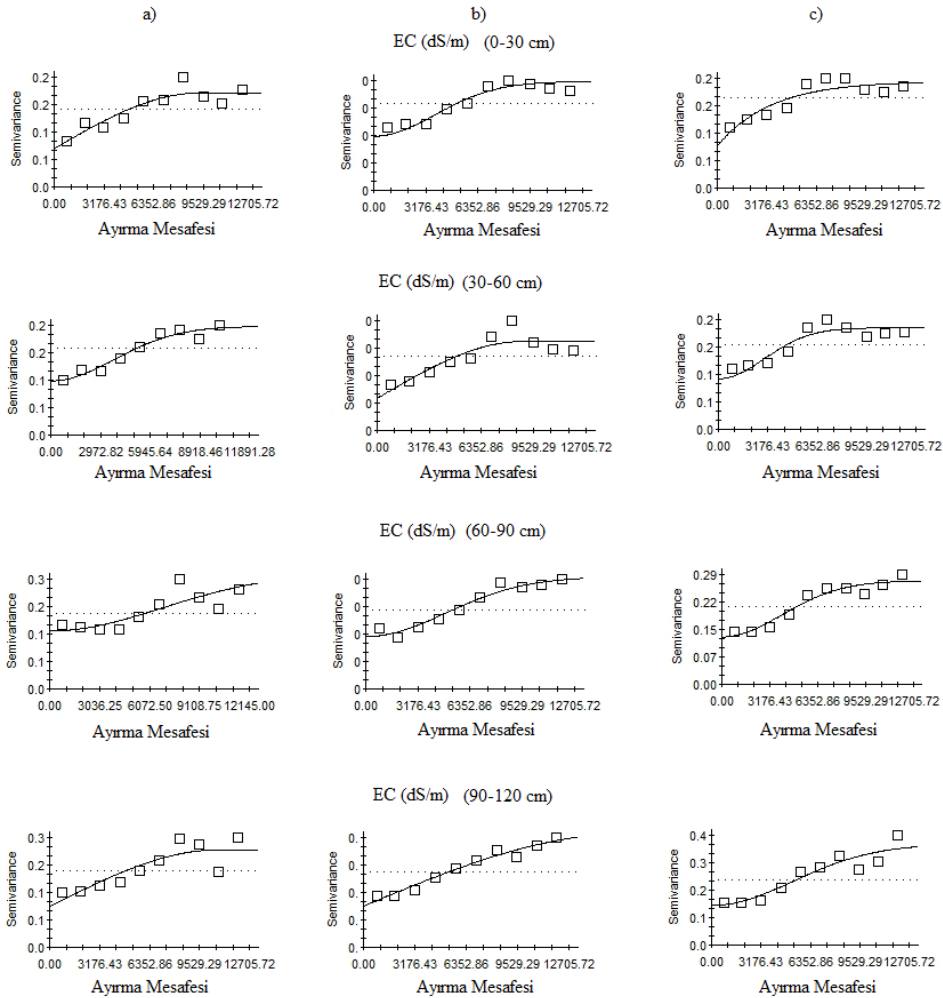
Çizelge 3. Toprakların EC ve ESP'leri için en iyi uygulanan semivariogram modelleri ve parametreleri

Dönem	Özellik	Derinlik	Model	Co (Nugget)	Co+C (Sill)	Ao (m) (Range)	Uzaysal Bağ (%)	r^2	RSS
2010 Sulama Öncesi	EC	0-30	Gausiyan	0.10	0.19	4830	Orta	0.82	0.002
		30-60	Gausiyan	0.12	0.23	5370	Orta	0.94	0.001
		60-90	Gausiyan	0.15	0.31	9630	Orta	0.66	0.007
		90-120	Küresel	0.11	0.26	10700	Orta	0.73	0.008
	ESP	0-30	Gausiyan	0.13	0.37	5390	Orta	0.86	0.012
		30-60	Gausiyan	0.20	0.41	5390	Orta	0.78	0.010
		60-90	Gausiyan	0.17	0.38	5910	Orta	0.91	0.005
		90-120	Gausiyan	0.15	0.35	5340	Orta	0.90	0.005
		0-30	Gausiyan	0.11	0.22	5280	Orta	0.92	0.001
	2016 Sulama Öncesi	EC	30-60	Küresel	0.09	0.25	8800	Orta	0.79
60-90			Gausiyan	0.16	0.34	6870	Orta	0.96	0.002
90-120			Küresel	0.14	0.39	16060	Orta	0.96	0.002
0-30			Gausiyan	0.19	0.38	4550	Orta	0.91	0.004
ESP		30-60	Gausiyan	0.16	0.34	4460	Orta	0.84	0.007
		60-90	Küresel	0.14	0.41	10350	Orta	0.92	0.006
		90-120	Üssel	0.13	0.56	7960	Güçlü	0.89	0.012
		0-30	Üssel	0.09	0.22	3450	Orta	0.81	0.002
		EC	30-60	Gausiyan	0.10	0.21	4170	Orta	0.84
60-90			Gausiyan	0.12	0.27	5630	Orta	0.93	0.002
90-120	Gausiyan		0.15	0.37	7380	Orta	0.87	0.008	
0-30	Üssel		0.13	0.25	3100	Orta	0.84	0.001	
ESP	30-60		Gausiyan	0.18	0.35	4910	Orta	0.93	0.003
	60-90	Gausiyan	0.22	0.47	10590	Orta	0.80	0.009	
	90-120	Üssel	0.18	0.48	3860	Orta	0.72	0.021	

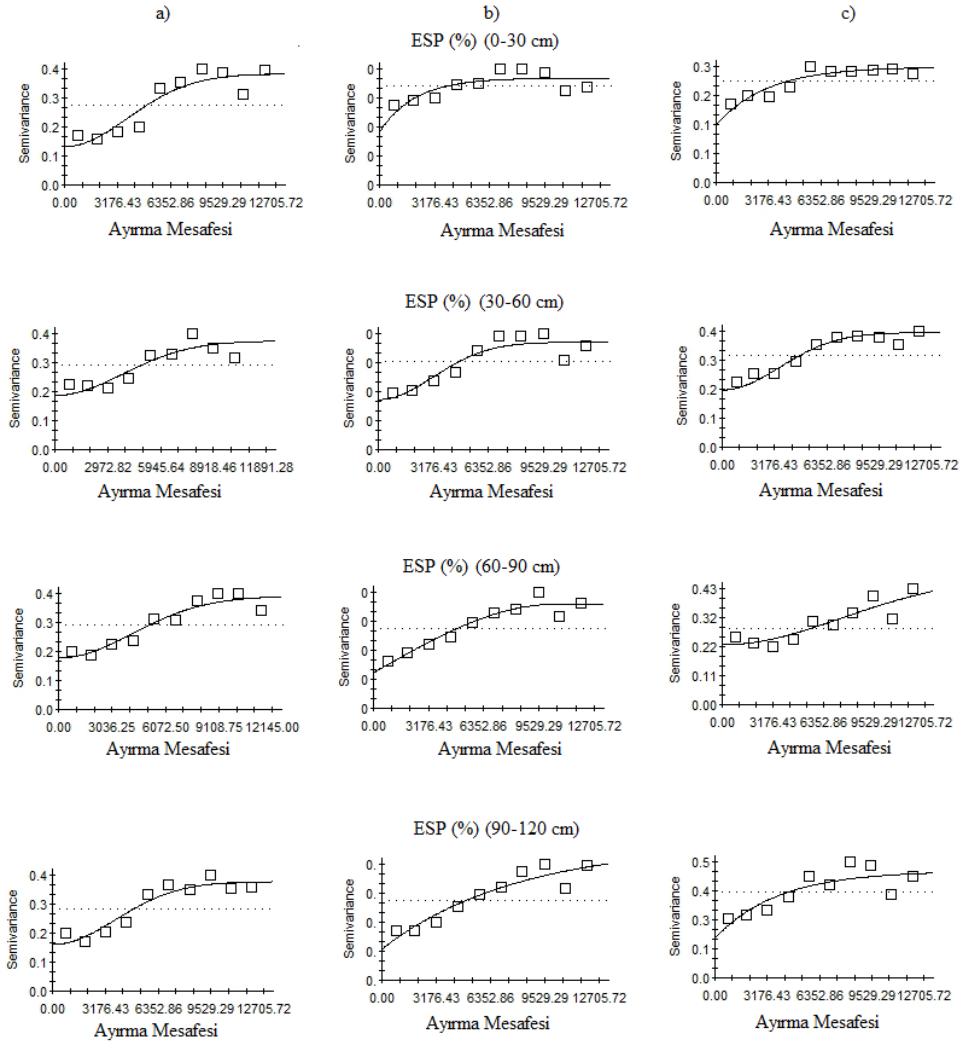
ESP ise 0-30 ve 30-60 cm derinliklerde gausiyan, 60-90 cm derinlikte küresel ve 90-120 cm derinlikte üssel model ile modellenmiştir. 2016 yılı sulama sonrası dönemde ise EC, 0-30 cm haricinde gausiyan model ve ESP, 0-30 cm ve 90-120 cm derinliklerde üssel model ile modellenmiştir.

Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliklerinin ifade edilmesinde nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının yüzde olarak ifadesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Cambardella ve ark., (1994)'de verilen esaslara göre çalışma alanı topraklarının uzaysal bağımlılıkları değerlendirildiğinde 2016 yılı sulama öncesi dönemde 90-120 cm derinlikteki ESP haricinde her üç dönem ve dört derinlik için EC ve ESP özelliklerinin orta derecede uzaysal bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Örnekler arasındaki uzaysal bağımlılığın güçlü olması, kısa mesafelerde örnekler arası benzerliğin ortadan kalkmadığını göstermektedir. Jeostatistiksel analizde nugget değeri, genellikle örnekleme aralığında tespit edilemeyen ölçümlerin yanlışlığından kaynaklanan

rastgele varyasyonu temsil etmektedir (Trangmar ve ark., 1986). Sill değeri, semivariogram modelinin üst sınırınıdır (Webster ve Oliver, 2001). Örneklerin uzaysal olarak birbirleriyle bağımlı oldukları maksimum mesafeyi gösteren range değerleri 2010 yılı sulama öncesi dönemde EC özelliği için 4830 ile 10700 m arasında iken, ESP özelliği için 5340 ile 5910 m arasında değişmiştir. 2016 yılı sulama öncesi dönemde range değerleri EC için 5280 ile 16060 m arasında ve ESP için 4460 ile 10350 m arasında değişmiştir. Son olarak 2016 yılı sulama sonrası dönemde örneklerin uzaysal olarak bağımlı oldukları maksimum mesafe EC için 7380 m ve ESP için 10590 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Çalışma alanı topraklarının EC ve ESP özelliklerinin yapısal uzaklıkları farklı dönemlerde geniş bir aralıkta değişmiştir. Çalışma alanındaki yeraltı suyu seviyesi, drenaj ve sulama sistemleri gibi dışsal faktörlerin incelenen toprak özelliklerinin uzaysal bağımlılığını etkileyen önemli faktörler olabileceğini göstermektedir.



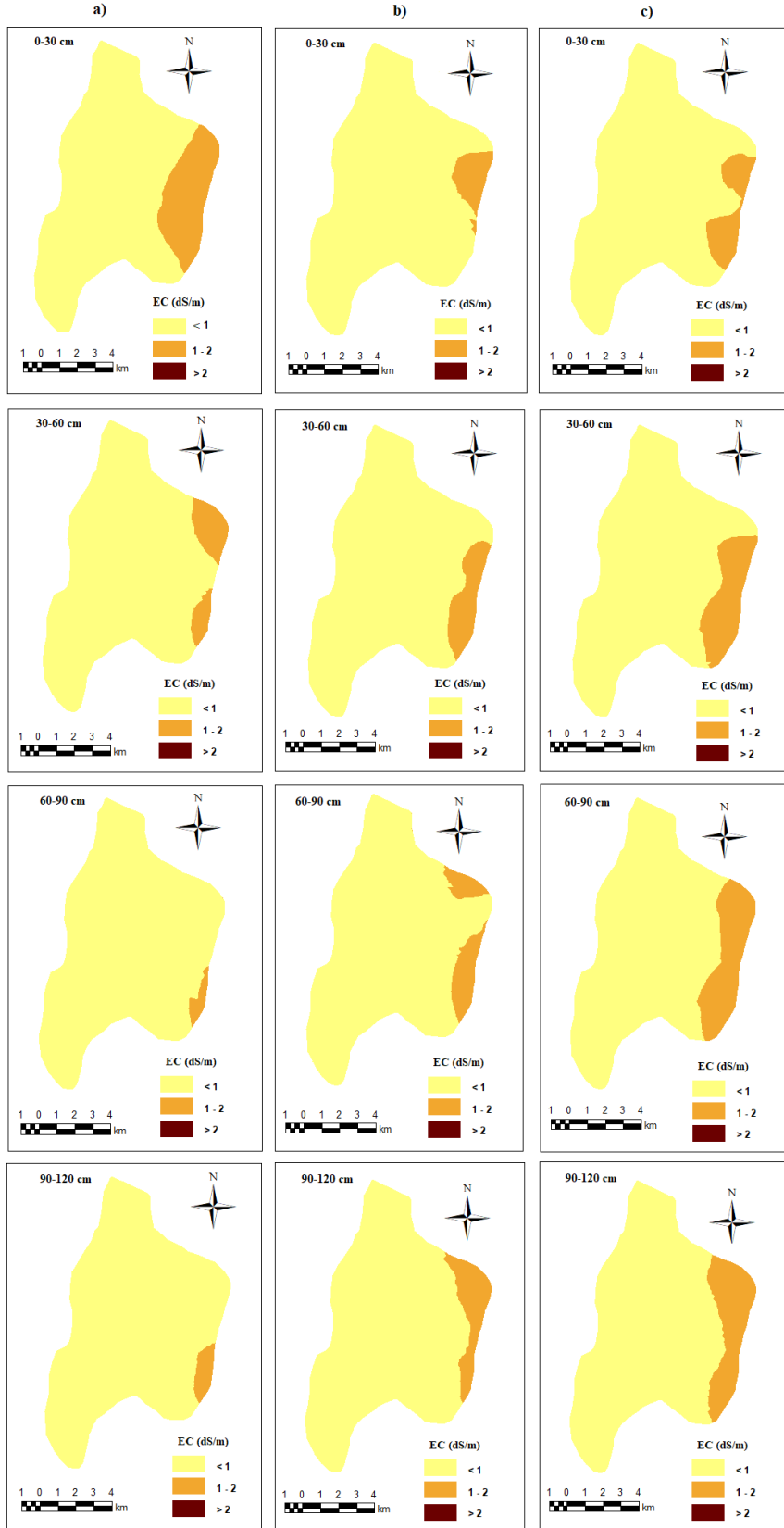
Şekil 2. Toprakların EC özelliklerine ait semivariogram modelleri a) 2010 sulama öncesi, b) 2016 sulama öncesi, c) 2016 sulama sonrası



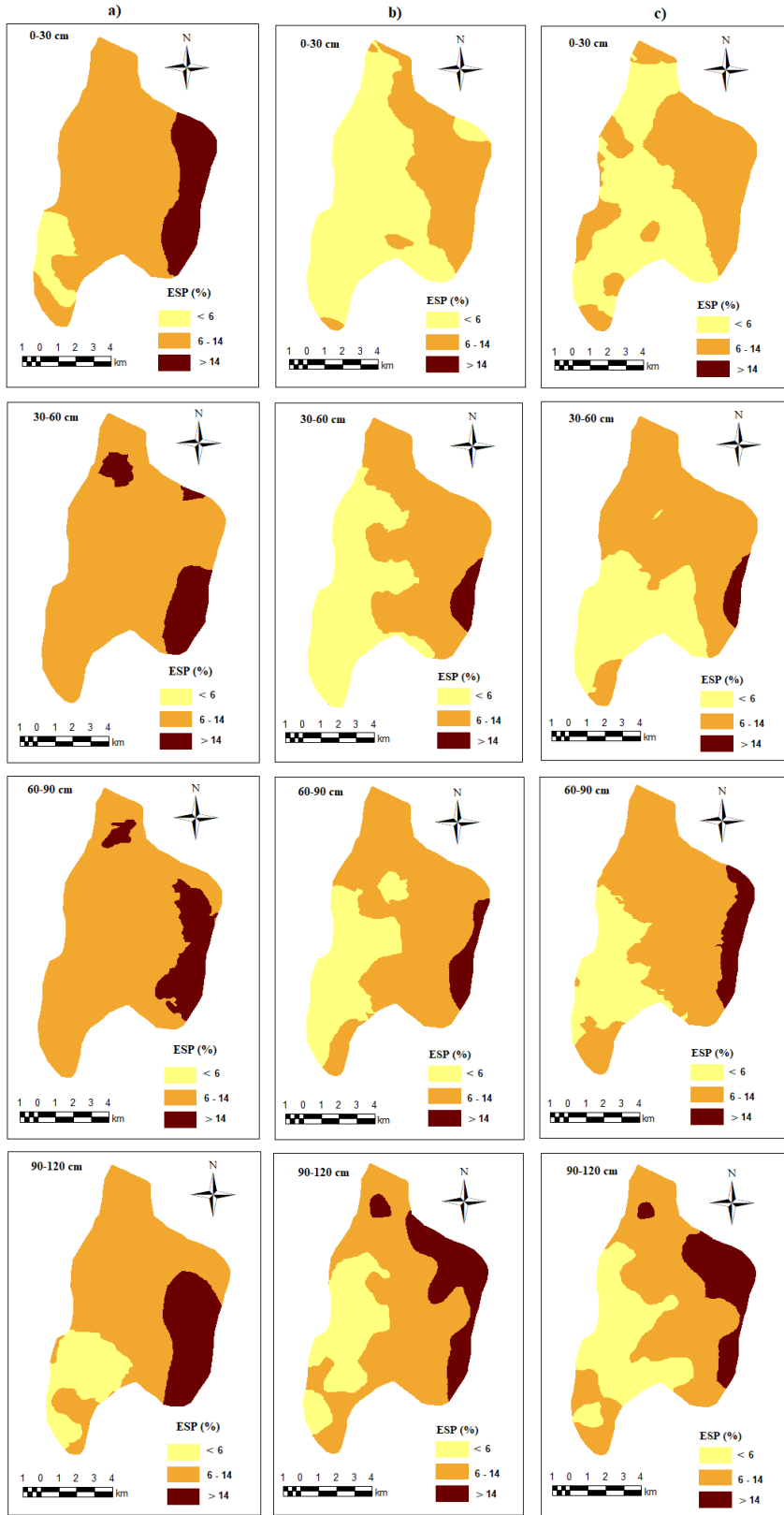
Şekil 3. Toprakların ESP özelliklerine ait semivariogram modelleri a) 2010 sulama öncesi, b) 2016 sulama öncesi, c) 2016 sulama sonrası

Jeostatistik analiz sonucunda belirlenen en uygun modeller kullanılarak çalışma alanı topraklarının EC ve ESP değerlerine ait her üç dönemde ve dört farklı derinlikte alansal dağılım haritaları sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5’de verilmiştir. Alansal dağılım haritaları incelendiğinde toprak tuzluluğu ve sodikliği genellikle çalışma alanının doğu ve kuzeydoğusunda diğer alanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Toprakların EC değerlerinin her üç dönemde de derinlikle birlikte azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Bunun sebebi derinlikle birlikte kil fraksiyonlarının azalması ve kum ile silt fraksiyonlarına bağlı olarak alt katmanlarda EC’yi yükseltecek kimyasal özelliklerin azalmasına ve ayrıca bu katmanlarda yıkama durumlarının daha yüksek olmasına bağlanabilir (Taşan, 2017). 2010 yılı sulama öncesi dönemde EC ve ESP değerlerinin 2016 yılına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 2010

yılında çalışma alanının büyük bölümünde sodik ve çok sodik özellik gösteren alanların olduğu belirlenmiştir. Sodikliğin çalışma alanının doğusuna doğru artış gösterdiği ve genel olarak alt katmanlara doğru gidildikçe sodiklik sorununda artış olduğu belirlenmiştir. Sulama suyunun elektrolit konsantrasyonu ve toprakların değişebilir katyon bileşimi, sodyum tehlikesini belirleyen iki temel faktördür (Sposito, 2008; Güler ve ark., 2014). Güler ve ark., (2014) Bafra ovasında yaptıkları çalışmada toprakların EC, ESP ve pH değerlerinin çalışma alanının kuzeyinde ve doğusunda yüksek çıkmasının sebebinin, bu kısımlarda yeraltı suyu seviyesinin yüksek olmasıyla bağlantılıdır. Ayrıca kötü kalitedeki suyun sulama amacıyla kullanılmasının EC, ESP ve pH değerlerinde artışa neden olabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. EC dağılım haritaları a) 2010 sulama öncesi, b) 2016 sulama öncesi, c) 2016 sulama sonrası



Şekil 5. ESP dağılım haritaları a) 2010 sulama öncesi, b) 2016 sulama öncesi, c) 2016 sulama sonrası

Çalışma alanı toprakların tuzluluk ve sodiklik durumlarının belirlenmesi için hazırlanan alansal dağılım haritalarından hesaplanmış alanlar ve yüzdelik oranları ise Çizelge 4’de verilmiştir. Çalışma alanında toprakların elektriksel iletkenlik değeri için yapılan sınıflandırmaya göre tüm alanın EC değerinin her üç dönemde de 2 dS m⁻¹ değerinden küçük olduğu belirlenmiştir. 2010 yılı sulama öncesi dönemde yüzey toprağının EC değeri, tüm alanın % 16.7’sinde 1-2 dS

m⁻¹ aralığında olurken, 2016 yılı sulama öncesinde bu aralık alanın % 5.2’sinde oluşmuş, 2016 yılı sulama sonrasına gelindiğinde ise bu katmanda bir miktar tuzluluk artışı olmuş ve tüm alanın % 20.8’inde EC değerleri 1-2 dS m⁻¹ arasında olmuştur. 2016 yılı sulama öncesi ve sulama sonrası dönemler karşılaştırıldığında tüm katmanlarda sulama sonrası dönemde EC değerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çalışma alanının tuzluluk ve sodiklik durumlarının alansal dağılımları

	Toprak derinliği									
	0-30 cm		30-60 cm		60-90 cm		90-120 cm			
	EC sınıfı									
	Aralığı (dS/m)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	
2010 Sulama Öncesi	<1	7852.8	83.3	8741.1	92.8	9269.5	98.4	9173.9	97.4	
	1-2	1570.2	16.7	681.9	7.2	153.5	1.6	249.1	2.6	
	>2	0	0	0	0	0	0	0	0	
2016 Sulama Öncesi	<1	8937.3	94.8	8667.9	92.0	8699.1	92.3	8619.7	91.5	
	1-2	485.7	5.2	755.1	8.0	723.9	7.7	803.3	8.5	
	>2	0	0	0	0	0	0	0	0	
2016 Sulama Sonrası	<1	7465.8	79.2	8225.8	87.3	7994.5	84.8	8098.9	85.9	
	1-2	1957.2	20.8	1197.2	12.7	1428.5	15.2	1324.1	14.1	
	>2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ESP sınıfı									
	Aralığı (%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	
2010 Sulama Öncesi	<6	741.7	7.9	0	0	0	0	1635.9	17.4	
	6-14	7091.9	75.3	8189.5	86.9	7904.5	83.9	5997.7	63.6	
	>14	1589.4	16.9	1233.5	13.1	1518.5	16.1	1789.4	19.0	
2016 Sulama Öncesi	<6	6321.4	67.1	3956.1	42.0	2806.2	29.8	2274.2	24.1	
	6-14	3101.6	32.9	5092.6	54.0	6100.3	64.7	5415.5	57.5	
	>14	0	0	374.3	4.0	516.6	5.5	1733.3	18.4	
2016 Sulama Sonrası	<6	4961.2	52.6	3298.7	35.0	2356.0	25.0	3291.2	34.9	
	6-14	4461.8	47.4	5853.6	62.1	6282.2	66.7	4616.5	49.0	
	>14	0.0	0.0	270.6	2.9	784.9	8.3	1515.3	16.1	

Toprakların ESP değeri arazilerde sodikleşme sorununun belirlenmesinde kullanılan bir özelliktir. Arazilerde ESP değeri arttıkça topraklarda sodiklik sorunu artmaktadır. Toprakların ESP değerinin 6.0’dan yüksek olması sodyum açısından sorun oluşturabileceği anlamına gelmektedir. ESP değerinin 6.0’dan düşük olması sodik olmayan toprak, 6.0 ile 14.0 arasında olması az sodik toprak ve 14.0’dan büyük olması ise çok sodik toprak olarak sınıflandırılmaktadır (Hazelton ve Murphy, 2016). Buna göre 2010 yılında çalışma alanının büyük bölümünde (yaklaşık % 92) orta ve yüksek düzeyde sodik toprakların olduğu belirlenmiştir. Yüzey katmanında sodik toprakların varlığı % 16.9 olarak belirlenmiş ve genel olarak derinlik arttıkça artış göstermiş, en alt katmanda ise tüm alanın % 19’unda çok sodik topraklara rastlanmıştır. 2016 yılı sulama öncesi ve sonrası dönemde 0-30 cm toprak derinliğinde çok sodik özellikte topraklar bulunmazken, sulama öncesinde 3101.6 ha ve sulama sonrasında 4461.8 ha alanda az sodik özellikte topraklara rastlanmıştır (Çizelge 4).

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda çalışma alanı topraklarında tuzluluk ve sodik özellik gösteren alanların varlığı, 2010 yılında, 2016 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 2016 yılı sulama öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında ise sulama sonrası dönemde artış olduğu belirlenmiştir. Bafra ovası sağ sahil sulaması inşasına 1993 yılında başlanmış ve 2014 yılı itibari ile sulama projesi tamamlanarak tüm alan sulamaya açılmıştır. 2010 yılından sonra artan sulama ve drenajın etkisiyle tuzlu ve sodik topraklarda önemli oranda azalma meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra sulama sonrası dönemde sulama öncesine göre tuzluluk değerlerinin yükselmesi tuz içeren gübre kullanımına ve sulama suyunun değişen miktar ve kalitesine bağlanmıştır. Yapılan çeşitli çalışmalarda bir sulama alanında sulama mevsimi boyunca toprakta tuz içeriğinin artabileceği ve kış periyodunda ise yağışların yıkama etkisi ile azalabileceği ifade edilmiştir (Yurtseven ve Güngör, 1990; Yurtseven ve Sönmez, 1996; Yurtseven ve ark., 2012).

4. Sonuç

Sulu tarım alanlarında sürdürülebilirliği etkileyen durumlar, sulama sistemlerinin işletilmesi, uygun sulama yönetiminin seçilmesi, sulama suyu kalitesine bağlı olarak tuzlaşma problemleri, taban suyu ve drenajın yönetilmesi olarak sıralanabilir. Bu çalışma Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki topraklarının mevcut EC ve ESP özelliklerinin uzaysal değişkenliğini ortaya koymuştur. Toprakların EC ve ESP değerleri tüm derinliklerde ve tüm dönemlerde yüksek değişkenlik göstermiştir. Ayrıca çalışma alanı topraklarının EC ve ESP özellikleri orta derecede alansal bağımlılık göstermiştir. Çalışma alanında en düşük değişkenlik gösteren özellik pH iken, toprakların kum, kil ve CaCO₃ içerikleri ise yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. Kum ve kil içeriğinin yüksek değişkenlik göstermesi, çalışma alanında alüvyal ana materyalin farklılık göstermesine ve çalışma alanının geniş olmasına bağlanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen tüm parametreler için jeostatistiksel etki uzaklığı 3100 m'den büyük bulunmuştur. Çalışma alanı topraklarının EC ve ESP'sinin alansal dağılımı 2010 yılından 2016 yılına kadar önemli derecede değişmiştir. Ayrıca sulamanın toprak özelliklerine olası etkilerini belirlemek amacıyla 2016 yılı sulama öncesi ve sonrası dönemlerde alınan toprakların EC ve ESP'leri araştırılmıştır. 2016 yılı sulama öncesi dönemde ortalama EC değeri 0.63 dS m⁻¹ iken, sulamalar ile bir miktar tuz birikimi olmuş ve 2016 yılı sulama sonrasında EC değerleri artarak ortalama 0.74 dS m⁻¹ olmuştur. EC değerleri genel olarak derinlikle birlikte azalmıştır. Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde çalışma alanı topraklarında tuzluluk sorunu olmadığı belirlenmiştir. Ancak en yüksek EC değerleri arasında 2010 yılında 4.30 dS m⁻¹, 2016 yılı sulama öncesinde 6.31 dS m⁻¹ ve 2016 yılı sulama sonrasında 5.77 dS m⁻¹ değerlerinin bulunması ovada yer yer tuzluluk probleminin olduğuna ve riskli alanların varlığına işaret etmektedir. Bu bağlamda çalışma alanının doğusunda tuzluluğun yüksek olduğu alanlar ile sodik alanların varlığı belirlenmiştir. Bu alanlarda sulama mevsiminde buharlaşma ile çözünebilir tuzların yukarı taşınmasının takibi için yeraltı suyu tuzluluğu ve derinliğinin düzenli olarak izlenmesi önerilmektedir. Toprak özelliklerinin alansal bağımlılığının bilinmesi önemlidir. Böylelikle güçlü alansal bağımlılığa sahip yönetim parametrelerinin daha kolay yönetilmesine ve alana özgü doğrulukta hassas önlemlerin alınabilmesine olanak sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK (1001) tarafından 116O715 numaralı proje olarak desteklenen doktora tezinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abrol, I. P., Yadav, J. S. P., Massoud, F. I., 1988. Salt-affected soils and their management (FAO Soil Bulletin, vol. 39). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Abrol, I.P., Chhabra, R., Gupta, P.K., 1980. A fresh look at the diagnostic criteria for sodic soils. I. International Symposium on Salt Affected Soils. 142-147, Feb. 18-21, Central Soil Salinity Reserch Institute, Karnal.
- Ahmad, S., Ghafoor, A., Qadir, M., Aziz, M.A., 2011. Amelioration of a calcareous saline-sodic soil by gypsum application and different crop rotations. International Journal of Agriculture & Biology. 8(2):142-146.
- Akbaş, F., 2011. Tokat Kazova topraklarının yarıyıllı fosfor düzeyinin jeostatistik tahmin ve simülasyon metodlarıyla modellenmesi ve haritalanması. Tarım Bilimleri Dergisi, 18: 63-76.
- Akrakhanov, A., Brus, D., Walvoort, D., 2014. Geostatistical monitoring of soil salinity in Uzbekistan by repeated EMI surveys. Geoderma, 213:600-607.
- Allbed, A., Kumar, L., 2013. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: a review. Advances in remote sensing, 2(04): 373.
- Ardahanlioglu, O., Oztas, T., Evren, S., Yilmaz, H., Yildirim, Z. N., 2003. Spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil pH and boron content in salt-and sodium-affected areas of the Iğdir plain (Turkey). Journal of Arid Environments, 54(3): 495-503.
- Başbozkurt, H., Öztaş, T., Karabrahimoğlu, A., Gündoğan, R., Genç, A., 2013. Toprak özelliklerinin mekansal değişim desenlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(2):169-181.
- Batarseh, M., 2017. Sustainable Management of Calcareous Saline-Sodic Soil in Arid Environments: The Leaching Process in the Jordan Valley. Applied and Environmental Soil Science, Volume 2017, Article ID 1092838:1-9.
- Bhargava, G.P., Abrol, I.P., 1978. Characteristics of some typical salt-affected soils of Uttar Pradesh. Report No. 6. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal.
- Bilgili, A. V., 2013. Spatial assessment of soil salinity in the Harran Plain using multiple kriging techniques. Environmental monitoring and assessment, 185(1): 777-795.
- Bouyoucos G. J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 43(9): 343-348.
- Büyükgüner, E., 2007. Farklı kullanım altındaki toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76.

- Cambardella, C., Moorman, T., Parkin, T., Karlen, D., Novak, J., Turco, R., Konopka, A., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(5): 1501-1511.
- Cemek, B., Güler, M., Kiliç, K., Demir, Y., Arslan, H., 2007. Assessment of spatial variability in some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 124(1-3): 223-234.
- Dai, F., Zhou, Q., Lv, Z., Wang, X., Liu, G., 2014. Spatial prediction of soil organic matter content integrating artificial neural network and ordinary kriging in Tibetan Plateau. *Ecological Indicators*, 45: 184-194.
- Dinh, Q. T., Liang, D., Thi Anh Thu, T., Le, T. D. H., Dinh Vuong, N., Pham, V. T., 2018. Spatial prediction of saline and sodic soils in rice–shrimp farming land by using integrated artificial neural network/regression model and kriging. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(3): 371-383.
- Elbashier, M. M., Xiaohou, S., Ali, A. A., Osman, B. H., 2016. Modeling of Soil Exchangeable Sodium Percentage Function to Soil Adsorption Ratio on Sandy Clay Loam Soil. *International Journal of Plant & Soil Science*. 10(5): 1-6.
- Emadi, M., Baghernejad, M., 2014. Comparison of spatial interpolation techniques for mapping soil pH and salinity in agricultural coastal areas, northern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(9):1315-1327.
- Emadi, M., Baghernejad, M., Maftoun, M., 2008. Assessment of some soil properties by spatial variability in saline and sodic soils in Arsanjan plain, Southern Iran. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 11(2):238-243.
- Gee, G. W., Bauder J.W., 1986. Particle-Size Analysis. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph No. 9, 2nd Edition, American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI, 383-411.
- Goovaerts, P., 1998. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. *Biology and Fertility of soils*, 27(4): 315-334.
- Güler, M., Arslan, H., Cemek, B., Erşahin, S., 2014. Long-term changes in spatial variation of soil electrical conductivity and exchangeable sodium percentage in irrigated mesic ustifluvents. *Agricultural Water Management*, 135: 1-8.
- Gupta, R.K., Bhumbra, D.K. and Abrol, I.P., 1983. Sodium-calcium exchange equilibria in soils as affected by calcium carbonate and organic matter. *Soil Sci.* (in press).
- Gupta, R.K., Chhabra, R. and Abrol, I.P., 1982. Fluorine adsorption behaviour in alkali soils: relative roles of pH and sodicity. *Soil Sci.*, 133: 364-368.
- Hazelton, P., Murphy, B., 2016. *Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?* : CSIRO publishing.
- Joseph, E.A., 2016. Rice cultivation in saline tracts of Kerala: an overview. *Int J Fish Aquat Stud*. 4:355–358.
- Journel, A.G., Huijbregts, C.J., 1978. *Mining geostatistics (Vol. 600)*: Academic press London.
- Juan, P., Mateu, J., Jordan, M., Mataix-Solera, J., Meléndez-Pastor, I., Navarro-Pedreño, J., 2011. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity. *Journal of Geochemical Exploration*, 108(1):62-72.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. 3: Toprak Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3. In: Ankara.
- Kılıç, K., Kılıç, S., 2007. Spatial variability of salinity and alkalinity of a field having salination risk in semi-arid climate in northern Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 127(1-3): 55-65.
- Li, X.-b., Kang, Y.-h., Wan, S.-q., Chen, X.-l., Chu, L.-l., Xu, J.-c., 2015. First and second-year assessments of the rapid reconstruction and re-vegetation method for reclaiming two saline–sodic, coastal soils with drip-irrigation. *Ecological Engineering*, 84: 496-505.
- Liu, G., Li, J., Zhang, X., Wang, X., Lv, Z., Yang, J., Shao, H., Yu, S., 2016. GIS-mapping spatial distribution of soil salinity for Eco-restoring the Yellow River Delta in combination with Electromagnetic Induction. *Ecological Engineering*, 94: 306-314.
- Malicki, M., Walczak, R., 1999. Evaluating soil salinity status from bulk electrical conductivity and permittivity. *European journal of soil science*, 50(3), 505-514.
- Moasheri, S. A., Foroughifar, H., 2013. Estimation of the values of soil absorption ratio using integrated geostatistical and artificial neural network methods. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 5(20): 2423-2433.
- Poshtmasari, H. K., Sarvestani, Z. T., Kamkar, B., Shataei, S., Sadeghi, S., 2012. Comparison of interpolation methods for estimating pH and EC in agricultural fields of Golestan province (north of Iran). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(4): 157-167.
- Rhoades, J. and Chanduvi, F., 1999. *Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements (Vol. 57)*: Food and Agriculture Org.
- Richards, L., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60*. US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Rodrigues, M. S., Alves, D. C., Cunha, J. C., Lima, A. M. N., Cavalcante, I. H. L., da Silva, K. A., de Melo Junior, J. C. F., 2018. Spatial analysis of soil salinity in a mango irrigated area in semi-arid climate

- region. *Australian Journal of Crop Science*, 12(8):1288.
- Scudiero, E., Skaggs, T. H., Corwin, D. L., 2017. Simplifying field-scale assessment of spatiotemporal changes of soil salinity. *Science of the Total Environment*, 587: 273-281.
- Shahabi, M., Jafarzadeh, A. A., Neyshabouri, M. R., Ghorbani, M. A., Valizadeh Kamran, K., 2017. Spatial modeling of soil salinity using multiple linear regression, ordinary kriging and artificial neural network methods. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(2): 151-160.
- Sposito, G., 2008. *The Chemistry of Soils*. 2nd Edition, Oxford University Press, New York..
- Taşan, M., 2017. Samsun İli Alaçam İlçesi Kıyı Bölgesi Çeltik Alanlarının Sulanmasında Yeraltı Suyu Kullanımının Toprak-Su Özellikleri ve Deniz Suyu Girişimine Etkilerinin Farklı Enterpolasyon Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 267.
- Taşan, S., 2018. Bafra ovası sağ sahil topraklarının sulama açısından bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimin modeller ile tahmini. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 346.
- Taşova, H., Akın, A., 2013. Marmara Bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Toprak Su Dergisi*, 2(2): 83-95.
- Tekin, A. B., Gunal, H., Sindir, K., Balci, Y., 2011. Spatial structure of available micronutrient contents and their relationships with other soil characteristics and corn yield. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(3):783-792.
- Trangmar, B. B., Yost, R. S., Uehara, G., 1986. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties." *Advances in agronomy*. Vol. 38. Academic Press, 45-94.
- Webster, R., 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *European journal of soil science*, 52(2): 331-340.
- Webster, R., Oliver, M. A., 2001. *Geostatistics for environmental scientists (Statistics in Practice)*.
- Wichelns, D., Qadir, M., 2015. Achieving sustainable irrigation requires effective management of salts, soil salinity, and shallow groundwater. *Agricultural Water Management*, 157: 31-38.
- Wilding, L. P., 1985. Spatial Variability: Its Documentation, Accommodation, and Implication to Soil Surveys. In *Soil spatial Variability*. D. R. Nielsen and J. Bouma (eds). Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 166- 194.
- Yurtseven, E., Güngör, Y., 1990. Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. *Doğa Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 14: 555-561.
- Yurtseven, E., Öztürk, H.S., Avcı, S., Altınok, S., Selenay, M.F., 2012. Farklı Sulama suyu kalitesi ve yıkama oranı uygulamalarında profil tuzluluğunun değişimi. *Toprak Su Dergisi*, 1(1).
- Yurtseven, E., Sönmez, B., 1996. Sulama suyu tuzluluğunun domates verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20(1): 27-33.
- Zare-Mehrjardi, M., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Akbarzadeh, A., 2010. Evaluation of geostatistical techniques for mapping spatial distribution of soil pH, salinity and plant cover affected by environmental factors in Southern Iran. *Not Sci Biol*. 2:92-103.
- Zhang, X.-Y., Yue-Yu, S., Zhang, X.-D., Kai, M., Herbert, S., 2007. Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China. *Pedosphere*, 17(1):19-29.



Konvansiyonel ve organik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona duyarlılık üzerine etkileri

Nutullah Özdemir*, Tevhide Atalay

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun/Türkiye
*Sorumlu yazar/corresponding author: nutullah@omu.edu.tr

Geliş/Received 28/04/2019 Kabul/Accepted 02/10/2019

ÖZET

Bu araştırma, Rize ili koşullarında konvansiyonel ve organik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona karşı duyarlılık üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Çalışmada, aynı hat üzerinde ve farklı konumlarda yer alan, organik ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinden alınan 40 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği kullanılmıştır. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının toprak kalite parametreleri üzerine etkilerinin konumdan etkilendiği saptanmıştır. Genelde yüksek rakımlarda yer alan parsellere ait örneklerin kil ve organik madde içeriklerinin daha yüksek olduğu, erozyona karşı daha dirençli bir yapıda oldukları görülmüştür. Konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerin organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere göre ortalama olarak daha uygun toprak kalite koşullarına sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:
Erozyona duyarlılık,
İnorganik tarım,
Organik tarım,
Toprak kalite parametreleri

Effects of inorganic and organic tea farming practices on some soil quality parameters and erodibility

ABSTRACT

This research was carried out to determine the effects of organic and inorganic tea farming practices on some soil quality parameters and erodibility under Rize province condition. The study was done using 40 surface soil samples (0-20 cm) taken from the orchards having organic and conventional tea farming practices located on the same line and different positions. According to the analyses of the soil samples and evaluations, effects of organic and conventional farm practices on soil quality parameters were influenced by the positions. Generally, it was seen that the samples from the plots located at high elevation were rich with clay and organic matter contents and more resist to erodibility. The plots having conventional farm practices had more suitable soil quality conditions compared with the plots having organic farm practices.

Keywords:
Soil erodibility
Inorganic farming
Organic farming
Soil quality parameters

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Çay (*Camellia sinensis*), çaygiller (*Theaceae*) familyasından nemli iklim koşullarında yetiştirilebilen, çalı şeklinde, çatallanma yeteneği yüksek, devamlı yeşil kalabilen, yaprak ve tomurcukları içecek maddesi üretiminde kullanılan (Anonim, 2014), ülkemizde ve dünyada sudan sonra en fazla tüketilen ikinci içecektir. Çay bitkisi iklim ve toprak istekleri açısından seçici olup verim ve kalite yönünden tarımsal uygulamalardan önemli ölçüde etkilenmektedir (Ray ve Mukhopadhyay, 2012).

Saha ve ark., (2014) dört farklı yeşil gübre bitkisinin, Turan ve ark., (2015), sonbahar döneminde

Uygulanan Lifepower organik toprak düzenleyicisi ve ilkbahar döneminde uygulanan Life NP mikrobiyal sıvı yaprak üst gübresinin, Ray ve Mukhopadhyay (2012) konum, organik ve organik olmayan yetiştiriciliğin çay bitkisinin gelişimi, bazı verim unsurları ile toprak kalite parametreleri üzerine etkilerini irdelemişlerdir. Araştırmacılar organik ve inorganik gübre uygulamalarının bitki gelişimi kontrole göre artırdığını, etkinin gübre çeşitlerine göre değişim gösterdiğini, arazi konumunun ve uygulamaların toprak kalite parametrelerini etkilediğini belirtmişlerdir.

Toprakların erozyona uğrama eğilimleri, kalite unsuru olarak değerlendirilen parametrelerden biri olup arazi ve toprak yönetimi, toprak özellikleri (toprak tekstürü, strüktürü, organik madde içeriği, kimyasal bileşimi), topoğrafya ve iklimsel faktörlerden

etkilenmekte ve dinamik bir karakter taşımaktadır (Öztürk, 2013). Erozyon oranı, eğer toprak yüzeyi sürekli örtülü olacak şekilde üretim yapılırsa, toprak işlemede uygun teknikler kullanılır ve muhafaza tedbirleri uygulanırsa düşer (Özdemir, 2013).

Toprak erozyonu yüzey toprağını uzaklaştırır. Sonrasında yapılan işleme yüzeyin altındaki toprağı pulluk katmanı ile birleştirir. Bunun bir sonucu olarak da yüzey toprağının kalite parametreleri değişir. Toprağın organik karbon içeriği, azot ve ekstrakte edilebilir fosfor içerikleri azalır ve Ap horizonunun altında bir Bt horizonu mevcut ise kil içeriği artar, hacim ağırlığı yavaşça artar ve doymun hidrolik iletkenlik azalır (Lowery ve ark.,1995; Mokma ve ark., 1996). Kabuk oluşumu, su infiltrasyonunun ve elverişli su kapasitesinin azalması, besin elementlerinin kaybı ile topraktaki biyolojik çeşitlilikteki azalma toprak kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Özdemir, 2013).

Leaungvutivirog ve ark., (2002), yürüttükleri bir araştırmada farklı gübrelerin (kompost, ahır gübresi, kimyasal gübreleme, yeşil gübreleme ve çeltik samanı) toprakların kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri ile mısır bitkisinin verimi üzerine etkilerini irdelemişlerdir. Çalışma sonucunda kompost, ahır gübresi ve çeltik samanı uygulamalarının kimyasal gübrelere göre toprakların organik madde içeriğini daha fazla arttırdığı, mısır veriminin kontrolle karşılaştırıldığında kimyasal gübre uygulamasında daha fazla olduğu fakat organik gübrelere elde edilen verimden daha az olduğunu saptanmışlardır.

Çay üretimi Doğu Karadeniz bölgemizde ve uzun

yıllardır konvansiyonel yöntemle yürütülmektedir. Konvansiyonel tarım uygulamaları içerisinde yoğun kimyasal gübrelerin kullanımı bir taraftan doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımını kısıtlarken diğer taraftan toprak kalitesinin bozulmasına ve erozyonun tetiklenmesine sebep olmaktadır. Erozyonun tetiklenmesi; toprak kaybı, su kaybı, su yapılarının sediment ile dolmasına, çevre kirlenmesi ve temiz su kullanım maliyetinin artışı ve verim kaybı gibi problemlere sebep olmaktadır (Akçanal ve Ödün 2013; Turan ve ark., 2015). Bu araştırma organik ve inorganik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona duyarlılık üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı, Karadeniz bölgesinde Rize ili Çayeli ilçesi Senoz Vadisi'ndeki bölgede 41° 5' 24.5508" Kuzey ve 40° 43' 39.1260" Doğu GPS koordinatları arasında ve 10-720 m rakımlarında yer almakta olup doğusunda Pazar, güneyinde Çamlıhemşin ve İkizdere, batısında Rize merkez ilçeleri ile kuzeyinde Karadeniz yer almaktadır. Rize'nin 18 km doğusunda yer alan ilçenin yüzölçümü 442 km². Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin (20 organik, 20 konvansiyonel) alındığı parseller (Çizelge 1) Yeşiltepe köyüne bağlı Kaptanpaşa, Ayışığı, Arakenar, Sabuncular, Madenli, İncesirt, Çaybaşı ve Habiboğlu mahalle sınırları içerisinde yer almaktadır (Anonim 2018).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındıkları yerler

Örnek No	Konvansiyonel Tarım		Örnek No	Organik Tarım	
	Alındığı rakım	Kullanılan gübre		Alındığı rakım	Kullanılan gübre
1	400	NPK(25:5:10)	21	10	Ahır-çay çöpü
2	400	NPK(25:5:10)	22	10	Ahır-çay çöpü
3	400	NPK(25:5:10)	23	30	Ahır-çay çöpü
4	400	NPK(25:5:10)	24	30	Ahır-çay çöpü
5	420	NPK(25:5:10)	25	50	Ahır-çay çöpü
6	420	NPK(25:5:10)	26	50	Ahır-çay çöpü
7	440	NPK(25:5:10)	27	80	Ahır-çay çöpü
8	440	NPK(25:5:10)	28	80	Ahır-çay çöpü
9	470	NPK(25:5:10)	29	100	Zenginleş.t.çay çöpü
10	470	NPK(25:5:10)	30	100	Zenginleş.t.çay çöpü
11	510	NPK(25:5:10)	31	120	Mikrobiyal
12	510	NPK(25:5:10)	32	120	Mikrobiyal
13	530	NPK(25:5:10)	33	180	Mikrobiyal
14	530	NPK(25:5:10)	34	180	Mikrobiyal
15	550	NPK(25:5:10)	35	210	Ahır
16	550	NPK(25:5:10)	36	210	Ahır
17	700	NPK(25:5:10)	37	220	Ahır
18	700	NPK(25:5:10)	38	220	Ahır
19	720	NPK(25:5:10)	39	240	Ahır
20	720	NPK(25:5:10)	40	240	Ahır

Toprak tekstürünün belirlenmesinde Bouyoucos hidrometre (Demiralay, 1993); toprak reaksiyonun tespitinde (1:2.5) cam elektrodlu pH-metre aleti (Bayraklı, 1987); elektriksel iletkenliğin belirlenmesinde pH ölçümünün yapıldığı örneklerde cam elektrodlu elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak (Bayraklı, 1987); organik madde miktarının belirlenmesinde Walkley-Black yöntemi (Kacar, 1994); tarla kapasitesi (0.33 atm) ve solma noktasındaki (15.0 atm) nem içerikleri basınçlı tabla (Demiralay, 1993), kireç içeriği Scheibler Kalsimetre (Kacar 1994); kation değişim kapasitesi (KDK) "Bower" yöntemi (U.S Salinity Lab. Staff, 1954); Yarayıslı su içeriği tarla kapasitesindeki ve solma noktasındaki su içeriği değerlerinden yararlanılarak (Demiralay, 1993); Toprak aşınım faktörü Wischmeir ve Smith (1978), tarafından geliştirilmiş olan eşitlikten yararlanılarak (Özdemir, 2013); Agregat stabilitesi (AS) Islak Eleme (Demiralay,

1993); dispersiyon oranı (DO) süspansiyon ve mekanik analizde ölçülen silt + kil fraksiyonlarının hidrometreyle ölçüm sonuçlarından yararlanılarak (Ngatunga ve ark., 1984); Erozyon oranı dispersiyon oranı, kil içeriği ve tarla kapasitesinde tutulan nem içeriği değerlerinden faydalanılarak belirlenmiştir (Ngatunga ve ark., 1984) belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Konvansiyonel ve organik tarım yapılan toprakların bazı kalite parametreleri

Konvansiyonel ve organik tarım yapılan çay parsellerinden alınan toprak örneklerinde belirlenen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Konvansiyonel ve organik çay tarımı yapılan alanlara ait tanımlayıcı istatistikler (n=40)

Toprak Özellikleri	Konvansiyonel çay tarımı				Organik çay tarımı			
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. sapma	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. sapma
Kum, %	43.47	72.48	59.983	8.6199	51.78	75.99	65.822	6.0243
Silt, %	16.56	30.39	22.563	4.9901	11.74	26.99	20.533	5.1101
Kil, %	10.91	26.18	18.207	4.4480	8.28	23.52	13.643	5.4150
pH (1:2.5)	4.12	6.72	5.041	0.7643	4.5	7.5	5.367	0.9620
EC, dS m ⁻¹	0.265	0.818	0.452	0.169	0.579	0.666	0.319	0.168
OM, %	4.19	13.51	8.7545	3.5995	2.19	10.65	5.763	2.5847
TK, %	17.98	37.75	27.6445	5.0930	13.21	24.73	17.907	3.2803
SN, %	11.7	28.10	18.413	4.489	6.08	17.97	10.04	3.184
KDK, me 100g ⁻¹	19.025	41.379	30.380	7.586	11.186	30.878	20.363	5.512
CaCO ₃ , %	-	-	-	-	-	-	-	-
AS, %	16.24	28.58	24.5695	3.4039	15.07	29.39	22.4785	4.5401
DO, %	1.56	23.58	8.865	6.5929	3.84	18.13	8.4215	4.1135
EO, %	1.99	41.81	15.289	13.2654	3.66	29.29	13.1295	8.9025
K faktörü	0.0004	0.0161	0.0065	0.0055	0.0016	0.0221	0.0125	0.0057

EC:Elektriksel iletkenlik; OM:Organik Madde; TK:Tarla Kapasitesi; SN:Solma Noktası; KDK:Kation Değişim Kapasitesi; CaCO₃;Kireç; AS:Agregat Stabilitesi; DO:Dispersiyon Oranı; K:K Faktörü; EO: Erozyon Oranı

Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere; konvansiyonel çay tarımı yapılan toprakların kum içerikleri %43.47 ile 72.48, silt içerikleri %16.56 ile 30.39 ve kil içerikleri ise %10.91 ile 26.18 arasında değişim göstermekte olup toprakların 12 adedi kumlu tın (SL), 6 adedi kumlu killi tın (SCL) ve 2 adedi tın (L) tekstür sınıflarında yer almaktadır. Organik çay tarımı yapılan toprakların ise kum içerikleri %51.78 ile 75.99, silt içerikleri %11.74 ile 26.99 ve kil içerikleri %8.28 ile 23.52 arasında değişim göstermekte olup toprakların bünyesel dağılım bakımından 16 adedi kumlu tın (SL), 2 adedi tınlı kum (LS), 2 adedi kumlu killi tın (SCL), tekstür sınıflarına girmektedirler. Tekstür sınıfları bakımından konvansiyonel ve organik tarım yapılan topraklar genelde hafif bünyelidirler. Çay bitkisi yetiştiriciliği bakımından kumdan kile değin değişen tekstür aralığına sahip, derin, drenaj sorunu bulunmayan, besin elementlerince zengin topraklar tercih edilmektedir (Buçan, 2014). Derin olmayan ve

sıkışmış tabaka içeren topraklar kök gelişimini sınırlandırdığı için tercih edilmemektedir. Tekstürel açıdan değerlendirme yapıldığında konvansiyonel ve organik tarım yapılan parsellerin her ikisinin de tekstürel dağılım açısından benzerlik gösterdiği, aralarında önemli bir farklılığın bulunmadığı ve çay tarımı için uygun yapıda oldukları ifade edilebilir (Phukan ve Baruah, 2015).

Konvansiyonel çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların pH değerleri 4.12 ile 6.72 arasında değişmekte olup ortalama değer 5.04 olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Örneklerin 4 tanesi fevkalade asit, 8 tanesi çok kuvvetli asit, 4 tanesi kuvvetli asit, 2 tanesi hafif asit, 2 tanesi nötr olarak tespit edilmiştir. Organik çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların pH değerleri ise 4.5 ile 7.5 arasında değişmekte olup ortalama değer 5.36 olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Örneklerin 10 tanesi çok kuvvetli asit, 4 tanesi kuvvetli asit, 4 tanesi hafif asit, 2 tanesi nötr olarak tespit

edilmiştir. Çay bitkisinin gelişimi açısından optimum pH değeri 4.5-6.0 arasındadır. pH'nın asit ya da alkali yönde değişimi bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Kacar, 1994; Sarımehtem ve Mahmutoğlu, 1991). Araştırma konusu örnekler bu açıdan değerlendirildiğinde organik tarım uygulamalarının yapıldığı örneklerden nötr reaksiyona sahip olan 2 örneğin alındığı parsel optimum pH aralığının dışında kalmaktadır. Konvansiyonel tarım yapılan alanlardaki örnekler aynı açıdan irdelendiğinde fevkalade asit reaksiyona sahip 8 örneğin alındığı parseller pH aralığı açısından bitki gelişimini kısıtlayıcı durumdadır.

Konvansiyonel çay tarım yapılan alanlardaki toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0.265 dS/m ile 0.818 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama değer 0.452 dS m⁻¹'dir (Çizelge 2). Organik çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların elektriksel iletkenlik değerleri ise 0.579 dS m⁻¹ ile 0.666 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama değer 0.319 dS m⁻¹'dir (Çizelge 2). Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerden alınan örneklerin ortalama tuz içerik değerleri mukayese edildiğinde konvansiyonel çay tarımı yapılan parsellerin daha yüksek tuz içeriğine sahip oldukları görülmektedir. (Çizelge 2). Toprakların tuzluluk yönünden sınıflandırılmasına ilişkin kaynaklar dikkate alındığında (Hazelton ve Murphy, 2007) toprakların tamamı tuzsuz sınıfında yer almakta olup tuzluluk yönünden genel anlamda herhangi bir sorunun olmadığı ifade edilebilir.

Konvansiyonel çay tarım yapılan alanlardaki toprakların organik madde içerikleri 4.19 ile 13.51 arasında değişmekte olup ortalama değer 8.75'tir (Çizelge 2). Örneklerin 8 tanesi fazla, 12 tanesi çok fazla sınıfında organik madde içermektedirler. Organik çay tarım yapılan alanlardaki toprakların organik madde içerikleri ise 2.19 ile 10.65 arasında değişmekte olup ortalama değer 5.76'dır. Örneklerin 3 tanesi orta, 7 tanesi fazla, 10 tanesi çok fazla sınıfında organik madde içermektedirler. Gerek organik tarım uygulamalarının ve gerekse konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere ait örneklerin organik madde yönünden yeterli düzeyde oldukları, başka bir ifade ile organik madde ile ilgili bir sorunun bulunmadığı tespit edilmiştir. Organik ve konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerin ortalama organik madde içerikleri dikkate alındığında konvansiyonel tarım yapılan toprakların (8.75) organik tarım yapılan topraklara (5.76) göre daha yüksek düzeyde organik madde içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çelişkili görünen bu durum muhtemelen organik tarım uygulamalarının geçiş süreci içerisinde (3. yılında) bulunmasına bağlı olarak oluşan yeniden şekillenme ve iklimsel koşullarla ilişkilidir (Er ve Başalma, 2008).

Konvansiyonel çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların KDK içerikleri ise 19.025 ile 41.379 arasında değişmekte olup ortalama değer 30.380'dir (Çizelge 2). Örneklerin yine tamamına yakını KDK

icerikleri bakımından zengin olarak değerlendirilmektedir (Hazelton ve Murphy (2007). Organik çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların KDK (me/100g toprakta) değerleri 11.186 ile 30.878 arasında değişmekte olup ortalama değer 20.363'tür (Çizelge 2). Örneklerin tamamına yakını KDK içerikleri bakımından zengin sınıfı içerisinde yer almaktadırlar (Hazelton ve Murphy (2007). Organik ve konvansiyonel tarım yapılan parsellere ait örneklerin ortalama KDK ve değişebilir katyon içerikleri incelendiğinde organik tarım yapılan parsellerin daha düşük KDK değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen toprakların tekstürel ve organik madde içeriklerindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. İğdir Ovası yüzey topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri inceleyen Özdemir (1987), kil ve organik madde içeriği ile KDK değerleri arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğunu vurgulamıştır.

Konvansiyonel çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların tarla kapasitesi içerikleri 17.98 ile 37.75 arasında değişmekte olup ortalama değer 27.64'tür. Solma noktası nem içerikleri ise 11.7 ile 28.10 arasında olup ortalama 18.41'dir (Çizelge 2). Organik çay tarımı yapılan alanlardaki toprakların tarla kapasitesi nem içerikleri ise 13.21 ile 24.73 arasında değişmekte olup ortalama değer 17.90'dır. Solma noktası nem içerikleri ise 6.08 ile 17.97 arasında olup ortalama değer 10.04'tür (Çizelge 2). Organik ve konvansiyonel tarım yapılan parsellere ait örneklerin ortalama tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri irdelendiğinde konvansiyonel tarım yapılan parsellerin organik tarım yapılan parsellere göre daha yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerine sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen konvansiyonel tarım yapılan parsellerin daha yüksek organik madde içeriğine ve daha ince tekstüre sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Karahan ve ark. (2013) bu doğrultuda yaptıkları bir çalışmada toprak bileşenlerinin nem sabiteleri üzerine etkisini irdelemişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonunda topraktaki kil ve organik madde içeriği ile nem sabiteleri arasında pozitif ilişkiler belirlemişlerdir.

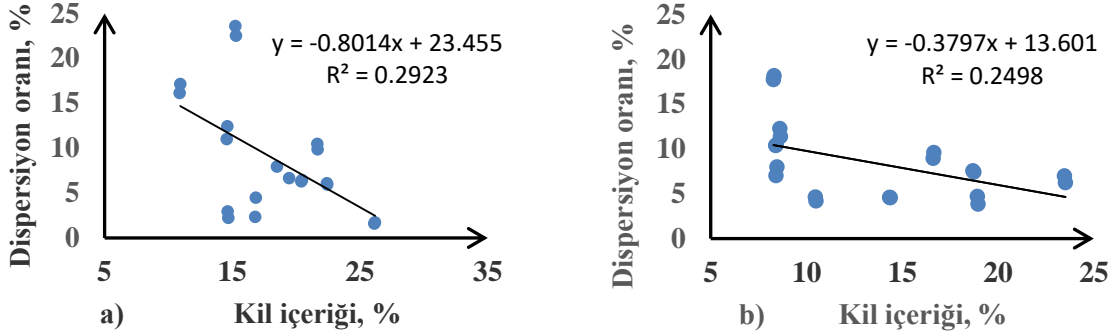
3.2. Erozyona duyarlılık parametreleri

3.2.1. Dispersiyon oranı

Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı ve farklı konumlarda bulunan arazilerden alınan toprak örneklerinde belirlenen dispersiyon oranı değerlerine ilişkin tanıttıcı istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 2'de, kil içeriği ile dispersiyon oranı değerleri arasındaki ilişkiler ise Şekil 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere dispersiyon oranı değerleri konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerde %1.56 ile %23.58 arasında değişmekte olup ortalama değer 8.865'tir. Bu oran değeri, ıslanma sonucunda toprak struktüründe meydana gelen deformasyonu yansıtmakta olup %15'ten küçük oran değerine sahip topraklar

erozyona karşı dayanıklı olarak değerlendirilmektedir (Morgan, 2005). Bu sınır değeri esas alınacak olursa uygulama alanındaki örneklerden 400 ve 440 m rakımlarında yer alan 3 ve 4 ile 15 ve 16 numaralı örnekler %15'in üzerinde oran değerlerine sahip olup erozyona karşı duyarlı; diğerleri ise dayanıklı olarak değerlendirilebilir. Organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerdeki dispersiyon oranı değerleri ise

%3.84 ile %18.13 arasında değişmekte olup ortalama değer 8.42'dir. Organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerden mikrobiyal gübrelemenin yapıldığı ve 120 m rakımda yer alan 31 ve 32 numaralı örnekler erozyona karşı duyarlı; diğerleri ise erozyona karşı dayanıklı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 1 Toprakların kil içerikleri (a-konvansiyonel tarım alanları, b-organik tarım alanları) ile dispersiyon oranı değerleri arasındaki ilişkiler

Konvansiyonel ve organik uygulamaların yapıldığı topraklar birbirleri ile mukayese edildiklerinde (Çizelge 2, Şekil 1) ortalama değerler doğrultusunda organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere ait örneklerin erozyona karşı daha dirençli oldukları ifade edilebilir.

Toprakların kil ($r=-0.430$), silt (0.478) ve organik madde ($r=-0.457$), içeriği ile dispersiyon oranı değerleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, kum içeriği ($r=0.589$) arasında da % 1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar elde edilmiştir (Çizelge 3). Chandra ve De (1978), Dulkadiroğlu (2017), Sönmez ve Özdemir

(1988), Morgan (2005) ve Öztürk (2013) yapmış oldukları çalışmalarda burada elde edilen neticeleri destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir. Toprakların KDK, TK, SN, değerleri ile dispersiyon oranı değerleri arasında önemli bir ilişki kaydedilememiştir.

Diğer taraftan toprakların dispersiyon oranı değerleri ile erozyona karşı duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılan K faktörü, değerleri arasında önemli pozitif, agregat stabilitesi değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toprak kalite parametreleri ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler.

	Kum,%	Silt,%	Kil,%	OM,%	KDK	pH	EC	TK,%	SN,%	DO,%	EO,%	AS,%	K
Kum,%	1												
Silt, %	-.731**	1											
Kil,%	-.702**	.071	1										
OM,%	-.594**	.362*	.596**	1									
KDK	-.251	.062	.431**	.298	1								
pH,(1:2.5)	.416**	-.340*	-.350*	-.506**	-.034	1							
EC,ds/m.	.028	-.048	.077	.148	.060	-.287	1						
TK, %	-.433**	.208	.594**	.482**	.749**	-.300	.350*	1					
SN,%	-.405**	.155	.619**	.544**	.833**	-.342*	.310	.955**	1				
DO, %	.589**	-.478**	-.430**	-.457**	.075	.539**	.255	-.107	-.068	1			
EO,%	.596**	-.331*	-.560**	-.452**	.123	.493**	.243	-.015	-.009	.932**	1		
AS, %	-.607**	.150	.706**	.430**	.029	-.577**	.053	.275	.238	-.599**	-.667**	1	
K	.510**	-.100	-.733**	-.919**	-.447**	.405**	-.112	-.544**	-.637**	.377*	.424**	.485**	1

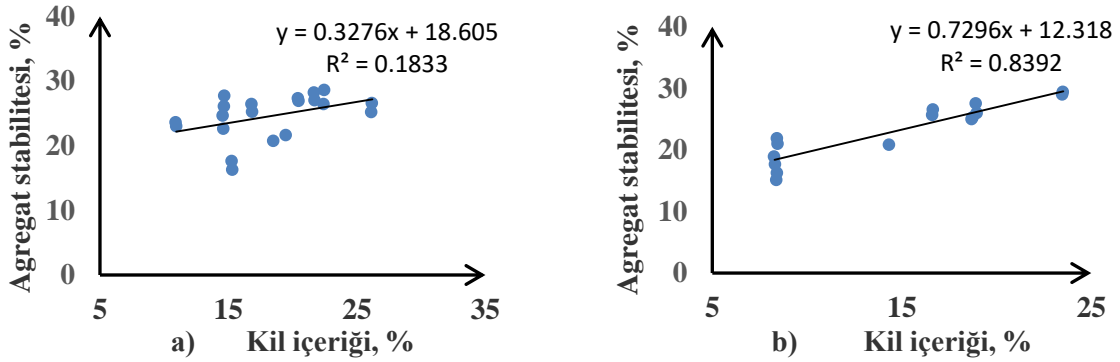
OM:Organik Madde; KDK: Katyon Değişim Kapasitesi me/100g ; TK:Tarla Kapasitesi; SN:Solma Noktası; DO:Dispersiyon Oranı; EO:Erozyon Oranı; K: K Faktörü; AS:Agregat Stabilitesi

3.2.2. Agregat stabilitesi

Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı ve farklı rakımlarda bulunan arazilerden alınan toprak örneklerinde belirlenen agregat stabilitesi değerlerine ilişkin istatistiksel değerler Çizelge 2’de ve agregat stabilitesi ile kil içerikleri arasındaki ilişkiler ise Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere ait toprak örneklerinde agregat stabilitesi değerleri %16.24 ile %28.58 arasında değişmekte olup ortalama değer

24.56’dır.

Kil içeriği yüksek olan 20 numaralı (26.18) örneğin agregat stabilitesi değeri 26.53 ve kil içeriği düşük olan 12 numaralı(10.91) örneğin agregat stabilitesi değeri ise (23,6) olarak belirlenmiştir. Organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere ait örneklerin agregat stabilitesi değerleri ise %15.07 ile %29.39 arasında değişmekte olup ortalama değer 22.47’dir. Kil içeriği yüksek olan 9 numaralı örneğin agregat stabilitesi değeri en büyük (29.39) ve kil içeriği düşük olan 4 numaralı örneğin agregat stabilitesi değeri ise en küçük (15.07) olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Toprakların kil içerikleri (a-konvansiyonel tarım alanları, b-organik tarım alanları) ile agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler

Agregat stabilitesi değeri tarımsal uygulama ve işlemlerin toprak yapısı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde, erozyona karşı duyarlılığın irdelenmesinde kullanılan önemli bir parametre olup erozyonla ilgili değerlendirmeler için bir sınır değer tespit edilememiştir. Stabilitate değerleri arttıkça erozyona karşı duyarlılık azalmaktadır.(Özdemir, 2013). Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı topraklar birbirleri ile mukayese edildiklerinde ortalama değerler doğrultusunda konvansiyonel uygulamalarının yapıldığı parsellere ait örneklerin erozyona karşı daha dirençli oldukları ifade edilebilir. Gerek organik ve gerekse konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerde kum içeriği yüksek olan parsellerin erozyona karşı daha duyarlı oldukları tespit edilmiştir.

Toprakların kum ($r=-0.607$) içeriği ile agregat stabilitesi arasında %1 düzeyinde önemli negatif, kil ($r=0.706$) ve organik madde ($r=0.430$) içeriği ile agregat stabilitesi değerleri arasında %1 düzeyinde, önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. (Çizelge 3). Chandra ve De (1978), Aşkın (1997), Morgan (2005) ve Öztürk (2013) yapmış oldukları çalışmalarda burada elde edilen bulgulara benzer sonuçlar belirlemişlerdir.

Diğer taraftan toprakların agregat stabilitesi değerleri ile erozyona karşı duyarlılığın

değerlendirilmesinde kullanılan; dispersiyon oranı, erozyon oranı, K faktörü, değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 3) .

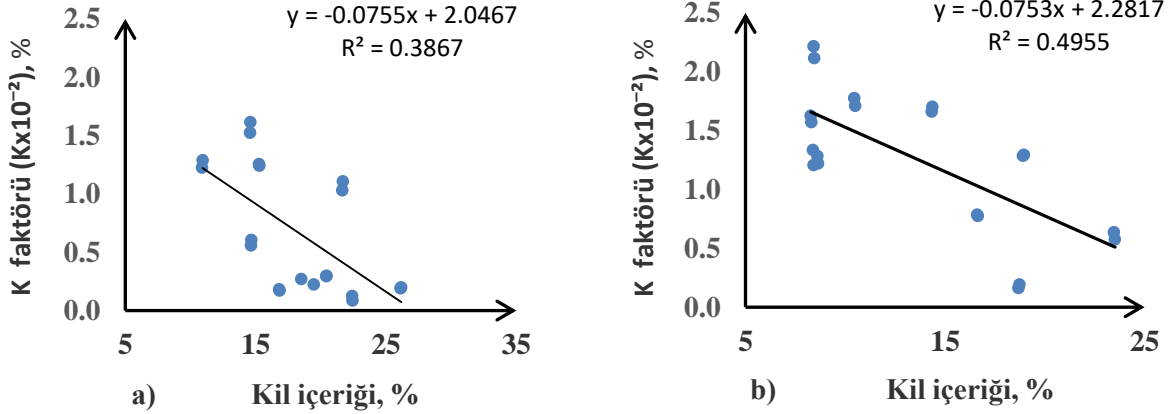
3.3. K faktörü

Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı ve farklı rakımlarda bulunan arazilerden alınan toprak örneklerinde belirlenen aşınım faktörü değerlerine ilişkin istatistiksel değerler Çizelge 2’de ve bu değerler ile kil içerikleri arasındaki ilişkiler ise Şekil 3’de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere K faktörü değerleri konvansiyonel tarım yapılan parsellerden alınan toprak örneklerinde 0.0004 ile 0.0161 arasında değişmekte olup ortalama değer 0.0065’tir. Organik tarım uygulamalarının yapıldığı toprak örneklerinde belirlenen K faktörü değerleri ise % 0.0016 ile %0.0221 arasında değişmekte olup ortalama değer 0,0125’tir.

Toprak aşınım faktörü değeri toprağın tekstür, strüktür, organik madde içeriği ve su geçirgenliği değerleri ile tarımsal uygulama ve bitki yönetimine ilişkin işlemlerden önemli ölçüde etkilenen bir parametre olup toprağın erozyona uğrama eğilimini yansıtmaktadır (Morgan, 2005; Özdemir, 2013). Topraklar, aşınım faktörü değerlerine göre çok az ve

çok fazla arasında değişen 5 farklı (Çizelge 4) sınıf içerisinde değerlendirilmektedir (Morgan, 2005). Bu sınır değerleri esas alınacak olursa araştırma yapılan konvansiyonel ve organik tarım topraklarının tamamı çok az aşınabilir sınıfı içerisinde yer almaktadırlar. Bu durum muhtemelen tarımı yapılan çay bitkisinin toprak

yüzeyini tamamen kaplama özelliğinde olması, toprağın organik madde içeriği ve tekstürel yapıdan kaynaklanmaktadır (Özdemir, 2013).



Şekil 3. Toprakların kil içerikleri (a-konvansiyonel tarım alanları, b-organik tarım alanları) ile K faktörü değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4. Toprakların aşınım faktörü (K) değerlerine göre sınıflandırılması

Aşınım faktörü (K) değeri	Aşınabilirlik derecesi
$0.00 < K \leq 0.05$	Çok az aşınabilir topraklar
$0.05 < K \leq 0.10$	Az aşınabilir topraklar
$0.10 < K \leq 0.20$	Orta derecede az aşınabilir topraklar
$0.20 < K \leq 0.40$	Fazla derecede az aşınabilir topraklar
$0.40 < K \leq 0.60$	Çok fazla derecede aşınabilir topraklar

Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı topraklar birbirleri ile mukayese edildiklerinde ortalama değerler doğrultusunda konvansiyonel uygulamalarının yapıldığı parsellere ait örneklerin erozyona karşı daha dirençli oldukları ifade edilebilir.

Toprakların kil içeriği ($r=-0.734$), organik madde ($r=-0.920$), KDK ($r=-0.466$), TK ($r=-0.617$) ve SN ($r=-0.621$) değerleri ile K faktörü arasında %1 düzeyinde önemli; azot ($r=-0.389$) ve fosfor ($r=-0.357$) içerikleri arasında %5 düzeyinde önemli negatif korelasyon görülürken kum ($r=0.522$) içeriği ile K faktörü arasında %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki elde edilmiştir. (Çizelge 3). Bryan (1968), Chandra ve De (1978), Ngatunga vd (1984), Aşkın (1997), Sönmez ve Özdemir (1988) ve Morgan (2005) yapmış oldukları çalışmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar bulmuşlardır.

Diğer taraftan toprakların K faktörü değerleri ile erozyona karşı duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılan dispersiyon oranı, erozyon oranı, kil rasında önemli pozitif; agregat stabilitesi değerleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge3).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırma Rize ili koşullarında konvansiyonel (inorganik) ve organik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona karşı duyarlılık üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Çalışmada aynı hat üzerinde ve farklı konumlarda (20) yer alan, organik ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinden 40 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Bu örnekler üzerinde yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda;

1. Konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının kalite parametreleri üzerine etkilerinin rakımdan etkilendiği, toprakların tamamının hafif bünyeli olduğu, genelde yüksek rakımlarda yer alan parsellerin daha yüksek organik madde ve kil içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Erozyona uğrama eğiliminin de genelde eğim ve rakımdan etkilendiği, gerek organik ve gerekse konvansiyonel tarım uygulamaların yapıldığı parsellerde yüksek rakımlarda ve düşük eğimlerde yer alan örneklerin erozyona karşı daha dirençli oldukları tespit

edilmiştir.

2. Konvansiyonel tarım uygulamalarının yapıldığı parsellerin organik tarım uygulamalarının yapıldığı parsellere göre ortalama olarak daha uygun toprak kalite koşullarına sahip oldukları görülmüştür. Bu durum muhtemelen organik uygulamaların geçit aşamasında (3. yılında) olması ve adaptasyon süreci ile ilişkilidir.

3. Araştırma konusu (organik ve konvansiyonel) toprakların kil, silt+kil, kum, organik madde içeriği, kation değişim kapasitesi pH, EC, tarla kapasitesi, solma noktası gibi temel toprak özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı ortaya koymada esas alınan ölçütlerle dispersiyon oranı, K faktörü, agregat stabilitesi gibi ölçütler arasında istatistiksel bakımdan önemli ilişkiler elde edilmiştir.

4. Diğer taraftan pratiğe yönelik sağlıklı önerilerin yapılması açısından çalışmanın çay tarımının yapıldığı farklı bölgeleri ve farklı uygulama yıllarını da içerecek şekilde devam ettirilmesinde yarar vardır

Kaynaklar

- Akçanal, Ödün. N., 2013. Fırtına Vadisi'nde (Çamlıhemşin-Rize) çay tarımında kullanılan suni ve doğal gübrelerin oluşturduğu su kirliliğinin akuatik ekosisteme etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76s, Rize.
- Anonim, 2014. Çay, Vikipedi, http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87ay_%28bitki%29 (Erişim tarihi: 06.Mart 2014).
- Anonim, 2018. <https://www.haritatr.com/cayeli-haritasi-i2c1> (Erişim tarihi: 12.Ağustos.2018)
- Aşkın, T., 1997. Ordu ili toprakların strüktürel dayanıklılığının ve aşınımına duyarlılığının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 44s, Samsun.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve bitki analizleri, OMÜ Yayınları, No 17, Samsun.
- Bryan, R. B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2: 5-26.
- Buçan, Ö., 2014. Çay topraklarındaki makro ve mikro elementlerin mevsimsel değişimi. Yüksek Lisans Tezi. T.C. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 104s, Rize
- Chandra, S., De., S, K., 1978. A Simple Laboratory apparatus to measure relative erodibility of soil, *Soil Science*, 25: 115-119.
- Demiralay, İ., 1993. Toprakta fiziksel analizler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak, Yayınları No: 143, 90-95, Erzurum.
- Dulkadiroğlu, M., 2017. Farklı topoğrafik pozisyonlarda oluşmuş toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans. Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 61s, Samsun
- Er, C. ve D. Başalma, 2008. Organik tarımdaki gelişmeler. Nobel Yayın Dağıtım No:1354, Ankara.
- Hazelton, P., Murphy, B., 2016. Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?. CSIRO publishing, Clayton, South VIC, Australia.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vak, Yay, No:3, Ankara.
- Karahan, G., Erşahin, S., Öztürk, S., 2013. Toprak koşullarına bağlı olarak tarla kapasitesi dinamiği, Gaziosman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30 (1):1-9.
- Leaungvutivirog, C., Sunantapongsuk, V., Limtong, P., Nakapaves, P., Piriyaaprin, S., 2002. Effect of organic fertilizers on soil Improvements in Mab Bon, Tha Yang, Satuk, and Renu Series for Corn Cultivation in Thailand. 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002, Thailand, Symposium No: 57, Paper No, 1899.
- Lowery, B., Swan, J., Schumacher, T., Jones, A., 1995. Physical properties of selected soils by erosion class. *J. Soil and Water Conserv*, 50: 306-311.
- Mokma, D.L., Fenton, T.E., Olson, K.R., 1996. Effect of erosion on morphology and classification of soils in the North Central United States. *J. Soil Water Conserv*, 51: 171-176.
- Morgan, R. P. C., 2005. Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing Ltd. ISBN 1-4051-1781-8.
- Ngatunga, EN. R., Singer MJ, 1984. Effect of surface management on runoff and soil erosion from some plot milangano. *Geoderma*, (33):1-12.
- Özdemir, N., 2013, Toprak ve su koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, Üçüncü Baskı, 232s, Samsun.
- Özdemir, N., 1987. İğdir ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 40s, Erzurum.
- Öztürk, E., 2013. Organik Düzenleyicilerin Toprak kaybı ve toprak kalitesi üzerindeki etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 151s, Samsun.
- Phukan, I.Kr., Baruah, A., 2015. Studies on soil physical, chemical and microbiological properties under compacted and non-compacted tea soils of south bank. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol, 4, No 1: 253 – 263.
- Ray, S.K., Mukhopadhyay, D., 2012. A Study on physicochemical properties of soils under different tea growing regions of West Bengal (India). *International Journal of Agriculture Sciences*, Volume 4 (8): 325-329.

- Saha, A.K., Biswas, A., Khan, A.Q., Farazi, M., Rahma, H., 2014. Improvement of tea (*Camellia sinensis* L.) soil properties by growing different green crops. *The Agriculturists*, 12(2), 34-38.
- Sarımehtem, M., Mahmutoğlu, H., 1991. Çayın gübrelenmesi ile ilgili bazı görüş ve öneriler. *Çay-Kur Dergisi*, :4, 16-20..
- Sönmez, K., Özdemir, N., 1988. Iğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1-4): 155-165.
- Turan, M., İnce, E., İlçi, F., 2015. Çay raporu. Available at <http://www.caykur.gov.tr/uploads/Yay%C4%B1mlar/CAYARGERAPORU2015-1.pdf> (Erişim tarihi: 20 Mart 2019).
- U.S.Salinity Lab, Staff., 1954, Diagnosis and improvement, of saline and alkali soils, USDA Agriculture handbook, No: 60.
- Wischmeier, WH., Smith, DD., 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. Agriculture Handbook No : 557, England.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.560984

Determination of consumers' intention to purchase goat milk: the case of the Mediterranean Region

Osman İnanç Güney*, Levent Sangün

^aCukurova University, Vocational School of Adana, 01160, Çukurova, Adana, Turkey
^{*}Corresponding author/Sorumlu yazar: inancguney@gmail.com

Geliş/Received 06/05/2019 Kabul/Accepted 23/09/2019

Abstract:

Goat milk has increasing importance in daily food consumption of individuals. This study aims to determine the factors that have influence on goat milk consumption. The research was conducted based on a face to face consumer survey which was applied in the two cities of the south-east part of Turkey, Adana and Mersin. The sample size of the survey was determined as 518 consumers depend on convenience sampling in case of unlimited population size. In this regard, a multivariate probit model was designed to test the intentions for goat milk consumption and purchase. The result of the study shows that place of purchase, bottle type, odour, brand, cheese consumption and homeland are the related factors with goat milk consumption and purchase activities. These results could be useful for understanding consumer attitude towards goat milk and to identify commercial targets and production strategies in future.

Anahtar Sözcükler:
Goat milk
Consumption
Probit model
Purchase behaviour
Turkey

Tüketicilerin keçi sütüne yönelik satın alma niyetlerinin belirlenmesi: Akdeniz Bölgesi örneği

Özet:

Keçi sütünün günlük gıda tüketimindeki önemi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışma keçi sütü tüketimine etki eden faktörleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın materyalini Adana ve Mersin illerinde uygulanan yüz yüze tüketici anketleri oluşturmuştur. Anketin örneklem büyüklüğü, sınırsız popülasyon koşulları altında 518 tüketici olarak (kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak) belirlenmiştir. Bu bağlamda, keçi sütü tüketimi ve satın alma niyetlerini test etmek için çok değişkenli bir probit modeli tasarlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, satın alma yeri, şişe tipi, koku, marka, peynir tüketimi ve memleket faktörlerinin keçi sütü tüketimi ve satın alma faaliyetleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, tüketicinin keçi sütündeki tutumunu anlamak ve gelecekteki ticari hedefleri ve üretim stratejilerini belirlemek için yararlı olabilecektir.

Keywords:
Keçi sütü
Tüketim
Probit model
Satın alma davranışı
Türkiye

© OMU ANAJAS 2019

1. Introduction

Since profits from satisfied consumers are at the focus of modern marketing, marketers are much more sensitive to consumer behaviour discipline (Rugimbana, 2007). Thus, understanding and identifying consumer behaviour is being fundamental and the most important task of the marketers. In today's saturated and competitive markets, consumers are much more influenced by factors such as income, price, stability, lifestyle and values in product selection and preferences (Santoso et al., 2012).

Despite its conservative nature, changes in consumer preferences have been observed in the food and

agriculture sector. Higher incomes shift food expenditures from grains and other starchy foods to meat, fresh vegetables, fruit, fish, processed and ready-to-eat foods and milk and dairy products (Narrod et al., 2011).

In the global food market, demand for animal products is expected to increase for the coming periods due to the urbanization, population and income growth. The average growth rate for milk production was 2.1% during the last decade and projected to increase by 22% in 2027 compared to the 2015-2017 based period (OECD/FAO, 2018). Milk and milk products are at the category of frequently purchased food products which makes factors effecting the consumption more important

(Kurajdová et al., 2015).

Milk and its products are expecting to find more places in the developing markets due to the nutritional and medical values that they comprise (Jerop et al., 2013). Moreover, as incomes and population increase, and diets become more globalised, more dairy products are expected to be consumed in developing countries (OECD/FAO, 2018). On the other hand, due to their employment and income creation capacity, dairy agribusiness system gives important contributions to economic and social life of the developing countries (Narrod et al., 2011).

In recent years, there is an increasing trend on consumption and awareness of goat milk and its products based on the advantages of nutritional value and high digestibility compared to the other milk types (Popescu, 2019). Rapid population growth, climate change, urbanization and land fragmentation are the factors that will support goat milk and its products consumption increase (Jerop et al., 2014; Utami, 2014). Depending on the increases in consumption, an important increase taken place on global goat population with 33.79% during the period 2000-2013. Goat milk production also increased by 39.2% in the same period (Skapetas and Bampidis, 2016).

In Turkey, due to the restricted economic sources of the individuals' dairy consumption is quite low compared with the European countries. Annual per capita consumption of milk is 166 kg, 26 kg of which is fluid milk and 140 kg is dairy products and consumption of dairy products (as equivalent milk) is 85 kg cheese, 31 kg yoghurt, 21 kg butter, 1.36 kg ice cream and 1.54 kg milk powder in EU countries. A total of 22.121.000 tons of milk is produced in Turkey, whereof the total production 90,6% is cow milk, 6,5% is sheep milk, 2,5% is goat milk and 0,3% is buffalo milk (TUIK, 2018). In European countries, just fluid milk consumption is above 100 liters annual per capital (Yayar, 2012). In terms of goat milk consumption, goat breeding spreads throughout Turkey, especially it is popular in the east and west mountainous regions of the Mediterranean region. Çukurova region, which is in the south-east part of Turkey covers two big cities, Adana and Mersin and these cities have one of the most concentrated goat population in Turkey with 1.2 million goats. Therefore, goat breeding has an important role in the socio-economic and cultural structure of this region from past to now (TUIK, 2018). Although goat breeding is historically significant for Çukurova region and Turkey, reasons like migration, yield loss and supporting of alternative products decreased interest on dairy goat farming and goat population dramatically downfall at the beginning of the 2000s but this reduction turned to an upward trend in recent years (Daşkıran and Koluman, 2014).

The purpose of the study is to examine the factors affecting goat milk consumption and purchase intentions considering the attitudes on milk consumption. In this context, it is aimed to reveal the

behaviour of the individuals towards consuming goat milk considering their milk consumption behaviours. Finally, the relation between the possible effective attitudes on milk consumption and goat milk consumption was established.

2. Materials and Methods

2.1. Material

To determine goat milk consumption and purchase intentions by analyzing general milk consumers' behaviour, a face to face consumer survey was designed by the authors.

The sample size of the survey was calculated using the formula given below (İslamoğlu, 2008).

$$n = \frac{p \cdot (1 - p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2}$$

In this formula, n is the sample volume, p is the frequency of the observed event, e is the error ratio, and z is the confidence interval. Based on the highest value of p (1-p), the error margin e = 5% and the confidence interval 95% the sample size was assumed to as 384 people. In our study, 518 consumers sampled through convenience sampling who are responsible for their household or family purchases.

In this formula, n is the sample volume, p is the frequency of the observed event, e is the error ratio, and z is the confidence interval. Based on the highest value of p (1-p), the error margin e = 5% and the confidence interval 95% the sample size was assumed to as 384 people. In our study, 518 consumers sampled through convenience sampling who are responsible for their household or family purchases.

The survey was applied around the shopping malls and food retailers to randomly selected 518 individuals among which 268 was from Adana and 250 from Mersin cities in July and August 2016 and samples size for each city was determined considering their populations. The survey questions were designed based on the quintile Likert scale where 1 represents insignificance and 5 represents extreme importance (Güney and Sangün, 2017).

The questionnaire was organized in sections to gather data related to socio-demographic characteristics of the sample, consumption frequencies and consumers' preferences and attitudes towards milk and goat purchase and consumption. The socio-demographic characteristics of the sample were given in Table 1.

2.2. Method

In order to associate goat milk consumption frequency with general milk consumption attributes a probit model was established. In the probit model goat, milk consumption frequency was accepted as the

dependent variable and attributes for general milk consumption were accepted as independent variable. The probit model is aimed at finding out how likely it is that a consumer buys goat milk, taking into account some characteristics that he has and some behaviours he has declared. The probit model allows carrying out this type of studies since the condition of existence of a

variable for which dichotomous evidence is observed is fulfilled. In this paper, the probit model posits as an observable variable whether the person is willing or not to buy goat milk. With this information, the model subsequently reproduces a latent variable, defined as the propensity – for an individual to buy goat milk.

Table 1. Socio-demographic characteristics of the sample (% of respondents)

	Frequency	Percent		Frequency	Percent
Gender			Education		
Male	279	53.9	Literate	14	2.7
Female	239	46.1	Elementary school	295	56.9
Total	518	100	High school	160	30.9
Age			University	46	8.9
25<	82	15.8	Graduate	3	0.6
25-34	102	19.7	Total	518	100,0
35-44	126	24.3	Income (TL)		
45-54	141	27.2	none	8	1.5
54>	67	12.9	1001<	66	12.7
Total	518	100	1001-2000	281	54.2
Homeland			2001-3000	107	20.7
Mediterranean	485	93.6	3001-4000	41	7.9
Black Sea	4	0.8	4000>	15	2.9
Aegean	2	0.4	Total	518	100
East Anatolia	4	0.8	Occupation		
South-east Anatolia	15	2.9	Worker	32	6.2
Central Anatolia	8	1.5	Officer	23	4.4
Total	518	100	Tradesman-Craftsman	52	10.0
Household Numbers			Self-employment	152	29.3
1	12	2.3	Private sector	30	5.8
2-3	98	18.9	Student	45	8.7
4-5	224	43.2	Housewife	155	29.9
5>	184	35.5	Unemployed	10	1.9
Total	518	100	Retired	19	3.7
			Total	518	100

TL: Turkish Lira

A dichotomous dependent variable and independent qualitative or quantitative variables are identified. This creates a data set perfectly similar to a contingency table where the data are grouped showing the answers for each combination of independent variables and the frequency and total of cases for the dependent. With this set of data, it is possible to perform the probit model and thus calculate the probability of response for each level or combination of variables.

Given the following model;

$$P(y = 1/x) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + \beta X)$$

where G is a function that takes values between zero and one for all real numbers z.

In the probit model, G represents the standard cumulative normal distribution function given by:

$$F(Z_i) = \int_{-\infty}^{Z_i/\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt$$

Since the probit model is a limited dependent variable model, the estimation of the parameters is done through the maximum likelihood method. This method suggests that the values of the parameters that maximize the logarithm of the likelihood function are chosen as estimates (Maddala, 1983). The logarithmic likelihood function for observation i is given by:

$$\lambda_i(\beta) = y_i \log(G(x_i\beta)) + (1 - y_i) \log(1 - G(x_i\beta))$$

The logarithm for a likelihood function for a sample-sized n is then defined as:

$$\mathcal{L} = \sum_{i=1}^n \lambda_i(\beta)$$

The maximum likelihood estimator of β , denoted by $\hat{\beta}$ maximizes this logarithm of likelihood (Wooldridge, 2003). The properties of the maximum likelihood estimators of the model are consistent, asymptotically normal, and asymptotically efficient.

In order to know the effects of changes in explanatory variables on the probabilities that any observation belongs to one of the two groups ($y=0$, $y=1$), it is used the partial derivative denoted as:

$$\frac{\partial p(x)}{\partial x_j} = g(\beta_0 + x\beta) \beta_j$$

$$g(z) \equiv \frac{\partial G}{\partial z}(z)$$

where

The term $g(z)$ corresponds to a probability density function. Since in the probit model $G(\cdot)$ is a strictly positive cumulative distribution function, $g(z) > 0$ for all z , the sign of the partial effect is the same as that of β_j . To test the significance of each of the estimated coefficients, the hypothesis test $H_0: \beta_j = 0$ is performed

with a test $\hat{\beta}_j / (se) \hat{\beta}$. The probit regression model was performed using STATA[®] 14 software.

Furthermore, to describe the basic features of the data, descriptive statistic was also used to provide simple summaries about attributes. In this context means and frequencies of the measures were calculated using SPSS[®] 21 software (SPSS Inc., Chicago IL, USA).

3. Results and Discussions

When the surveyed individuals were examined from Table 1, it was determined that 53.9% of the participants are male and 64.4% are over 35 years old. It is found that 87.8% of them has a primary school and high school degree and 74.9% of them are composed of individuals with income between 1000-3000 TL. The majority of the individuals participating in the survey are from the homeland of the Mediterranean region (93.6%).

In the study to determine the independent variables for probit analyse the participants were asked for the perception of the factor affecting their milk

consumption and purchase decisions. The results were given in Table 2 and Table 3.

Factors that are effective in milk consumption are determined as taste, health, habit, nutrition value and lifestyle. In their studies, Hsu and Lin, 2006; Alwis et al., 2009; Ozawa, 2009; Kurajdová et al., 2015; Kurajdova and Petrovicova, 2015 and Pinto, 2016 also stated that these factors are important in milk consumption. From the analyze it is found that all the factors are important in milk consumption but health, nutritional value and taste are the primary effective ones. Besides, habit and lifestyle are secondary effective factors and have less importance in consumption.

Table 3 shows that primary factors for milk purchase behaviour are the place of purchase, fat rate, colour, odour and the expiry date. In their studies Krešić et al., 2010 stated that the fat rate is important on milk purchase decision. Milk distribution and processing structure is different from other food products. In addition, milk is a perishable food product and consumers are more careful on expiry date and place of purchase. Recent years, products with different fat ratios are existed due to product diversity in the market (semi-oily, full fat and light products). Thus, consumers are checking the fat rate while their purchase. Colour and odour are other important factors because these factors give an idea about the freshness of the milk.

Shelf-life, brand, package and processing methods are the secondary effective factors for milk purchase behaviour. The price is the least effective factor in the purchase of milk. This means consumers are willing to pay the market price for the milk in Turkey. Brand factor is also found important in the study of Alwis et al., 2009.

The probit analysis results for factors affecting goat milk consumption are given in Table 4.

In the scope of the research, a multivariate probit model was performed to test relations between general milk consumption attributes and intention for goat milk consumption. The obtained effective factors for consumption and purchase of milk (Table 3 and Table 4) were used in the model. From the probit model results, it can be concluded that, for the case of place of purchase, a correlation was found between street sale and goat milk consumption ($p < 0.05$). The reversed direction of the relation (-0.146), explains that as the individuals' purchases from street vendors are increasing, the probability of consumption of goat milk is decreasing. However, there is also a relation between goat milk consumption and supermarket and delicatessen use ($p < 0.01$) is existing but this time the direction of the relationship is positive (0.270 and 0.306) which identifies that consumer who uses supermarkets and deli for buying milk has the probability of consuming goat milk. The factor place of purchase was also used in the consumer behaviour model study of Utami, 2014.

Table 2. Frequency and percentage distribution values for milk consumption behaviour

		Ineffective	Very least effective	Less effective	Effective	Very efficient	Total
Taste	F	-	1	10	207	300	518
	%	-	0.2	1.9	40.0	57.9	100
Health	f	1	1	12	115	389	518
	%	0.2	0.2	2.3	22.2	75.1	100
Habit	f	16	19	84	143	256	518
	%	3.1	3.7	16.2	27.6	49.4	100
Nutrition value	f	-	4	14	129	371	518
	%	-	0.8	2.7	24.9	71.6	100
Life-style	f	42	43	105	159	169	518
	%	8.1	8.3	20.3	30.7	32.6	100

Table 3. Frequency and percentage distribution values for milk purchase behavior

		Ineffective	Very least effective	Less effective	Effective	Very efficient	Total
Price	f	66	95	82	166	109	518
	%	12.7	18.3	15.8	32.0	21.0	100
Odour	f	4	10	43	231	230	518
	%	0.8	1.9	8.3	44.6	44.4	100
Colour	f	5	6	39	258	210	518
	%	1.0	1.2	7.5	49.8	40.5	100
Shelf life	f	81	10	34	158	235	518
	%	15.6	1.9	6.6	30.5	45.4	100
Brand	f	101	12	56	189	160340	518
	%	19.5	2.3	10.8	36.5	30,9	100
Fat rate	f	2	5	42	235	234469	518
	%	0,4	1	8.1	45.4	45.2	100
Package	f	91	12	42	177	196373	518
	%	17.6	2.3	8.1	34.2	37.8	100
Expiry date	f	86	7	8	87	330417	518
	%	16.6	1.4	1.5	16.8	63.7	100
Process type	f	90	15	29	114	270384	518
	%	17.4	2.9	5.6	22	52.1	100
Place of purchase	f	18	11	25	103	361464	518
	%	3.5	2.1	4.8	19.9	69.7	100

Table 4. The probit model estimates

	B	S.E.	Sig	95% C.I. for EXP (B)	
				Lower	Upper
[Goat milk consumption = Yes]	-2.707	.643	.000***	-3.967	-1.447
Street sale use	-.146	.064	.022*	-.272	-.021
Supermarket use (milk)	.270	.097	.005**	.081	.460
Glass bottle use	.275	.099	.006**	.080	.469
Odour	-.343	.111	.002**	-.559	-.126
Big brand	-.223	.062	.000***	-.344	-.102
Cheese consumption	-1.036	.075	.000***	-1.183	-.890
Supermarket use (milk products)	.261	.079	.001**	.107	.416
Delicatessen	.306	.087	.000***	.135	.477
Homeland	.366	.109	.001**	.152	.580

*: p<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001

Similar positive relation is also existing in the use of glass packaging for milk purchase. Purchase of milk in a glass bottle was found to be significant ($p < 0.01$) and consumers tend to consume goat milk who prefer to buy the milk in a glass bottle (0.275).

There was a significant relationship between the consumption of cheese and consumption of goat milk ($p < 0.001$). But this reverse relationship (-1.036), indicates that as consumption of cheese increases, goat milk consumption tends to decrease. In other words, consumption of goat milk is decreasing in individuals who increase cheese consumption. Ozowa et al., 2009 and Utami, 2014 also indicate a positive relationship between cheese and goat milk consumption.

Among all the sensory properties odour factor has identified as important ($p < 0.01$). The relation between the milk odour factor and goat milk consumption is negative which expresses that milk odour component reduces consumption on goat milk consumption (-0.343). In their studies Park, 2005; Ozowa et al., 2009; Jerop et al., 2014 and Savran et al., 2016 also found that unpleasant smell is effecting goat milk consumption and led the low consumptions levels.

Besides, the relationship between consumption of goat milk and branding is significant ($p < 0.001$) and the relationship is negative (-0.223). The higher market price of branded products causes branding to have a negative impact on goat milk consumption.

There is also a significant relationship between the homeland of the individuals and consumption of goat milk ($p < 0.01$) which shows that the interest in consumption to goat milk is increasing from the coastal zones to inner zones (0,366). This situation is suggesting that people from mountainous inland regions are more likely to consume goat milk than coastal people. The numbering in the answer to the question concerned was made from the coastal zones to the inner zones.

4. Conclusions

The current study states that some of the factors that are effective in milk consumption are also having an impact on goat milk consumption, and knowing that will be useful for the goat milk agribusiness system. The results can be concluded that some of the factors that are effective in milk consumption are also having an impact on goat milk consumption, and knowing that will be useful for the goat milk agribusiness system.

Probit model shows that delicatessen and supermarkets as place of purchase for milk has a positive relation with goat milk purchase. In addition, milk in glass bottle also has a positive relation with purchasing goat milk. This situated that consumers mostly prefer to buy goat milk from delicatessens and supermarkets with glass bottle. With the help of the probit model the factors with negative relation to goat milk purchase were detected. In this context cheese

consumption has a great negative relation with goat milk consumption. This situation identifies that the consumers who consume more cheese do not tend to consume goat milk. Other factors that have negative relation with goat milk consumption are street vendor, brand and odour. The odour makes the consumers uncomfortable for goat milk and has a negative impact on consumption. The consumers are also not intending to buy goat milk in big brands and they rather prefer the local brands. This consumer pattern is very big opportunity to geographical indication products produced from goats.

Acknowledgement

This study was carried out with the FBA-2017-8251 project supported by the Scientific Research Projects Unit of Çukurova University.

References

- Alwis, A., Edirisinghe, J., Athauda, A., 2009. Analysis of factors affecting fresh milk consumption among mid-country consumers. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 12(2): 103-109. Available: <https://tare.sljol.info/articles/abstract/10.4038/tare.v12i2.2799/>
- Daşkıran İ, Koluman N. 2014. Recent perspectives on goat production in Turkey, European Regional Conference on Goats, Hungary-Romania.
- Güney, O.İ., Sangün, L., 2017. Olive oil consumption attitudes: millennials vs non-millennials. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*. 11 (2): 10-13. Available: <http://ijnes.org/index.php/ijnes/article/download/291/264/>.
- İslamoğlu, A.H., 2008. Bilimsel araştırma yöntemleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Hsu, J., Lin, Y., 2006. Consumption and attribute perception of fluid milk in Taiwan. *Nutrition & Food Science*, 36(3): 177-182. Available: <https://www.tib.eu/en/search/id/BLSE%3ARN187970270/Consumption-and-attribute-perception-of-fluid-milk/>.
- Jerop, R., Kosgey, I.S., Ogola, T.D.O., Opondo, F.A., 2014. Consumers' perceptions towards goat's milk: Exploring the attitude amongst consumers and its implication for a dairy goat breeding programme in Siaya County, Kenya. *European Journal of Business and Management*, 6 (28): 221-229. ISSN 2222-1905.
- Jerop, R., Kosgey, I.S., Owuor, G.O., Chelanga, P.K., 2013. Consumer willingness to pay for dairy goat milk in Siaya County, Kenya. *Livestock Research for Rural Development*, 25(7). Available: <http://www.lrrd.org/lrrd25/7/jero25123.htm>.
- Krešić, G., Herceg, Z., Lelas, V., Jambrak, R.A., 2010. Consumers' behaviour and motives for selection of

- dairy beverages in Kvarner region: a pilot study. *Mliekajstvo*, 60(1): 637-144. 50-58.
- Kurajdová, K., Petrovicová, J.K., Kašćáková, A., 2015. Factors influencing milk consumption and purchase behavior-evidence from Slovakia. *Procedia Economics and Finance*, 34: 573-580. doi: 10.1016/S2212-5671(15)01670-6.
- Kurajdová, K., Petrovicova, J.T., 2015. Literature review on factors influencing milk purchase behaviour. *International Review of Management and Marketing*, 5(1): 9-25. ISSN: 2146-4405.
- Maddala, G.S., 1983. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Narrod, C., Tiongco, M., Scott, R., 2011. Current and predicted trends in the production, consumption and trade of live animals and their products. *Rev. Sci. Tech. off. Int.*, 30 (1). doi: 10.20506/rst.30.1.2014.
- OECD/FAO (2018), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027*, OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Accessed: 04.07.2018.
- Ozawa, T., Mukuda, K., Fujita, M., Nishitani, J., 2009. Goat milk acceptance and promotion methods in Japan: The questionnaire survey to middle class households. *Animal Science Journal*, 80(2): 212-219. doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00611.x.
- Park, Y.W., 2005. Goat milk products: quality, composition, processing and marketing. *Encyclopedia of Animal Science*, Pond, W.G., & Bell, N. (Eds.), Marcel Dekker, Inc.: 478-481, New York, USA.
- Pinto, V.R.A., Melo, L.F., Balbino, D.F., De Novaes, J.F., Negrete, M.C., De Sousa, T.D., 2016. The evaluation of consumer behaviour influence on the buying process of dairy products in Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4 (1): 51-59. doi:10.12691/jfnr-4-1-9.
- Popescu, A., 2013. Study regarding the trends in the World and European goat milk production. *Scientific Papers, Animal Science Series*, 59(18): 127-132. Available: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_59/Aga tha_Popescu1.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_59/Aga%20tha_Popescu1.pdf).
- Rugimbana, R., 2007. Generation Y: how cultural values can be used to predict their choice of electronic financial services. *Journal of Financial Services Marketing*, 11(4): 301-313. doi.org/10.1057/palgrave.fsm.4760048.
- Skapetas, B., Bampidis, V., 2016. Goat production in the World: present situation and trends, *Livestock Research for Rural Development*, 28(11): 1-6. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd28/11/skap28200.html>.
- Santoso, S.I., Setiadi, A., Kisworo, A.N., Nuswantara, N.K., 2012. Analysis various factors that influence the purchasing behaviour of goat milk in Bogor Regency, Indonesia. *International Journal of Engineering and Technology*, 12(5):124-131. Available: [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessi onid=EC8D8DF30EA826AC74156500D1D61021?doi=10.1.1.419.7506&rep=rep1&type=pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=EC8D8DF30EA826AC74156500D1D61021?doi=10.1.1.419.7506&rep=rep1&type=pdf).
- Savran, F., Köksal, Ö., Aktürk, D., Gün, S., Kaya, G., 2016. Assessment of awareness levels on goat milk and products: the case of Çanakkale. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 16(2):135-140. Available: [http://www.managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.16 _2/Art18.pdf](http://www.managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.16_2/Art18.pdf).
- Utami, H.D., 2014. Consumer behaviour toward goat milk and its processed products in Malang, Indonesia. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 26(1): 1-12. doi.org/10.1080/08974438.2012.755724.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). 2018. 2018 Yılı Hayvansal Üretim İstatistikleri, s 21822, URL: [http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21 822](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21822). Accessed: 08.10.2017.
- Wooldridge, J., 2003. *Introductory Econometrics: A modern approach*. Second Edition. South-Western.
- Yayar, R., 2012. Consumer characteristics influencing milk consumption preference. the Turkey case. *Theoretical and Applied Economics*, 7(572): 25-42.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.568403

Samsun ekolojik koşullarında beyaz atdışi hibrit mısır çeşit adaylarının performanslarının belirlenmesi

Murat Erdoğan^a, İsmail Sezer^{a*}, Hasan Akay^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun

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

Geliş/Received 21/05/2019

Kabul/Accepted 14/06/2019

ÖZET

Bu çalışma; Samsun-Bafra ve Çarşamba Ovası koşullarına uygun beyaz at dişi mısır çeşitlerinin verim, verim unsurları ve kalite kriterlerini belirlemek amacıyla, 2018 ana ürün mısır yetiştirme sezonunda, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünce geliştirilen 10 beyaz melez mısır çeşit adayı (TTBM2017-1, TTBM2017-2, TTBM2017-3, TTBM2017-4, TTBM2017-5, TTBM2017-6, Kompozit Beyaz, Tk353, Tk534 ve Tk384) ve 3 adet (Ada353, P31w86 ve P2948w) standart kullanılarak, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucu, incelenen karakterlerde beyaz at dişi mısır genotipleri arasında farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genotiplerin tane verimleri 279.46- 1390.91 kg/da; çiçeklenme gün sayısı 68.17-76.00 gün; bitki boyu 220.00, 306.67 cm; ilk koçan yüksekliği 75.00-103.33 cm; koçan görünümü (1-5) 1.67-2.67; koçan uzunluğu 10.52-20.53 cm; koçan çapı 42.62-52.11 mm; koçanda tane sayısı 321.55-606.60 adet; tane koçan oranı % 80.67- 83.93; bin tane ağırlığı 218.00-350.41 g; hasatta tane nem % 16.43-28.50; tanede ham protein oranı % 10.62-12.85 ve tanede ham yağ oranı % 3.80-5.45 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tane verimi bakımından, Samsun-Bafra ve Çarşamba lokasyonlarında Ada353 ve P31w86 çeşitlerinin daha üstün olduğu ve yetiştiricilikte önerilebileceği söylenebilir. Ayrıca, tanede ham yağ oranı bakımından TTBM2017-3 genotipi, tanede ham protein oranı bakımından ise Tk384 genotipi önerilebilir.

Anahtar Sözcükler:
Beyaz hibrit mısır
Verim
Agronomik performans
Çarşamba ovası
Bafra ovası

Performance of white hybrid dent corn candidate cultivars in samsun conditions

ABSTRACT

This study was conducted to determine yield, yield components and quality criteria of white dent corn cultivars suitable for Samsun-Bafra and Çarşamba Plain conditions. Experiments were conducted in maize main crop season of 2018 with 10 white hybrid maize candidate cultivars (TTBM2017-1, TTBM2017-2, TTBM2017-3, TTBM2017-4, TTBM2017-5, TTBM2017-6, Kompozit Beyaz, Tk353, Tk534 and Tk384) developed by Black Sea Agricultural Research Institute and 3 standard cultivars (Ada353, P31w86 and P2948w) in randomized blocks design with 3 replications. Variance analysis revealed significant differences in investigated traits of white dent corn genotypes. Genotype kernel yields varied between 279.46- 1390.91 kg/da; number of days to flowering varied between 68.17-76.00 day; the first cob heights varied between 75.00-103.33 cm; cob shape index (1-5) varied between 1.67-2.67; cob lengths between 10.52-20.53 cm; cob diameters between 42.62-52.11 mm; number of kernel per cob between 321.55-606.60; thousand-kernel weights between 218.00-350.41 g; moisture at harvest between 16.43-28.50%; kernel crude protein ratios between 10.62-12.85% and finally kernel crude oil ratios varied between 3.80-5.45%. It was concluded based on present findings that Ada353 and P31w86 cultivars were superior with regard to kernel yield in Samsun-Bafra and Çarşamba l^oCations, thus they can be recommended for the region. It was also concluded that TTBM2017-3 genotype could be recommended for kernel crude oil ratio and Tk384 genotype could be recommended for kernel crude protein ratio.

Keywords:
White hybrid maize
Yield
Agronomic performance
Çarşamba plain
Bafra plain

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Mısır bitkisi kullanım alanı çok geniş olan önemli bir kültür bitkisidir. Son yıllarda birçok endüstri alanında kullanılmasının yanı sıra, alternatif yakıt ve enerji arayışları kapsamında mısırın önemi daha da artmıştır. Mısır, dünyada buğday ve çeltikten sonra en fazla ekimi yapılan ve üretimi en fazla olan tahıl bitkisidir (Anonim, 2019). Dünya ortalamasının 580 kg/da dolaylarında olduğu göz önüne alındığında, özellikle Adana, Sakarya ve Aydın illerinde (ana ürün koşullarında) optimum şartlarda birim alandan 1400-1600 kg/da dolaylarında verim alınabilmesi gelecek için, hem alan hemde birim alan verimi artırma yönünden kendine yeter bir ülke konumuna gelme potansiyeli mevcuttur (Cengiz, 2016; Kün, 1997)

Mısır, Dünya’da ıslah çalışmalarının en yoğun şekilde sürdürüldüğü bitki olma özelliğini taşımaktadır. Ülkemizde 1950’lerde başlayan mısır ıslah çalışmaları önemli sonuçları ortaya koymuştur. Ülkemizde tane ve silaj amaçlı ekimi ile öne çıkan mısır bitkisinde sürekli daha üstün çeşitlerin geliştirilmesi ve çiftçiye ulaştırılması amaçlanmıştır. Ancak, ülkemizde hibrit mısır tohumluğunun yaklaşık % 95’ini yabancı çeşitler oluşturmakta, yerli çeşitlerimizin payı % 5’i geçmemektedir. Bundan dolayı yabancı çeşitler için her yıl yurtdışına önemli oranda royallite bedeli ödenmektedir. Beyaz mısır özellikle Karadeniz Bölgesinde tanesi gıda amaçlı tüketilmekte olup, Dünya’da en çok Güney Amerika’da üretilmekte ve tüketilmektedir. Ülkemizde iki yüzün üzerinde tescilli mısır çeşit ve hattı bulunmasına karşın beyaz mısır çeşidi birkaç tane ile sınırlıdır (Cengiz, 2006; Bayramoğlu ve Bozdemir, 2018; Dudley ve Moll 1969).

Dünyada Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 20-27 °C olan bölgelerde en yoğun tane üretimi yapılmaktadır. Diğer taraftan mısır ıslahı ile ilgili sürdürülen araştırma ve geliştirme çalışmaları da aynı bölgelerde yer almaktadır. Samsun ili mısır kuşağı olarak tanımlanan bir bölgenin içerisinde (Özata ve Kapar, 2011; Öner ve ark., 2011; Sezer ve Gülümser, 1999).

Ülkemizde 450 yıldan beri tarımı yapılan mısırın ilk kültüre alındığı bölge olan Karadeniz bölgesinde halen insan yiyeceği olarak, doğrudan ve dolaylı olarak tüketimi söz konusudur. Ülkemize ilk gelen mısır varyete grupları ve adaptasyonu olan çeşitler ise beyaz sert mısırlardır (Kırtok, 1998). Ülkemizde geçmişten günümüze kadar ülke genelinde ve bölge araştırma enstitüsü tarafında geliştirilen çeşitler sarı sert yada sarı at dişi mısır çeşitleridir. Ülkemizde hâlihazırda BATEM tarafından geliştirilen sadece iki adet beyaz at dişi çeşit vardır. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü geçmişten günümüze kadar üzerinde çalıştığı beyaz sert ve at dişi hatlardan en uygun kombinasyon belirlenmeye çalışılmakta ve çeşit adaylarının verim ile kaliteleri ortaya konarak, insan yiyeceği olarak doğrudan ve dolaylı kullanılabilir çeşit adaylarını belirlemeyi hedeflemektedir (Öner ve Gülümser, 2014). Bu çalışma ile beyaz hibrit mısır çeşitlerinin geliştirilmesi ile

ihtiyaç duyulan un, ekmek, irmik, çorbalık ham madde, taze, közlemelik ve konserve tüketim olarak kullanımının artması sağlanacaktır (Kün, 1997).

Ülkemizde beyaz at dişi mısır çeşit sayısının azlığı ve tüketimimizi bile karşılayacak seviyede olmaması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Çalışmada, Karadeniz Bölgesinden toplanmış ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan kendilenmiş beyaz at dişi mısır genotiplerinden 10 adet beyaz melez mısır çeşit aday ve 3 kontrol çeşit Samsun’un iki farklı lokasyonunda tane verimi, verim unsurları ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma, Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün, Bafra ve Çarşamba Deneme İstasyonlarında, 2018 ana ürün mısır yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Bafra deneme istasyonu; Samsun ilinin 52 km batısında, Bafra’nın yaklaşık 2 km kuzey doğusunda Bafra ovası içerisinde yer almaktadır. Merkezin toplam çalışma alanı 126 da olup, topografyası taban arazilerden oluşmaktadır. Çarşamba deneme istasyonu; Samsun ilinin 31 km doğusunda, Çarşamba ilçesinin batısında Çarşamba ovası içerisinde yer almaktadır. Merkezin toplam çalışma alanı 265 da olup, topografyası taban arazilerden oluşmaktadır.

Araştırmada bitki materyali olarak, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde geliştirilen 10 beyaz melez mısır çeşit aday ile 3 standart beyaz mısır çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşit aday mısırlar; TTBM2017-1, TTBM2017-2, TTBM2017-3, TTBM2017-4, TTBM2017-5, TTBM2017-6, Kompozit Beyaz, TK353, TK534 ve TK384’dür. Denemede, ADA353, P31w86 ve P2948w standart (kontrol) çeşitlerdir.

2.2. Yöntem

Bafra ilçesi, Orta Karadeniz Bölgesinde görülen ılıman iklim özelliklerine sahip olup, deneme yerine ait ana ürün mısır yetiştirme sezonu (Nisan-Ekim ayları) iklim verileri dikkate alındığında, uzun yıllar ortalama sıcaklığı 18.2 °C, 2018 yılında 19.7 °C olmuştur. Bu durum ana ürün mısır yetiştirme sezonu dikkate alındığında özellikle mayıs-eylül aylarının ortalama sıcaklık değerlerinde yaklaşık 1.5-2.0 °C artış söz konusudur. Nisbi nem ortalaması uzun yıllar ortalamasından (% 0.8) daha yüksektir. Ana ürün mısır yetiştirme sezonu dikkate alındığında aylık toplam yağış miktarı toplamı 228.6 mm uzun yıllar ortalaması 360.6 mm olup, 132.0 mm daha az olmuştur.

Çarşamba ilçesi, Orta Karadeniz Bölgesinde görülen ılıman iklim özellikleri sahip olup, deneme yerine ait yetiştirme sezonu ve uzun yıllar ortalaması olarak iklim verileri ana ürün mısır yetiştirme sezonu (Nisan-Ekim

ayları dikkate alındığında, uzun yıllar ortalaması 19.3 °C olurken 2018 yılında 20.6 °C olmuş olup, 1.3 °C fazlalık söz konusudur. Bu durum ana ürün mısır yetiştirme sezonu dikkate alındığında özellikle mayıs-eylül aylarının ortalama sıcaklık değerlerinde yaklaşık 1.0-2.0 °C artış söz konusu olup, Eylül ayında 0.3 °C daha (hepsinde santigrad düzeltilmeli) düşük olmuştur. Nisbi nem ortalaması uzun yıllar ortalamasından (% 1.2) daha az olmuştur. Ana ürün mısır yetiştirme sezonu dikkate alındığında aylık toplam yağış miktarı toplamı 534.5 mm uzun yıllar ortalaması 493.5 mm olup, 41 mm daha fazla olmuştur.

Bafra lokasyonu, toprak tekstürü killi-tınlı, pH yönünden hafif alkali, organik madde oranı orta fosfor ve potasyum içeriği oldukça yüksektir. Kireç az ve tuz miktarı bakımından ise düşük niteliktedir. Çarşamba lokasyonu ise, toprak tekstürü killi-tınlı, pH yönünden hafif alkali, organik madde oranı az fosfor çok az ve potasyum içeriği oldukça yüksektir. Kireç orta ve tuz miktarı bakımından ise düşük niteliktedir.

Denemeler, "Tesadüf Blokları Deneme Deseni"ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parsel boyutları sıra arası 70 cm, sıra üzeri 18 cm, parsel uzunluğu 5 m ve her parselde 4 sıra olacak şekilde elle ekim yapılmış olup, parsel alanı 14 m² dir. Parseller arasında 1 m mesafe bırakılmıştır.

Gübreleme ise, toprak tahlil sonuçlarına göre dekara 8 kg saf azot (N), 7-8 kg saf fosfor (P₂O₅) ve 7-8 kg saf potasyum (K₂O) gelecek şekilde taban gübresi verilmiştir. Ekim işlemi toprak sıcaklığının 10 °C nin üzerine çıktığı dönemde ekim mibzer ile Çarşamba ve Bafra lokasyonlarına sırasıyla 27.04.2018 ve 07.05.2018 tarihlerinde yapılmıştır. Mısır fidelerinin uzunluğu 10-15 cm olunca birinci çapası ve seyreltme işlemi, mısır bitki uzunluğu 40-50 cm olunca da ikinci çapası ve boğaz doldurma işlemide yapılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre boğaz doldurma ile birlikte denemelere üst gübre olarak % 46'lık üre gübresi uygulamak suretiyle parsellere 15.2 kg/da saf azot verilmiştir. Beyaz at dişi mısır bitkisi büyüme mevsimi boyunca 460-610 mm suya ihtiyaç duymaktadır (Ziegler 2001). Gerekli olan sulamalar, tamburlu sulama sistemi ile verilmiştir. Sulama işlemi tohumdaki siyah tabaka oluşana kadar devam edilmiştir. Yabancı otlarla mücadele, herbisitle yapılmış olup, sıra arasında gelişen yabancı otların yok edilmesi için iki kez de traktörle sıra arası çapası yapılmıştır.

Hasat, koçandaki tanelerin fizyolojik olum dönemini tamamlandıktan (siyah nokta oluştuğu dönem) sonra parsel kenarlarından birer sıra atılarak geri kalan sıralardaki koçanların hasadı el ile yapılmıştır.

Gözlem ve ölçümler için, parsel kenar tesir atıldıktan sonra 10'ar bitki ürerinden; bitki boyu (cm), ilk koçan yüksekliği (cm), koçan görünümü (1-5), koçan uzunluğu (cm), koçan çapı (mm), koçanda tane sayısı (adet), bin tane ağırlığı (g), tane/koçan oranı (%), hasat tane nemi (%), tane verimi (kg/da), tane ham protein

(%), tane yağ oranı (%) belirlenmiştir (Anonim, 2001; 2010).

2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Veriler, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre lokasyonlar üzerinden birleştirilerek SPSS 17.0 paket programı ile varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve önemli olan özelliklerin farklılıklarını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi $\alpha=0.05$ önem düzeyinde belirlenmiştir. Harflendirmelerde küçük harf karakterlerinin yetmediği gruplamalarda büyük harf karakterleri ile devam edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Beyaz at dişi hibrit mısır (*Zea mays* L.) çeşit adaylarının 2018 yılı Bafra ve Çarşamba lokasyonlarında elde edilen çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan görünümü, koçan uzunluğu, koçan çapı, koçan tane sayısı, tane/koçan oranı, bin tane ağırlığı, hasat tane nemi, tane ham protein oranı, tane ham yağ oranı ve tane verimi varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan görünümü, koçan uzunluğu, koçan çapı, koçan tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat tane nemi, tane ham protein oranı, tane ham yağ oranı ve tane verimi bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) iken, koçanda tane sayısı ise önemli ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Lokasyonlar bakımından karakterler incelendiğinde; bitki boyu, hasat tane nemi, tane ham protein oranı ve tane ham yağ oranı istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) iken, bin tane ağırlığı özelliği yönünden ise önemli ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Genotip x lokasyon interaksyonu bakımından ise bitki boyu, koçan uzunluğu, koçan çapı, koçan tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat tane nemi, tane ham protein oranı, tane ham yağ oranı ve tane verim değerleri incelendiğinde istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$), ilk koçan yüksekliği bakımından ise önemli ($p<0.05$) bulunurken, diğer parametreler arasında farklılık istatistiki olarak önemlilik bulunmamıştır (Çizelge 1).

Birleştirilmiş varyans analiz sonucunda P2948w genotipi 76.00 gün ile en uzun iken, TTBM2017-1 genotipi ise 68.17 gün ile en kısa çiçeklenme gün sayısına sahiptir. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre, 76.00 gün ile P2948w genotipi ilk sırada yer almıştır (Çizelge 2). Öz ve ark. (2008) 71.0 – 75.0 gün; Tezel ve Aksoyak (2008) 72.0 – 75.7 gün; Özata ve ark. (2013) 61.5 – 68.00 gün; Öz ve Cengil (2016) 70.8 – 74.7 gün olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. Araştırma verileri sonuçlarına ait varyans analiz tablosu

Variasyon Kaynağı	S.D.	ÇGS	BB	İKY	KG	KU	KÇ	KTS
Genel	77	9.45	640.04	120.13	0.28	5.62	21.91	15499.77
Genotipler	12	27.56**	1934.03 **	270.14 **	0.45 *	17.52 **	48.45 **	37149.69 **
Blok	2	6.27	90.71	26.92	0.34	3.39	27.56	20350.41 *
Lokasyon	1	5.65	4770.51 **	216.67	0.03	5.45	0.22	6813.35
Gen. x Lok. İnt.	12	9.38	1575.37 **	171.53 *	0.41	8.90 **	43.73 **	34975.79 **
Hata	50	5.32	44.37	73.59	0.22	2.07	10.52	5609.25
CV %		3.27	2.55	9.03	22.55	8.27	6.74	15.67
		TKO	BTA	HTN	THPO	THYO	TV	
Genel	77	1.47	2624.07	10.31	1.49	1.26	85556.39	
Genotipler	12	1.13	7731.64 **	19.71 **	3.10 **	1.45 *	232189.10 **	
Blok	2	6.64 *	270.07	0.68	0.17	1.41	71700.95	
Lokasyon	1	2.28	6720.32 *	463.80 **	19.77 **	13.50 **	11651.50	
Gen. x Lok. İnt.	12	1.49	3361.34 **	3.82 **	2.05 **	2.42 **	147270.50 **	
Hata	50	1.33	1233.55	0.93	0.65	0.68	37585.48	
CV %		1.40	11.79	4.60	7.07	19.50	21.98	

(*) p<0.05, (**)p < 0.01 hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

S.D.: Serbestlik Derecesi; CV %: Varyasyon Katsayısı; ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı; BB: Bitki Boyu; İKY: İlk Koçan Yüksekliği; KG: Koçan Görünümü; KU: Koçan Uzunluğu; KÇ: Koçan Çapı; KTS: Koçan Tane Sayısı; TKO: Tane Koçan Oranı; BTA: Bin Tane Ağırlığı; HTN: Hasat Tane Nemi; THPO: Tane Ham Protein Oranı; THYO: Tane Ham Yağ Oranı; TV: Tane Verimi

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda P31w86 çeşidi 286.67 cm ile en uzun, Tk384 genotipi ise 230.00 ile en kısa bitki boyu ölçülmüştür. DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucunda Kompoze beyaz, P31w86 ve TTBM2017-6 genotipleri ilk grupta iken Tk534 ve Tk384 genotipleri son grupta yer almıştır. Beyaz mısır genotiplerinin bitki boyu, lokasyon ortalamaları olarak, Bafra ve Çarşamba ovası koşullarında sırasıyla 253.85 ve 269.49 cm olarak aralarında istatistiki çok önemli çıkmıştır. Lokasyon × genotip interaksyonu incelendiğinde en yüksek bitki

boyu Çarşamba lokasyonu TTBM2017-6 (306.67 cm) ve P2948w (300.00 cm) genotiplerinde iken en düşük ise 220.00 cm ile Çarşamba lokasyonu Tk384 genotiptedir (Çizelge 2). Gençtürk (2007) 205.3 – 245.3 cm; Palta ve ark. (2011) 262.8 cm; Öz ve ark. (2008) 245.0 – 292.0 cm; Tezel ve Aksoyak (2008) 258.0 – 338.0 cm; Sayaslan ve ark. (2010) 226.5 – 283.4 cm; Özata ve ark. (2013) 255.5 – 335.8 cm; Kuşvuran ve Nazlı (2014) 265 cm; Öz ve Cengil (2016) 269.0 – 298.0 cm olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu çiçeklenme gün sayısı ve bitki boyu ortalamaları

Genotipler	Çiçeklenme gün sayısı (gün)			Bitki boyu (cm)		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	68.33	68.00	68.17 c	228.33 mn	290.00 bc	259.17 e
TTBM2017-2	69.00	68.00	68.50 c	250.00 hij	250.00 hij	250.00 f
TTBM2017-3	71.00	69.67	70.33 bc	238.33 klm	250.00 hij	244.17 f
TTBM2017-4	69.33	72.33	70.83 bc	276.67 def	270.00 fg	273.33 bc
TTBM2017-5	69.00	68.67	68.83 c	241.67 ijk	286.67 cd	264.17 de
TTBM2017-6	69.00	69.67	69.33 c	251.67 hı	306.67 a	279.17 ab
Komp. Beyaz	73.67	71.33	72.50 b	290.00 bc	281.67 cde	285.83 a
Ada353	68.33	69.33	68.83 c	260.00 gh	276.67 def	268.33 cd
P31w86	66.67	73.33	70.00 bc	286.67 cd	286.67 cd	286.67 a
P2948w	77.33	74.67	76.00 a	225.00 n	300.00 ab	262.50 de
Tk353	70.67	70.33	70.50 bc	271.67 ef	255.00 h	263.33 de
Tk534	71.67	73.33	72.50 b	240.00 jkl	230.00 lmn	235.00 g
Tk384	69.00	71.33	70.17 bc	240.00 jkl	220.00 n	230.00 g
Ortalama	70.23	70.77	70.50	253.85	269.49	261.67

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucuna göre, ilk koçan yüksekliği P31w86 genotipi 104.17 cm ile en uzun iken, TTBM2017-5 genotipi 83.33 cm olarak en kısa ölçülmüştür. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre P31w86 (104.17 cm), TTBM2017-1 (97.50 cm),

TTBM2017-4 (97.50 cm), TTBM2017-6 (100.83 cm), Kompozit beyaz (98.33 cm), Ada353 (100.83 cm), P2948w (96.67 cm), Tk353 (96.67 cm), Tk384 (98.32 cm) genotipleri ilk sırada yer almıştır. Lokasyon genotip interaksyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek ilk koçan yüksekliği 115.00 cm ile Bafra lokasyonu

P31w86 genotipte iken en kısa ise 75.00 cm ile Bafra lokasyonu TTBM2017-5 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 3). Palta ve ark. (2011) 112.6 cm; Öz ve ark. (2008) 81.0 – 100.0 cm; Tezel ve Aksoyak (2008) 101.0 – 148.0 cm; Sayaslan ve ark. (2010) 100.4 – 141.4 cm; Özata ve ark. (2013) 109.2 – 145.0 cm; Kuşvuran ve Nazlı (2014) 123.0 cm; Öz ve Cengil (2016) 95.0 – 117.0 cm olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda P2948w genotipi 2.67 ile en iyi değere sahip iken TTBM2017-4 genotipi 1.67 ile en kötü değere sahiptir. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre 2.67, 2.42, 2.33, 2.27, 2.17 ile sırasıyla P2948w, Tk384, Tk353, Komp. Beyaz, Tk534 genotipleri ilk sırada yer almıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu ilk koçan yüksekliği ve koçan görünümü ortalamaları

Genotipler	İlk koçan yüksekliği (cm)			Koçan görünümü		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	93.33 b-f	101.67 a-d	97.50 abc	2.00	2.00	2.00 bc
TTBM2017-2	86.67 efg	93.33 b-f	90.00 bcd	1.83	2.00	1.92 bc
TTBM2017-3	85.00 fg	88.33 d-g	86.67 cd	1.67	2.33	2.00 bc
TTBM2017-4	101.67 a-d	93.33 b-f	97.50 abc	1.33	2.00	1.67 c
TTBM2017-5	75.00 g	91.67 c-f	83.33 d	1.67	2.00	1.83 bc
TTBM2017-6	100.00 b-e	101.67 a-d	100.83 ab	1.83	2.00	1.92 bc
Komp. Beyaz	100.00 b-e	96.67 b-f	98.33 ab	2.53	2.00	2.27 abc
Ada353	106.67 ab	95.00 b-f	100.83 ab	1.83	2.00	1.92 bc
P31w86	115.00 a	93.33 b-f	104.17 a	1.83	2.17	2.00 bc
P2948w	105.00 abc	88.33 d-g	96.67 abc	3.33	2.00	2.67 a
Tk353	100.00 b-e	93.33 b-f	96.67 abc	2.33	2.33	2.33 ab
Tk534	85.00 fg	83.33 fg	84.17 d	2.17	2.17	2.17 abc
Tk384	103.33 abc	93.33 b-f	98.33 ab	2.50	2.33	2.42 ab
Ortalama	96.67	93.33	95.00	2.07	2.10	2.08

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu koçan uzunluğu ve koçan çapı ortalamaları

Genotipler	Koçan uzunluğu (cm)			Koçan çapı (mm)		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	18.65 a-f	17.11 d-1	17.88 a-e	51.19 a-d	47.97 b-f	49.58 ab
TTBM2017-2	18.48 a-f	18.21 a-g	18.35 a-d	52.56 ab	51.67 a-d	52.11 a
TTBM2017-3	16.29 f-1	16.88 e-1	16.59 de	50.96 a-d	49.53 a-e	50.24 ab
TTBM2017-4	19.75 abc	16.02 gh1	17.89 a-e	46.59 d-g	49.31 a-e	47.95 ab
TTBM2017-5	17.25 d-1	17.50 c-h	17.38 cde	49.01 b-e	43.03 b-e	46.02 bc
TTBM2017-6	17.32 d-1	16.42 f-1	16.87 cde	47.02 c-g	50.51 f-1	48.77 ab
Komp. Beyaz	19.45 a-d	18.06 b-g	18.76 abc	54.76 a	42.22 a-e	48.49 ab
Ada353	20.25 ab	18.56 a-f	19.41 ab	52.25 abc	51.92 gh1	52.09 a
P31w86	18.97 a-e	20.53 a	19.75 a	47.45 b-g	50.62 abc	49.04 ab
P2948w	16.02 gh1	16.63 e-1	16.33 e	48.28 b-f	46.57 a-d	47.43 b
Tk353	16.74 e-1	16.52 f-1	16.63 de	47.49 b-g	48.48 d-g	47.98 ab
Tk534	10.52 j	15.43 h1	12.98 f	39.99 h1	45.26 b-e	42.62 c
Tk384	20.10 ab	15.05 1	17.58 b-e	38.89 1	47.97 b-f	43.43 c
Ortalama	17.68	17.15	17.41	48.19	48.08	48.13

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda P31w86 genotipi 19.75 cm ile en uzun iken, Tk534 genotipi 12.98 cm olarak en kısa ölçülmüştür. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre 19.75, 19.41, 18.76, 18.35, 17.89 cm ile sırasıyla P31w86, Ada353, Komp. Beyaz, TTBM2017-2, TTBM2017-4, genotipleri ilk sırada yer almıştır. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en uzun koçan uzunluğu 20.53 cm ile Çarşamba lokasyonu P31w86 genotipte iken en düşük ise 10.52 cm ile Bafra lokasyonu Tk384 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ayrancı ve Sade (2004) 16.1 –

21.5 cm; Palta ve ark. (2011) 21.6 cm; Sayaslan ve ark. (2010) 19.1 – 22.0 cm; Kuşvuran ve Nazlı (2014) 20.98 cm; Öz ve Cengil (2016) 20.5 – 24.6 cm olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda TTBM2017-2 genotipleri sırasıyla 52.11 mm ile en yüksek iken, Tk534 genotipleri sırasıyla 42.62 mm ile en kısa ölçülmüştür. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre 52.11, 52.09, 50.24, 49.58, 49.04, 48.77, 48.49, 47.98, 47.95 mm ile sırasıyla TTBM2017-2, Ada353, TTBM2017-3, TTBM2017-1, P31w86, TTBM2017-6, Komp. Beyaz,

Tk353, TTBM2017-4 genotipleri ilk sırada yer almıştır. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en geniş koçan çapı 54.76 mm ile Bafra lokasyonu Kompozit Beyaz genotipte iken en düşük ise 38.89 mm ile Bafra lokasyonu Tk384 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ayrancı ve Sade (2004) 37.6 – 48.5 mm olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Koçan tane sayısı karakteri genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucu; Ada353 genotipi 606.60 adet ile en yüksek iken, Tk534, Tk384 ve Tk353, genotipleri sırasıyla 321.55, 399.25 ve 403.60 adet ile en düşük olmuştur. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre 606.60, 570.40, 550.60, 541.45 adet ile sırasıyla Ada353, P31w86, TTBM2017-1, TTBM2017-2, genotipleri ilk sırada yer almıştır. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek koçanda tane sayısı 634.80 adet ile Bafra lokasyonu TTBM2017-1 genotipte iken en

düşük ise 215.00 adet ile Bafra lokasyonu Tk534 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Genotipler ve genotip x lokasyon interaksiyonu bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda Komp. Beyaz genotipi 350.41 g ile en yüksek iken, Tk534 ve Tk384 genotipleri sırasıyla 250.29 ve 218.00 g ile en düşük olmuştur. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre 350.41, 346.62, 328.56, 319.09 g ile sırasıyla Komp. Beyaz, TBM2017-3, TTBM2017-2, P31w86 genotipleri ilk grupta yer almaktadır. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek bin tane ağırlığı 378.85 g ile Bafra lokasyonu Kompozit Beyaz genotipte iken en düşük ise 193.15 g ile Çarşamba lokasyonu Tk384 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ayrancı ve Sade (2004) 203 – 341 g; Palta ve ark. (2011) 217.5 g; Kuşvuran ve Nazlı (2014) 325 g olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 5. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu koçan tane sayısı ve bin tane ağırlığı ortalamaları

Genotipler	Koçan tane sayısı (adet)			Bin tane ağırlığı (g)		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	634.80 a	466.40 efg	550.60 abc	314.47 b-f	290.33 d-h	302.40 bc
TTBM2017-2	470.70 efg	612.20 abc	541.45 a-d	363.40 ab	293.72 d-g	328.56 abc
TTBM2017-3	408.70 g	491.50 c-g	450.10 de	366.95 ab	326.28 a-e	346.62 ab
TTBM2017-4	546.00 a-f	463.90 efg	504.95 bcd	285.26 d-h	319.02 b-f	302.14 bc
TTBM2017-5	509.70 b-g	407.60 g	458.65 cde	303.92 c-f	269.09 e-h	286.51 cd
TTBM2017-6	394.40 g	511.50 b-g	452.95 cde	312.01 b-f	277.21 e-h	294.61 cd
Komp. Beyaz	595.60 a-d	407.80 g	501.70 bcd	378.85 a	321.96 a-f	350.41 a
Ada353	586.20 a-e	627.00 ab	606.60 a	337.86 a-d	246.06 ghı	291.96 cd
P31w86	564.20 a-e	576.60 a-e	570.40 ab	286.22 d-h	351.95 abc	319.09 abc
P2948w	426.60 fg	478.60 d-g	452.60 cde	293.09 d-g	288.31 d-h	290.70 cd
Tk353	417.20 g	390.00 g	403.60 ef	274.19 e-h	311.08 b-f	292.63 cd
Tk534	215.00 h	428.10 fg	321.55 f	235.49 hı	265.08 fgh	250.29 de
Tk384	566.80 a-e	231.70 h	399.25 ef	242.86 ghı	193.15 ı	218.00 e
Ortalama	487.38	468.68	478.03	307.28	288.71	297.99

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 6. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu tane koçan oranı ve hasatta nem oranı ortalamaları

Genotipler	Tane koçan oranı (%)			Hasat tane nemi (%)		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	83.47	83.20	83.33	23.73 b-f	18.13 ijk	20.93 bc
TTBM2017-2	82.57	83.93	83.25	22.27 fgh	18.20 ijk	20.23 cd
TTBM2017-3	80.27	83.73	82.00	25.30 b	16.97 kl	21.13 bc
TTBM2017-4	83.03	82.13	82.58	22.80 e-h	18.17 ijk	20.48 bcd
TTBM2017-5	83.00	82.37	82.68	22.03 gh	19.33 ı	20.68 bc
TTBM2017-6	83.47	81.67	82.57	23.03 d-g	19.37 ı	21.20 bc
Komp. Beyaz	82.20	82.33	82.27	19.47 ı	16.43 l	17.95 e
Ada353	82.27	83.93	83.10	28.50 a	23.57 c-g	26.03 a
P31w86	83.27	81.70	82.48	24.50 bcd	18.27 ijk	21.38 bc
P2948w	84.03	81.70	82.87	24.33 b-e	18.20 ijk	21.27 bc
Tk353	82.73	83.40	83.07	24.93 bc	18.57 ij	21.75 b
Tk534	81.37	83.13	82.25	21.40 h	17.40 jkl	19.40 d
Tk384	81.37	82.10	81.73	22.20 fgh	18.50 ijk	20.35 cd
Ortalama	82.54	82.72	82.63	23.42	18.55	20.98

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda TTBM2017-1 çeşidi % 83.33 ile en yüksek, Tk384 genotipi ise % 81.73 ile en düşük bulunmuştur

(Çizelge 6). Öz ve Kapar (2003) % 85.4; Öz ve ark. (2008) % 80 – 88; Özata ve ark. (2013) % 81.5 – 85.7;

Öz ve Cengil (2016) % 81.8 – 86.8 olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda hasat nemi bakımından, Ada353 genotipi % 26.03 ile en yüksek iken, TTBM2017-4, Tk384, TTBM2017-2, ve Tk534 genotipleri sırasıyla % 20.48, 20.35, 20.23 ve 19.40 ile en düşük olmuştur. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek hasat nemi % 28.50 ile Bafra lokasyonu Ada353 genotipte iken en düşük ise % 16.43 ve 17.40 ile sırasıyla Çarşamba lokasyonu Kompozit Beyaz ve Tk534 genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 6). Öz ve Kapar (2014) % 29.0; Vartanlı ve Emeklier (2007) % 21.15 – 28.60; Öz ve ark. (2008) % 16.3 – 24.8; Tezel ve Aksoyak (2008) % 15.1 – 23.3; Özata ve ark. (2013) % 20.6 – 29.7; Öz ve Cengil (2016) % 21.1 – 26.6 olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Genotipler, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonu bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda tane ham protein oranı Tk384, TTBM2017-4 ve Komp. beyaz genotipleri sırasıyla % 12.85, 12.38 ve 12.42 ile en yüksek iken, Ada353, Tk534, TTBM2017-

1, Tk353, TTBM2017-5, P2948w, P31w86 ve TTBM2017-2 genotipleri sırasıyla % 10.62, 10.67, 10.68, 11.05, 11.08, 11.14, 11.15, 11.19 ile en düşük olmuştur. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek ilk koçan yüksekliği % 13.60 ile Çarşamba lokasyonu Tk384 genotipte iken en düşük ise % 9.31 ile Çarşamba lokasyonu TTBM2017-1 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 7). Vartanlı ve Emeklier (2007) % 6.21 – 8.65; Olson ve Frey (1987) % 9.9 olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda TTBM2017-3, TTBM2017-5, Tk 534 ve Tk384 genotipleri sırasıyla % 5.45, 4.80, 4.69 ve 4.49 ile en yüksek olmuştur. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek yağ oranı % 6.02 ile Bafra lokasyonu TTBM2017-3 genotipte iken en düşük ise % 2.30 ile Bafra lokasyonu Kompozit Beyaz genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 7). Olson ve Frey (1987) % 3.5 – 6.0; Vartanlı ve Emeklier (2007) % 2.04 – 6.90 olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 7. Genotiplerin Bafra ve Çarşamba lokasyonu tane ham protein oranı ve tane ham yağ oranı ortalamaları

Genotipler	Tane ham protein oranı (%)			Tane ham yağ oranı (%)		
	Bafra	Çarşamba	Ortalama	Bafra	Çarşamba	Ortalama
TTBM2017-1	12.05 cd	9.31 ı	10.68 c	3.88 d-ı	4.02 d-ı	3.95 b
TTBM2017-2	12.27 bcd	10.12 hı	11.19 c	3.44 g-j	4.52 b-h	3.98 b
TTBM2017-3	11.91 cde	11.18 d-h	11.54 bc	6.02 a	4.89 a-f	5.45 a
TTBM2017-4	13.46 ab	11.31 d-h	12.38 ab	3.20 h-j	5.16 a-e	4.18 b
TTBM2017-5	11.49 d-g	10.66 e-h	11.08 c	4.10 d-ı	5.51 abc	4.80 ab
TTBM2017-6	11.90 cde	11.15 d-h	11.52 bc	3.24 h-j	4.50 c-h	3.87 b
Komp. Beyaz	13.03 abc	11.82 c-f	12.42 ab	2.30 j	5.86 ab	4.08 b
Ada353	11.12 d-h	10.12 hı	10.62 c	3.49 g-j	4.12 d-ı	3.80 b
P31w86	11.60 def	10.70 e-h	11.15 c	4.44 c-ı	3.49 g-j	3.96 b
P2948w	11.73 c-f	10.54 f-ı	11.14 c	3.09 ij	4.65 b-g	3.87 b
Tk353	11.95 cde	10.14 hı	11.05 c	3.74 f-ı	4.05 d-ı	3.89 b
Tk534	10.23 ghi	11.11 d-h	10.67 c	4.88 a-f	4.50 c-h	4.69 ab
Tk384	12.10 cd	13.60 a	12.85 a	3.80 e-ı	5.18 a-d	4.49 ab
Ortalama	11.91	10.90	11.41	3.81	4.65	4.23

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 8. Genotiplerin tane verimi değerleri (kg/da)

Genotipler	Bafra			Çarşamba			Ortalama		
TTBM2017-1	1159.45 ±	41.06	abc	858.82 ±	65.26	c-g	1009.14 ±	54.20	ab
TTBM2017-2	1026.25 ±	64.51	b-f	1150.75 ±	7.64	a-d	1088.50 ±	57.27	a
TTBM2017-3	842.63 ±	95.76	d-g	1031.85 ±	58.12	b-f	937.24 ±	71.81	abc
TTBM2017-4	931.89 ±	100.40	c-g	941.61 ±	79.76	c-g	936.74 ±	116.26	abc
TTBM2017-5	930.16 ±	46.53	c-g	687.63 ±	21.49	g	808.97 ±	75.36	bc
TTBM2017-6	734.85 ±	69.57	fg	879.72 ±	65.89	c-g	807.28 ±	293.01	bc
Komp. beyaz	1390.91 ±	60.08	a	850.40 ±	20.69	c-g	1120.65 ±	55.19	a
Ada353	1103.60 ±	39.12	a-e	927.97 ±	61.79	c-g	1014.29 ±	75.42	ab
P31w86	951.41 ±	96.65	c-g	1284.94 ±	90.83	ab	1118.17 ±	84.93	a
P2948w	750.21 ±	13.55	fg	861.41 ±	100.76	c-g	805.81 ±	78.04	bc
Tk353	680.75 ±	30.12	g	781.68 ±	34.71	fg	731.21 ±	34.80	cd
Tk534	304.59 ±	23.56	h	771.91 ±	16.12	fg	538.25 ±	22.25	d
Tk384	816.22 ±	21.37	efg	279.46 ±	78.18	h	547.84 ±	83.81	d
Ortalama	894.08 ±	179.21		869.63 ±	207.45		881.85 ±	192.60	

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Genotipler bakımından birleştirilmiş analiz sonucunda Komp. beyaz genotipi 1120.65 kg/da ile en yüksek tane verimi iken, Tk534 genotipi 538.25 kg/da ile en düşük olmuştur. Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre TTBM2017-1, TTBM2017-2, TTBM2017-3, TTBM2017-4, Komp. Beyaz, Ada353 ve P31w86 genotipleri sırasıyla 1009.14, 1088.50, 937.24 936.74, 1120.65 ve 1118.17 kg/da ile ilk sırada yer alırken, son grupta ise 731.21, 538.25 ve 547.84 kg/da ile sırasıyla Tk353, Tk534 ve Tk384 genotipleri yer almıştır. Lokasyon bakımından incelendiğinde, Bafra lokasyonu ile Çarşamba lokasyonu arasında 24.45 kg/da fark olduğu tespit edilmiştir. Lokasyon genotip interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise en yüksek tane verimi 1390.91 kg/da ile Bafra lokasyonu Ada353 genotipte iken en düşük ise 279.46 kg/da ile Çarşamba lokasyonu Tk384 genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 8). Ayrancı ve Sade (2004) 644 – 1091 kg/da; Öz ve Kapar (2003) 845 – 1190 kg/da; Tiftikçi ve Egesel (2011) 1039.7 – 1272.5 kg/da; Öz ve ark. (2008) 949.0 – 1258.0 kg/da; Tezel ve Aksoyak (2008) 616.0 – 1375.0 kg/da; Özata ve ark. (2013) 909.4 – 1224.0 kg/da; Yılmaz ve Han (2016) 1607.0 kg/da; Özata ve Öz (2014) 738.0 – 1098.6 kg/da; Öz ve Cengil (2016) 899.0 – 1193.0 olduğu tespit edildikleri çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

4. Sonuç

İnsanoğlunun kültüre aldığı en eski tarla bitkilerinden biri olan mısır, yüksek verim yanında, hayvan yemi, endüstride ve özellikle insan yiyeceği olarak beyaz atdışı ile sert mısır çeşitlerinin Karadeniz bölgesi için özel bir önemi vardır. Ülkemizde hibrit mısır tohumluğunun yaklaşık % 95'ini yabancı çeşitler oluşturmakta, yerli çeşitlerimizin payı % 5'i geçmemektedir.

Bu çalışmada, en yüksek tane verimi 1390.91 kg/da ile Bafra lokasyonunda Ada353 genotipte elde edilirken, en düşük ise 279.46 kg/da ile Çarşamba lokasyonunda Tk384 genotipinde tespit edilmiştir. Bafra ve Çarşamba lokasyonları birlikte değerlendirildiğinde Ada353, P31w86, TTBM2017-2 genotipleri sırasıyla 1120.65, 1118.17 ve 1088.50 kg/da ile en yüksek tane verimine sahip iken, Tk534 genotipi 514.17 kg ile en düşük tane verimine sahip olmuştur. Tane verimi bakımından incelendiğinde, Bafra lokasyonu için Ada353 genotipi ön plana çıkarken, Çarşamba lokasyonunda ise P31w86 genotipi diğer genotipleri geride bırakmıştır. Bu iki çeşit diğer genotiplerden daha üstün olduğu için bölge için önerilmektedir. Ayrıca, tanede ham yağ oranı bakımından TTBM2017-3 genotipi, tanede ham protein oranı bakımından ise Tk384 genotipi önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenen PYO.ZRT.1904.17.050 nolu projeden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2001. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (Mısır-Zea mays L.). www.tugem.gov.tr/document/misir_teknik_talimati.doc. Ankara.
- Anonim, 2010. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (Mısır-Zea mays L.). www.tugem.gov.tr/document/misir_teknik_talimati.doc. Ankara
- Anonim, 2019. Mısır durum/tahmin raporu.tarımsal ekonomi ve politika geliştirme enstitüsü, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%20C4%B1/2018-2019%20Durum-%20Tahmin%20Raporlar/M%20C4%B1s%4%B1r%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202017-2018-308.pdf> . (Erişim tarihi: 25.05.2019)
- Ayrancı, R., B. Sade., 2004. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek atdışı melez mısır (*Zea mays L. indentata* Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, (2004) 2: 6-14, Konya
- Bayramoğlu, Z., Bozdemir, M., 2018. Türkiye' de üretilen mısırın ekonomik gelişim seyri. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(8): 1092-1100.
- Cengiz, R., 2006. Mısır hatları arasındaki 8x8 yarım diallel melez döllerinde verim ve verim unsurlarının kalımları üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 160 s.
- Cengiz, R., 2016. Türkiye'de kamu mısır araştırmaları, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2016, 25 (Özel sayı-1):304-310
- Dudley, J.W., Moll R.H., 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.* 9: 257-261.)
- Gençtürk, F., 2007. Bazı silajlık mısır çeşitlerinin Erzurum ovası koşullarında yetiştirilme olanakları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kırtok, Y., 1998. Mısır üretimi-3, *Cine Tarım Dergisi*, Aylık Tarım Dergisi, Yıl:1, Sayı:11, s:24-25.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R., 2014. Determination of grain maize properties of some maize (*Zea mays L.*) cultivars under middle Kizilirmak basin ecological conditions. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* , 24 (3) , 233-240 . DOI: 10.29133/yyutbd.236254

- Kün, E., 1997, Tahıllar II (Sıcak İklim Tahılları), Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1452, Ders Ktiabı No: 432, Ankara.
- Olson, R.A., Frey, K.J., 1987. Nutritional quality of cereals grains: genetic and agronomic improvement, American Society of Agronomy. Number 28, 511 pps, USA,
- Öner, F., Aydın, İ., Sezer, İ., Gülümser, A., Mut, Z., 2011. Samsun koşullarında bazı hibrit mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:559-562, Bursa.
- Öner, F., Gulumser, A., 2014. Determination of some agronomical characteristics of local flint corn (*Zea mays L. indurata*) genotypes in the black sea region of turkey. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 2, 2014.
- Öz, A., Cengil, B., 2016. A Study on adaptation of some maize cultivar in middle Kızılırmak basin. Journal of Applied Biological Sciences, 10(1): 1-7.
- Öz, A., Kapar, H., 2003. Samsun koşullarında geliştirilen çeşit aday mısırların verim öğelerinin belirlenmesi ve stabilite analizi. Ankara Üniv., Zir. Fak., Tarım Bilimleri Der., Cilt:9 (4), 454-459.
- Öz, A., Tezel, M., Kapar, H., Üstün, A., 2008. Samsun ve Konya şartlarına uygun mısır çeşitlerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, 137-146.
- Özata, E., Geçit, H.H., Öz, A., Ünver İkincikarakaya, S., 2013. Atdışi hibrit mısır adaylarının ana ürün koşullarında performanslarının belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Yıl: 2013 - Cilt: 3 - Sayı: .
- Özata, E., Kapar, H. 2011. Atdışi mısır yoklama melezlerinin verim ve bazı verim öğeleri. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:441-444, Bursa.
- Özata, E., Öz. A., 2014. Atdışi hibrit mısır adaylarının ana ürün koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 7 (2): 01-07, 2014.
- Palta, C., Karadavut, U., Tezel, M., & Aksoyak, S. (2011). Agronomic performance of some corn cultivars (*Zea mays L.*) in Middle Anatolia. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(14), 1901-1905.
- Sayaslan A., Gökmen S., Ülger A.C., Sakin M.A., Öz A. ve Duman A., 2010. Farklı bölgelerde ana ürün koşullarında yetiştirilen melez atdışi mısır (*Zea mays indentata L.*) Çeşitlerinin verim ve yaş öğütme kalitesinin belirlenmesi. TOVAG-1070800 Nolu Proje Sonuç Raporu, s. 76
- Sezer İ. ve Gülümser A., 1999. Çarşamba ovasında ana ürün olarak yetiştirilebilecek mısır çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. C.1. Genel Tahıllar, 275-280. 15-18 Kasım 1999 Adana.
- Tezel M, Aksoyak Ş (2008). Konya koşullarında bazı tek melez mısır genotiplerinin performanslarının belirlenmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi. 2: 1-4
- Tiftikci, H., Egesel, C.Ö., 2011. Türkiye’de yetiştirilen melez mısır çeşitlerinin bazı tarımsal özellikler bakımından incelenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale.
- Vartanlı S, Emeklier HY (2007). Ankara koşullarında hibrit mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 13 (3): 195-202.
- Yılmaz, N., Han, E., 2016. Giresun ekolojik koşullarında bazı mısır çeşitlerinin tane verimi ve verim öğelerinin belirlenmesi, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 6(3): 171-176, 2016



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/ omuanajas.592579

The determination of optimum thermal insulation thickness for external walls of laying hen houses

Erdem Küçüktopcu, Bilal Cemek*

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: bcemek@omu.edu.tr

Geliş/Received 16/07/2019 Kabul/Accepted 23/09/2019

ABSTRACT

One of the main objectives of the energy strategy of any country is conservation. Thermal insulation is of utmost importance in the context of energy conservation. Therefore, this study aims to optimize insulation layer for the ten cities of Turkey which have the highest number of laying hens. The yearly heating and cooling loads were determined by using degree day method. Then optimum insulation thickness, energy savings, payback periods and CO₂ emission were computed for Rock wool (RW) and Glass wool (GW) insulation materials. Results indicated that the optimum thickness of insulation for RW insulation material varies between 0.046 and 0.159 m, energy savings range between 35.42% and 74.56%, and payback periods were between 0.67 and 2.00 years, while for GW insulation material optimum insulation thickness varies from 0.045 and 0.150 m, energy savings vary in the range of 42.17% and 77.72%, and payback periods were between 0.61 and 1.72 years depending on the city, and type of fuel. The lowest CO₂ emission reductions (64.79%) were obtained for İzmir with natural gas and RW insulation material are used, while the highest value (88.76%) was achieved for Kayseri with LPG and GW insulation.

Keywords:
Energy conservation
Emission
Insulation
Laying hens

Yumurta tavuğu kümeslerinin dış duvarları için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi

ÖZET

Bir ülkenin enerji stratejisinin temel hedeflerinden biri de enerji tasarrufudur. Isı yalıtımı enerjinin korunumun da önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, bu çalışma da Türkiye’de en fazla yumurta tavuğu yetiştiren on il için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Derece gün yöntemi kullanılarak yıllık ısıtma ve soğutma yükleri belirlendikten sonra taş yünü (RW) ve cam yünü (GW) yalıtım malzemeleri için optimum yalıtım kalınlığı, enerji tasarrufu, geri ödeme süreleri ve CO₂ emisyonları hesaplanmıştır. Sonuç olarak şehir ve yakıt türüne bağlı olarak RW yalıtım malzemesi için optimum yalıtım kalınlığının 0.046 ile 0.165 m arasında, enerji tasarrufunun %35.42 ile %74.56 arasında ve geri ödeme süresinin 0.67 ile 2.00 yıl arasında olduğu, GW yalıtım malzemesi içinse optimum yalıtım kalınlığının 0.045 ile 0.150 m arasında, enerji tasarrufunun %42.17 ile %77.72 arasında ve geri ödeme süresinin 0.61 ile 1.72 yıl arasında değiştiği belirlenmiştir. CO₂ emisyonundaki en düşük azalma oranı (%64.79) İzmir ili için doğalgaz ve RW yalıtım malzemesi kullanıldığı zaman, en yüksek azalma oranı ise (%88.76) LPG ve GW yalıtım malzemesi ile Kayseri’de elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Enerjinin korunumu
Emisyon
Yalıtım
Yumurta tavukları

© OMU ANAJAS 2019

1. Introduction

The concept of ‘energy conservation’ is a critical issue worldwide, due to global energy resources nearing exhaustion and rising energy costs (Petrecca, 2014). Faced with reports about the exploitation of energy resources, some national governments focused on resource conservation and sustainability. Various

policies to decrease energy demand have been implemented. A common strategy for reducing energy demand in buildings is to enhance the thermal insulation of their envelopes. Implementing insulation not only improves the energy efficiency of a building, it also improves the quality of the indoor environment (Anastaselos et al., 2017).

Energy savings increased with the increasing insulation thickness. However, the cost of insulation investment will increase linearly with the thickness of insulation material (Ozel, 2011). Thus, the economic analysis should be considered in determining the ideal insulation thickness.

The costs of insulation and fuel are the two important parameters that affect the total cost of heating and cooling in insulated buildings. As the thickness of insulation increases, heat loss reduces and energy savings increase accordingly (Zhu et al., 2011). The fuel costs decrease as heat losses are reduced. On the other hand, increasing insulation thickness results in an increase in initial investment costs. However, the price of the fuel and insulation is lowered until a certain thickness insulation value is achieved and then its again increased. The minimum point of the cost curve is the optimal thickness value of the insulation.

Despite the existence of various studies on the ideal insulation thickness material in residential buildings for many different countries (Ashouri et al., 2016; Barrau et al., 2014; Bolattürk, 2008; Daouas, 2011; Gelegenis and Axaopoulos, 2017; Liu et al., 2015; Ramin et al., 2016; Vincelas and Ghislain, 2017; Yu et al., 2009; Yuan et al., 2016; Zhu et al., 2011), to date there are no comprehensive studies on calculation of optimum insulation thickness in livestock buildings. Livestock buildings theoretically provide protection from adverse climatic conditions depending on housing quality (Legrand et al., 2009). Therefore, proper design of buildings using insulation materials in agricultural industry is inevitable for maximizing energy savings. The most important need of livestock buildings is to prevent undesirable temperature transmission which can affect animal performance and health during the harsh summer and winter periods. In livestock buildings, most of the energy is used for heating in colder regions, and for cooling in warmer regions.

Poultry, the leading agricultural sector in Turkey, has achieved considerable progress and great economic contribution. With approximately 1,900 million tons annually as the world's 8th biggest poultry producer (USDA, 2016), Turkey aims to be the world's leading poultry industry in the next decade. To accomplish this goal, poultry houses should be designed as an environment in which flocks can be maximized while the total production costs minimized. Thermal insulation is one of the most efficient ways to reduce total costs in buildings. The implementation of insulation not only helps to reduce fuel costs, but also to ensure bird health and well-being.

Social concerns about animal comfort and welfare have been increasing considerably over the last few decades in many European countries and beyond, which have created global awareness (Blokhuys et al., 2013). Temperature is one of the main parameters that affect animal comfort and welfare. Birds can retain over a wide range of ambient temperatures in their body like homoeothermic animals. For laying hens, the most

comfortable temperature is 18-24 °C (Holik, 2009). Temperature above these ranges reduces appetite and increases the rate of mortality in a flock. Therefore, buildings have to be designed and managed to ensure a comfortable temperature.

Based on the above, the goal of this work is to determine optimum insulation thickness and then calculate the energy savings, payback periods, and CO₂ emissions resulting from use of insulation for hen houses. To achieve this objective, ten cities in Turkey with the highest number of laying hens are selected and analyzed.

2. Materials and Methods

2.1. The structure of building wall

In this study, the hollow brick, a construction material widely used in poultry buildings, was selected as building material. The insulated composite wall (from inside to outside) comprises a 2 cm lime based plaster, 19 cm hollow brick, 3 cm cement-based plaster and insulation layer placed on external surface as shown in Figure 1. For all selected cities, this wall structure was used for calculation. Two insulation materials, Rock wool (RW) and Glass wool (GW), were selected to determine optimum insulation thickness since they are the most cost-effective materials.

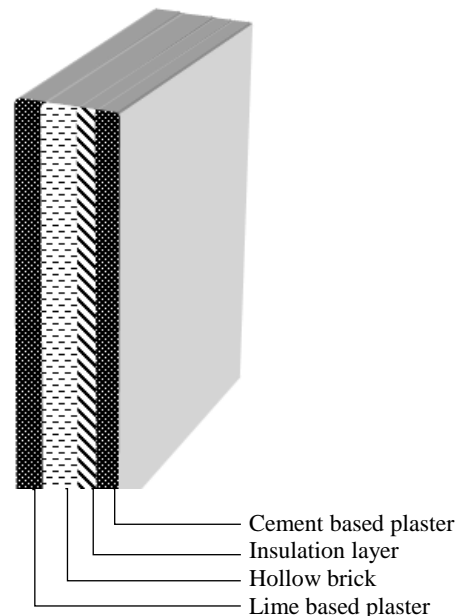


Figure 1. The wall structure

2.2. Degree days method

Many energy analysis techniques can be used for estimating energy requirements, however, the degree days (DDs) method is the one of the most practical and well-known method (Indraganti and Boussaa, 2017; Roshan et al., 2017). The calculation of DDs is based on reference temperature. If the outdoor temperature is higher than reference temperature, there is a cooling requirement of environment and if outdoor temperature is lower than reference temperature, there is a heating requirement of environment. The measurement of heating degree days (HDD) and cooling degree days (CDD) plays an important role in determining the thermal needs of building in different locations and assessing the annual energy demands. To determine the annual HDD and CDD of selected cities, base temperature was taken 18 °C for heating and 24 °C for cooling (Holik, 2009).

The heat transfer process through a unit area of external wall is computed as follows,

$$q = U \times \Delta T \tag{1}$$

where U is the coefficient of total heat transfer ($W\ m^{-2}\ K^{-1}$), ΔT is difference between average daily temperature and reference temperature. The annual heat loss or gain in unit area ($W\ m^{-2}$) is determined with Eq. (2) and Eq. (3).

$$q_H = 86400 \times HDD \times U \tag{2}$$

$$q_C = 86400 \times CDD \times U \tag{3}$$

The annual amount of energy required for heating and cooling is calculated by the following equations (Kurekci, 2016).

$$E_{AH} = \frac{86400 \times HDD \times U}{\eta_s} \tag{4}$$

$$E_{AC} = \frac{86400 \times CDD \times U}{COP} \tag{5}$$

where η_s is combustion system efficiency, COP is cooling system performance.

2.3. Optimum insulation thickness

Life-cycle cost analysis (LCCA) is used to evaluate investments by comparing all their initial and future expected benefits with all their initial and future expected costs. By determining present worth factor (PWF) and lifetime (N), annual energy cost calculated. The PWF is calculated based on interest rate (i) and inflation rate (g) as follows.

The interest rate adjusted for inflation rate r is given by (Hasan, 1999).

$$r = \begin{cases} \frac{i-g}{1+g}; & i > g \\ \frac{g-i}{1+i}; & i < g \end{cases} \tag{6}$$

$$PWF = \frac{(1+r)^N - 1}{r(1+r)^N} \tag{7}$$

where N is the lifetime assumed to be 20 years (Mahlia and Iqbal, 2010; Mahlia et al., 2007; Yu et al., 2009).

Annual heating and cooling fuel cost for unit surface can be determined from the following equations,

$$C_{AH} = \frac{86400 \times HDD \times C_f}{(R_{wt} + R_{ins}) \times H_u \times \eta_s} \tag{8}$$

$$C_{AC} = \frac{86400 \times CDD \times C_e}{(R_{wt} + R_{ins}) \times COP} \tag{9}$$

where C_f is the fuel price, C_e is the electricity price, R_w is total heat resistance of the wall with non-insulation ($m^2\ K\ W^{-1}$), R_{ins} is the heat resistance of the insulation layer ($m^2\ K\ W^{-1}$), and H_u is the lower heating values of fuels.

The cost of insulation is calculated as:

$$C_{ins} = C_I \times d \tag{10}$$

where C_I and d is the insulation cost and thickness, respectively.

The total cost of insulated building is given as,

$$C_{THC} = (C_{AH} \times PWF + C_{ins}) + (C_{AC} \times PWF + C_{ins}) \tag{11}$$

The optimum insulation thickness for heating and cooling is calculated as follows,

$$d_{opt,H} = 293.94 \times \left(\frac{HDD \times C_f \times PWF \times k}{C_I \times \eta_s \times H_u} \right)^{1/2} - k \times R_{wt} \tag{12}$$

$$d_{opt,C} = 293.94 \times \left(\frac{CDD \times C_e \times PWF \times k}{C_I \times COP} \right)^{1/2} - k \times R_{wt} \tag{13}$$

The optimum insulation thickness can be calculated,

$$d_{opt,HC} = 293.94 \times \left[\left(\frac{HDD \times C_f \times PWF \times k}{C_I \times \eta_s \times H_u} \right) + \left(\frac{CDD \times C_e \times PWF \times k}{C_I \times COP} \right) \right]^{1/2} - k \times R_{wt} \tag{14}$$

Annual total net saving amount for buildings is found by:

$$A_{year,HC} = C_{pre} - C_{THC} \quad (15)$$

where k is the thermal conductivity of the insulation and C_{pre} is the pre-insulation heating-cooling cost.

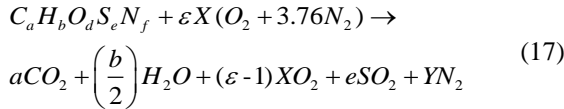
Payback period can be calculated as follows,

$$PP_{H,C} = \frac{C_{ins}}{A_{year,HC}} \quad (16)$$

2.4. Optimum insulation thickness

An increase in the thickness of the insulation decreases heat loss in houses and also reduces the fuel consumption and air pollution.

The general equation of combustion for fuel can be written as;



The constants X and Y are defined as:

$$X = \left(a + \frac{b}{4} + e - \frac{d}{2} \right) \quad (18)$$

$$Y = \left(3.76\varepsilon X + \frac{f}{2} \right) \quad (19)$$

The total CO₂ emission (kg CO₂ year⁻¹) from burning a fuel can be calculated as:

$$M_{CO_2} = \frac{44a}{M} \times M_f \quad (20)$$

where, M_f is yearly total burned fuel (kg year⁻¹) and M is molecular weight of the fuel (kg kmol⁻¹) can be written as follows,

$$M = 12a + b + 16d + 32e + 14f \quad (21)$$

$$M_f = \frac{86400 \times HDD}{(R_{wr} + R_{ins}) \times n_s \times H_u} \quad (22)$$

2.5. Analysis

The cities in Turkey with the highest number of laying hens and their degree days are calculated and presented in Table 1.

Table 1. Degree day values of selected cities in Turkey

City	Number of laying hens	Elevation (m)	Latitude	Longitude	HDD	CDD
Afyon	18469	1033.74	38.75	30.53	3448	137
Konya	11557	1028.59	37.87	32.48	3506	176
Balıkesir	6621	147.00	39.65	27.87	2641	241
İzmir	5647	28.55	38.43	27.17	1781	429
Ankara	4530	890.52	39.95	32.88	3303	170
Bursa	4450	100.32	40.23	29.02	2602	212
Manisa	4315	71.00	36.62	27.43	2197	487
Çorum	4229	775.91	40.55	34.95	3564	135
Kayseri	3727	1093.00	38.75	35.48	3681	162
Gaziantep	2889	854.00	37.05	37.35	2647	475

The optimum thickness of insulation was determined for five fuel types including coal, natural gas, fuel oil, LPG and electricity. The C_f , H_u values of fuels and η_s are given in Table 2.

Also, economic analysis was conducted by LCCA. The parameters used in calculation process are given in Table 3.

Table 2. Prices, lower heating values and efficiencies of heating systems

Fuel	H_u	η_s	C_f
N. gas	34518000 J m ⁻³	0.90	0.313 \$ m ⁻³
Coal	21112500 J kg ⁻¹	0.65	0.196 \$ kg ⁻¹
Fuel-oil	41317000 J kg ⁻¹	0.80	0.737 \$ kg ⁻¹
LPG	46442400 J kg ⁻¹	0.88	1.752 \$ kg ⁻¹
Elect.	3598240 J kWh ⁻¹	0.99	0.119 \$ kWh ⁻¹

Table 3. Parameters used in calculation

Parameter	Value
Heating and cooling degree days	See Table 1
Fuel	See Table 2
Insulation	
Rock wool	
Conductivity, k	0.040 W m K ⁻¹
Cost, C_I	80 \$ m ⁻³
Glass wool	
Conductivity, k	0.032 W m K ⁻¹
Cost, C_I	75 \$ m ⁻³
External wall	
2 cm internal plaster (lime-based)	0.087 W m K ⁻¹
19 cm brick	0.450 W m K ⁻¹
3 cm external plaster(cement-based)	1.400 W m K ⁻¹
R_{wt}	0.625 m ² K W ⁻¹

3. Results and Discussions

Thermal insulation plays a key role in energy management applications. Since the insulation system is so vital for energy conservation, the proper selection of this system is of great importance (Lucas and Ferreira, 2010). By determining the proper insulation thickness, the economic trade-offs between insulation costs and energy savings are considered.

Figure 2 presents the impact of insulation thickness on the total cost over the lifetime of 20 years with GW insulation material in Ankara. The figure demonstrates that the total cost curve is at minimum the optimal insulation thickness.

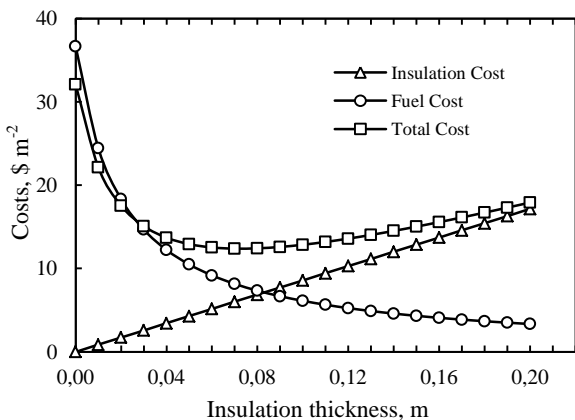


Figure 2. Effect of insulation thickness on the total cost for Ankara

The optimum insulation thickness for the other cities are calculated and shown in Figure 3. The insulation

thickness reaches peak values due to harsh climate conditions and higher fuel expenses for both insulation materials, as expected (Çetintaş and Yılmaz, 2018).

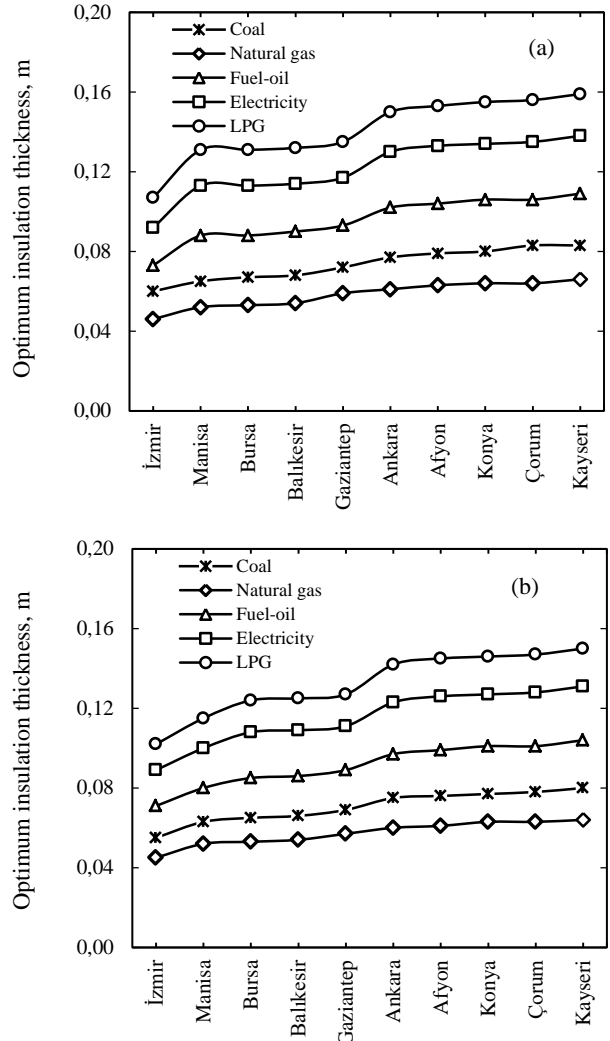


Figure 3. Optimum insulation thickness for (a) RW and (b) GW in selected cities

The percentages of energy savings were calculated as the costs difference between the cost of both heating and cooling insulated and uninsulated cases. The variations of energy savings versus selected cities with respect to the fuel types are shown in Figure 4. Increasing the fuel costs raises the net energy savings. The greatest energy savings for the ten cities is achieved using LPG, followed by electricity, fuel-oil, coal, and natural gas. As mentioned by Kurekci (2016), the ranking would change depending on variation in fuel prices. Also, energy savings increases with severe climatic conditions. Thus, energy savings are more important for colder climate conditions and higher fuel prices (Aktemur, 2018). When compared to the two insulation materials used in this study, energy savings take higher values with GW insulation.

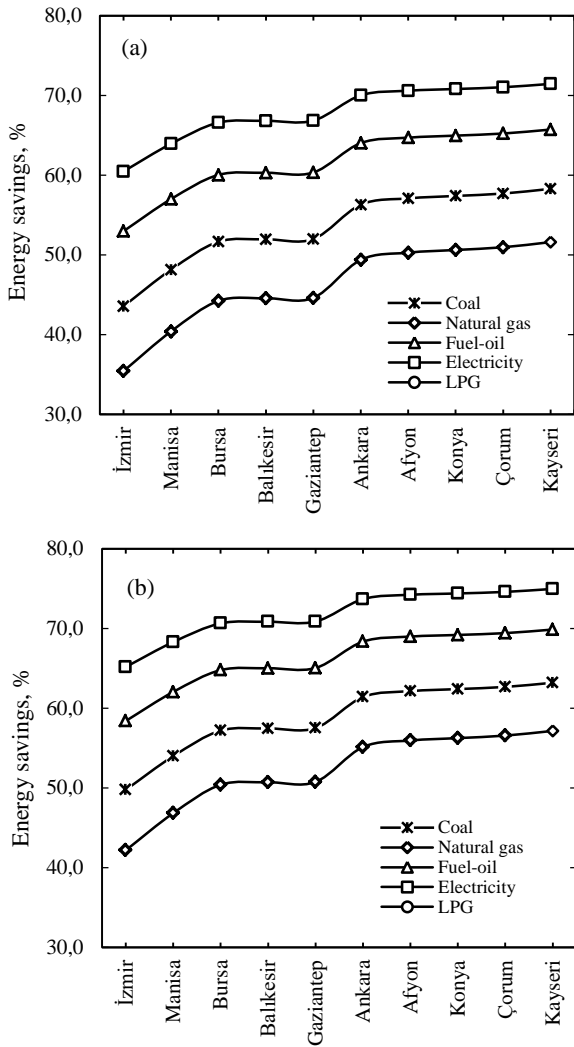


Figure 4. Energy savings (%) for (a) RW and (b) GW in selected cities

Table 4. Emission of CO₂ (kg year⁻¹) obtained different cities and fuels for Without insulation (WI), Rock wool (RW) and Glass wool (GW) insulation materials

City	Coal			Natural gas			Fuel-oil			LPG		
	WI	RW	GW	WI	RW	GW	WI	RW	GW	WI	RW	GW
İzmir	55.9	16.5	16.2	20.5	7.2	7.2	24.0	6.1	5.5	20.2	3.8	3.3
Manisa	69.0	19.2	17.9	25.3	8.2	8.0	29.6	6.6	6.1	24.9	4.0	3.7
Bursa	81.7	22.2	19.5	30.0	9.6	8.6	35.0	7.8	6.6	29.5	4.7	4.0
Balıkesir	83.0	22.3	19.5	30.4	9.6	8.7	35.6	7.8	6.7	30.0	4.8	4.0
Gaziantep	83.1	22.4	19.8	30.5	9.7	8.7	35.7	7.8	6.7	30.1	4.8	4.0
Ankara	103.7	25.4	21.8	38.1	11.1	9.6	44.5	8.8	7.4	37.5	5.4	4.5
Afyon	108.3	26.0	22.1	39.7	11.3	9.8	46.4	9.0	7.6	39.1	5.5	4.5
Konya	110.1	26.2	22.5	40.4	11.3	9.9	47.2	9.0	7.6	39.8	5.5	4.6
Çorum	111.9	26.9	22.6	41.1	11.5	10.0	48.0	9.2	7.7	40.5	5.6	4.6
Kayseri	115.6	26.8	22.9	42.4	11.6	10.1	49.6	9.3	7.8	41.8	5.7	4.7

The emissions of CO₂ are presented in Table 4 for without insulation (WI), and optimum thicknesses of RW and GW. It is observed that the highest emission of CO₂ is reached with coal and the emission of CO₂ decreases by the use of insulation materials (Figure 5). In addition, it can be seen that when the region is much colder, the reduction rate of CO₂ is larger. When total reduction of CO₂ discharges is investigated after insulation, the minimum reduction value (64.79%) appears in warmest zone (İzmir) with natural gas and RW insulation material, on the other hand, the coldest zone (Kayseri) has the maximum value (88.76%) with LPG and GW insulation materials. Thus, in order to decrease the CO₂ emission due to poultry production, insulation on the exterior walls in colder climates should be considered in Turkey. Similar results were reported in literature (Agra et al., 2011; Evin and Ucar, 2019; Gürel and Daşdemir, 2011; Yildiz et al., 2008).

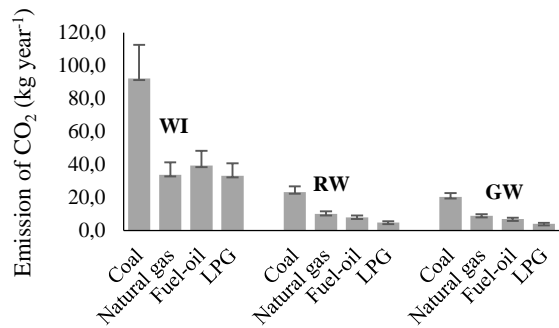


Figure 5. Emission of CO₂ for different fuels

Table 5. Optimum insulation thickness at external walls of buildings both heating and cooling ($d_{opt,HC}$), energy savings (A_{HC}) and payback periods (PP_{HC}) for RW material

City	Coal			Natural gas			Fuel-oil			LPG			Electricity		
	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)
İzmir	0.060	43.55	1.68	0.046	35.42	2.00	0.073	52.98	1.34	0.107	64.60	0.96	0.092	60.48	1.09
Manisa	0.065	48.14	1.52	0.052	40.39	1.78	0.088	57.00	1.20	0.131	67.78	0.87	0.113	63.94	0.99
Bursa	0.067	51.65	1.39	0.053	44.23	1.66	0.088	60.04	1.11	0.131	70.16	0.80	0.113	66.60	0.91
Balıkesir	0.068	51.95	1.38	0.054	44.56	1.63	0.090	60.30	1.10	0.132	70.37	0.79	0.114	66.82	0.90
Gaziantep	0.072	51.99	1.36	0.059	44.61	1.63	0.093	60.34	1.10	0.135	70.40	0.79	0.117	66.85	0.90
Ankara	0.077	56.30	1.23	0.061	49.38	1.46	0.102	64.03	0.98	0.150	73.25	0.71	0.130	70.02	0.80
Afyon	0.079	57.09	1.20	0.063	50.28	1.44	0.104	64.71	0.96	0.153	73.78	0.70	0.133	70.60	0.78
Konya	0.080	57.40	1.19	0.064	50.62	1.43	0.106	64.97	0.95	0.155	73.98	0.69	0.134	70.82	0.78
Çorum	0.083	57.70	1.18	0.064	50.96	1.40	0.106	65.23	0.95	0.156	74.18	0.68	0.135	71.04	0.77
Kayseri	0.083	58.29	1.17	0.066	51.61	1.39	0.109	65.73	0.93	0.159	74.56	0.67	0.138	71.46	0.76

Table 6. Optimum insulation thickness at external walls of buildings both heating and cooling ($d_{opt,HC}$), energy savings (A_{HC}) and payback periods (PP_{HC}) for GW material

City	Coal			Natural gas			Fuel-oil			LPG			Electricity		
	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)	$d_{opt,HC}$ (m)	A_{HC} (%)	PP_{HC} (year)
İzmir	0.055	49.76	1.47	0.045	42.17	1.72	0.071	58.41	1.19	0.102	68.87	0.87	0.089	65.18	0.98
Manisa	0.063	53.99	1.33	0.052	46.83	1.54	0.080	62.05	1.07	0.115	71.71	0.78	0.100	68.31	0.89
Bursa	0.065	57.19	1.23	0.053	50.40	1.45	0.085	64.79	0.99	0.124	73.82	0.72	0.108	70.65	0.82
Balıkesir	0.066	57.46	1.22	0.054	50.71	1.43	0.086	65.02	0.99	0.125	74.00	0.72	0.109	70.85	0.81
Gaziantep	0.069	57.52	1.21	0.057	50.75	1.42	0.089	65.05	0.98	0.127	74.03	0.72	0.111	70.88	0.81
Ankara	0.075	61.41	1.09	0.060	55.13	1.29	0.097	68.36	0.88	0.142	76.57	0.64	0.123	73.69	0.73
Afyon	0.076	62.15	1.07	0.061	55.96	1.27	0.099	68.99	0.87	0.145	77.06	0.63	0.126	74.24	0.72
Konya	0.077	62.41	1.06	0.063	56.26	1.26	0.101	69.20	0.86	0.146	77.21	0.63	0.127	74.41	0.71
Çorum	0.078	62.68	1.06	0.063	56.57	1.24	0.101	69.43	0.85	0.147	77.38	0.62	0.128	74.60	0.70
Kayseri	0.080	63.20	1.04	0.064	57.16	1.23	0.104	69.88	0.84	0.150	77.72	0.61	0.131	74.98	0.69

The optimum insulation thickness at chosen cities with calculated percentages of energy savings and pay back periods are given in Table 5 and 6. An analysis of these findings indicate that the optimum thickness of insulation for RW insulation material changes between 4.60 and 15.90 cm, energy savings change between 35.42% and 74.56%, and payback periods were between 0.67 and 2.00 years, while for GW material ranges between 4.50 and 15.00 cm, energy savings range between 42.17% and 77.72%, and payback periods were between 0.61 and 1.72 years depending on the city, and cost of fuel. Increase in thickness of insulation material reduced annual fuel consumption and thus decreased emissions from combustion of fuels (Evin and Ucar, 2019). Whenever energy savings increase, the payback period shortens, and highest values are observed in the warmest region. On the other side, in the cold regions, the payback period is short, but insulation cost is higher. As a result, GW seems to be more reasonable option than RW considering energy savings and payback periods.

4. Conclusions

Thermal insulation is one of the best ways to conserve energy. However, it is unacceptable to provide maximum energy conservation without considering the cost of selected insulation method. In this paper, optimum insulation thickness were determined by considering two different insulation materials and five types of fuel. Calculations were made for ten cities in Turkey with the highest number of laying hens, and the following conclusions have been drawn based on the calculations.

The highest value for optimum insulation thickness (15.90 cm) was attained in Kayseri with the LPG fuel type and RW insulation material, while the lowest optimum insulation thickness (4.50 cm) was obtained in İzmir with the natural gas fuel type and GW insulation material.

The maximum value in energy savings (77.72%) was reached in Kayseri with the LPG fuel type and GW insulation material.

CO₂ emissions had the lowest value (3.30 kg year⁻¹) in İzmir when the GW insulation material and LPG as an energy source was used. Given the total environmental impact, the most appropriate fuel is LPG and the most appropriate insulation material is GW.

The shortest payback period (0.61 year) was attained in Kayseri with the LPG fuel type and GW insulation material.

In this study, the RW and GW insulation materials, and only one sample wall structure variation were taken into consideration when calculating optimum insulation thickness. In future studies, optimum thickness values to be calculated taking into account various insulation materials and wall structures are expected to be the most appropriate value for practical use.

References

- Agra, Ö., Özgür Atayılmaz, S., Demir, H., Teke, I., 2011. Environmental impact of optimum insulation thickness in buildings, World Renewable Energy Congress-Sweden, Linköping University Electronic Press, 8-13 May, Sweden, pp. 1813-1820.
- Aktemur, C., 2018. Determination of optimum insulation thicknesses, energy savings and environmental impacts with respect to heating and cooling degree-days for different climate regions of Turkey. *International Journal of Energy Applications and Technologies*, 5: 29-43.
- Anastaselos, D., Oxizidis, S., Papadopoulos, A.M., 2017. Suitable thermal insulation solutions for Mediterranean climatic conditions: a case study for four Greek cities. *Energy Efficiency*, 10: 1081-1098.
- Ashouri, M., Astarai, F.R., Ghasempour, R., Ahmadi, M.H., Feidt, M., 2016. Optimum insulation thickness determination of a building wall using exergetic life cycle assessment. *Applied Thermal Engineering*, 106: 307-315.
- Barrau, J., Ibanez, M., Badia, F., 2014. Impact of the optimization criteria on the determination of the insulation thickness. *Energy and Buildings*, 76: 459-469.
- Blokhuys, H., Veissier, I., Jones, B., Miele, M., 2013. The welfare quality® vision, Improving farm animal welfare. Springer, pp. 71-89.
- Bolattürk, A., 2008. Optimum insulation thicknesses for building walls with respect to cooling and heating degree-hours in the warmest zone of Turkey. *Building and Environment*, 43: 1055-1064.
- Çetintaş, K.F., Yılmaz, Z., 2018. A new approach to determine insulation material and thickness from a life-cycle perspective. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Energy*, 171: 171-181.
- Daouas, N., 2011. A study on optimum insulation thickness in walls and energy savings in Tunisian buildings based on analytical calculation of cooling and heating transmission loads. *Applied Energy*, 88: 156-164.
- Evin, D., Ucar, A., 2019. Energy impact and eco-efficiency of the envelope insulation in residential buildings in Turkey. *Applied Thermal Engineering*, 154: 573-584.
- Gelegenis, J., Axaopoulos, P., 2017. A Multi-Parametric Mathematical Approach on the Selection of Optimum Insulation Thicknesses in Buildings. *Buildings*, 7 (15): 1-26.
- Gürel, A.E., Daşdemir, A., 2011. Economical and environmental effects of thermal insulation thickness in four different climatic regions of Turkey. *International Journal of Renewable Energy Research*, 1: 1-10.
- Hasan, A., 1999. Optimizing insulation thickness for buildings using life cycle cost. *Applied energy*, 63: 115-124.

- Holik, V., 2009. Management of laying hens to minimize heat stress. *LohmannInformation*, 44: 16-29.
- Indraganti, M., Boussaa, D., 2017. A method to estimate the heating and cooling degree-days for different climatic zones of Saudi Arabia. *Building Services Engineering Research and Technology*, 38: 327-350.
- Kurekci, N.A., 2016. Determination of optimum insulation thickness for building walls by using heating and cooling degree-day values of all Turkey's provincial centers. *Energy and Buildings*, 118: 197-213.
- Legrand, A., Von Keyserlingk, M., Weary, D., 2009. Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92: 3651-3658.
- Liu, X., Chen, Y., Ge, H., Fazio, P., Chen, G., Guo, X., 2015. Determination of optimum insulation thickness for building walls with moisture transfer in hot summer and cold winter zone of China. *Energy and Buildings*, 109: 361-368.
- Lucas, S., Ferreira, V., 2010. Selecting insulating building materials through an assessment tool. Portugal SB10 sustainable building affordable to all, 745-752, 17-19 March 2010, Algavre.
- Mahlia, T., Iqbal, A., 2010. Cost benefits analysis and emission reductions of optimum thickness and air gaps for selected insulation materials for building walls in Maldives. *Energy*, 35: 2242-2250.
- Mahlia, T., Taufiq, B., Masjuki, H., 2007. Correlation between thermal conductivity and the thickness of selected insulation materials for building wall. *Energy and Buildings*, 39: 182-187.
- Ozel, M., 2011. Effect of wall orientation on the optimum insulation thickness by using a dynamic method. *Applied Energy*, 88: 2429-2435.
- Petrecce, G., 2014. *Energy Conversion and Management*. Springer.
- Ramin, H., Hanafizadeh, P., Akhavan-Behabadi, M.A., 2016. Determination of optimum insulation thickness in different wall orientations and locations in Iran. *Advances in Building Energy Research*, 10: 149-171.
- Roshan, G.R., Ghanghermeh, A., Attia, S., 2017. Determining new threshold temperatures for cooling and heating degree day index of different climatic zones of Iran. *Renewable Energy*, 101: 156-167.
- USDA, F., 2016. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. United States Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service.
- Vincelas, F.F.C., Ghislain, T., 2017. The determination of the most economical combination between external wall and the optimum insulation material in Cameroonians' buildings. *Journal of Building Engineering*, 9: 155-163.
- Yildiz, A., Gurlek, G., Erkek, M., Ozbalta, N., 2008. Economical and environmental analyses of thermal insulation thickness in buildings. *Journal of Thermal Science and Technology*, 28: 25-34.
- Yu, J., Yang, C., Tian, L., Liao, D., 2009. A study on optimum insulation thicknesses of external walls in hot summer and cold winter zone of China. *Applied Energy*, 86: 2520-2529.
- Yuan, J., Farnham, C., Emura, K., Alam, M.A., 2016. Proposal for optimum combination of reflectivity and insulation thickness of building exterior walls for annual thermal load in Japan. *Building and Environment*, 103: 228-237.
- Zhu, P., Huckemann, V., Fisch, M.N., 2011. The optimum thickness and energy saving potential of external wall insulation in different climate zones of China. *Procedia Engineering*, 21: 608-616.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.447691

Response of cereal supply in Burkina Faso to the introduction of agribusiness

Babou Sogue, İbrahim Yılmaz, Handan Akcaoz*

Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Antalya

*Sorumlu yazar/corresponding author: hvurus@akdeniz.edu.tr

Geliş/Received 25/07/2018

Kabul/Accepted 09/09/2019

ABSTRACT

Since 1990, cereal production in the former Sissili, Burkina Faso, has experienced sustained growth, which some consider extensive despite the introduction of agribusiness around 1995. Therefore, this study was, conducted to identify the determinants of this growth and the impact of the agribusiness introduction on cereal supply. For this purpose, the Nerlove production function was used to identify the determinants of production of the main cereals using time series data. In addition, the breakpoint in average tests of Alexandersson on these series were applied to detect the changes induced by the introduction of agribusiness. According to this study, the production of different cereals depends on areas planted, rainfall, past production and not price. In addition, the main cereal (corn) exploited by agribusiness men has not experienced a average-break in its yield. Finally, the price does not influence the quantities produced and reflects that production is always subsistence and not profit-oriented despite the introduction of agribusiness.

Anahtar Sözcükler:
Cereal
Supply response
Nerlove Model
Standard Normal
Homogeneity Test
Former Sissili

Burkina Faso'daki ticari tarım işletmelerinin tahıl sektörüne girişinin arz duyarlılığı

ÖZET

Burkina Faso'da eski Sissili'de 1990'dan beri tahıl üretimi artmaktadır. Bu üretim artışının nedeni 1995 yılından itibaren büyük işletmelerin artışı ve gelişimi olarak düşünülebilir. Bu çalışma, bu büyümenin belirleyicilerini tanımlamak ve tarımsal işletmelerin büyüme üzerindeki etkisini belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla, zaman serisi verileri kullanılarak belli başlı tahılların üretiminde etkili olan faktörleri belirlemek için Nerlove üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Ayrıca bu zaman serileri üzerinde Alexandersson'un ortalama testlerdeki kesme noktası, tarımsal işletmelerden kaynaklanan değişiklikleri belirlemek için uygulanmıştır. Bu çalışmaya göre farklı tahılların üretimi fiyata değil, ekilen alan, yağış ve geçmişteki üretime bağlıdır. Buna ek olarak, temel ürün olan mısır üretiminde üreticiler mısır veriminde bir ortalama değeri elde edememişlerdir. Sonuç olarak, fiyat üretim miktarını etkilememekte, büyük işletmelerin sektöre giriş yapmasına rağmen üretim hala kâr odaklı olmayıp, geçimlik üretim şeklindedir.

Keywords:
Tahıl
Arz Duyarlılığı
Nerlove model
Standart normal
homojenlik testi
eski Sissili

© OMU ANAJAS 2019

1. Introduction

Burkina Faso's economy is strongly dominated by agriculture, which employs nearly 80% of the working population and contributes 32% to the Gross Domestic Product (GDP). Cereal crops such as millet, sorghum and maize are predominant with 78.69% of the area sown (Burkina Faso, 2015a). However, they face enormous production constraints such as irregular rainfall, non-fertile soil, and low utilization of agricultural inputs, low productivity of traditional cultivars, and the adverse effects of predators (FIDA, 2001). Despite all these constraints, agricultural

production has almost grow linearly in some cases and exponential in others since 1990s (Kaboré et al., 2015). Total production of millet, maize and sorghum increased by 116.78% between 1990 and 2014. The relative performance of cereal production was achieved in the context of the coexistence of family farming and agribusiness created by the National Council of the Revolution (NCR) to encourage large-scale exploitation in order to achieve productivity gains and food security.

NCR believes the economic theories of the 1960s that agricultural growth was a preliminary for economic growth and its take-off the economy (Rostow, 1960). Indeed, by the productivity gains it saves, it is able to feed a growing population, ensures the exports

necessary to the balance of foreign trade and allows the meeting of the necessary conditions for industrial development episode. The NCR acted effectively by providing agricultural areas with basic infrastructure and technical supervision of farmers through village groups and cooperatives, which achieved food self-sufficiency at the time. Unfortunately, the outline of the mutation was quickly short-circuited by the advent of the Agricultural Structural Adjustment Programs (ASAP), which reduced supervision and support for farmers, and substituted individual ownership to collective ownership. With the adoption of the Land and Agricultural Reorganization (LAR) Act in 1996, the government reintroduced the concept of land title to definitively destroy kolkhozes and collective ownership and give place to individual ownership and agribusiness.

Land liberalization has been a therapy of the shock for peasant agriculture, which was in a state of change under the impulse of the great family producers and the agricultural market. The gregarious movement and expropriator of the lands of the agribusiness men gave rise to a land raid and its hoarding. Indeed, in 2011 alone in Ziro province, there were already 190 new actors, the majority of whom were just coming in and had 6,474 hectares of land, of which 2,512 hectares were exploited (GRAF, 2011). The rest of the land neither exploited nor lent to the despoiled peasants is therefore inactive holdings or a hoarding of the rural land by the agribusiness men.

Despite the larger idling fertile land, the cereal output in the former Sissili has grown exponentially over the period 1990-2015, which deserves attention to its factors. Most of the literature describes it as extensive because it is done by increasing the factors of production mainly by the cultivated areas (Kaboré et al., 2015; Dai et al., 2004; Nicholson, 2005) and not by an improvement in yields.

The objective of this study is to estimate the reactions of the cereal supply to any change, and more specifically to the introduction of agribusiness in the area.

2. Material and Method

2.1. Study area

The former-Sissili is located in the center-west of Burkina Faso and borders with Ghana. Until 1995, it was made up of a single province of which Leo was the chief town. It stretched over 12,275 km². Its division into the provinces of *Ziro* (5,139 km²) and *Sissili* (7,136 km²) emanates from the national decentralization process which began in 1993 and culminated in 1995 to the erection of fifteen new provinces from the most crowded departments of their origin province. The annual growth rate of the population was 3.1% and it was estimated 334,544 inhabitants in 2015. The region was well watered (Ouedraogo, 2003) with average rainfall well above 800 mm. Traditional cereals such as sorghum, maize and millet account for more than 80% of tons production and also account for more than 86%

of the land sown. Sorghum was the most important cereal crop with an average production of 67,100 t and occupied 53.54% of the area sown. It is followed by maize which had an average production of 51,273 t and occupied 23.69% of the land. However, maize was the most productive speculation with an average yield of 1.81 t ha⁻¹ followed by sorghum 1.04 t ha⁻¹ and finally millet with 0.85 t ha⁻¹. But less than 10% of farmers produce because it is risky as evidenced by its coefficient of variation for corn, millet and sorghum were 90.97%, 33.83% and 29.66%, respectively. Therefore, the productive character of maize is, however, fully demonstrated only under conditions of adequate water supply and fertilization, which are more stringent than for millet and sorghum. Although, market-oriented farms could reduce the associated risk by investing in them and making larger profits in view of the profitability of the corn.

2.2. Analytical Approaches of Nerlovian Model

Neoclassical economic theory makes a fundamental difference between the supply and the production function. It relates the quantity of goods offered at a given price, which an economic agent or group of economic agents decides to sell. While production is a function of the inputs used and their combination. But the production, supply and even consumption functions of a subsistence agriculture are closely related and make it difficult to separate specification. There is a series of interferences of producers' decisions to produce, sell and consume. At the same time, producers are also consumers of what they produce. In fact, producers do not act separately as producers or consumers. The choices in these two areas are necessarily made simultaneously (Fraval, 2000) under the constraint of limited resources for which a permanent compromise exists between consumption and productive expenditure or investment. The agricultural producer is then sensitive to variations in the traditional parameters of supply, production and consumption. This distinction should only be considered as a necessary instrument for classification. In this respect, the contribution of Nerlove (1956, 1958) to the modeling of this behavior is very broad (Kaghoma, 2009), integrating supply and production elements into the same supply function. This is why this model is most commonly used in analyzes of the agricultural supply response (Janssen and Perthel, 1990; Sadoulet and DeJanvry, 1995).

In this study, the chosen function is estimated in a usual form in the econometric models of farmers' reaction to prices. First, by taking the lessons of the models inspired by the work of Nerlove (1967, 1979, 2002), we included producer price, the price of the previous year assimilated to a variable of price anticipation, and delayed production as an explanatory variable in the model. The real price was calculated by deducting the nominal price by the consumer price index. At the same time, the area planted by other cereals influences the overall level of production of the

target cereal and therefore it was considered as explanatory variables. Finally, a natural variable influencing production and rainfall heights in the region was also introduced as an explanatory variable. The adjustment was calculated over the period 1990-2015 using data from the General Directorate for the Promotion of the Rural Economy/Ministry of Agriculture, Hydraulics and Fishery Resources (DGPER/MAHRH), the National Institute of Statistics and Demography (Burkina Faso, 2000; 2009; 2011; 2014; 2015b) and the Department of Agricultural and Food Statistics and Forecasting (DPSAA) for area, yield and production data; the National Society for the Management of Food Security Stock (SONAGESS) (Burkina Faso, 2013; 2015a) for the prices.

Finally, the rainfall series were collected from the General Direction of Meteorology from 1990 to 2015. The distribution of each variable over time was given by the annual average of Sapouy and Leo.

In order to analyze the supply response, production, yield and area sown were selected as endogenous variables (McClelland and Vroomen, 1988). In this study, we will analyze the response of cereal supply through production, which is as follows:

$$Q^*_t = \alpha_0 + \alpha_1 P^*_t + \alpha_2 Z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Where: Q^*_t is the current production desired, P^*_t is the desired current price, Z_t is other exogenous variables influencing output, ε_t is the term of the perturbation is a white noise.

The production, effective or expressed at time t , is Q_t , whereas the desired production, planned or targeted, or the optimized production in the environment of t , is the unobservable variable Q^*_t of the price P_{t-1} . The adjustment process then describes the route by which Q_t progressively approaches Q^*_t , namely:

$$Q_t - Q_{t-1} = \delta(Q^*_t - Q_{t-1}) + U_t \text{ with } 0 \leq \delta \leq 1$$

$$Q_t = (1 - \delta)Q_{t-1} + \delta Q^*_t + U_t$$

The coefficient δ determines the adjustment speed. If $\delta = 0$, then there will be no adjustment at all, and if $\delta = 1$, equation (2) reduces to $Q_t = Q^*_t$, which means that the output is fully adjusts to the long-term target value and that the balance is achieved. After the elimination of Q^*_t , the model of partial adjustment of production can be written in equivalent form:

$$Q_t = a + b\delta \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i P^*_t + \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i U_{t-1} \quad (4)$$

Q_t converges to its long-term optimal production if and only if $\sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i$, tends to 1, that means $|1 - \delta| \leq 1$ so $0 \leq \delta \leq 2$. The condition according to which the adjustment coefficient δ must be between 0 and 1 (Hossein and Cummings 1977) is therefore necessary

but not sufficient since it is also satisfied when δ is between 0 and 2.

The Nerlove expectation coefficient γ is a proportion of the difference between the actual price of the previous period and the expected price in the previous period.

$$P^*_t = P^*_{t-1} + \gamma(P_{t-1} - P^*_{t-1}) \text{ with} \quad (5)$$

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

$$P^*_t = (1 - \gamma)P^*_{t-1} + \gamma P_{t-1} + \vartheta_t \quad (6)$$

P^*_{t-1} = the real price expected by the producer in the previous period, P_{t-1} = real price in the previous period. Thus, in each period, the producer revises the notion of the desired real price which is proportional to the difference between the current price of the last period and the price previously desired (LeBihan, 2004). If $\gamma = 0$, the expected prices are completely disconnected from the actual prices. On the other hand, if $\gamma = 1$, producers make "naive" expectations since they assume that the price of the current period will be equal to the price of the previous period (Dieng, 2006).

2.3. Specification of Empirical Model

By substituting (1) and (6) into (3), we arrive at the reduced form of the expectations model:

$$Q_t = \alpha_0\delta + (1 - \delta)Q_{t-1} + \delta\alpha_1(1 - \gamma)P^*_{t-1} + \delta\alpha_1\gamma P_{t-1} + \delta\alpha_2 Z_t + \omega_t \quad (7)$$

Since P^*_{t-1} is not observable, they can be eliminated from (7).

$$Q_t = \alpha_0\delta + (1 - \delta)Q_{t-1} + \delta\alpha_1\gamma P_{t-1} + \delta\alpha_2 Z_t + \omega_t$$

This results in the simplified logarithmic form of Nerlove:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 Q_{t-1} + \beta_3 Z_t + U_t \quad (8)$$

$$\text{With : } \beta_0 = \delta\alpha_0, \beta_1 = \delta\gamma\alpha_1, \beta_2 = (1 - \delta), \beta_3 = \delta\alpha_2, U_t = \omega_t \quad (3)$$

Taking into account all the current areas (S_t) of cereals and precipitation (R_t), the final linear logarithmic function deviates:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{t-1} + \beta_2 Q_{t-1} + \beta_3 S_t + \beta_4 R_t + U_t \quad (10)$$

$\beta_2 = (1 - \delta)$ then $\delta = 1 - \beta_2$ which makes it possible to deduce the adjustment coefficient from the coefficient of Q_{t-1} in the estimated model. But the price expectation coefficient can only be calculated on the basis of a long-run equilibrium assumption.

The production function to be estimated will be presented in this form:

$$\log(Q_t) = a_{i0} + a_{i1} \log(P_{t-1}) + a_{i2} \log(Q_{t-1}) + a_{i3} \log(\text{CoAR}_t) + a_{i4} \log(\text{SoAR}_t) + a_{i5} \log(\text{MiAR}_t) + a_{i6} \log(\text{Ra}_{it}) + U_{it} \quad (11)$$

Where: Q_{it} = current productions of cereal i ; $a_{i0}, a_{i1} \dots a_{i6}$ = cereal i anticipation elasticity of Nerlove; P_{t-1} =the real price of the previous year of cereal i ; Q_{it-1} = lag one productions of cereal i ; CoAR_t , SoAR_t , and MiAR_t = the respective current areas of corn, sorghum and millet; Ra_{it} = the precipitation height at period t ; U_{it} = the disturbance which is a white noise.

2.4. Detection of Breaking Points

Following the Nerlove model, homogenized time series are analyzed with the XLStat 2016 software to detect fracture and trend. A "break" is a change in the probability distribution of the random variables whose successive realizations define the time series studied (Khodja and Lubes, 1996; Salarijazi, et al. 2012). It allows to identify a rupture time separating two homogeneous periods (Khodja and Lubes, 1996). In this case, it will be necessary to distinguish between periods with and without agribusiness. The parametrics tests of Alexandersson (1986) were applied.

The Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) was developed by Alexandersson (1986) for detecting a change in a series of precipitation. The test is applied to a series of ratios comparing observations of a measuring station to the average of several stations. The ratios are then centered-reduced. The series of matches here Z_i standardized ratios.

$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\mu}$ With x and μ the average and variance of "n" observed values, and σ is their standard-type biased (divided by n). The SNHT test is derived from the ratio of maximum likelihood.

The test statistic is:

$$K_T = \max\{a\bar{z}_1^2 + (n - a)\bar{z}_2^2, 1 \leq a \leq n - 1\}$$

\bar{z}_1 and \bar{z}_2 are averages of Z_i before and after movement.

The value of a is the likely point of break. The null and alternative hypotheses are defined by:

H0: The T variables Z_i follow a $N(0,1)$, $i = 1, \dots, T$

H1 : $\begin{cases} Z_i \sim N(\mu_1, 1) \text{ pour } i = \text{and } 1, \dots, a \text{ and} \\ Z_i \sim N(\mu_2, 1) \text{ pour } i = \text{and } a + 1, \dots, T \end{cases}$

When there is a breakdown, we proceed to an incremental analysis of the situation in this series to detect the nature and extent of change due to the introduction of agribusiness. The magnitude of the change was fortified by the test of Mann-Kendall (Kendall, 1942; Henry, 1945; Hirsch and James, 1984) for detecting linear trend of the series.

3. Results and Discussion

3.1. Determinants of Production

Most time series, attempt to present a trend through time, and are non-stationary. Before the estimation of the production function by the ordinary least squares method, it is necessary to determine the statistical properties of each series and their Durbin-Watson (DW) statistics. These properties are recorded in Table 1.

Table 1. Synthesis of unit root tests

Variables	Sorghum		Corn		Millet	
	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW
Production	-5.24	1.99	-1.30	2.54	-5.95	2.02
Corn area			-0.69	1.86		
Millet area					-4.04	2.16
Sorghum Area	-3.74	1.87				
Rains	-4.48	2.01				
Price	-1.74	1.78	-4.48	2.18	-3.97	1.93
Critical Values	-3.61					
Production (First difference)			-6.68	2.08		
Corn area (First difference)	-5.02	2.10				
Price (First difference)	-4.82	2.06				

The DW results of all variables being close to 2, there is no autocorrelation of orders 1 or 2 in the model. However, the Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) indicates the presence of unit root at level for variables such as sorghum producer price, area and corn production that we stabilized by making the first difference.

The results of the Nerlove production functions of the three cereals studied show that the productions of all these cereals are strongly determined by the variables of rain and areas planted. Indeed, all cereals have a significant t-statistic at 1%. The maize yield is also

strongly determined by the level of its past production as well as the area occupied by millet, with significant t-statistics at 1%. On the other hand, only the production of millet seems to be determined by the cobweb phenomenon with significant t-statistics at 10%.

Given that the coefficients of the short-term elasticities reflect the magnitude and the nature of the responses of the production to any shock on any of the variables we can say that the production of the three cereals reacts positively to an increase of the rainfall and the area planted. Indeed, when the level of rainfall in the study area is increased by 1%, the production of

sorghum, maize and millet increases respectively by 0.59%, 0.84% and 0.84%.

If all things are equal, a 1% increase in the cultivated area of each cereal leads to an increase of 0.97%, 1.19% and 0.77%, respectively, in the production of sorghum, maize and millet. However, the negative sign between the elasticity of production of sorghum and maize compared to the area of millet reveals that the two cereals are competitive on the agricultural areas of millet because these two cereals have higher yields than those of the millet which is 0.85 t ha^{-1} . This increases the opportunity costs of millet production. In fact, the production of one hectare of millet instead of the other two grains causes the producer to lose 1.04 t of sorghum or 1.81 t of corn. However, the land does not have the same fertilizer which would increase the cost of opportunity if we took a land for the production of millet. In view of the increasing land pressure in the area, the land is becoming scarce, and as a result they are more and more affected by speculation with the highest yield. Hence the negative relationship between maize production and millet area. As a result, an increase in the agricultural area of millet of 1% leads to a drop in maize production of 0.39%.

This rationality of the producers is also felt in the coefficients of adjustment (1- δ) the stress is put on the

adjustment of the production of the sorghum and especially that of the millet to allow the development of the maize. This justifies that the maize coefficient is zero, compared with 69% for sorghum and 106% for millet. Otherwise, millet and sorghum exceeded their optimal level of adjustment by 6% and 31%, respectively. The long-term elasticities in Table 2 show that this adjustment is did through the overfedures of millet and sorghum. If long-term sorghum acreage increases by 1%, its production will increase by 1.41% (against 0.97% in the short term), so that sorghum will react more proportionally to a variation in its long-term area. But, the millet will react less proportionately than in the short term because its production has already exceeded its optimal level of adjustment, and, like the adjustment factors, the long-run elasticities of maize are all nil. So, in the long-term, maize production will less depend on the variables present here. This may indicate the beginning of an intensification of its production, but the effects of which are not perceptible for the moment as well in the long-term elasticities as in the adjustment coefficient. A study of the impact of introducing the impact of agribusiness on cereal variables will shed more light on long-term adjustment factors and elasticities.

Table 2. Summary of Estimates of Cereal Production Responses under 1990-2015

Variables	Sorghum			Corn			Millet		
	Coefficients	t-Statistic	LTE ^a	Coefficient	t-Statistic	LTE ^a	Coefficient	t-Statistic	LTE ^a
D(log(CoArt))	0.21	0.94	0.30	1.19	5.64***	0	0.18	0.83	0.17
Log (MiArt)	0.03	0.27	0.04	-0.39	-3.01***	0	0.77	5.10***	0.73
Log (SoArt)	0.97	3.23***	1.41	0.34	1.18	0	-0.39	-1.34	-0.37
Log (Rai)	0.59	3.18***	0.86	0.82	3.25***	0	0.84	3.28***	0.79
Log (P _{t-1})	0.16	1.07	0.23	-0.14	-0.68	0	0.31	1.92*	0.29
Log (Q _{t-1})	0.31	1.72		1.03	10.97** *		-0.06	-0.42	
α_0	0.64	0.14		6.67	1.58		11.39	2.52**	
R ² /R ² adjusted	0.67/0.55	-		0.96/0.95	-		0.67/0.56	-	
DW	1.59	-		2.45	-		2.01	-	

a: Long-Term Elasticities; Statistically significant: *** at 1%, ** at 5% and at * 10%

3.2. Impact of Agribusiness on Cereal Production

The SNHT test in Table 3 shows that, except for maize yield, millet production and yield all other variables in cereal production experienced a break in their average over the period 1995-2015; with a significance level not exceeding 1%. So the introduction of agribusiness did not have a significant impact on millet and maize yields as well as millet production. On the other hand, it has influenced all the variables of sorghum production and the other variables of millet and maize.

According to the Mann-Kendal test, there is an upward trend in sorghum and maize production with

respective slopes of 177 and 263, but millet is down with a slope of -21. While the growing trend of sorghum is supported by its yield, maize is maintained by the area planted with a slope of 283 against 91 for its yield. The production of sorghum is more efficient than that of maize, which is based more on the spread of exploited surpluses than on improved yields. This extension seems to be to the detriment of the agricultural areas of millet as evidenced in Figures 1, 2 and 3.

In addition, the change in the average before and after average changes confirms the smooth growth of sorghum production. Indeed, its production, yield and area varied in almost the order of magnitude (52.35%, 35.27%, 26.26%).

On the other hand, the extensive character of maize production is evidenced by the incremental averages study which confirms that its yield has not changed (variation of average = 0%); however, its area and production grew by 255.87% and 298.65% respectively.

In addition, the variation in average indicates that the production of millet is threatened in the region with a decrease of 32.60% of its occupied area. Its production was kept unchanged thanks to a productivity gain of 55% during the period to offset the loss in area.

Table 3. Result of breaking points in the mean, Mann-Kendall Trend Test and Average Variation

Cereals	Variables	SNHT's test		Tendance		Variation of average %
		Instant of break	P-value	S	P-value	
Sorghum	Production	2003	0.00	177	0.00	52.35
	Yield	2001	0.01	171	0.00	35.27
	Area	2008	0.01	65	0.16	26.26
Corn	Production	2001	0.00	263	0.00	298.65
	Yield	1996	0.19	91	0.05	0
	Area	2004	0.00	283	0.00	255.87
Millet	Production	2012	0.81	-21	0.66	0.00
	Yield	1998	0.08	135	0.00	55.11
	Area	1994	0.00	-209	0.00	-32.60

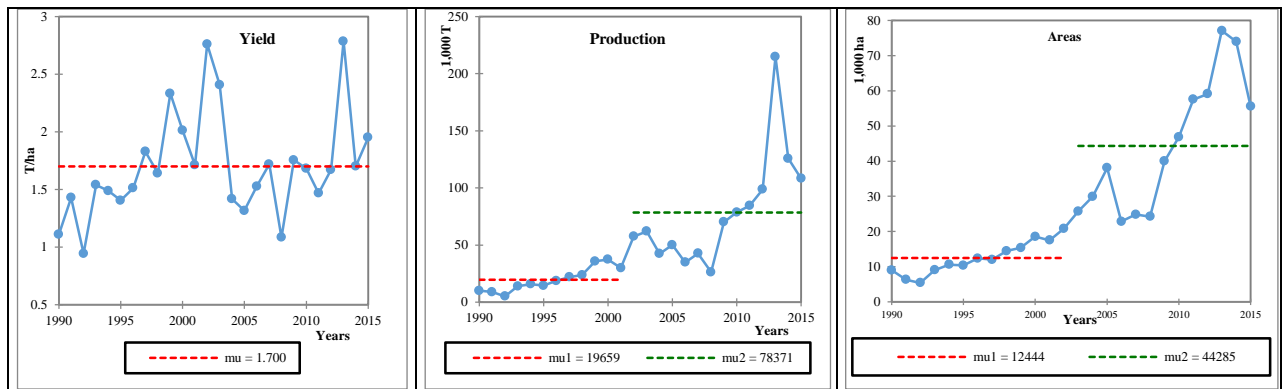


Figure 1. Breaking curves in the average of corn variables

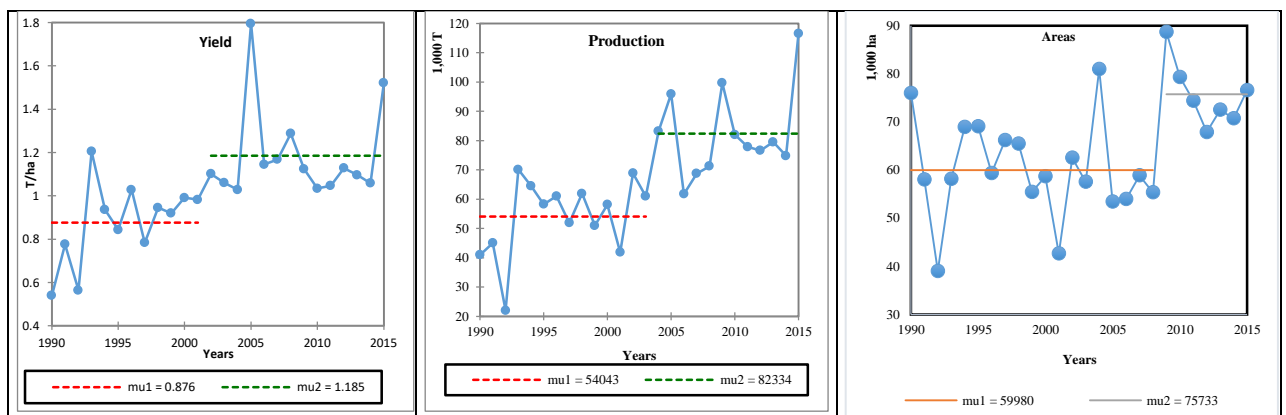


Figure 2. Breaking curves in the average of sorghum variables

However, work carried out in 2015 in north-central Burkina Faso (Kaboré et al., 2015) has produced almost the same results although there is no agribusiness production in the area. The only major difference is that all millet variables in their study area have been improved. This is understandable because the area is

less prone to sorghum and especially maize because of poor soil and low rainfall. All in all, although the two zones are agro-ecological and agro-systemic opposed, the results are similar and cast doubt on the real impact of agribusiness on the qualitative change in the cereal production system in the former Sissili, the more so as

the main cereal produced by agribusiness men, maize has not realized a productivity gain ($Vas=0\%$) and its production remains particularly extensive. The changes observed in the former Sissili could then be part of a global process of change in the agricultural production system in Burkina Faso driven by new agricultural and land practices. Ultimately, the agribusiness men did not practice the expected intensive production systems but

preferred the implementation of an extensive agriculture whose profitability is ensured mainly by the increasing extension of the surfaces (Carracillo and Delvaux, 2012). The return on capital for agriculture is low because of the inherent risk. So they prefer to invest in urban land, so the return on capital is strong and take advantage of the maximum rent in the short term for rural land.

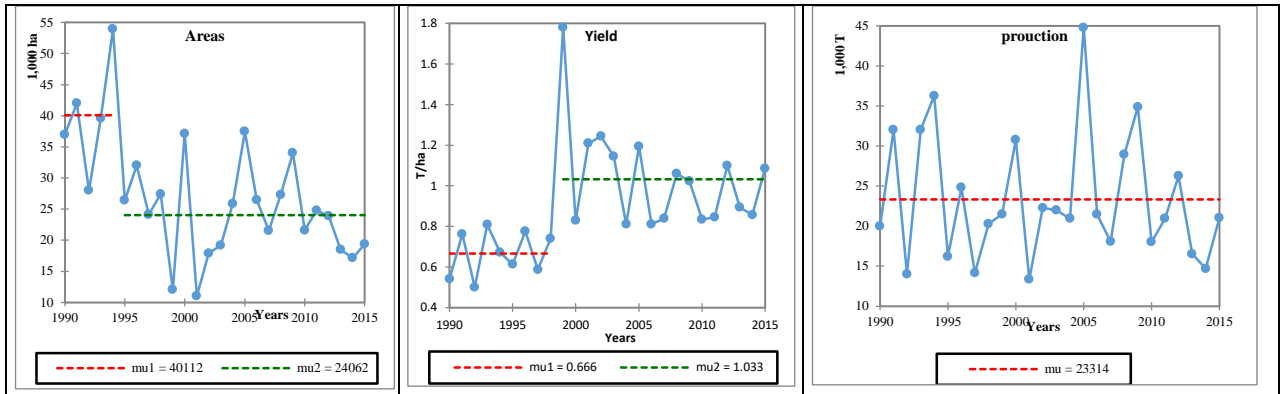


Figure 3. Breaking curves in the average of millet variables

The defenders of agribusiness have quickly made condemnation of the peasantry without giving it the means to defend itself. In this way, they have weakened the majority of small-scale producers and have undermined the momentum of agricultural transition begun before 1990 thanks to the agricultural groups and cooperatives set up by the NCR. Through their rational and self-managed system of operation, cooperatives had organized the peasant world into agricultural production and the provision of services such as supply, distribution of factors of production, marketing, accounting and financial management. In other words, they created the preliminaries for the revitalization of the agricultural sector as advocated by the economic theory of development (Rostow, 1960), which led to agricultural growth, which continues today. But the real motives of this political choice are, if not understandable, at least justifiable. As soon as the NCR is dissolved and replaced by the Popular Front, a so-called "restitution" program is put in place, so the objective is to completely remove all the remains of the NCR. From this point of view, the cooperative, as a collective agent, a center of decision and power, constituted a breeding ground for the resistance of the peasant masses which had to be checked. In addition, the anarchic privatizations of state societies and the generalization of private property under the structural adjustment program have led to the corruption and enrichment of certain senior officials and businessmen who needed safe places to place that capitals. Thus the land was one of those places of bleaching those funds of corruption. This is why, as soon as the 1996 LAR was adopted, wealthy and influential men, such as politicians, economic operators, senior private sector executives, all from the city, some of whom have no

knowledge of agriculture, on rural lands to constitute reserve economies.

4. Conclusion

Although aggregate cereal production in the study area is increasing, it remains inefficient because it is based on the consumption of raw resources with a low investment contribution to boost its performance. Therefore, production is determined by the seeded area, precipitation, past production and price. As proof, all cereals commodities are positively correlated with the area seeded and rainfall. That means the other production factors are not fully used to improve yields in order to shift the production level towards production possibilities frontier although the introduction of agribusiness. In other words, after twenty years of introduction, agribusiness has not had the expected impact.

Contrary to what is admitted waste of resources is more pronounced in corn which has maintained unchanged its yields over the period 1990-2015 while millet is already in a situation of equilibrium and sorghum is almost there. This reveals, on the one hand, that agribusiness enterprises do not intend to invest heavily in agricultural production in order to realize the expected productivity gains but merely carry out extensive agriculture and, on the other hand, family farming is more willing to change than is commercial production.

Unfortunately, its extension is to the detriment of traditional agriculture and non-commercial cereals, especially millet, where there is evidence of competition on farmland between maize and millet.

The situation is more worrying in view of the large amount of fertile land hoarded by agribusiness enterprises who deprive smallholders of the means of production and subsistence. Although this has brought about changes in family farming, this can potentially compromise the agricultural balance in the study area and lead to significant social and environmental costs.

However, this attitude of producers in the region towards millet is economically positive because it reflects a rationalization in the allocation of limited resources given the poor performance of millet that involves producers place their resources where their profitability is highest. Indeed, millet has the lowest yields of all cereals even worldwide. In addition to Burkina Faso this economic value chain has difficulty assimilating agricultural extension services and there is no international market for millet. Elsewhere the African Union does not classify it as a strategic agricultural product in its agricultural policy.

Recommendations

- Promulgate a national agribusiness policy by redefining the specifications of the actors;
- Make an exhaustive inventory of agribusiness farms in the area of the former Sissili;
- To make an ecological, economic and social assessment of the introduction of agribusiness in Sissili;
- Conduct a trend analysis of the success parameters of the national agricultural policy to inform the subsequent decision-making process of agricultural policy.
- Evaluer les stocks de terres arables disponibles dans la et déterminer une superficie plafond à posséder par exploitation ;
- Define a deadline for the development of parcels owned by agribusinessmen
- Promote or encourage economic actors to invest in the most profitable value chains;
- Promote the public and private strategic partnership;
- Lead others socioeconomic to know if the attitude of agriculture removes rationality or a question of cognitive structure.

References

- Alexandersson, H., 1986. A homogeneity test applied to precipitation data. *International Journal of Climatology*, 6(6): 661–675.
- Burkina Faso, 2000. Annuaire statistique 1999. Rapport d'enquête d'INSD, Décembre, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2009. Annuaire statistique 2008. Rapport d'enquête d'INSD, Avril, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2011. Résultats définitifs de la campagne agricole 2009/2010. Rapport d'enquêtes Permanente de la DPSAA, Edition 2011, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2013. Annuaire des prix des produits agricoles 2012. Rapport d'enquête de la SONAGESS, Novembre 2013, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2014. Annuaire statistique 2013. Rapports d'enquête d'INSD, Décembre, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2015a. Résultats définitifs de la campagne agricole 2014/2015 et perspective de la situation alimentaire et nutritionnelle. Rapport général, Mars, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Burkina Faso, 2015b. Annuaire des prix des produits agricoles 2014. Rapport d'enquête de la SONAGESS, Mai, Ouagadougou, Burkina Faso, Burkina Faso.
- Carracillo, C., Delvaux, F., 2002. L'appât du grain : L'agrobusiness - Quels enjeux pour l'agriculture paysanne? Entraide et Fraternité. Bruxelles.
- Dai, A., Peter, J.L., Kevin, E.T., Mike, H., Philip, D.J., Pingping, X., 2004. Comment the recent sahel drought is real. *International Journal of Climatology*. 11(24): 1323-1331.
- Dieng, A., 2006. Impacts des politiques agricoles sur l'offre céréalière au Sénégal, de 1960 à 2003: Evaluation à partir d'un modèle d'analyse statistique par zones agro-écologiques. Thèse, UFR des Sciences Économiques, Université de Bourgogne, France.
- FAO and ICRISAT, 1997. L'économie mondiale du sorgho et du mil: Faits, Tendances et Perspectives. FAO, Rome, Italia.
- FIDA, 2001. Bilan sur les techniques de production, la transformation et commercialisation des mils et sorghos au Burkina Faso: Fédération Nationale des Industries Agro-alimentaires et de Transformation du Burkina. Initiative Mil-Sorgho, Octobre, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Fraval, P., 2000. Éléments pour l'analyse économique des filières agricoles en Afrique sub-saharienne. Ministère des Affaires Étrangères, Direction générale de la coopération internationale et du développement, France.
- GRAF, 2011. Agrobusiness au Burkina Faso Quels effets sur le foncier et la modernisation agricole?. Ouagadougou-Amsterdam, Janvier, GRAF, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Henry, B.M., 1945. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13(3): 245-259.
- Hirsch, R.M., James, R.S., 1984. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data With Serial Dependence. *Water Resources Research*, 20(6): 727–732.
- Hossein, A., Cummings, J.T., 1977. Estimating Agricultural Supply Response with the Nerlove Model. *International Economic Review*, 18(2): 257-292.
- Janssen, M., Perthel, D., 1990. Seasonal and regional differences in agricultural supply response in Benin.

- European Review of Agricultural Economics, 18(4): 407-420.
- Kaboré, N. P., Ouedraogo, A., Some, L., Millogo-Rasolodimby, J., 2015. The driving factors of dry cereals production in the sudano-sahelian zone of Burkina Faso, 11(1): 214-230.
- Kaghoma, C.K., 2009. Estimation de la réponse de l'offre agricole au Bénin: quelques résultats préliminaires. Recherche Africaine, 25-26 (Decembre): 225-237.
- Kendall, S.M., Stuart, A., 1942. The advanced theory of statistics. Volume 3: Design and Analysis, and Time-Series' Macmillan; 4th edition. (March 13, 1983): 7-780.
- Khodja, H., Lubes, H., 1996. Recherche d'une rupture en moyenne dans un modèle multilinéaire gaussien: Application à une analyse spatio-temporelle de données pluviométriques en Afrique de l'ouest. XIIèmes journées hydrologiques de l'ORSTOM, 10-11 Octobre, Montpellier, France.
- LeBihan, H., 2004. Tests de rupture: une application au PIB tendanciel français. Economie and prévision, n°163, 2004-2, Élargissement de l'Union Européenne, 133-154.
- McClelland, J.W., Vroomen, H., 1988. Stationarity assumptions and Technical Change in Supply Response analyses. Journal of Agricultural Economics Research, 40(4): 20-24.
- Nerlove, M., 1956. Estimates of the Elasticities of Supply of Selected of Agricultural Commodities. American Journal of Agricultural Economics, 38(2): 496-509.
- Nerlove, M., 1958. Distributed lags and Estimation of Long-Run Supply and Demand Elasticities: Theoretical Considerations. American Journal of Agricultural Economics, 40(2): 301-310.
- Nerlove, M., 1967. Distributed Lags and Unobserved Components in Economics Time Series in Ten Economic Studies. In the Tradition of Irving Fisher, W. Fellner, (ed.), New York, John Wiley and Sons.
- Nerlove, M., 1979. The Dynamics of Supply: Retrospect and Prospect. American Journal of Agricultural Economics, 65(5): 874-888.
- Nerlove, M., 2002. Essays in Panel Data Econometrics, Second edition, Cambridge Books, Cambridge University Press.
- Nicholson, S.E., 2005. On the question of the "recovery" of the rains in the West African Sahel. Journal of Arid Environments, 63(3): 615-641.
- Ouedraogo, M., 2003. Les nouveaux acteurs et la promotion des activités agro-sylvo-pastorales dans le sud du Burkina Faso : Faux départ ou inexpérience ?, IIED, dossier n°118.
- Rostow, W.W., 1960. The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto, Third edition, Cambridge University, Cambridge University Press, USA.
- Sadoulet, E., De Janvry, A., 1995. Quantitative Development Policy Analysis: in The Profit Function Approach, The John Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Salarijazi, M., Akhond-Ali, A.M., Adib, A., Daneshkhah, A., 2012. Trend and change-point detection for the annual stream-flow series of the Karun River at the Ahvaz hydrometric station, African Journal of Agricultural Research, 7(32): 4540-4552.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.482333

Yarı kurak iklim koşullarında yazlık olarak yetiştirilen bazı koca fiğ
(*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi

Nizamettin Turan*, Hamdiye Sakman

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü / SİİRT
*Sorumlu yazar/corresponding author: nturan49@gmail.com

Geliş/Received 13/11/2018 Kabul/Accepted 30/09/2019

ÖZET

Bu araştırma; Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde 2016-2017 yıllarında yazlık olarak yetiştirilen bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi ve incelenen tarımsal özellikler yönünden adaptasyon kabiliyeti yüksek olan çeşit ya da çeşitlerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada; Karakaya, Özgen, Tarman-2002 ve Balkan çeşitleri ile Halilbey popülasyonu çalışmanın bitkisel materyalini oluşturmuştur. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İki yıllık verilere göre çeşitlerin; doğal bitki boylarının 62.8-85.0 cm, kuru ot verimlerinin 272.3-382.0 kg da-1, ham protein oranlarının % 20.3-21.4, ham protein verimlerinin 55.6-81.3 kg da-1, ADF oranlarının % 29.3-33.1, NDF oranlarının % 38.6-44.8 ve nispi yem değerlerinin 149.6-182.8 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. İncelenen özellikler birlikte değerlendirildiğinde; Siirt ilinin ekolojik koşullarında yazlık olarak yetiştirilen koca fiğ çeşitleri (*Vicia narbonensis* L.)'nden Balkan çeşidinin verim ve kalite değerleri açısından daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Adaptasyon
Besin kalitesi
Kuru ot verimi
Yazlık ekim
Yem bitkisi

Determination of herbage yield and quality of some narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) varieties grown under semi-arid climatic conditions during spring sowing

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the yield and quality of some narbon vetch varieties (*Vicia narbonensis* L.) grown during spring sowing in Siirt University, Faculty of Agriculture, Research and Application Area in 2016-2017 to determine the varieties with high adaptability in terms of the examined agricultural properties. In the study; Karakaya, Ozgen, Tarman-2002 and Balkan varieties and Halilbey population formed the plant material of the study. The experiment was established as a randomized block design with three replications. Mean of the experimental years, natural plant height, dry herbage yield, crude protein content and yield, ADF and NDF rates and relative feed value (RFV) were ranged between 62.8 and 85.0 cm, 272.3 and 382.0 kg da-1, 20.3 and 21.4%, 55.6 and 81.3 kg da-1, 29.3 and 33.1%, 38.6 and 44.8%, 149.6 and 182.8, respectively. When the features examined are evaluated together, it was concluded that the Balkan variety was superior in terms of yield and quality.

Keywords:

Adaptation
Nutrient quality
Hay yield
Forage
Spring sowing

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Çayır-mera alanları ve yem bitkileri tarımı, hayvansal üretimde kaliteli kaba yemin karşılandığı ana kaynaklar olarak bilinmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi hayvancılığında mera alanları hayvan beslenmesinde çok önemli yer tutmasına karşılık, ülke genelinde olduğu gibi temel sorun olan amaç dışı kullanım ile aşırı ve zamansız otlatma nedeniyle hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemi karşılamaktan uzaktır. Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde toplam tarla arazisi içerisinde yem bitkilerinin ekiliş oranı % 20-30

arasında değişirken (Açıkgöz ve ark., 2005; Kuşvuran ve ark., 2011; Aksu ve Dellal, 2016); bu oran Türkiye genelinde % 9-11 arasında (Kuşvuran ve ark., 2011; Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016; TÜİK, 2019) değişmektedir. Bu değer, Güneydoğu Anadolu Bölgesi için % 1.57(Sayar ve ark., 2010), tarla tarımına ayrılan alanın sınırlı olduğu Siirt ilinde ise yaklaşık % 7.7 (Turan ve ark., 2015) olduğu rapor edilmiştir. Bu verilere göre ülke genelinde olduğu gibi Siirt ilinde de kaliteli kaba yem açığı bulunmaktadır (Turan ve ark., 2015). Hayvansal üretimin verim ve kalitesini artırmak ve aynı zamanda buna paralel olarak da hayvansal

üretimin maliyetini düşürmek için tarla tarımı içerisindeki yem bitkisi üretiminin payının artırılmasına yönelik çalışmalara hız ve önem verilmesi gerekmektedir. Uzun ve ark. (2008)'nın da ifade ettiği üzere, kaliteli kaba yem üretiminin artırılması, ülkemizde hayvansal üretimin artırabilmesi noktasında en önemli unsurdur.

Yarı kurak iklim şartlarına sahip Siirt ilinde fiğ türleri içerisinde en fazla macar fiği ve yaygın fiğ yetiştirilmektedir. Genellikle sonbaharda ekilen bu fiğ türlerinin hasadı Mayıs ayında, arpa ve buğday hasatları ise Haziran ayında yapılmaktadır. Hububat hasadından sonra ara ürünlerin rahatlıkla yetişebileceği uzun vejetasyon süresince tarım alanları boş kalmaktadır. Bu nedenle hububat hasadından sonra hem kaba yem hem dane ve hem de yeşil gübre materyali olarak kullanım amacıyla ekim nöbetine alınarak koca fiğin yetiştirilmesi, kaba yem açığının azaltılması ve yem bitkisi üretiminde çeşitliliğin sağlanması açısından önem taşımaktadır (El-Bok et al., 2017).

Türkiye'de koca fiğ bitkisi ile yapılan bazı çalışmalarda, örneğin; ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Arcas, Suriye)'dan sağlanan farklı orijinli 15 koca fiğ hattı ve yerel hatla Ankara koşullarında yapılan çalışmada; bitki gelişimi, bitki boyu, tane verimi ve hasat indeksi bakımından Lübnan ve Suriye orijinli hatların öne çıktığı, Türkiye orijinli genotiplerin daha çok yeşil ve kuru ot amacıyla yetiştiriciliğine uygun olduğu (Altınok ve ark., 1997) belirlenmiştir. Isparta ekolojik koşullarında çeşide aday 15 koca fiğ hattının bitki boyunun 54.2-64.5 cm ve biyolojik verimin 559.7-801.8 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterdiği ve ümitvar hatların elde edildiği (Balabanlı, 1998) bildirilmiştir. Bazı ümitvar koca fiğ (*V. narbonensis* L.) genotiplerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarındaki performanslarının araştırıldığı ve kontrol çeşidi olarak Tarman-2002, Karakaya ve Görkem çeşitleri ile Halilbey yerel popülasyonunun kullanıldığı çalışmalarda; bazı koca fiğ hatlarının yeşil ot verimi, kuru madde verimi ve tohum verimi bakımından kontrol çeşitlerine göre daha üstün olduğu ve bu amaçla çeşide aday ümitvar genotiplerin belirlendiği (Sayar ve Han, 2014; Seydoşoğlu ve ark., 2014) rapor edilmiştir.

Siirt ekolojisinde kar örtüsü olmadan meydana gelen soğuk ve don olayları, kışlık erken ve geç ekimleri büyük oranda etkilemekte hatta kesintisiz yağın sonbahar yağmurları ekilen tohumların çürümesine dahi neden olabilmektedir. Bu nedenle ekimler ilkbahara kalabilmektedir. Ancak bölgede koca fiğ çeşitlerinin ilkbahar ekimi performanslarıyla ilgili denemeler oldukça kısıtlıdır. Diğer bölgelerde yapılan bazı çalışmalarda koca fiğ çeşitlerinin ülkemizde genellikle kışlık olarak yetiştirilmekle birlikte yazlık ekimlerden de kayda değer verimlerin alınabildiği rapor edilmiştir (Büyükburç ve ark., 1994; İptaş, 1997).

Bu çalışmada; Siirt ekolojik koşullarında yazlık olarak ekilen bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesinin belirlenerek,

incelenen tarımsal özellikler yönünden adaptasyon kabiliyeti yüksek olan çeşit ya da çeşitlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma; Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde 2016-2017 yıllarında yürütülmüştür. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden Karakaya ve Özgen, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden Tarman-2002, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden Balkan çeşitleri ve Mardin'den sağlanan Halilbey popülasyonunun bitkisel materyal olarak kullanıldığı çalışmada; tarla denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sıra arası mesafenin 25 cm, her parseldeki sıra sayısının 8, parsel alanının 4 m x 2 m = 8 m²'dir.

Ekim işlemi her iki yılda da Mart ayının ilk haftasında yapılmış olup, dekara 18 kg hesabıyla tohumluk kullanılmıştır (TTSM, 2001). Bitkilerin çıkış ve gelişme dönemlerinde görülen yabancı otlar ile mücadele elle çapa yapmak suretiyle yapılmıştır. Bitkilerin alttan birkaç baklanın oluştuğu dönemde ve parsel kenarlarından birer sıra, parsel başlarından ise 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak atıldıktan sonra, hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın her iki yılında da hasat işlemi Haziran ayının ilk haftasında yapılmıştır. Her parselden biçilen yeşil otlar tartılmış ve parsel alanı dikkate alınarak dekara yeşil ot verimleri hesaplanmıştır. Elde edilen yeşil ot içerisinde rastgele 500 g'lık örnekler alınarak kurutma dolabında 48 saat süreyle 70 °C'de kurutulmuş (Uzun, 2010) ve belirlenen kuru ot oranları, parsellerin yeşil ot verimleri ile çarpılarak dekara kuru ot verimleri hesaplanmıştır. Kurutulan örnekler her parsel için ayrı ayrı öğütülmüş ve analizler için hazır hale getirilmiştir. Örneklerin ham protein (HP) ile asit ve nötral deterjanda çözünmeyen lif (ADF ve NDF) oranları; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda, NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy-Yakın Kırmızı Ötesi Yansıması Spektroskopisi) cihazı ile #IC-0904FE kalibrasyon seti (WCS, 2018) kullanılarak belirlenmiştir (Brogna et al., 2009). Çalışmada ot kalitelerinin belirlenmesine yönelik olarak HP oranı ile ilgili değerler, kuru ot verimleri ile çarpılması sonucu dekara HP verimleri belirlenmiştir.

ADF ve NDF oranlarından sindirilebilir kuru madde (SKM %) [SKM=88.9-(0.779 x % ADF)], kuru madde tüketimi (KMT %) (KMT= 120 / % NDF) ve nispi yem değeri (NYD %) [NYD= (SKM x KMT)/1.29] formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Van Dyke and Anderson, 2000).

Her parselden rastgele seçilen 10 adet bitkide doğal bitki boyu ölçümleri TTSM (2001)'e göre yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler; JUMP istatistik paket programı yardımıyla tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1984).

2.1. Araştırma alanının iklim özellikleri

Tipik karasal iklimin hâkim olduğu Siirt ilinin uzun yıllar ortalama yağış miktarı 713.10 mm, nispi nem oranı % 44.73, sıcaklık ise 16.08 °C olarak ölçülmüştür. Araştırmanın yapıldığı yıllarda nispi nemin en yüksek olduğu Ocak ayında sırasıyla % 76.04 ve % 66.11 olarak gerçekleşirken, sıcaklık (sırasıyla 1.69 °C ve 2.95 °C) genel olarak düşük olmuştur (Çizelge 1).

Denemenin yürütüldüğü yılların sıcaklık ve nispi nem ortalamaları, uzun yıllar sıcaklık ve nispi nem ortalamalarının üzerinde gerçekleşmiştir. Araştırmanın ilk yılında gerçekleşen toplam yağış miktarı (731.20 mm) uzun yılların ortalamasından (713.10 mm) daha

yüksek, ikinci yıl (540.80 mm) ise daha düşük olmuştur. Siirt ilinin yaz ayları sıcak ve kurak geçtiğinden dolayı deneme parselleri hasada kadar ilk yıl 2, ikinci yıl ise 4 defa sulamaya ihtiyaç duymuştur (Çizelge 1).

2.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Tarla denemeleri kurulmadan önce alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre; killi-kumlu bünyeli, nötr karakterli ve tuzluluk problemi bulunmayan, orta ve fazla kireçli arasında değiştiği, organik madde kapsamının az, alınabilir fosfor içeriğinin çok az ve alınabilir potasyum miktarının ise yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Araştırma yerinin uzun yıllar (1960-2017) ve araştırma yılları bazı iklim verileri (MBM, 2017)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Toplam yağış (mm)			Nispi nem (%)		
	UYO	2016	2017	UYO	2016	2017	UYO	2016	2017
Ocak	2.60	1.69	2.95	96.80	162.40	48.80	73.30	76.04	66.11
Şubat	4.20	8.06	2.74	97.50	63.80	26.60	68.50	68.39	64.49
Mart	8.30	10.07	9.54	111.10	135.60	126.60	60.4	62.35	64.16
Nisan	13.70	16.70	14.00	104.70	66.80	124.60	50.40	47.45	59.18
Mayıs	19.30	19.90	19.55	62.00	64.60	74.60	41.50	48.92	51.62
Haziran	26.00	26.52	26.94	8.70	20.40	0.0	24.10	32.63	29.44
Temmuz	30.60	31.37	32.28	1.60	2.40	0.0	18.10	24.48	18.99
Ağustos	30.10	32.28	31.94	0.90	0.20	0.40	17.20	20.55	18.99
Eylül	25.10	24.86	28.31	4.90	18.80	0.0	24.00	29.82	19.22
Ekim	17.90	19.49	18.35	49.10	40.20	18.40	45.30	37.10	35.15
Kasım	10.40	10.33	11.13	81.40	51.80	73.40	57.10	49.82	64.44
Aralık	4.80	3.35	7.95	94.40	104.2	47.40	56.9	72.92	65.29
Toplam/Ortalama	16.08	17.05	17.14	713.10	731.20	540.80	44.73	47.54	46.42

UYO: Uzun yıllar ortalaması

Çizelge 2. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm) *

Toprak özelliği	Değerler	
	2016	2017
Kil, %	51.32	44.10
Kum, %	41.64	36.12
Silt, %	22.3	19.78
pH	6.87	7.21
Elektriksel iletkenlik, dS m ⁻¹	0.602	0.147
Kireç, %	6.4	16.30
Organik madde, %	0.90	1.96
Alınabilir fosfor, kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	1.7	2.40
Alınabilir potasyum, kg K ₂ O da ⁻¹	114	620.00

*: Analizler; Siirt Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda yapılmıştır

Belirlenen toprak analiz sonuçlarına göre her ekim yılında 2.7 kg da⁻¹ saf azot ve 6.9 kg da⁻¹ saf fosfor (P₂O₅) olacak şekilde azotlu ve fosforlu gübreleme (Diamonyum fosfat, % 18-46-0) yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Doğal bitki boyu

İncelenen koca fiğ çeşitlerinin doğal bitki boyu değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. İki yıllık ortalama verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; çeşitler ve yıllar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu 85.0 cm ile Balkan çeşidinde saptanmış olup, bu çeşit ile Özgen (78.7 cm) çeşidi aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çalışmada, en kısa bitki boyu 62.8 cm ile Halilbey popülasyonunda saptanmıştır. Çeşitlerin yıllara göre ortalaması ise sırasıyla 67.9 cm ve 78.9 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Koca fiğ çeşitlerinde belirlenen doğal bitki boyu, yeşil ve kuru ot verimlerine ilişkin değerler¹

Genotipler	Doğal bitki boyu (cm)			Yeşil ot verimi (kg da ⁻¹)			Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
Balkan	82.3	87.7	85.0 ^a	1347.3	1493.3	1420.3 ^a	377.0 ^{ab}	387.0 ^a	382.0 ^a
Tarman-2002	65.3	76.0	70.7 ^b	1146.0	1349.3	1247.7 ^b	296.3 ^{cd}	333.3 ^b	314.8 ^{bc}
Halilbey	52.3	73.3	62.8 ^c	820.3	1113.3	966.8 ^d	260.3 ^e	284.3 ^{c-e}	272.3 ^d
Özgen	75.6	81.7	78.7 ^{ab}	1220.3	1370.0	1295.2 ^b	271.7 ^{de}	388.3 ^a	330.0 ^b
Karakaya	64.0	75.7	69.8 ^b	1023.6	1156.7	1090.2 ^c	312.4 ^{bc}	275.0 ^{de}	293.7 ^{cd}
Ortalama	67.9 ^B	78.9 ^A		1111.5 ^B	1296.5 ^A		303.5	333.60	
LSD değerleri									
Çeşit	5.6			69.6			ÖD		
Yıl	6.3			66.6			23.8		
Çeşit x yıl	ÖD			ÖD			33.7		

¹Aynı sütunda ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.01).

Araştırmada koca fiğ çeşitlerinin doğal bitki boyu ile ilgili elde edilen değerler; İptaş ve Karadağ (2009) tarafından Tokat-Kazova ekolojik koşullarında yazlık olarak yetiştirilen koca fiğ hatlarından elde ettikleri ortalama bitki boyu (sırasıyla 66.3-67.7 cm) değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bilakis Budak (1996), kışlık ekimlerin yazlık ekimlere göre daha fazla boylanma sağladığını vurgulamasına rağmen bulgularımız; Balabanlı (1998)'nin Isparta ekolojik koşullarında (54.2-64.5 cm), Nizam ve ark. (2011)'nin Tekirdağ, Kırklareli ve Hayrabolu lokasyonlarında (43.0-78.9 cm), Sayar ve Han (2014) ile Seydoşoğlu ve ark. (2014)'nin Diyarbakır koşullarında (sırasıyla 63.8-79.3 cm, 44.2-61.3 cm) kışlık olarak yetiştirdikleri koca fiğ çeşit ve hatlarının doğal bitki boyu ile ilgili elde ettikleri bulguların bazılarında yüksek, bazıları ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Siirt ilinde yapılan yazlık koca fiğ ekimlerinde ülkemizin birçok bölgesindeki kışlık ekimler kadar boy değerleri elde edildiği anlaşılmaktadır. Ankara koşullarında 15 koca fiğ hattı ve 1 adet yerel hatla kışlık ekimlerle yapılan bir başka çalışmada; bitki boyu bakımından yıllar arasında önemli farklılıkların belirlendiği, incelenen hatların her iki yılda da farklı performanslar sergilediği ve yıl x hat interaksyonunun da istatistiksel açıdan çok önemli çıktığı rapor edilmiştir (Altınok ve ark., 1997). Nitekim Stoilova and Pereira (1999), bitki boyu kalıtsal bir özellik ise de çevresel faktörler bu karakter üzerinde etkili olduğunu ifade etmektedirler.

Bazı araştırmacılar (Büyükburç ve İptaş, 2001; Sayar ve Han, 2014) tarafından da ifade edildiği üzere doğal bitki boyu açısından yıllar arasında ortaya çıkan farklılığın iklim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çizelge 1'de iklim verileri incelendiğinde; araştırmanın ilk yılına göre ikinci yılda daha az yağışın düştüğü görülmektedir. Bundan dolayı da ikinci yılda daha fazla yapılan sulamalar bitki boyunda etkili olduğu değerlendirilmektedir.

3.2. Yeşil ot verimi

Yeşil ot verimi yönünden yıllar ve çeşitler arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıklar, çeşitlerin ekolojik koşullara gösterdikleri reaksiyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle, araştırmanın ilk yılında düşen toplam yağış miktarının ikinci yıla göre daha yüksek olması, çeşitlerin iklim ve çevre şartlarına göre performanslarının farklı olmasına neden olduğu söylenebilir. Bazı araştırmacılar da (Açıkgoz ve ark., 1986; Karadağ ve Büyükburç, 2004; Sayar ve Han, 2014) tek yıllık baklagil yem bitkilerinin verimi büyük ölçüde ilkbahar mevsiminde düşen yağmurlara bağlı olduğunu ifade etmektedirler.

Çalışmanın ilk yılına (2016) göre, ikinci yılda (2017) daha yüksek yeşil ot veriminin elde edilmiş olması da, bitkilerin büyüme döneminde daha fazla yapılan sulamaların olumlu etkilerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Koca fiğ çeşitleri arasında Balkan çeşidinden en yüksek yeşil ot verimi (1420.3 kg da⁻¹) elde edilirken, en düşük yeşil ot verimi Halilbey popülasyonunda (966.8 kg da⁻¹) tespit edilmiştir. Çeşitlerin 2016 ve 2017 yıllarına ait ortalama yeşil ot verimleri ise sırasıyla 1111.50 kg da⁻¹ ve 1296.50 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Koca fiğ çeşitlerine ait yeşil ot verimleri; İptaş ve Karadağ (2009)'ın Tokat koşullarında yazlık olarak yetiştirdikleri koca fiğ hatlarından elde ettikleri ortalama yeşil ot verimlerinden (5058-4186 kg/da) daha düşük iken; Çaçan ve Kökten (2017)'in Bingöl şartlarında uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla yazlık olarak yetiştirdikleri çeşitlerden elde ettikleri ortalama yeşil ot verimlerinden (463.10-628.60), Balabanlı (1998)'nin Isparta koşullarında kışlık ekimlerden elde ettiği ortalama yeşil ot verimlerinden (559.7-801.8 kg da⁻¹) ve Özyiğit (2018)'in Antalya sahil koşullarında koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) için uygun ekim normunu belirlemek amacıyla kışlık olarak yürüttüğü araştırmada elde ettiği en yüksek biyolojik verimden (1026 kg da⁻¹) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Ayrıca elde edilen bulgular; Nizam ve ark. (2011)'nin farklı lokasyonlarda 1549.9-1912.7 kg da⁻¹, Sayar ve Han (2014)'in Diyarbakır koşullarında 2378-

3126 kg da⁻¹, Seydoşoğlu ve ark. (2014)'nın yine Diyarbakır ekolojik koşullarında 2207.0-4097.8 kg da⁻¹ arasında değişen miktarlarda kışlık ekimlerden elde ettikleri yeşil ot verimlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil ot verimi ile ilgili elde edilen değerler ile literatürlerde rapor edilen bu değerler arasındaki farklılığın sebebi olarak, yetiştirilen toprak ve iklim gibi ekolojik koşulların farklılığı, ekim zamanı ve genotipik özelliklerden kaynaklanmış olabilir. Bitkilerin kök gelişimi her ne kadar genetik özelliklere bağlı ise de kışlık ekimlerde daha iyi geliştiği söylenebilir. Çünkü kışlık ekimlerde vejetasyon dönemi uzamakta ve uzun vejetasyon döneminde bitki köklerde daha fazla yedek besin maddesi birikmektedir. Ayrıca sonbahar ekimlerde daha fazla derine inen kökler bitki besin maddelerinden, kış ve ilkbahar yağışlarından daha fazla faydalanabilmektedir. Bu gibi durumlar, bitkilerin ilkbahar gelişmesini hızlandırmakta ve daha fazla yeşil aksam meydana getirmesine neden olduğu düşünülmektedir.

3.3. Kuru ot verimi

Kuru ot veriminin ortalama sonuçları incelendiğinde; en yüksek kuru ot verimi 382.00 kg da⁻¹ ile Balkan çeşidinden belirlenirken, en düşük kuru ot verimi 272.30 kg da⁻¹ ile Halilbey popülasyonundan elde edilmiştir. İlk yıla göre ikinci yılda bir miktar daha fazla kuru ot elde edilmesine rağmen, kuru ot verimi bakımından yıllar ortalaması (sırasıyla 303.50 kg da⁻¹, 333.60 kg da⁻¹) arasında önemli bir fark görülmemiştir (Çizelge 3). Bu durum, araştırmanın ilk yılında düşen yağış miktarının yüksek, sıcaklıkların düşük; ikinci yılında ise sıcaklıkların yüksek ve yağış miktarının daha düşük olması yeşil otun içerdiği kuru madde oranının artmasına neden olduğu tahmin edilmektedir (Çizelge 1).

Yine çalışmanın ilk yılında kuru ot verimi (377 kg da⁻¹) yönünden Balkan çeşidi öne çıkarken, ikinci yılında aralarındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz olan Özgen (388.30 kg da⁻¹) ve Balkan (387 kg da⁻¹) çeşitlerinden en yüksek verim elde edilmiştir. Bunun sonucu olarak; çeşit x yıl interaksiyonunun çok önemli (p<0.01) çıkmasına neden olmuştur. Çeşit x yıl interaksiyonunun önemli çıkması ise çeşitlerin yıllara göre farklı performans gösterdiğini ortaya koymaktadır (Çizelge 3).

Kuru ot verimi ile ilgili elde edilen bulgular; Çaçan ve Kökten (2017) Bingöl ekolojik koşullarında yazlık ekim zamanı ve genotiplerin ortalaması olarak 28.1-184.7 kg da⁻¹, Nizam ve ark. (2011) Tekirdağ, Kırklareli ve Hayrabolu lokasyonlarının ortalaması olarak 255.3-332.6 kg da⁻¹ arasında elde ettikleri kuru ot verimlerinden yüksek olduğu; Sayar ve Han (2014) 489-633 kg da⁻¹, Seydoşoğlu ve ark. (2014) 526.2-935.2 kg da⁻¹ arasında değişen miktarlarda kışlık ekimlerden elde ettikleri kuru ot verimlerinden ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kışlık olarak ekilen bitkilerin büyüme dönemi daha uzun olduğundan, hem kış hem de ilkbahar yağışlarını değerlendirmesi nedeniyle yazlık ekilen ürünlerden daha verimli olduğu (Akyürek, 1974; Budak, 1996) araştırmacılar tarafından ifade edilse de, farklı ekolojik koşullara bağlı olarak araştırmamızda elde edilen kuru ot verimlerinin, bazı kışlık ekimlerden elde edilen kuru ot verimlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Nitekim bazı araştırmacılar (Robinson, 1960; Roberts et al., 1989; Tahtacıoğlu ve ark., 1996), kışlık ekimlerde fiğlerin kış soğuklarından zarar gördüğünü ve çimlenen fidelerin bir kısmının hayatiyetlerini kaybettiklerini ifade etmektedirler. Dolayısıyla kış zararının olduğu ekolojilerde yazlık ekimlerin daha verimli olabilecekleri söylenebilir.

3.4. Ham protein (HP) oranı

Yılların ortalaması olarak çeşitlerin ham protein oranları % 20.3 ile % 21.4 arasında değişmiş ve aralarında istatistiki farklılık görülmemiştir. Çeşitlerin ilk yıl HP oranı ortalaması (% 19.9), ikinci yıl ortalamasından (% 22.1) daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Bazı araştırmacılar (Ayan ve ark., 2006; Kaplan, 2013; Yücel ve ark., 2014), HP oranının yıllara göre farklılık göstermesinin ekolojik koşullardan ve genotipik farklılıklardan kaynaklanabileceği, Ball et al. (2001) ise çeşitler arasındaki HP oranlarının farklılığında bitkinin genetik yapısının da rol oynadığını ifade etmektedirler. Bununla birlikte çeşitler arasındaki farklılıklar bitkilerin sahip oldukları yaprak/sap oranı ve gelişme durumları ile de alakalı olabilir. Nitekim Caballero et al. (1995), fiğde ham protein oranlarının yapraklarda (% 16.8) saplara göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Koca fiğ ile ilgili farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda HP oranlarının % 13.60-22.46 arasında değiştiği bildirilmiştir (Özer, 1992; Altınok ve Hakyemez, 2002; Başbağ ve ark., 2011; Rahmatı et al., 2012; Sungur, 2016). Karakaya ve Özgen çeşitlerinin bitkisel materyal olarak kullanıldığı bir çalışmada (Çaçan ve Kökten, 2017), ekim zamanlarına göre ham protein oranlarının % 18.7 ile % 27.3 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Ayrıca Budak ve ark. (1997), fiğ türlerinin ham protein oranlarının % 18.34-22.70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada elde edilen bulgular, literatürlerde rapor edilen değerler aralığında olduğu söylenebilir.

3.5. Ham protein verimi

Çeşitler arasında en yüksek ortalama HP oranı Balkan (81.3 kg da⁻¹) çeşidinde, en düşük ise Halilbey (55.6 kg da⁻¹) popülasyonunda belirlenmiştir.

Çeşitlerin ilk yıl ham protein verimi ortalaması 60.7 kg da⁻¹ iken, ikinci yıl 73.6 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Araştırmanın ilk yılında bazı çeşitlerin (Tarman-2002,

Çizelge 4. Koca fiğ çeşitlerinde belirlenen HP oranı ve HP verimlerine ilişkin değerler^{1,2}

Genotipler	Ham protein oranı (%)			Ham protein verimi (kg da ⁻¹)		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
Balkan	20.1	22.4	21.3	76.0 ^{bc}	86.6 ^a	81.3 ^a
Tarman-2002	20.9	21.8	21.4	61.7 ^d	72.8 ^c	67.2 ^{bc}
Halilbey	19.2	21.5	20.3	50.2 ^e	61.0 ^d	55.6 ^d
Özgen	20.4	21.9	21.2	55.2 ^{de}	85.3 ^{ab}	70.3 ^b
Karakaya	19.2	22.6	20.9	60.2 ^d	62.2 ^d	61.2 ^{cd}
Ortalama	19.9 ^B	22.1 ^A		60.7 ^B	73.6 ^A	
LSD değerleri						
Çeşit			ÖD			6.7
Yıl			16			8.9
Çeşit x yıl			ÖD			9.4

¹Aynı sütunda ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.01).

²Aynı sütunda ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05).

Özgen) HP verimi istatistiki olarak düşük grupta yer alırken, aynı çeşitler ikinci yılda daha yüksek grupta yer almıştır. Bu durum; çeşit x yıl interaksyonunun çok önemli (p<0.01) çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

Araştırmada koca fiğ çeşitlerinden elde edilen ham protein verimi; koca fiğ çeşitleriyle farklı ekolojilerde yazlık olarak yürütülen çalışmalarda elde edilen 45.9 kg da⁻¹ (Sungur, 2016) ve 35.00 kg da⁻¹ (Çaçan ve Kökten, 2017) ham protein verimlerinden daha yüksek bulunurken; Ankara koşullarında kışlık olarak ekilen koca fiğ bitkisinden elde edilen 81 kg da⁻¹ (Altınok ve Hakyemez, 2002) ham protein verimi ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

HP verimi bakımından görülen bu farklılıklar; kullanılan çeşitlerin farklı oluşu, yetiştirildikleri toprakların kimyasal özellikleri ve bitki besin madde içeriklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.6. ADF ve NDF oranı

Çeşitlerin ADF ve NDF oranı bakımından yıllar arasındaki farklılık ile yıl x çeşit interaksyonu istatistiki olarak önemsiz iken, NDF oranları açısından çeşit ortalamaları arasındaki farklılık p<0.05 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin ortalamaları arasındaki bu farklılık bitkilerin sahip oldukları yaprak/sap oranı, toprak ve iklim özellikleri, gelişme durumları ve genetik yapıları ile alakalı olabilir. Nitekim Karanlı ve ark., (2005) tarafından yapılan bir çalışmada NDF, ADF ve ADL içeriklerinde meydana gelen değişimlerin bitkisel materyallerdeki genotipik farklılıklardan ileri geldiği ifade edilmektedir.

Toplam sindirilebilir besin maddelerinin bir göstergesi olan ADF bakımından çeşitler arasında farklılık görülmemiş ve değerleri % 29.3 ile 33.1 arasında değişmiştir.

Bitkilerdeki hücre duvarı bileşenlerinden (selüloz+lignin+hemiselüloz) oluşan NDF oranları ise çeşitlere göre % 38.6-44.8 arasında varyasyon göstermiş, en düşük NDF oranı % 38.6 ile Özgen, en

yüksek ise % 44.8 ile Karakaya çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 5). Bilindiği üzere kaba yemlerde NDF oranının düşük olması istenen bir özelliktir. Yani; yemin sindirim derecesinin yüksek olması, o yemin hücre duvarı bileşenlerinin düşük olmasına da bağlıdır (Van Soest, 1994; Kaya, 2008; Kutlu, 2008; Gürsoy ve Macit, 2014).

Koca fiğ bitkisinde; ADF % 24.1-35.4, NDF % 28.2-46.0 arasında değişen oranlarda bulunduğu (Türk ve ark., 2007; Öztürk, 2009; Başbağ ve ark., 2011; Rahmati et al., 2012; Sungur, 2016; Çaçan ve Kökten, 2017; Kaplan ve ark., 2017; Uslu ve ark., 2018) ifade edilmektedir. Araştırmada ADF ve NDF oranı ile ilgili elde edilen bulgular, önceki çalışma bulgularıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Koca fiğ çeşitlerinin ADF ve NDF oranları değerlendirildiğinde; baklagil, buğdaygil ve baklagil karışımlarına ait kalite standartlarına (Rohweder et al., 1978) göre en üstün kaliteli ve çok iyi kaliteli sınıfta yem elde edildiği görülmektedir. Bu da; koca fiğ çeşitlerinden elde edilen kuru otun sindirilme derecesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

3.7. Nispi yem değeri (NYD)

Çeşitlerin ilk yıl NYD ortalaması 150.7 iken, ikinci yıl 178.2 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 5). İki yılın ortalamasına göre en yüksek NYD değerleri Özgen (182.8) ve Balkan (174.0), en düşük ise Karakaya (149.6) çeşidi ve Halilbey (152.9) popülasyonunda belirlenmiştir. Özgen çeşidi Rohweder et al. (1978)'in sınıflandırmasına göre en üstün kalite sınıfta yer alırken, Karakaya çeşidi ise 1. kalite (çok iyi) sınıfta yer almaktadır.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda, koca fiğ çeşit ve hatlarının nispi yem değerlerinin 125.7-164.0 arasında değiştiği (Öztürk, 2009; Kaplan ve ark., 2017) ifade edilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal meralarından toplanan *V. narbonensis* türlerinde 147.6 ve 158.2 (Başbağ ve ark., 2011), Sinop ili Saraydüzü ilçesi ekolojik koşullarında yetiştirilen koca fiğ'in yazlık

ekimlerinde ise 133.0 (Sungur, 2016) olarak nispi yem değerlerinin belirlendiği rapor edilmiştir. Gerek denemede yer alan çeşitler ve bu çeşitlerin yıllara göre gösterdikleri performanslar ile gerekse diğer çalışma

değerleri arasında belirlenen farklılıklar; çeşitlerin genotipik özellikleri ile çalışma yerlerinin ve yıllarının ekolojik koşullarından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Çizelge 5. Koca fiğ çeşitlerinde belirlenen ADF ve NDF oranları ile otun nispi yem değeri (NYD)^{1,2}

Genotipler	ADF (%)			NDF (%)			NYD		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
Balkan	30.5	32.5	31.5	39.9	43.9	41.9 ^b	152.2	195.7	174.0 ^{ab}
Tarman-2002	30.4	33.7	32.1	41.9	46.5	44.2 ^{ab}	146.4	179.8	163.2 ^{bc}
Halilbey	30.2	30.3	30.2	41.7	43.0	42.4 ^{ab}	146.5	159.3	152.9 ^c
Özgen	28.4	30.1	29.3	37.4	39.8	38.6 ^c	166.5	199.1	182.8 ^a
Karakaya	31.0	35.1	33.1	42.8	46.7	44.8 ^a	141.9	157.2	149.6 ^c
Ortalama	30.1	32.4		40.7	44.0		150.7 ^B	178.2 ^A	
LSD değerleri									
Çeşit	ÖD			2.6			2.7		
Yıl	ÖD			ÖD			11.9		
Çeşit x yıl	ÖD			ÖD			ÖD		

¹Aynı sütunda ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.01).

²Aynı sütunda ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05).

4. Sonuç

Siirt ekolojik koşullarında yazlık olarak ekilen bazı koca fiğ çeşitlerinin (*Vicia narbonensis* L.) adaptasyon kabiliyetlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, koca fiğ çeşitlerinin yazlık olarak yetiştirilebileceği ve tatmin edici verim ve kalite değerlerinin elde edilebileceği anlaşılmıştır. Diğer yandan denemede yer alan çeşitler içerisinde de Balkan çeşidinin çalışma alanı ve benzer ekolojiler için doğru tercih olacağı sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmanın ilk yıl sonuçları; Siirt Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından "2016-SİÜFEB-12" No'lu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., Turgut, I., Ekiz, H., 1986. Variation of seed yield and its compenents in common vetch under different conditions. XVI. International Grassland Congress, Nice-France, 641-642.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., Uraz, D., 2005. Yem bitkileri üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Tarım Kongresi, 503-518, 3-7 Ocak, Ankara.
- Aksu, N., Dellal, İ., 2016. Afyonkarahisar ilinde yem bitkileri desteğinin büyükbaş hayvancılık faaliyetleri ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(1): 52-60. doi.org/10.29133/yyutbd.236430.
- Akyürek, A., 1974. Erzurum Ovası ve Doğu Anadolu'nun diğer yerlerinde arpa yetiştirme imkanları ve bu hususta bölümümüzde bugüne kadar

- yapılan araştırmalar. 1. Hayvancılık, Çayır-Mera ve Yembitkileri Teknik Kongresi. T.M.M.O.B. Ziraat Mühendisleri Odası, 54: 109-117.
- Altınok, S., Sevimay, C.S., Hakyemez, B.H., 1997. Ankara koşullarında koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) hatlarında adaptasyon çalışmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6(2): 23-29.
- Altınok, S., Hakyemez, H., 2002. The effects on forage yields of different mixture rates of hairy vetch (*Vicia villosa* L.) and narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) seeded with barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Agricultural Sciences, 8(1): 45-50.
- Ayan, İ., Acar, Z., Başaran, U., Önal 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.
- Balabanlı, C., 1998. Isparta ekolojik şartlarında bazı koca fiğ hatlarının (*Vicia narbonensis* L.) verim ve adaptasyonu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7(2): 51-56.
- 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. Available at: <http://forages.oregonstate.edu/resources/publications/foragequality.pdf> (Access date: 15 November 2013).
- Başbağ, M., Çaçan, E., Aydın, A., Sayar, M.S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite ve özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı, 143-151, 27-30 Nisan, Eskişehir.

- Brogna, N., Pacchioli, M.T., Immovilli, A., Ruozi, F., Ward, R., Formigoni, A., 2009. The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(Suppl. 2): 271-273.
- Budak, F., 1996. Kayseri ekolojik şartlarında farklı ekim zamanlarının bazı fiğ (*Vicia* sp.) türlerinin tarımsal özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. Anabilim Dalı, Tokat.
- Budak, F., Büyükburç, U., Budak, H., 1997. Kayseri ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının bazı fiğ (*Vicia* sp.) türlerinin tarımsal özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-27 Eylül 1997, s: 696-698, Samsun.
- Büyükburç, U., İptaş, S., Yılmaz, M., 1994. A research on determination of annual some forage the legumes which will be adaptatable in Tokat region. *Gaziosmanpaşa University Journal of Agriculture Faculty*, 11: 145-156.
- Büyükburç, U., İptaş, S., 2001. The yield and yield components of some narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) lines in Tokat ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(2): 79-88.
- Caballero, R., Haj Ayed, M., Galvez, J.F., Hernaiz, P.J., 1995. Yield components and chemical composition of some annual legumes under continental mediterranean conditions. *Int J Agric Sci Agriculture Mediterranea*, 125, 220-230.
- Çaçan, E., Kökten, K., 2017. Bingöl koşullarında yaygın fiğ ve koca fiğ çeşitleri için uygun ekim zamanının belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(1): 19-23.
- El-Bok, S., Jabri, C., Ben-Brahim, T., Lamine, O., El-Gazzah, M., Zoghلامي-Khélil, A., 2017. Pod, seed traits and cytotoxic studies of some *Vicia narbonensis* L. accessions (Fabaceae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(7): 1689-1696. doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.11.003.
- Gürsoy, E., Macit, M., 2014. Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3): 218-227.
- İptaş, S., 1997. Yazlık olarak yetiştirilen bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) hatlarında tohum verimi ve bazı agronomik özellikler arasındaki ilişkiler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1: 146-154.
- İptaş, S., Karadağ, Y., 2009. Determination of the yield and yield components of narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) lines grown in spring. 1st International Symposium on Sustainable Development, 83-88, June 9-10, Sarajevo.
- Kaplan, M., 2013. Yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) genotiplerinde hasat zamanının ot verimi ve kalitesine etkisi. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(1): 76-80.
- Kaplan, M., Kökten, K., Kale, H., Kardeş, Y.M., Akcura, M., Satana, A., 2017. Herbage yield and quality of different narbon vetch lines and cultivars. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 120-126, 16-18 May, Tekirdağ-Turkey.
- Karadağ, Y., Büyükburç, U., 2004. Effect of different seed ratios on forage and seed yield of some common vetch cultivars under Tokat-Kazova conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 10(2): 149-157.
- Karlı, M.A., Akdeniz, H., Levendoğlu, T., Terzioğlu, Ö., 2005. Evaluation of the nutrient content and protein fractions of four different common vetch varieties. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 29:pp.1291-1297.
- Kaya, Ş., 2008. Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(1): 59-64.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ., Tansı, V., 2011. Türkiye’de ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2): 21-32.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Ders Notu, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana, <http://www.zootečni.org.tr/upload/File/sunular/tm.pdf> (Erişim tarihi: 02 Ocak 2019).
- MBM, 2017. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Siirt ili iklim verileri.
- Moneim, A.M.A.E., 1992. Narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) A potential feed legume crop for dry areas in West asia. *Journal of Agronomy and Crop Science* 169, 347-353.
- Nizam, I., Orak, A., Kamburoglu, I., Cubuk, M.G., Moralar, E., 2011. Yield potentials of narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) genotypes in different environmental conditions. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 9(1): 314-318. doi.org/10.1234/4.2011.1958.
- Özer, İ., 1992. Konya ili anız alanlarında doğrudan ekim sureti ile baklagil yembitkileri yetiştirme imkânları üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özkan, U., Şahin Demirbağ, N., 2016. Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1): 23-27.
- Öztürk, M., 2009. Bazı kışlık yem bitkilerinde çinkolu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın*, 73s.
- Özyiğit, Y., 2018. Antalya sahil koşullarında koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) yetiştiriciliği için uygun ekim normunun belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(1): 72-78. doi.org/10.19159/tutad.363186.
- Rahmati, T., Azarfar, A., Mahdavi, A., Khademi, K., Fatahnia, F., Shaikhahmadi, H., Darabighane, B.,

2012. Chemical composition and forage yield of three *Vicia* varieties (*Vicia* spp.) at full blooming stage. *Italian Journal of Animal Science*, 11(e57): 309-311. doi:10.4081/ijas.2012.e57.
- Roberts, C.A., Moore, K.J., Johnson, K.D., 1989. Forage quality and yield of wheat and vetch at different stages of maturity and vetch seeding rates. *Agron. J.*, 81(1):57-60.
- Robinson, R. C., 1960. Oat-pea or oat-vetch mixtures for forage or seed. *Agron. J.*, 52 (8), 546-549.
- 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(3): 747-759.
- Sayar, M.S., Anlarsal, A.E., Başbağ, M., 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yem bitkileri tarımının mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 59-67.
- Sayar, M.S., Han, Y., 2014. Determination of forage yield performance of some promising narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) lines under rainfed conditions in Southeastern Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 20: 376-386.
- Seydoşoğlu, S., Sayar, M.S., Başbağ, M., 2014. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı koca fiğ genotiplerinin verim ve verim unsurları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1): 64-71.
- Sungur, M.B., 2016. Sinop Saraydüzü ilçesinde bazı tek yıllık baklagil yem bitkilerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 42s.
- Stoilova, T., Pereira, M.G., 1999. Morphological characterization of 120 lentil (*Lens culinaris* Medic.) accessions. *Lens Newsletter*, (1999), 1-2, pp. 7-9
- Tahtacıoğlu, L., Avcı, M., Mermer, A., Şeker, H., Aygün, C., 1996. Bazı kışlık fiğ çeşitlerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu. *Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 661-667.
- TTSM, 2001. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimat, fiğ türleri (*Vicia* L. species). T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Yem%20Bitkileri/Baklagil%20Yem%20Bitkileri/01fig.pdf> (Erişim tarihi: 18 Haziran 2018).
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Yalçın Tantekin, G., 2015. Siirt ilinde çayır mera alanlarından ve yem bitkilerinden elde edilen kaba yem üretim potansiyeli. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1): 69-75. doi.org/10.19159/tutad.37366.
- TÜİK, 2019. Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 07 Ocak 2019).
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O., 2007. Effects of phosphorus fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50(4): 457-462. doi.org/10.1080/00288230709510313.
- Uslu, Ö.S., Kurt, Ö., Kaya, E., Kamalak, A., 2018. Effect of species on chemical composition, metabolizable energy, organic matter digestibility and methane production of some legume plants grown in Turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 1158-1161. doi.org/10.1080/09712119.2018.1480485.
- Uzun, F., Sulak, M., Uğur, S., 2008. Gazal boynuzu türlerinin ülkemiz için önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(2): 45-54.
- Uzun, F., 2010. Kuru madde analizi (IV. Analizler) Uzun F. (Ed.), *Tarla Bitkilerinde Laboratuvar Analizleri (Uygulama Ders Notu)*, OMÜ, Ziraat Fak., Ders Notu No:1, 25-27, Samsun.
- Van Dyke, N.J., Anderson, P.M., 2000. Interpreting a forage analysis. *Alabama Cooperative Extension, Circular ANR-890*.
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Press. p. 528.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel istatistik metodları. *Tarım ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 121*, Ankara.
- Yücel, C., Yücel, D., Akkaya, M.R., Anlarsal, A.E., 2014. Bazı ümitvar yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) genotiplerinde kalite özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(1): 8-14.
- WCS, 2018. Win ISI 4 Calibration Software: Ground, expandable equation packages. http://www.winisi.com/product_calibrations.htm (Erişim tarihi: 20 Kasım 2018).



Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/ omuanajas.484655

Leaflet shape analysis separates rose cultivars and estimates leaf area

Mansour Matloobi*, Sepideh Tahmasebi, Faribourz Zare Nahandi, Alireza Motallebi-Azar

Department of Horticulture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Correspondent author: matloobi@tabrizu.ac.ir

Received 18/11/2018

Accepted 24/09/2019

ABSTRACT

Trying to use tip leaflet of rose plants as a sample to estimate leaf area and to separate rose cultivars, in an experiment we took leaf images from three different stem layers of four garden roses. After preliminary image pre-processing measures, some important leaf geometric features such as leaf and leaflet area, perimeter, circularity and leaflet length and width were measured or calculated. Analysis of variance showed that it would be possible to separate rose cultivars by including only two leaf properties, i.e., tip leaflet angle and leaflet area to leaf area ratio. It was also determined that three leaf layers along the rose stem can be recognized and categorized by implementing just angle of tip leaflet. Leaflet area was agreeably approximated by fitting a simple linear model to the product of leaflet minor and major axes. Further analyses indicated that some leaflet properties such as solidity, perimeter and circularity can be used as significant criteria to distinguish rose cultivars, however other features like leaflet elongation and rectangularity were quite poor and insignificant in this case. In conclusion, it was determined that rose leaflet tip angle not only has the ability of being as a good morphometric marker in separating rose stem leaf layers but also it is capable of identifying different rose cultivars.

Keywords:

Image analysis
Leaf morphometric features
Leaf area
Leaflet shape
Rose

© OMU ANAJAS 2019

1. Introduction

Roses are one of the world's most economically important flowers (Niu and Rodriguez, 2009) which belong to *Rosa* genus containing about 200 species and more than 20,000 cultivars (Cuizhi and Robertson, 2003; Ritz et al, 2005). There are tremendous variations of growth habit, leaf and flower form, size and color across rose cultivars. As in many species of plants, organ size in rose plants is also influenced by a great number of environmental factors, such as light quality (Maas and Bakx,1995), light intensity (Bredmose,1993), day length (Cookson et al., 2007), water (Demotes Mainard et al.,2013), nitrogen availability (Ashok and Rengasamy,2000), mechanical stimulation (Morel et al.,2012) and genotype (Morel et al.,2009) as well. Leaves are the primary photosynthetic organ in plants with the greatest amount of information which make them worthy for taxonomists in species identification. Moreover, leaves can be easily found and collected almost in most time of the growing season, whereas flowers and fruits are available only for a few weeks during the year (Cerutti at el 2011). This is why the most plant identification tools are based on the leaf morphological information (Wang at el 2003). A leaf can be characterized by its shape, color and texture. The

color of a leaf may change by the variation of climatic conditions, season and even by the level of nutrient availability. In addition, most plants have leaves colored in green which makes it appropriate enough for species recognition (Mouine at el 2012).

Each leaf has its own shape and feature that carries significant information (Hossain and Amin, 2010), and varies developmentally and environmentally within a plant (Chitwood et al., 2012a). For these reasons studies on leaf morphology require measurement of multiple parameters from numerous leaves (Chitwood et al., 2012 b). Plants species produce leaves that are normally very diverse in shape and size, providing researchers a great opportunity to identify and distinguish species. Within species and even a single plant, leaf characteristics may differ significantly (Kerstetter, 1998). Leaf shape variability has been investigated using analysis of landmarks and it was emerged that this method might be very accurate in identification of species (Jensen, 1990). Leaf shape is a highly heritable property of leaf morphology. Intrinsic difference in leaf shape can restrict phenotypes in disparate organs. For example, it has been shown in tomato that there is a relationship between leaf shape and sugar accumulation in fruit, this result is consistent with the hypothesis that leaf shape can impact photosynthesis (Chitwood et al.,

2013).

Estimation of leaf area is an essential component in plant taxonomy (Bel and Bryan, 2008) and many types of physiological studies, such as plant growth rate (Leith et al., 1986; Rouphael et al., 2010), transpiration and water requirement determination (Enoch and Hurd, 1979) and photosynthesis (Boote et al., 1986; Spann and Heerema, 2010). In crop culture, production of a minimum leaf area is a prerequisite to reach the optimal yield and proper canopy energy balance (Jonckheere et al., 2004; Antunes et al., 2008; Kandiannan et al., 2009).

Monitoring of leaf morphology could be also very important in some researches, especially those related to the role of environmental and developmental biology (Baret et al., 2004). Before the introduction of digital photography most studies in this area were performed using a few known traditional methods (Marcus, 1990; Jensen, 2003). Measuring leaf area normally involves either direct or indirect method. However, direct (destructive) methods have often been selected as most accurate method by many researchers, yet it usually appears to be much expensive and time consuming (Landis et al., 2002). Indirect methods are nondestructive, fairly rapid and inexpensive (Baret et al., 2004).

Digital images acquired automatically for measuring purposes in plants, are applicable to monitor plant growth (Spalding and Miller, 2013). Leaves are widely used for computer-aided plant classification. Examples of such studies include hierarchical polygon approximation and representation of leaf shape in order to classify the members of Acer family (Im et al.1998), Soybean leaf classification (Oide and Ninomiya., 2000), computer-aided plant species identification (Du et al.,2006), leaf edge shape detection (Huff at el., 2003), determining size and number of leaf teeth (Royer & Wilf, 2006) and estimating prehistoric climates using fossilized leaves shape (Ellis et al., 2009). In the present study we tried to separate rose cultivars through simple leaf morphometric features and apply linear models to estimate leaf and leaflet area by implementing leaf geometric information.

2. Materials and Methods

2.1. Plant Materials

The experiment was conducted in the research greenhouse of the University of Tabriz (Tabriz, Iran). The hybrid tea rose cultivars used in the study (*Caribia*, *Full House*, *Cherry Brandy* and *Polar Star*) were obtained from a commercial rose greenhouse. When selecting the plants there was an attempt to choose the plants at the same developmental stages having uniform growth specifications. Rose plants were transferred to 7 L plastic pots containing 70% Coco Peat and 30% Perlite. They were then grown under the natural photoperiod with the temperatures ranged from $18.0 \pm 2^\circ\text{C}$ to $28.0 \pm 2^\circ\text{C}$ and relative humidity (RH) between

55% to 70%. Plants were irrigated and fertilized using a standard nutrient solution to sustain proper plant growth and development. The experiment was started on May 26, 2014 and finished on August 26, 2014.

2.2. Image samples

Each matured flowering stem were equally divided into 3 layers. Individual leaves were randomly taken from each layer and then were photographed using below mentioned method.

2.3. Digital image acquisition

The images of rose leaves were acquired in RGB color medium using a SLR digital camera (Canon's EOS 550D, Japan). The images were taken by applying the following camera settings: shutter speed: 1/125 s, ISO: 200, focal length: 35 mm and image resolution of 5184 in 3456 pixels. All the images were taken under the natural sun light condition against a white background with a 1 cm^2 scale attached to it. Images were saved in JPEG format with 256 grey levels per each color channel. The Image j software (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA; version 1.4, free download form <http://imagej.en.softonic.com/>) with the latest relevant plugins were used to analyze the images. ImageJ was well known by many researchers as a reliable and reputable software for performing geometric measurements (Orsini et al., 2010; Warman et al., 2011; Juneau and Tarasoff, 2012; Carins Murphy et al., 2012; Schneider et al., 2012).

2.4. Image pre-processing

Before starting main processing stage, images were subjected to some pre –processing operations. In this phase obtained color images were converted into a normalized grayscale equivalent image by transforming them into 8 bit images (Lee and Hong, 2013). The formula presented in equation 1 was used to convert RGB value of a pixel into its grayscale value. Leaf images were then converted to binary image by thresholding the gray-scale images (Abramoff et al., 2004). The images were then saved in JPEG format. Fig. 1 shows an example of leaf contour extraction.

$$\text{Gray} = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \quad (1)$$

Where R, G, B corresponds to the color of the pixel, respectively

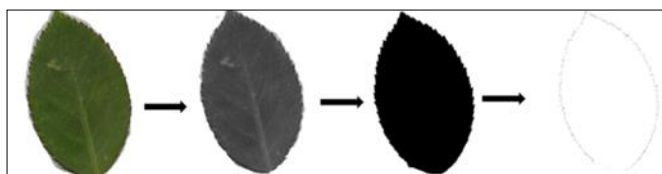


Figure 1. Leaf features extraction

2.5. Shape features extraction

Using imageJ software leaf basic geometric parameters were measured or calculated as follows:

- Major axis length (L): length of the longest line that can be drawn through the leaflet.
- Minor axis length (W): length of the longest line that can be drawn through the leaflet perpendicular to the major axis.
- Area (A): The value of leaflet area was measured by counting the number of pixels of binary image and comparing it with the pixel number of 1 cm² scale sign.
- Perimeter (P): Perimeter of leaflet which was obtained by measuring leaflet perimeter.
- Elongation: defined as L/W.
- Circularity: This feature is used to describe the difference between a circle and a leaflet. It is defined as $4\pi A/P^2$.
- Rectangularity: This feature describes the similarity between a rectangle and a leaf and is defined as LW/A.
- Solidity: defined as A/A_{CA} , where A is the leaflet area and A_{CA} is the area of leaflet convex hull.
- Compactness: defined as: $\sqrt{4A\pi^{-1}L^{-1}}$.
- Feret diameter: diameter of a circle having the same area of the leaflet.
- Tip leaflet angle: The angle formed in leaflet tip by

drawing lines from leaflet tip to the first recognizable teeth on either side of the leaflet.

- LeafletA/LeafA (LLA/LA): ratio of leaf tip leaflet area to corresponding total leaf area

2.6. Experimental design and statistic

The experimental design consisted of two factors (cultivar and stem layers) crossed according to split plot design. Main plot (cultivar) was replicated 4 times and randomized based on CRD and hosted 3 equal levels of matured flower stem layers as sub plot. All the recorded data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) procedure after being subjected to normality test and undergoing data transformation wherever needed using the Statistical Software Package (MiniTab 17.0).

3. Result and Discussion

Table 1 shows the results of ANOVA for measured characteristics. Some leaflet morphometric properties varied across cultivars, however only tip leaflet angle and leaflet/leaf ratio changed significantly among the stem layers.

Table1. Analysis of variance for tip leaflet geometric parameters

SOV	df	Major axis	Minor axis	Area	Perimeter	Circularity	Solidity	Tip leaflet angle
Cultivar	3	0.765 ns	1.5*	41.696 ns	35.83**	253.73*	7.54**	2734.053**
Main Error	8	0.583	0.341	16.088	5.81	59.51	1.038	243.891
Layer	2	0.645 ns	0.501 ns	15.115 ns	12.79 ns	5.810	1.758	90.411**
Cultivar*Layer	6	0.829 ns	0.286 ns	17.304 ns	14.33 ns	58.204 ns	1.137 ns	86.007**
Sub Error	16	0.7	0.432	16.914	10.00	28.490	2.142	15.456
SOV	df	Elongation	Rectangularity	Compactness	Feret Diam.	LeafletA/LeafA		
Cultivar	3	0.118 ns	0.028 ns	0.088 ns	0.247 ns	197.42**		
Main Error	8	0.031	0.021	0.025	0.089	8.50		
Layer	2	0.018 ns	0.014 ns	0.039 ns	0.117 ns	130.94**		
Cultivar*Layer	6	0.024 ns	0.015 ns	0.037 ns	0.125 ns	44.06**		
Sub Error	16	0.027	0.005	0.027	0.108	5.960		

ns, * and ** denote respectively non-significant, significant at the 5% and 1% level

Cultivar 'Full house' indicated the longest leaflet minor axis and the longest leaflet perimeter as well, while it offered the lowest degree of tip leaflet angle when compared with the other cultivars. On the other hand, tip leaflet of cultivar 'Polar star' in spite of showing the highest degree of leaflet angle, accounted for only about 24% of total leaf area while it shared almost 40% of total leaf area in 'Carribia'. However, leaflet circularity and solidity were the highest in this cultivar. Tip leaflet angle beside the leaf area participation of tip leaflet significantly differed across the stem layers (Table 2). In this case, top layer showed the widest angle of tip leaflet and accounted for much percentage of total leaf area (Fig2).

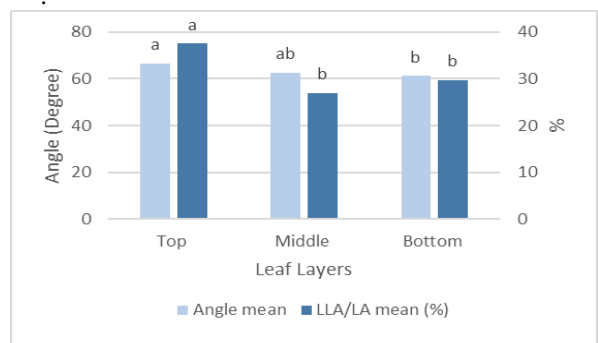


Figure 2. Tip leaflet angle and leaflet area to leaf area ratio variations across three stem layers

Table 2. Mean comparisons of cultivars' significant characteristics

Cultivars	Leaflet minor axis (cm)	Leaflet perimeter (cm)	Circularity	Solidity	Angle (degree)	LLA/LA
Carribia	2.90 b	14.51 b	53.91 a	80.15 a	76.68 a	0.412 a
Cherry Brandy	3.29 ab	18.50 ab	41.09 b	78.15 b	66.93 b	0.335 b
Full House	3.84 a	18.95 a	47.69 ab	78.34 ab	38.16 c	0.278 c
Polar Star	3.09 ab	17.21 ab	45.78 b	78.53 ab	72.66 a	0.235 c

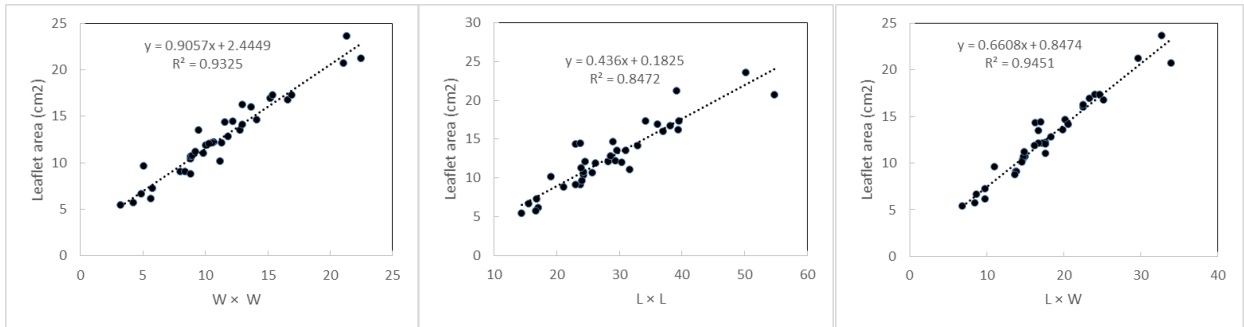


Figure 3. Leaflet area variations by leaflet shape parameters

Linear model appeared to best describe the relationship between the leaflet axis parameters and leaflet area (Fig. 3). When the product of minor and major leaflet axes was used to predict the leaflet area, the highest rate of R2 (coefficient of determination) was

obtained. However, this parameter was not calculated with the same magnitude for linear description of the leaf area variations by leaflet area. Comparing different leaf layers an agreeable relationship was found between leaf and leaflet area almost among all layers (Fig. 4)

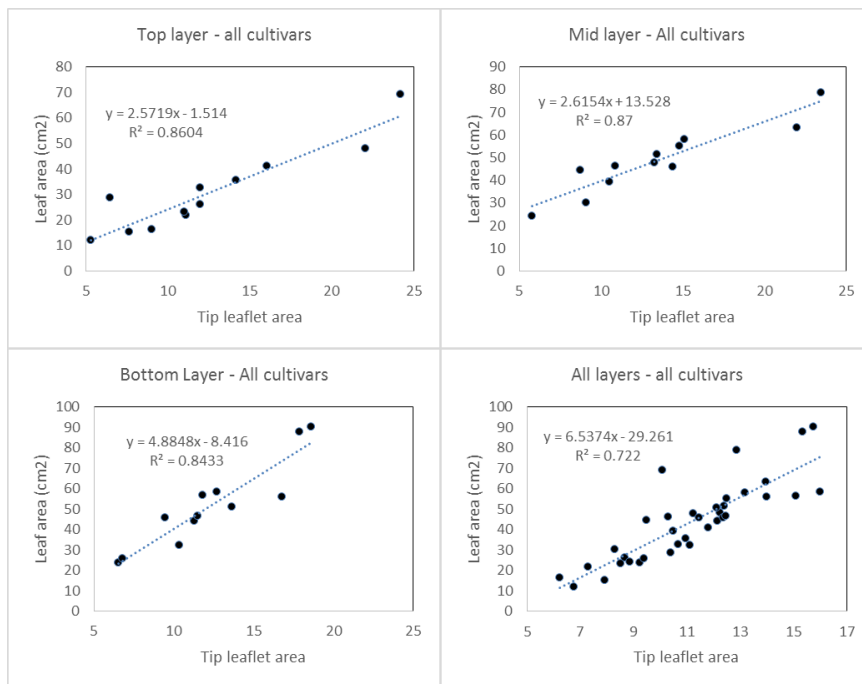


Figure 4. Relationship between leaf are and tip leaflet area in different stem layers

Many methods have already been tried by some authors to classify plant species and varieties (Waldchen and Mader, 2017). One of the simplest and fast responsive methods in separating plant cultivars might be applying leaf geometric properties (Viscosi and Cardini., 2011). In this study several leaflet parameters

of four rose cultivars were statistically examined to see possible significant differences among the cultivars. Mean comparison of leaflet properties revealed that it would be possible to separate all the studied rose cultivars by applying only two leaflet parameters, i.e. leaflet angle and LLA/LA ratio. Neural network

analysis has already been used successfully to identify and separate 10 olive cultivars using leaf morphometric features as input data (Mancuso and Nicese, 1999). Leaf minor axis proved to be a good morphometric marker in rose cultivar identification when compared with the leaf major axis (Rouphael et al., 2010). In muskmelon leaf width was found to be a better fit than the leaf length in estimating leaf area by allometry method (Misle et al., 2012). In another study Eftekhari (Eftekhari, et al., 2011) determined table grape leaf area by developing a simple model implementing variables of leaf width and length. In our study, product of leaf width and leaf length was found to be a very suitable and useful variable in predicting rose leaflet area using a simple linear model. Oner (Oner et al., 2011) introduced a multiregression model to predict corn leaf area using leaf width, length and leaf zone of the plant. In rose plant Rouphael (Rouphael, et al., 2010) found that a linear model having $L \times W$ as the independent variable provided the most accurate estimate of rose leaf area. Additionally, according to our results, a relationship was found between leaflet area and total leaf area, although with lower rate of R^2 showing that by having only leaflet area one can roughly estimate the total leaf area. Leaf features such as area and size are frequently recorded variables in plant research, as they can be important indicators of variability within and among populations (Aravanopoulos, 2005).

The results of our study in leaf area prediction were consistent with Cristofori et al (2007) who suggested that leaf area in hazelnut and persimmon strongly related to $L \times W$. Blanco and Folegatti (2005) predicted leaf area by a linear model $LA = -4.27 + 0.88 L \times W$ with high accuracy and only little differences observed between the cultivars and environment. Tsialtas and Maslaris (2008) documented that in sugar beet a model developed based on leaf dimensions [$LA = 31.928 + 0.5083 L \times W$] satisfactorily predicted LA better than when the leaf width or length was solely used. Similarly, Lu et al (2004) proposed that the simple and linear relationships between leaf area and leaf dimensions (length and width) might be useful for nondestructive estimation of plants leaf area.

Gao (Gao et al., 2012) studied the effect of genotype and environment on rose leaf area estimation. They found that for proper estimation of leaf area across different environments and genotypes, measuring only leaf length isn't enough until other variables like leaf width included. Developing a dynamic model for re-constructing data of shoot leaf area increment in pot chrysanthemum, Larsen and Nothnagl (Larsen and Nothnagl, 2008) reported that despite of being an allometric relationship between leaf length and leaf area in the cultivar studied, more researches

needed to expand the model to other chrysanthemum cultivars. Given that leaf morphological properties usually influenced by growth stage and environmental factors, adding other determinant and stable physical parameters with proper combinations to model inputs may lead us to much more accurate leaf area estimations.

4. Conclusion

In this study the leaf area of some cut rose cultivars were modeled by using simple non-destructive allometric relationships between tip leaflet and leaf dimensions. Furthermore, it was found that leaflet morphometric features could be used to identify rose cultivars almost most of the year whenever leaves are available. This is important particularly in nurserys where mother plants are usually out of flower due to continuous stem harvesting which therefore making cultivar identification rather difficult for nursery-man and even plant buyers prior to flowering time of plants. In addition to growers, using the method reported in this study, researchers would also acquire a useful tool to determine important leaf morphometry characteristics of rose plants in their related studies. This study on one hand gave significance of different combinations of rose leaf dimensions in estimating leaf area and on the other hand, confirmed the ability of leaf shape analysis via image processing technique in identification of rose cultivars by including tip leaflet angle of rose leaves.

References

- Abramoff, M.D., Magalhaes, P.J., Ram, S.J., 2004. Image processing with imageJ. *Biophotonics International*. 11, 36-42.
- Ashok, A.D., Rengasamy, P., 2000. Effect of nitrogen fertigation at different levels and sources on the growth of cut rose cv. first red under greenhouse conditions. *South Indian Hortic*. 48,139-141.
- Antunes W.C., Pompelli, M.F., Carretero, D.M., DaMatta, F.M., 2008. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*. 153,33-40.
- Aravanopoulos, F.A., 2005. Phenotypic variation and population relationships of chestnut (*Castanea sativa*) in greece, Revealed by Multivariate Analysis of Leaf Morphometrics. *Acta Horti*. 693, 233-240.
- Baret, F., Coppin, P., Fleck, S., Jonckheere, I., Muys, B., Nackaerts, K., Weiss, M., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination

- Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agr Forest Meteorol.* 121,19-35.
- Bell, A., Bryan, A., 2008. *Plant Form: An illustrated guide to flowering plant morphology*. London: Timber Press. 432.
- Blanco, F.F., Folegatti, M.V., 2005. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agricola*, 62, 305-309.
- Boote, K.J., Jones, J.W., Hoogenboom, G., 1986. Research and management application of the PNTGRO crop growth model. *Proc. Am. Peanut Res. Edu. Soc.* 20, 57.
- Bredmose, N, Hansen, J., Nielsen, J., 2001. Topographic influences on rose bud and shoot growth and flower development are determined by endogenous axillary bud factors, in III International Symposium on Rose Research and Cultivation, eds N. Zieslin and H.Agbaria (Herzliya: International Society Horticultural Science).177–183.
- Carins Murphy, M.R., Jordan, G.J., Brodribb, T.J., 2012. Differential leaf expansion can enable hydraulic acclimation to sun and shade. *Plant, Cell and Environment*, 35,1407-1418.
- Cerutti, G.L., Tougne, A., Vacavant, C, D., 2011. A parametric active polygon for leaf segmentation and shape estimation. In International Symposium on Visual Computing (ISVC). 202–213.
- Chitwood, D.H., Headland, L.R., Filiault, D.L., Kumar, R., Jimenez Gomez, J.M., Schragar, A.V., 2012. Native environment modulates leaf size and response to simulated foliar shade across wild tomato species. *PLoS ONE*. 7:e29570.
- Chitwood, D.H., Headland, L.R., Kumar, R., Peng, J., Maloof, J.N., Sinha, N.R., 2012 b. The developmental trajectory of leaflet morphology in wild tomato species. *Plant Physiol.* 158:1230-1240.
- Chitwood, D.H., Kumar, R., Headland, L.R., Ranjan, A., Covington, M.F., Ichihashi, Y., Fulop, D., Jimenez-Gomez, J.M., Peng, J., Maloof, J.N., 2013. A quantitative genetic basis for leaf morphology in a set of precisely defined tomato introgression lines. *Plant Cell.* 25,2465-2481.
- Cristofori, V., Roupheal, Y., Mendoza-de Gyves, E., Bignami, C., 2007. A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. *Scientia Horticulturae*, 113,221-225.
- Cookson, S.J., Chenu, K., Granier, C., 2007. length affects the dynamics of leaf expansion and cellular development in *Arabidopsis thaliana* partially through floral transition timing. *Ann. Bot.* 99,703-711.
- Cuizhi, G., Robertson, K.R., 2003. *Rosa Linnaeus, Sp. Flora of China.* 9,339-381.
- Demotes, M.S., Huche-Thelie, L., Morel P, Boumaza, R., Guerin, V., Sakr, S., 2013. Temporary water restriction or light intensity limitation promotes branching in rosebush. *Sci. Hortic.* 150,432–440.
- Du, J., Huang, D., Wang, X., Gu, X., 2006. Computer-aided plant species identification (CAPSI) based on leaf shape matching technique. *Transactions of the Institute of Measurement and Control.* 28,275-284.
- Eftekhari, M., BKamkar, B., Alizadeh, M., 2011. Prediction of leaf area in some Iranian table grape (*Vitis vinifera* L.) cuttings by a non-destructive and simple method. *Science Research Reporter.*1,115-121.
- Ellis, B., Daly, D.C., Hickey, L.J., Johnson, K.R., Mitchell, J.D., Wilf, P., 2009. *Manual of leaf architecture*. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Enoch, H.Z., Hurd, R.G., 1979. The effect of elevated CO₂ concentration in the atmosphere on plant transpiration and water use efficiency: A study with potted carnation plants. *Int. J. Biometer.* 23,343–351.
- Gao, M., Heijden, G. W. A. M. Van Der, Vos, J., Eveleens, B. A., Marcelis, L. F. M., 2012. Estimation of leaf area for large scale phenotyping and modeling of rose genotypes. *Scientia Horticulturae*, 138: 227–234.
- Hossain, J., Amin, M.A., 2010. Leaf shape identification based plant biometrics. *Proceedings of 13th International Conference on Computer and Information Technology*, Dec. 23-25, IEEE Xplore Press, Dhaka, Bangladesh. 458-463.
- Huff, P.M., Wilf, P., Azumar, E.J., 2003. Digital future for paleoclimate estimation from fossil leaves? Preliminary results Palaios. 18: 266–274.
- Im, C., Nishida H., Kunii, T.L., 1998. Recognizing plant species by leaf shapes – a case study of the Acer family. *Proc. Pattern Recog.* 2 ,1171-1173.
- Jensen, R.J., 2003. The conundrum of morphometrics. *Taxon.* 52,663–671.
- Jensen, R.J., 1990. Detecting shape variation in oak leaf morphology: a comparison of rotational-fit methods. *Am J Bot.* 77,1279-1293.
- Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M., Baret, F., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination. I: Theories, sensors and hemispherical photography. *Agric. For. Meteorol.* 121, 19-35.
- Juneau, K.J., Tarasoff, C.S., 2012. Leaf area and water content changes after permanent and temporary storage. *PLoS ONE* 7: e42604.
- Kandiannan, K., Parthasarathy, U., Krishnamurthy, K.S., Thankamani, C.K., Srinivasan, V., 2009. Modelling individual leaf area of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) using leaf length and width. *Scientia Horticulturae.* 120,532-537.
- Kerstetter, R.A., Poethig, R.S., 1998. The specification of leaf identity during shoot development. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 14,373-398.
- Larsen, R. U., Nothnagl, M. 2008. Re-constructing data of leaf area increment in the greenhouse pot chrysanthemum cultivar ‘ Lompoc ,’ *Scientia Horticulturae.* 117: 63–68.

- Landis, D.A., Isaacs, R., Neal, M.E., 2002. An inexpensive, Accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis. *J Econ Entomol.* 95,1190-1194.
- Leith, J.H., Reynolds, J.P., Rogers, H.H., 1986. Estimation of leaf area of soybeans grown under elevated carbon dioxide levels. *Field Crops Res.* 13,193–203.
- Lee, K.B., Hong, K.S., 2013. An implementation of leaf recognition system using leaf vein and shape. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology.* 57-66.
- Lu, H., Lu, Y., Wei, M.L., Chan, L.F., 2004. Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro. *Agronomy Journal.* 96, 448-453.
- Maas, F.M., Bakx, E.J., 1995. light on growth and flowering of *Rosa hybrida* 'Mercedes'. *J. Am. Soc. Sci.* 120,571–576.
- Marcus, L.F., Rohlf, F.J., Bookstein, F.L., 1990. Traditional morphometrics. In *Proceedings of the Michigan morphometrics workshop.* Ann Arbor: University of Michigan press .227–236.
- Misle, E., Kahlaoui, B., Hachicha, M., Alvarado, P., 2013. Leaf area estimation in muskmelon by allometry. *Photosynthetica*, 51,613-620.
- Morel, P., Crespel, L., Galopin, G., Moulia, B., 2012. Effect of mechanical stimulation on the growth and branching of garden rose. *Sci. Hortic.* 135,59-64.
- Morel, P., Galopin, G., Dones, N., 2009. Using architectural analysis to compare the shape of two hybrid tea rose genotypes. *Sci. Hortic.* 120,391-398.
- Mouine, S., Yahiaoui, I., Yahiaoui, A., 2012. Advanced shape context for plant species identification using leaf image retrieval. "ICMR '12 - 2nd ACM International Conference on Multimedia Retrieval.
- Niu, G., Rodriguez, D.S., 2009. Growth and Physiological Responses of Four Rose Rootstocks to Drought Stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 134,202-209.
- Oide, M., Ninomiya, S., 2000. Discrimination of soybean leaflet shape by neural networks with image input. *Comput. Electron. Agric.* 29:59-72.
- Oner, F., Odabas, M.S., Sezer, I., Odabas, F., 2011. Leaf area prediction for corn (*Zea mays* L.) cultivars with multiregression analysis. *Photosynthetica*, 49,637-640.
- Orsini, F., D'urzo, M.P., Inan, G., Serra, S., OH, D.H., Mickelbart, M.V., Consiglio, F., 2010. A comparative study of salt tolerance parameters in 11 wild relatives of *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany.* 61,3787 -3798.
- Ritz, C.M., Schmuths, H., Wissemann, V., 2005. Evolution by reticulation: European dogroses originated by multiple hybridization across the genus *Rosa*. *J. Heredity.* 96,4-14.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Ajouz, N., Marucci, A., Colla, G., 2010. Estimation of leaf number of eggplant using thermal time model. *Journal of Food Agriculture and Environment.* 8,847-850.
- Rouphael, Y., Mouneimne, A.H., Ismail, A., Mendoza-de Gyves, E., Rivera, C.M., 2010. Modeling individual leaf area of rose (*Rosa hybrida* L.) based on leaf length and width measurement. *Photosynthetica.* 48,9-15.
- Royer, D.L., Wilf, P., 2006. Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. *International Journal of Plant Sciences.* 167,11–18.
- Schneider, C.A., Rasband, W.S., Eliceiri, K.W., 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods.* 9,671- 675.
- Spalding, E.P., Miller, N.D., 2013. Image analysis is driving a renaissance in growth measurement, *Curr. Opin. Plant Biol.* 16,100–104.
- Spann, T.M., Heerema, R.J., 2010. A simple method for nondestructive estimation of total shoot leaf area in tree fruit crops. *Scientia Horticulturae.* 125,528-533.
- Tsialtas, J.T., Maslaris, N., 2008. Nitrogen fertilization affects on leaf morphology and evaluation of leaf area and LAI prediction models in sugar beet. *Photosynthetica.* 46, 346-350.
- Viscosi, V., Cardini, A., 2011. Leaf Morphology, Taxonomy and Geometric Morphometrics: A Simplified Protocol for Beginners. *PLoS ONE* 6(10):e25630.
- Waldchen, J., Mader, P., 2017. Plant Species Identification Using Computer Vision Techniques: A Systematic Literature Review. *Archives of Computational Methods in Engineering.* 1-37.
- Wang, Z., Feng, D., 2003. Shape based leaf image retrieval. *IEE Proceedings on Vision, Image and Processing.* 150:34- 43.
- Warman, L., Moles, A.T., Edwards, W., 2011. Not so simple after all: Searching for ecological advantages of compound leaves. *Oikos.* 120,813 - 821.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/ omuanajas.492494

Some vegetation characteristics of rangelands subjected to different grazing pressures with single- or multi-species of animals for a long time (A case of Zonguldak province, Turkey)

Ferat Uzun^{a*}, Nuh Ocak^b

^aDepartment of Field Crops, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey

^bAnimal Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey

*Corresponding author/Sorumlu yazar: fuzun@omu.edu.tr

Geliş/Received 05.12.2018

Kabul/Accepted 29.07.2019

ABSTRACT

Two studies were carried out to evaluate the rangelands subjected to grazing pressures (GP) at different levels with single (SSG, cattle) - or multi (MSG, cattle, sheep and goats)-grazing animals species (GAS) for a long time in Zonguldak province, Turkey. These studies were done in 2015 and 2016 years. The GP treatment was classified as <0.30 (very low, VL), 0.31 to 0.60 (low, L), 0.61 to 0.90 (high, H) and $0.91 <$ (very high, VH) livestock unit (LU) ha^{-1} . The percentages of decreaser, increaser and invader range plant species, including shrub and herbaceous species and rangeland condition score interacted among the GP and GAS treatments. The percentages of decreaser species in the MSG communities under the L level and in the SSG communities under the VH level were higher compared to other treatments. The rate of shrub species in the VL rangeland subjected to SSG was higher than that in the VH rangeland. The rate of shrub species in VH range subjected to MSG was higher than that in other ranges subjected to MSG and in VH range subjected to SSG. The frequencies of decreaser and invader species of SSG were higher than that of MSG, but the frequency of increaser species was lower than that of MSG. The range condition class for the SSG and MSG rangelands were "poor" and "fair", respectively. These results indicate that increasing GP prevents animals from grazing selectively and the MSG system can contribute to the control of weeds.

Keywords:

Grazing livestock
Overgrazing
Rangeland condition
Response to grazing
Stocking rate
Weed control

Uzun süre bir veya birden fazla hayvan türü ile farklı otlatma baskılarına maruz kalan meraların bazı vejetasyon özellikleri (Zonguldak ili örneği, Türkiye)

ÖZET

Zonguldak ilinde uzun süre bir (BTO; sığır) veya birden fazla (karışık) hayvan türü (KTO; sığır, koyun ve keçi) ile farklı seviyelerde otlatma baskısına maruz kalan meraların değerlendirilmesi için 2015 ve 2016 yıllarında iki çalışma yapılmıştır. Otlatma baskısı muameleleri şu şekilde oluşturulmuştur: büyük baş hayvan birimi (BBHB) $ha^{-1} < 0.30$ (çok düşük, ÇD), 0.31-0.60 (düşük, D), 0.61-0.90 (yüksek, Y) ve $0.91 <$ (çok yüksek, ÇY). Çalı ve otsu türler de dâhil azalıcı, çoğalıcı ve istilacı bitki türleri ve mera durum skorları üzerine otlatma baskısı ve hayvan türü arasındaki etkileşimin etkisi önemli bulunmuştur. Çalı ve otsu türler de dâhil azalıcı, çoğalıcı ve istilacı bitki türleri ve mera durum skorları üzerine otlatma baskısı ve hayvan türü arasındaki etkileşimin etkisi önemli bulunmuştur. Azalıcı türlerin oranı bakımından, D otlatma basınçlı KTO sistemine ve ÇY otlatma basınçlı BTO sistemine ait meralar, diğer otlatma basınçlı sistemlere ait meralardan daha yüksek bir değere sahip olmuştur. BTO sistemine ait meralardaki çalı türlerinin yüzdesi, ÇD otlatma basıncında, ÇY otlatma basıncı ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. ÇY otlatma basınçlı KTO sistemine ait meralardaki çalı türlerinin oranı, diğer otlatma basınçlı KTO sistemine ve ÇY otlatma basınçlı BTO sistemine ait meralardan daha yüksek bulunmuştur. BTO sistemine ait meralardaki azalıcı ve istilacı türlerin frekansı, KTO sistemindekilerden daha yüksek, çoğalıcı türlerin frekansı ise daha düşük olmuştur. BTO ve KTO sistemlerine ait meralarının mera durum sınıfı sırasıyla "zayıf" ve "orta" olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, artan otlatma baskısının hayvanların seçici otlamasını önlediğini ve karışık hayvan türleri ile otlatma sisteminin yabancı otların kontrolü açısından daha etkili olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:

Aşırı otlatma
Mera durumu
Mera hayvancılığı
Otlatmaya tepki
Hayvan yoğunluğu
Yabancı ot kontrolü

1. Introduction

One of integral components of agricultural systems is utilization of rangeland forages by grazing domestic ruminants (cattle, goat and sheep), because grazed herbage is the cheapest feed source available for these animals (Ahmed et al., 2017; Asmare, 2018). Although rangeland forage quantity and quality affect the performance of grazing ruminants (Ocak et al., 2006; Alay et al., 2016; Pullanagari et al., 2018), the traits of rangelands is often less than desirable for sustainable and productive agriculture in the Mediterranean countries (Uzun et al., 2016; Reis and Şen, 2017; Asmare, 2018). To protect and maintain both species diversity and optimum rangeland health by controlling invader plants in rangelands should be understand perfectly the interactions between forage and grazing animal species (Foroughbakhch et al., 2013). The way animals graze a rangeland is influenced by the state of the plant development, the time they are on the rangeland, the time the rangeland is rested between grazing, the ability of the animals to choose forage species and grazing pressures (GP) with a single- (SSG) and multi-species grazing (MSG). Therefore, the GP and grazing animal species (GAS) affects the distribution of plant species based on response to grazing and can have the major impact on plant choice of animals (Erkovan et al., 2016), because grazing can either promote or reduce invader species abundance at a specific rangeland (Tallowin et al., 2005; Alay et al., 2016; Bremm et al., 2016). Reis and Şen (2017) noted that unplanned grazing practices which led to much greater GP resulted in non-uniform grazing.

Livestock grazing strategies (continuous grazing vs. no grazing) and intensities (heavy to light grazing) can influence plant composition (Koc and Kadioglu, 2012; Alay et al., 2016; Koç and İleri, 2016; Bremm et al., 2016) which is vital for the sustainable use of rangelands over the years (Tallowin et al., 2005; Allred et al., 2012). This situation is depending on that the GAS is proficient of consuming all plant species, including alien species in rangelands (Erkovan et al., 2016). Grazing can affect ecosystems in many ways such as woody plant encroachment and livestock productivity as well as plant communities (Allred et al., 2012; Erkovan et al., 2016). The botanical composition (BC) and especially the rates of desirable plant species depend on the GP and GAS as well as plant species diversity (Tallowin et al., 2005; Alay et al., 2016; Bremm et al., 2016; Erkovan et al., 2016). However, the long-term effects of different grazing systems such as the SSG and MSG remain poorly understood.

Existence and type of grass and/or legume in the rangelands, that is, rangeland quality are the main determinant in shaping the grazing plan to be applied to the rangelands. Moreover, assessment of rangeland quality is required to assist farmers with grazing planning and management, benchmarking between seasons and years (Erkovan et al., 2016; Pullanagari et

al., 2018). Overgrazing for long periods can reduce canopy cover, alter BC and decrease range condition score (RCS). Therefore, to investigate long-term consequences of grazing on vegetation structure of a rangeland is important not only to understand range forage species, but also to be able to deal with the primary factors that can threaten livestock productivity. Indeed, degradation of rangelands subjected to the SSG and MSG for a long time is a fundamental problem (Ouédraogo-Koné et al., 2006; Koç and İleri, 2016; Ahmed et al., 2017; Asmare, 2018) in the countries like Turkey, since nutrition of domestic ruminants in Turkey is mainly based on the exploitation of rangelands (Uzun et al., 2015; Alay et al., 2016; Koç and İleri, 2016). Therefore, invasion of rangelands by weed species is a threat to animal production in Turkey. There are numerous effects of grazing on rangelands, and these effects have been the subject of much study in pastoral systems, because plant and animal species composition can be dramatically altered with the presence of single-species or multiple-species (Read et al., 2011; Erkovan et al., 2016). Indeed, it has been reported that the proportion of land desirable for grazing plant species and the density of plant or richness of species decreased as a result of the elimination of the less grazing-tolerant species (Allred et al., 2012; Uzun et al., 2016). The presence of goats or cattle among multiple-species due to the intensity of their browsing is critical for woody plant suppression and generally vegetation efficacy (Benavides et al., 2009; Read et al., 2011; Allred et al., 2012; Uzun et al., 2015; Alay et al., 2016). In Turkey, the effects of long-term early, irregular and heavy grazing on rangelands in different regions of Turkey have been the subject of extensive studies (Yavuz et al., 2012; Çınar ve ark. 2014; Ünal et al., 2014; Uzun et al., 2015; Alay et al., 2016; Erkovan et al., 2016; Koç and İleri, 2016; Reis and Şen, 2017; Seydoşoğlu ve ark. 2018). However, there is limited information about the vegetation structure, especially the rates of desirable forages species for grazing in rangelands subjected to different livestock grazing for a long time. Accordingly, the objectives of studies reported herein were to determine the changes in the BC, canopy cover, condition score and health class of rangelands subjected to the GP at different levels with SSG or MSG for a long time and thus to evaluate the applicability of SSG or MSG as a rangeland management strategy.

2. Material and Methods

In this study, two experiments were conducted in rangelands of Zonguldak province (41°27' N and 31°49' E, with an elevation of 40 to 86 m a.s.l) located in the Western Black Sea Region of Turkey. Data on the number of grazing animals as livestock unit (LU) and the properties of the rangeland communities were collected in the years of 2015 and 2016. Based on these data, 21 and 23 rangeland communities for Experiment 1 and Experiment 2, respectively, were selected by

considering their suitability to quantify the balance between rangeland feed supply and the demand of these animals (Shakhane et al., 2013) and to test the hypothesis of each experiment. In the region, summers are warm and humid, while winters are cool and damp with a mean annual temperature of 13.7 °C ranging from 7.0 °C in winter to 21.2 °C in summer, and annual rainfall of 1233 mm (TSMS, 2017). In the rangeland communities (approximately 2.2% of the province) of the province, there was a pastoral system which has been grazing by cattle or a mix of sheep, goats and cattle.

2.1. Experiment I

A total of 21 rangeland communities grazed *ad libitum* with different GP levels and grazing systems throughout the year for a long time were evaluated. The vegetation cover and the BC in all communities were estimated using the step-point method as previously described (Evans and Love, 1957; Mganga et al., 2013; Alay et al., 2016). Plant species were characterized as decreaser (higher-yield species, more palatable plants and more desirable for grazing lands), increaser (lower-yielding and tasteless species) and invader (native or introduced plants that invaded the rangeland after the decreasers and increaser are reduced by grazing) corresponding to response to grazing (Dyksterhuis, 1949; Koç et al., 2003; Holechek et al., 2011; Koc and Kadioglu, 2012). To determine the canopy cover, RCS and health classes of each rangeland community, the rate of decreaser, increaser and invader species were used as described by Koç et al. (2003) and Holechek et al. (2011). The RCS were calculated considering the lowest amount of each of decreaser and increaser species, irrespective of invaders (Dyksterhuis, 1949).

The GAS treatments was SSG (100% cattle) and MSG composed of sheep (41.7%), goats (15.2%) and cattle (43.1%). The levels of the GP treatment were composed as livestock units (LU) managed for long time per unit experimental area (ha) and designated as very low (VL, <0.30 LU ha⁻¹), low (L, 0.31 to 0.60 LU ha⁻¹), high (H, 0.61 to 0.90 LU ha⁻¹) and very high (VH, 0.90 < LU ha⁻¹). The impacts of the GAS and GP treatments on decreaser, increaser, invader species and RCS were evaluated in a 2 grazing GAS (SSG and MSG) × 4 GP (VL, L, H and VH) factorial design. In this study, ungrazed rangeland was not evaluated, since these areas were open to public grazing. The standard deviation (mean ± 1 or 2 SD) of mean LU managed per unit experimental area were used as the criteria of grouping GP into the different classes. As known, GP is the demand to supply ratio between dry matter requirements of LU and the quantity of forage available in a rangeland at a specific time. After the amount of forage yield and utilization rate were determined using a scale developed for rangelands in different regions of Turkey (Gökkuş et al., 2000), the carrying capacity were calculated, which can be used to determine either

the total forage available and/or the LU forage requirements. As such, the GP levels in the rangeland communities were determined according to carrying capacity was calculated as following (Carter, 2008; Holechek et al., 2011); Carrying capacity = forage supply [useable forage production (kg ha⁻¹) × area (ha)] ÷ forage demand [daily forage requirement (kg LU⁻¹) × number of grazing days (180 days)]. The usable forage production was calculated by adjusting for allowable use on the rangeland which is accessible for grazing in this zone and daily forage requirement (as dry matter basis) was considered to be 2.5% of body weight. On the other hand, to standardize the forage demand and the forage available in the public rangelands, livestock unit month (LUM) was used as unit of carrying capacity. The LUM is an estimate of how many acres are required to support the kind and class of livestock grazing for a period of one month (Carter, 2008). As such, the current and desired carrying capacities of the studied rangelands were expressed as the LUM ha⁻¹.

2.2. Experiment II

A total of 23 rangeland communities evaluated in Experiment 2 were separated to two rangeland classes subjected to SSG (100% cattle) or MSG (11.40% sheep, 4.06% goats and 84.58% cattle) system throughout the year for a long time. The frequency of each species was calculated as described by Khojasteh et al. (2013) and Uzun and Ocak (2018). The BC of the rangelands is classified according to families (grass, legume and the others) and responses to grazing (decreaser, increaser and invader) of plant species (Koc and Kadioglu, 2012). Then, the shrubs and herbaceous species were articulated as percentage of invader species.

2.3. Statistical analysis

The optimal sample sizes (number and size of the community) for the experiments in this study were determined to assure adequate power to detect statistical significance. Based on experimental design, factors GAS and GP both fixed $Y_{ijk} = \mu + GAS_i + GP_j + (GASGP)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$ in the mixed effects model. Where: Y_{ijk} is the k th observation at the i th level of factor GAS and the j th level of factor GP, μ is the population (grand) mean, GAS_i is the fixed effect for the i th level of factor GAS, GP_j is the fixed effect for the j th level of factor GP, $(GASGP)_{ij}$ is the interaction effect between factors GAS and GP, and ε_{ijk} is the random error effect. The "t test" was used to identify significant differences between SSG and MSG treatments. Data expressed as percentages or proportions of the total sample were arcsine or angular transformed to meet analysis of variance assumptions as to correct deficiencies in normality and homogeneity of variance. Treatment means which showed significant differences were associated using Tukey's pairwise comparison procedures. Differences were deemed significant at

P<0.05. All statistical analyses were carried out using IBM SPSS Statistics software package (SPSS, 2012).

3. Results and Discussion

3.1. Experiment I

The vegetation of rangeland communities studied in Experiment I had mixture of 49 plant families, and the BC of these rangelands was dominated by *Fabaceae*

(22.6%), *Gramineae* (16.0%), *Astraceae* (14.6%) and *Rosaceae* (7.1%) families. Both GAS and GP affected the rates of invasive shrub and herbaceous species and only the GP influenced the percentage of the decrease (P<0.05, Table 1). The percentage of decrease, increaser (P<0.05) and invader (P<0.01) species, including shrub and herbaceous species and the RCS (P<0.05) interacted among GAS and GP treatments (Figure 1, Figure 2 and Figure 3).

Table 1. Level of significance and standard error of the mean (SEM) for effects of grazing animal species (GAS), grazing pressure (GP) and the interaction between these factors (GAS × GP) on the percentages of forage species based response to grazing, the invader species and rangeland condition score

Items	Significance level			SEM
	GAS	GP	GAS × GP	
Response to grazing				
Decreaser	NS	*	*	1.208
Increaser	NS	NS	*	0.909
Invader	NS	*	**	3.057
Invader species				
Shrub	*	*	*	1.658
Herbaceous	*	NS	*	1.547
Rangeland condition score	NS	NS	*	2.057

*P < 0.05; **P < 0.01; NS: not significant (P > 0.05).

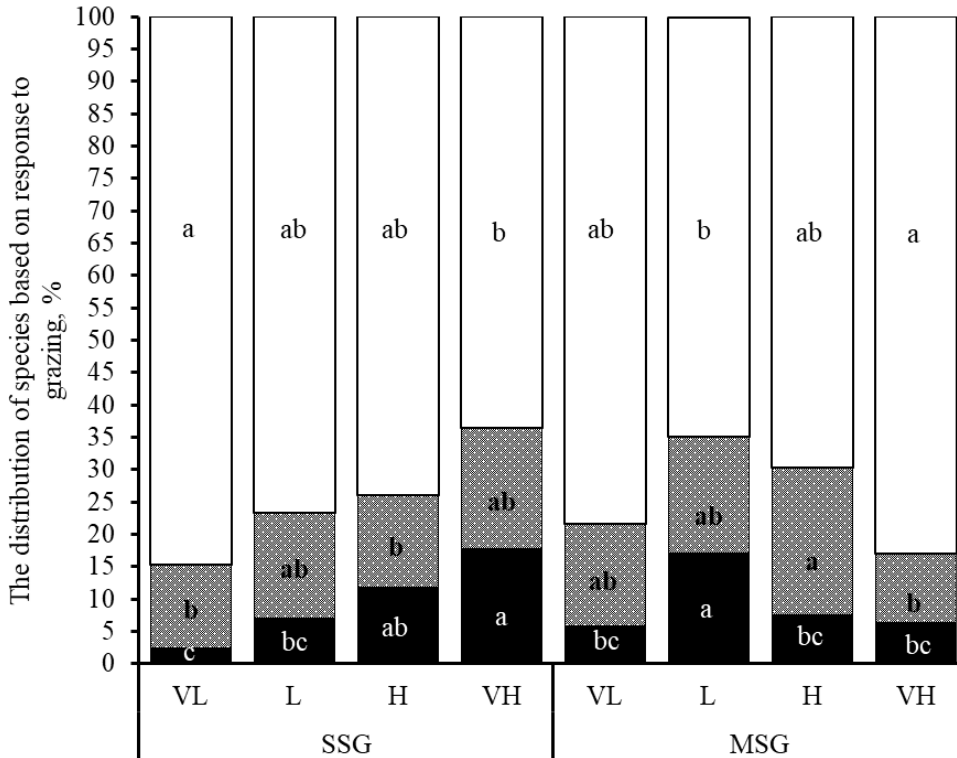


Figure 1. The percentage distribution of decrease (■), increaser (▒), invader (□) species based on response to grazing in the rangeland communities grazing by different animal species and subjected different grazing pressure (grazing animal species × grazing pressure interaction). SSG: single species grazing (cattle only), MSG: multi species grazing (like sheep or goats into a cattle system); VL: very low (>0.30 LU ha⁻¹), L: low (0.30–0.60 LU ha⁻¹), H: high (0.61–0.90 LU ha⁻¹) and VH: very high (0.90 < LU ha⁻¹). ^{a,b,c} Different superscripts within a bar with different colour indicate significant differences (P < 0.05).

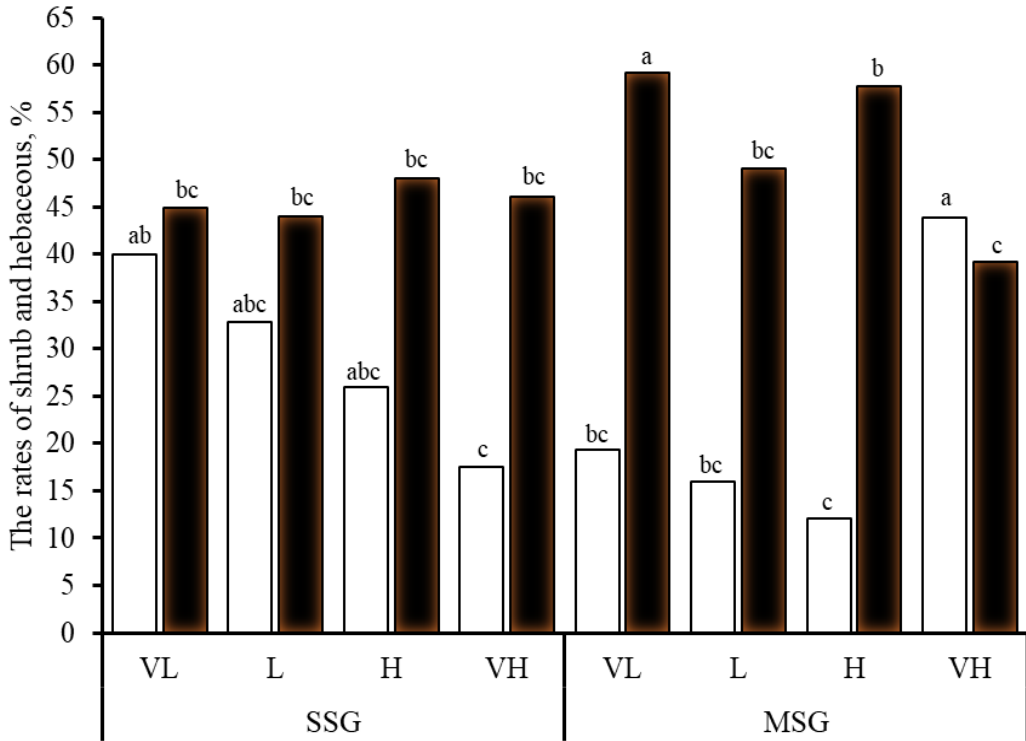


Figure 2. The rates of shrub (□) and herbaceous (■) species as percentage of the invader species in the rangeland communities grazing by different animal species and subjected different grazing pressure (grazing animal species × grazing pressure interaction). ^{a,b,c} Different letters on top of bars for each species indicate difference (P<0.05). The abbreviations of the treatments are as in Figure 1.

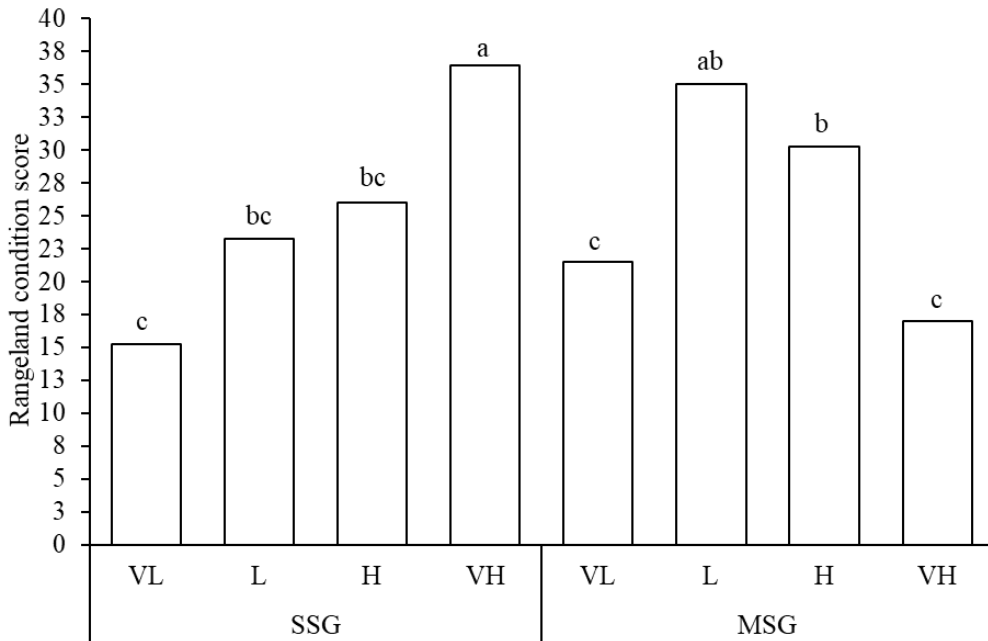


Figure 3. Rangeland condition score of the rangeland communities grazing by different animal species and subjected different grazing pressure (grazing animal species × grazing pressure interaction). ^{a,b,c} Different letters on top of bars indicate difference (P<0.05). The abbreviations of the treatments are as in Figure 1.

The decreaser species of the VH level (17.65%) of GP in the SSG communities had higher percentage ($P < 0.05$) compared to that of the VL (2.47%) and L (6.92%) levels in the SSG and the H (7.43%), VH (6.28%) and VL (5.74%) levels in the MSG (Figure 1). The VL and L of SSG and the VL, H and VH of MSG had same effect on the percentage of decreaser in the studied rangelands. In addition, the H (11.73%) and VH (17.65%) of SSG and the L (17.01%) of MSG had a similar effect on the percentage of decreaser species. The increasers in the VH (10.75%) level of MSG communities and in the VL (12.77%) and H (14.29%) levels of SSG communities of GP had lower values than that in the H (22.84%) level of MSG communities. The other levels of SSG (16.36 and 18.84% for L and VH levels, respectively) and MSG (15.80, 18.05 and 22.84% for VL, L and H levels, respectively) communities had similar values in terms of the percentage of increaser species. Regarding of the rate of invaders, the VL level (84.77%) of SSG and the VH level (82.98%) of MSG rangelands of GP were higher than the VH (63.51%) of SSG and the L (64.85%) of MSG rangelands ($P < 0.05$). The other levels of SSG (84.77, 76.72 and 73.98% for VL, L and H levels, respectively) and MSG (78.46, 69.73 and 82.98% for VL, H and VH levels, respectively) communities had similar values in terms of the percentage of invader species.

The VH level (43.80%) in the MSG treatment increased ($P < 0.05$) the rate of shrub species compared to the VL (19.32%), L (15.99%) and H (12.00%) levels in the MSG treatment and the VH level (17.50%) in the SSG treatment. The rate of shrub species in the SSG range decreased ($P < 0.05$) at VH level (17.50%) compared to that at VL level (39.92%). However, there was no significant difference among the other GP levels in the SSG and MSG rangelands. The rate of shrub in the SSG range were 32.82 and 25.95% for the L and H levels ($p > 0.05$). The rate of herbaceous in the MSG range increased ($P < 0.05$) at VL level (59.14%) compared to that at the other GP levels in the SSG (44.85, 43.92, 48.03 and 46.01% for VL, L, H and VH levels, respectively) and in the MSG (49.02, 57.73 and 39.18% for L, H and VH levels, respectively) rangelands. However, there was significant difference between H and VH levels in the MSG range ($P < 0.05$). The RCS of the SSG rangeland was higher ($P < 0.05$) at VH level (36.49) than that at the other GP levels in the SSG (15.23, 23.28 and 26.03 for VL, L and H levels, respectively) and in the MSG (21.54, 30.27 and 17.03 for VL, H and VH levels, respectively) rangelands (Figure 3). Also, the RCS at L (35.06) and H (30.27) levels of GP in the MSG range was higher ($P < 0.05$) than that at VL and VH levels in the MSG and that at VL level in the SSG rangelands.

The results of Experiment I indicate that the SSG and MSG systems had an unstable impact on the BC based on the percentage of decreaser, increaser and invader species and the RCS of rangelands and that the differences in GP of the present study did not create dramatically a selective grazing. In general, the species richness and diversity in the rangelands decreased depending on the GP due to augments in disturbance created by grazing livestock that facilitated establishment of invader species, as reported by Alexander et al. (2016). Also, it has been reported similar findings on rangelands in different regions of Turkey (Ünal et al., 2014; Yavuz et al., 2012; Çınar et al., 2014; Uzun et al., 2015; Seydoşoğlu et al., 2018). These results may be related to the fact that goats habitually spend more time grazing, including rangelands with high shrub species (Benavides et al., 2009; Ferreira et al., 2013; Nampanzira et al., 2015) and/or that the presence of cattle at different numbers can dramatically altered plant species composition (Read et al., 2011; Erkovan et al., 2016). Indeed, goats spent more daily time grazing on shrubland compared to sheep and cattle, which spent most of the time on the improved rangelands (Benavides et al., 2009; Ferreira et al., 2013; Nampanzira et al., 2015). Because animals in goat-mixed herds might spent a greater portion of their grazing time on shrub species compared those in monospecific groups (Benavides et al., 2009; Nampanzira et al., 2015; Uzun et al., 2015), the impact of the GP treatments on the studied parameters may be altered depending on the presence of goats in the MSG system. Goats graze primarily on shrubs compared to sheep which exhibit no particular preferences among grasses and invasive species like shrubs and herbaceous (Benavides et al., 2009; Uzun et al., 2015).

In the present study, there was a beneficial effect of MSG on the percentages of shrubs, because herbaceous species in cattle (95%) and sheep (89%) diets is higher rates than in goat (28%) diets (Benavides et al., 2009). Therefore, the MSG systems can be used as an effective management tool to control undesirable vegetation (Animut et al., 2005; Benavides et al., 2009). As reported herein, Animut et al. (2005) and Benavides et al. (2009) noted that the SSG system can influence negatively the BC, despite it provides benefits (or facilitate) to other GAS. Thus, this may explain why cover of shrubs reduced in the MSG system. Unlike studies carried out at a range of GP with different grazing system (Benavides et al., 2009), in our study, the effects of the GP \times GAS interactions on plant species diversity or other aspects of rangeland community structure and dynamics were observed. Hence, the long-term ecological consequences of the various livestock grazing systems implementation were relatively understood. Indeed, these results indicated

that changes in the rangeland structure and dynamics due to the GP \times GAS interactions may result in changes in rangeland supply and carrying capacity over the longer term. In terms of BC, the results support idea that the presence of sheep and goats in grazing systems could, also, have highly beneficial consequence or that rangelands grazed by mixtures of goats, sheep and cattle can have more invader herbaceous species than rangelands grazed by cattle alone (Benavides et al., 2009; Utsumi et al., 2010; Erkovan et al., 2016). A dramatically decrease in invader species such as *Dryopteris filix-mas* L. and Schott and *Galega officinalis* L. in the MSG rangelands compared to those of the SSG rangelands (data not shown) support ideas that the utilization of heterogeneous plant resources can be enhanced due to the complementary grazing of goats (Benavides et al., 2009). Thus, the presence of goats in MSG may be a more proficient way for productive as well as ecological goals (Benavides et al., 2009) or increase the sustainability of the pastoral system by maintaining more desirable species in rangelands compared to SSG system with cattle or sheep alone (Uzun et al., 2015; Erkovan et al., 2016).

The problem related to invader species in the present study may, therefore, be a result of diminishing in sheep and particularly goat numbers during the past 20-30 years (TUIK, 2017). If GP is too low, competitive plants may dominate. Conversely, at moderate GP, animals can increase plant diversity while heavy GP can selectivity and thus, results in overgrazing of desirable grasses (Tallowin et al., 2005; Batchelor et al., 2015; Erkovan et al., 2016). It is not necessarily always true, as reported herein. The selectivity of grazing animals is usually problematic over the long term because of diminishing the more desirable species and increasing the less desirable ones as increased the GP (Baumont et al., 2005). The results with respect to the effect of GP indicate that moderate and/or high GP has no adverse effect on invader plants and the RCS. This may be ascribed to the helpful impacts (their faeces and urine as well as their role in endozoochory or exozoochory seed dispersal) of the grazing animals on the range ecosystem relative to plant diversity and ecological succession (Read et al., 2011; Batchelor et al., 2015; Alexander et al., 2016). As noted in a review (Asmare, 2018), in the present study, the alien species or weeds did not make the rangeland unhealthy; these species appeared because rangelands subjected to different GP with SSG or MSG system for a long time were unhealthy.

3.2.. Experiment II

In Experiment II, a total of 228 species consisting of 39 grasses, 49 legumes and 140 the other families in the

SSG rangelands and 128 species consisting of 26 grasses, 28 legumes and 74 the other families in the MSG rangelands were recorded (Table 2). The other families contributed 56.49% and 58.78% in the SSG and MSG rangelands, respectively. The difference between the two rangeland groups in terms of the number of the plant families was found to be significant ($t=11.118$, $P<0.01$). There were significant differences among the studied rangelands in terms of the distribution of species based on response to grazing. The cover rate of decreaser, increaser and invader species in the BC were affected by the SSG and MSG systems ($t=12.536$, $P<0.01$). The frequencies of decreaser and invader species of SSG were higher than that of MSG, but the frequency of increaser species was lower than that of MSG. Similarly, the SSG and MSG systems influenced the percentages of tree, shrub and herbaceous in the invasive species ($t=11.245$, $P<0.01$). Accordingly, in the rangelands of both grazing system, the most common groups among the plant family, species based on response to grazing and invader species were the other families, invaders and herbaceous, respectively. Similarly, grass family, species of decreaser and tree were also the rare groups in the BC of the studied rangelands. These results indicate that MSG decreased both the number of families and species in terms of response to grazing compared to SSG. Also, the influences of grazing systems on species composition differed in communities with tree and shrub in comparison to communities with decreaser and increaser (Table 2), due to differing competitive relationships between species, conditions for regrowth, and patterns of grazing system which differed between communities (Batchelor et al., 2015). The potential for forage competition between cattle and sheep is higher for grasses compared to legumes and other families. This may be resulted from the fact that the diets of cattle and small ruminants contained herbs and grasses as well as trees and shrubs throughout the year (Nampanzira et al., 2015).

The BC of the SSG and MSG rangelands consisted of a mixture of 54 and 36 plant families, respectively, dominated by *Fabaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* and *Rosacea* based on the frequencies of families (Table 3). As reported by Koç and İleri (2016), species composition was different at rangeland vegetation depend on the GAS. In the previous studies in Turkey (Yavuz et al., 2012; Çınar et al., 2014; Ünal et al., 2014; Uzun et al., 2015; İspirli et al., 2016; Seydoşoğlu et al., 2018), it has been noted that the abundance of invasive species in the BC of rangelands is high due to both regional conditions and utilization methods (Seydoşoğlu et al., 2018), which is an indicator of overgrazing. Therefore, the high abundance of both the other families and invader species in the studied rangelands may be

Table 2. The botanical composition of rangelands subjected to single- and multi-species grazing for a long time

Traits	Species in the SSG rangelands		Species in the MSG rangelands		t-value
	Number	Percentage	Number	Percentage	
Plant families					11.118**
Grass	39	19.04	26	21.19	
Legume	49	24.47	28	20.03	
The others	140	56.49	74	58.78	
Response to grazing					12.536**
Decreaser	27	9.09	16	8.00	
Increaser	14	14.02	12	17.85	
Invader	187	76.89	100	74.15	
Invaders					11.245**
Tree	10	4.80	4	2.32	
Shrub	20	27.77	12	24.10	
Herbaceous	157	44.32	84	47.73	

**P<0.01.

Table 3. Dominant plant families, range condition, health class and carrying capacity of the rangelands subjected to single- and multi-species grazing for a long time

	The rangelands grazed by single-species	The rangelands grazed by multi-species
Dominant families (%) ¹		
<i>Fabaceae</i>	21.5	21.9
<i>Poaceae</i>	17.1	20.3
<i>Astraceae</i>	14.9	12.5
<i>Rosaceae</i>	6.1	6.3
Range condition		
Score	23.11	25.85
Class	Poor	Fair
Health class	Healthy	Healthy
Carrying capacity (LUM ha ⁻¹) ²		
Current	2.34	3.90
Desired	0.20	0.40

¹More than 5% of the number of families (54 for single-species grazing and 36 for multi-species grazing).²LUM: livestock unit month.

related to the GP as well as the GAS, as reported in the previously studies (Batchelor et al., 2015; Uzun et al., 2016). Under overgrazing conditions, these plants benefit over desired range plant species (Kemp et al., 2010; Ouédraogo-Koné et al., 2006). Indeed, it has been found (Kemp et al., 2010) that body weight gain in lambs grazed on chicory (*Cichorium intybus*) and plantain (*Plantago lanceolata*) based pastures is 70% greater than those on perennial ryegrass (*Lolium perenne*). According to our findings, the significant variations observed in the botanical composition in terms of decreases in perennial species regarded as highly desirable or decreaser species may be due to increased pressures from livestock grazing. In spite of a distinct BC may be generated depending on utilization of less palatable plants by goats (Utsumi et al., 2010), the MSG system in the present study did not create

similar floristic composition and species diversity. The difference in the BC generated by goat browsing is likely attributed to the initial consumption of the weed, woody and shrub plants (Allred et al., 2012).

As reported in Experiment I, results of Experiment II indicate that cattle, sheep and goats preferred grass to other species, forbs to grass and shrubs and then broad-leaved weeds to other species, respectively. Indeed, invasive plant families such as *Amaranthaceae*, *Berberidaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cornaceae*, *Crassulaceae*, *Ericaceae*, *Gentianaceae*, *Globulariaceae*, *Iridaceae*, *Juncaceae*, *Juglandaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Pinaceae*, *Plumbaginaceae*, *Polygalaceae*, *Rubiaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae* and *Solanaceae* were not found in the MSG rangelands (data not shown). This situation may be related to the fruits, leaves and young stems of these families are

consumed by goats during the growing season of plants (Nampanzira et al., 2015; Uzun et al., 2015).

The RCS and carrying capacity for the SSG and MSG rangelands were classified as poor and fair, and calculated as 2.34 and 3.90 LUM ha⁻¹, respectively (Table 3). Rangeland health class was healthy for both rangeland communities, as a consequence of the high canopy coverage (Koç and İleri, 2016). Cheng et al. (2011) reported that RCS, health class and species diversity in a rangeland were strongly associated with rainfall availability and that precipitation would be more important than GP on the BC changes in rangelands with high rainfall variability. The frequency of forbs and annual species affecting the canopy coverage of rangelands are strictly a function of rainfall (Ahmed et al., 2017). The present study conducted in a region with 1233 mm of mean annual precipitation during the experimental years.

The MSG system used in the present study may be touted to maximize both livestock and rangeland production (Animut et al., 2005; Benavides et al., 2009) because of better managed invasive or undesirable species compared to the SSG system (Erkovan et al., 2016). This situation may be related to that the MSG system allow recover of the desirable species by spreading the GP more equitably among plant species in the studied rangelands (Uzun et al., 2015). Erkovan et al. (2016) stated that uncontrolled grazing with sheep gives more damage to vegetation and related resources than uncontrolled grazing with cattle in rangelands where short grasses are dominated. The rangeland condition class is crucial for sustainable forage production. The lower rangeland condition class (poor for SSG and fair for MSG) of rangelands in the present study may be related to the high animal density of these areas, since there is a relationship between the rangeland condition class and animal density (Koç et al., 2003; Koc and Kadioglu, 2012).

Erkovan et al. (2016) found that unlike our results the rangelands grazed with cattle had excellent rangeland condition class, whereas the rangelands grazed as mixture with sheep and cattle herds had poor rangeland condition class. This difference between two studies can be related to the structural difference between the studied rangelands (semi-mountainous and lowland rangelands vs. highland or upland rangelands) and the GAS (goat, sheep and cattle herds vs. sheep and cattle herds) in MSG system. The rangeland condition and canopy data in the present study indicate that the SSG and MSG rangelands were overgrazed, as reported by Koç and İleri (2016). As noted by Animut et al. (2005) and in Experiment I, overgrazing suppresses the desirable pasture species, which can allow undesirable species like shrub and weeds to establish while high stocking rates limits forage selectivity and forces the

animals to consume all species present. This argument may be explained why the number of species reduced and the rangeland condition class improved in the MSG rangelands compared to the SSG. Therefore, it can be said that utilizations of the MSG system and the GP possible without exceeding the carrying capacity could be valuable in more effectively renovating the rangelands (Animut et al., 2005; Uzun et al., 2015).

Most dominant species of *Poaceae* in the studied communities are almost highly palatable and nutritious forages for animals during the spring season (Hussain and Durrani, 2009; Aydın and Ocak, 2018). Moreover, annual reseeding clovers provide an abundance of nutritious fresh forage during the spring season and good dry forage during the summer and fall seasons (Aydın et al., 2015; Aydın and Ocak, 2018). Therefore, the annual grasses and legumes in public grazing rangelands are not only important in nutritional contribution but also in diminishing the negative implications of GP on desirable perennial species (Hussain and Durrani, 2009). However, to maintain their ecological success, these species disappear from rangeland vegetation after late spring and during early summer season, due to the proverbial characteristics of life cycle (rapid growth in early spring and then clovers bloom, set seed and die after late spring). Therefore, disappearance of these grasses and legume species during sampling of the floristic composition may explain why the studied rangeland has such RCS and rangeland condition class as well as health class. On the other hand, annual invader legume and grass species associated with GP is an indicator of the rangeland degradation (Gemedo-Dalle et al., 2006; Haftay et al., 2013). In the present study, a total of 20 (80.0%) and 13 (84.6%) invader type grass species were identified for SSG and MSG rangelands, respectively. Our studies indicated that there was a complexity of the relationships between the floristic composition of rangelands and climatic conditions or certain factors inherent to the animal nature, such as the species in question, nutrient requirements and feed selectivity in addition to management practices (Husseini and Durrani, 2009).

4. Conclusion

The results of the present study indicated that increasing GP may prevent animals from grazing selectively and that MSG system in which goat included can be contributed to the control of undesirable plants species. In addition, the studied rangelands can be classified as healthy due to enough plant density although their healthy class, RCS and carrying capacity were undesirable. It can be recommended that to maintain or improve the rangelands, carrying capacity should be allowed at most 0.20 to 0.40 LUM per ha for

both grazing systems. Furthermore, goats may be used as an operative management tool to maintain and improve heavily encroached-rangelands, because goats were shown to control *Rubus*, *Rosa*, *Genista*, *Prunus*, *Crataegus species* and many other troublesome plants in the present study. As a result, the complementary grazing of goats in the mixed stocking can enhance the utilization of heterogeneous plant resources, providing a more efficient way for both productive and environmental goals than single cattle. Therefore, future research is warranted in a more controlled setting to determine the benefits of multi-species grazing, is needed to determine optimum stocking densities and to detect thresholds at which goats successfully regulate. The effect of selective or non-selective grazing in the present study was difficult to ascertain, because the floristic composition in each rangeland group included the other families or invasive species. Also, to explain the relationships between the floristic composition of rangelands and climatic conditions or certain factors inherent to the animal nature (nutrient requirements and feed selectivity) besides rangeland management practices further studies should be conducted.

Acknowledgements

The authors are thankful to the Directorate of Zonguldak Provincial Agriculture and Forestry for the supports.

Kaynaklar

- Ahmed, H.M., Tessema, Z.K., Tolera, A., Korecha, D., 2017. Rangeland water requirement satisfaction index under rainfall variability and predicting future rainfall scenarios: implication for availability of feed resources. *Ecological Processes*, 6:25. doi:10.1186/s13717-017-0092-6.
- Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ., Çankaya, N., 2016. Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralara üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33:116-124. doi:10.13002/jafag929
- Allred, B.W., Fuhendorf, S.D., Smeins, F.E., Taylor, C.A., 2012. Herbivore species and grazing intensity regulate community composition and an encroaching woody plant in semi-arid rangeland. *Basic and Applied Ecology*, 13:149-158. doi:10.1016/j.baae.2012.02.007.
- Alexander, J.M., Lembrechts, J.J., Cavieres, L.A., Daehler, C., Haider, S., Kueffer, C., Liu, G., McDougall, K., Milbau, A., Pauchard, A., Rew, L.J., Seipel, T., 2016. Plant invasions into mountains and alpine ecosystems: current status and future challenges. *Alpine Botany*, 126: 89-103. doi:10.1007/s00035-016-0172-8.
- Animut, G., Goetsch, A.L., Aiken, G.E., Puchala, R., Detweiler, G., Krehbiel, C.R., Merkel, R.C., Sahlu, T., Dawson, L.J., Johnson, Z.B., Gipson, T.A., 2005. Performance and forage selectivity of sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small Ruminant Research*, 59:203-215. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.05.015.
- Asmare, B., 2018. Ecological and socio-economic implications of free grazing in Ethiopia: A review. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 3:76-95.
- Aydın, İ., Uzun, F., Algan, D., 2015. Yield and nutritive values of some wild annual medic species collected from different geographical location (In Turkish). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30: 275-280. doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.275-280.
- Aydın, İ., Ocak N., Göreceli kaba yem kalitesi (RFQ) kriterine göre, mera bitkileri için kalite indeksi geliştirilmesi üzerine araştırmalar. *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), TOVAG-214O228, Kesin Sonuç Raporu*, 138 s, Samsun.
- Batchelor, J.L., Ripple, W.J., Wilson, T.M., Painter, L.E., 2015. Restoration of riparian areas following the removal of cattle in the northwestern Great Basin. *Environmental Management*, 55: 930-942. doi: 10.1007/s00267-014-0436-2.
- Baumont, R., Ginane, C., Garcia, F., Carrere, P., 2005. How herbivores optimise diet quality and intake in heterogeneous pastures, and the consequences for vegetative dynamics. In: *Pastoral systems in marginal environments*. 20th International Grassland Congress, 39-50, 3-6 July, Glasgow, Scotland.
- Benavides, R., Celaya, R., Ferreira, L.M.M., Jáuregui, B.M., García, U., Osoro, K., 2009. Grazing behaviour of domestic ruminants according to flock type and subsequent vegetation changes on partially improved heath lands. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7: 417-430. doi:10.5424/sjar/2009072-432.
- Bremm, C., Carvalho, P.C., Fonseca, L., Amaral, G.A., Mezzalana, J.C., Perez, N.B., Nabinger, C., Laca, E.A., 2016. Diet switching by mammalian herbivores in response to exotic grass invasion. *PLoS one*, 11(2), e0150167. doi: 10.1371/journal.pone.0150167
- Carter, J.G., 2008. Updating the animal unit month. *Western Watersheds Project*, Hailey, Idaho. 7p.
- Cheng, Y., Tsubo, M., Ito, T.Y., Nishihara, E., Shinoda, M., 2011. Impact of rainfall variability and grazing pressure on plant diversity. *Journal of Arid Environments*, 75:471-476. doi:10.1016/j.jaridenv.2010.12.019.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C., Ayağ, A., 2014. Hatay ili Kırıkhan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31:52-60.
- Dyksterhuis, E.J., 1949. Condition and management of range land based on quantitative ecology. *Journal of Range Management*, 2:104-115.
- Erkovan, Ş., Güllap, M.K., Erkovan, H.İ., Koç, A., 2016. Farklı cins hayvan ile otlatılan meraların sağlık ve ekolojik alan sınıflaması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı-2):174-178.
- Evans, R.A., Love, R.M., 1957. The step-point method of sampling-A practical tool in range research. *Journal of Range Management*, 10:208-212.
- Ferreira, L. M. M., Celaya, R., Benavides, R., Jáuregui, B. M., García, U., Santos, A. S., García, R.R., Rodrigues, M.A.M., Osoro, K., 2013. Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science*, 155(2-3), 373-383. doi:10.1016/j.livsci.2013.05.007.
- Gemedo-Dalle, T., Maass, B.L., Isselstein, J., 2006. Rangeland condition and trend in the semi-arid Borana lowlands, Southern Oromia, Ethiopia. *African Journal of Range and Forage Science*, 23:49-58. doi:10.2989/10220110609485886.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 2000. *Çayır-Mer'a Uygulama Kılavuzu*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 142, 139s, Erzurum.

- Haftay, H., Yayneshet, T., Animum, G., Treydte, A.C., 2013. Rangeland vegetation responses to traditional enclosure management in eastern Ethiopia. *The Rangeland Journal*, 35:29-36. doi.org/10.1071/RJ12054
- Hussain, F., Durrani, M.J., 2009. Seasonal availability, palatability and animal preferences of forage plants in Harboi arid range land, Kalat, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 41:539-554.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H., 2011. *Range Management: Principles and Practices*. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 444 p.
- İspirli, K., Uzun, F., Alay, F., Çankaya, N., 2016. Impacts of livestock grazing and topography on vegetation cover and structure in natural rangelands (in Turkish), *Turkish Journal of Agricultural Research*, 3:14-22. doi: 10.19159/tutad.76350.
- 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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:169-174. doi: 10.1590/S1516-35982010001300019.
- Khojasteh, F., Chahouki, M.A.Z., Azarnivand, H., Kikvidze, Z., 2013. Life form and preference can drive spatial relationships among plant species in semi-arid rangelands of middle Iran. *The Rangeland Journal*, 35, 63-69. doi:10.1071/RJ12052.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003. Comparison of world-widely used methods in definition of range condition and a suggestion for Turkey. *Proceeding 5th Field Crop Congress*, 36-42, 13-17 Oct., Diyarbakır, Turkey.
- Koç, A., İleri O., 2016. Sığır veya koyun ile otlatılan Eskişehir ovası taban meralarının bitki örtülerinin karşılaştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı-2):179-184.
- Koc, A., Kadioglu, S., 2012. Some vegetation characteristics of an upland rangeland in Eastern Anatolia. *Dry Grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services*. Proceedings of 9th European Dry Grassland Meeting (EDGM), 19-23 May, Prespa, Greece.
- Mganga, K.Z., Musimba, N.K.R., Nyariki, D.M., Nyangito, M.M., Mwang'ombe, A.W., 2015. The choice of grass species to combat desertification in semi-arid Kenyan rangelands is greatly influenced by their forage value for livestock. *Grass and Forage Science*, 70:161-167. doi.org/10.1111/gfs.12089.
- Nampanzira, D.K., Kabasa, J.D., Nalule, S.A., Nakalembe, I., Tabuti, J.R.S. 2015. Characterization of the goat feeding system among rural small holder farmers in the semi-arid regions of Uganda. *SpringerPlus*, 4(1), 188. doi 10.1186/s40064-015-0961-3.
- Ocak, N., Çam, M.A., Kuran, M., 2006. The Influence of pre- and post-mating protein supplementation on reproductive performance in ewes maintained on rangeland. *Small Ruminant Research*, 64:16-21. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.03.012.
- Ouédraogo-Koné, S., Kaboré-Zoungrana, C.Y., Ledin, I., 2006. Behaviour of goats, sheep and cattle on natural pasture in the sub-humid zone of West Africa. *Livestock Science*, 105:244-252. doi:10.1016/j.livsci.2006.06.010.
- Read, C.F., Duncan, D.H., Veski, P.A., Elith, J., 2011. Surprisingly fast recovery of biological soil crusts following livestock removal in southern Australia. *Journal of Vegetation Science*, 22, 905-916. doi: 10.1111/j.1654-1103.2011.01296.x.
- Pullanagari, R., Kereszturi, G., & Yule, I. (2018). Integrating airborne hyperspectral, topographic, and soil data for estimating pasture quality using recursive feature elimination with random forest regression. *Remote Sensing*, 10(7),1117. doi.org/10.3390/rs10071117.
- Reis, M. Şen, N., 2017. The piosphere effects of livestock grazing on rangeland vegetation in Ahir mountain of Kahramanmaraş region. *Journal of Agricultural Sciences*, 23:260-267. doi:10.15232/S1080-7446(15)30661-6.
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Sevilmiş, U., 2018. Basic vegetation characteristics of village pastures connected to Mardin province and its provinces. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5:406-413.
- Shakhane, L.M., Scott, J.M., Hinch, G.N., Mackay, D.F., Lord, C., 2013. Estimating the balance between pasture feed supply and demand of grazing livestock in a farmlot experiment. *Animal Production Science*, 53: 711-726. doi:10.1071/AN12453.
- SPSS, 2012. IBM Corp. Released 2012. *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 21.0. Armonk, NY, USA: IBM Corp.
- Tallowin, J.R.B., Rook, A.J., Rutter, S.M., 2005. Impact of grazing management on biodiversity in grasslands. *Animal Science*, 81:193-198. doi:10.1079/ASC50780193.
- TSMS, 2017. Meteorology office records for provinces and cities of Turkey. *Turkish State Meteorological Service*. <http://www.meteor.gov.tr> (Accessed: 25 February, 2018).
- TUIK, 2017. *Turkish Statistical Institute*. <http://www.tuik.gov.tr> (Accessed: 25 February, 2018).
- Utsumi, S.A., Cibils, A.F., Estell, R.E., Baker, T.T., Walker, J.W., 2010. One-seed juniper sapling use by goats in relation to stocking density and mixed grazing with sheep. *Rangeland Ecology & Management*, 63:373-386. doi: 10.2111/08-215.1.
- Uzun, F., Alay, F., İspirli, K., 2016. Some properties of rangelands in Bartın province (in Turkish). *Turkish Journal of Agricultural Research*, 3: 174-183. doi:10.19159/tutad.54652.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V., Dönmez, H.B., 2015. Mera yabancı otlarının kontrolünde keçilerin kullanımı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1:40-50.
- Uzun, F., Ocak, N., 2018. Soil preferences, neighbor plants and feed values of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus tenuis* Waldst. & Kit.) grown in natural flora (in Turkish). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 33: 37-42. Derg. doi: 10.7161/omuanajas.309644.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Urla, Ö., Yıldız, H., Aydoğdu, M., Şahin, B. Aslan, S. 2014. Improvement possibilities and effects of vegetation subjected to long-term heavy grazing in the steppe rangelands of Sivas. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23: 22-30.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özyayın, K. Yıldız, H. 2012. Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5:181-185.