



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 1-6
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.1-6](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.1-6)



Organik olarak yetiştirilen salkım domatesin (*Solanum lycopersicum* L.) verim ve kalitesi üzerine yaprak budamasının etkisi

Aylin Özdemir, Harun Özer*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 55139 Atakum, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: haruno@omu.edu.tr

Geliş/Received 21/08/2014 Kabul/Accepted 23/12/2014

ÖZET

Bu çalışma sera ortamında organik olarak yetiştirilen Bandita F₁ salkım domates (*Solanum lycopersicum* L.) çeşidinin verim ve kalitesi üzerine farklı budama uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, bitki üzerinde hasat edilen salkımdan sonraki yeşil meyve salkımının altında 3 yaprak (B1); 1 yaprak (B2); 2 yaprak (B3); tüm salkımlar arasında tek yaprak (B4) bırakılarak 4 farklı budama yapılmıştır. Ayrıca, yaşlı ve sararmış yaprakların budandığı kontrol (K) uygulaması yapılmıştır. Farklı budama uygulamaları ile, domates meyvelerinde kırmızı renk oluşumu ve yaprak klorofil içeriği değerlerinin, azaldığı tespit edilmiştir (P<0.01). En yüksek yaprak klorofil içeriği (49.5 CCI) kontrolde elde edilmiştir. Meyve kalite kriterleri olarak ele alınan suda çözünebilir kuru madde içeriği (SÇKM) değerleri % 6.33-7.53 arasında değişiklik göstermiştir. Meyve eti sertliği değerlerinin ise 33.02 (N)-43(N) arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek verim 10482 kg da⁻¹ ile B3 uygulamasında belirlenmiştir. Sonuç olarak, organik olarak yetiştirilen salkım domatesinin verimi ve kalitesi üzerine yaprak budama uygulamalarının önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

Anahtar Sözcükler:
Budama
Domates
Kalite
Organik yetiştiricilik

Effect of leaf pruning on yield and quality of organically grown grape tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of different pruning types on yield and quality of organic grown Bandita F₁ tomato (*Solanum lycopersicum* L.) varieties in greenhouse condition. In the research on the plant green fruit clusters after harvested clusters under 3 leaves (B1); 1 leaves (B2); 2 leaves (B3); of all single leaf among clusters (B4) leaving were 4 different pruning practices. Also, control (K) the pruning of old and yellowed leaves application is made. The plant growth in the different pruning types with, the red color formation on tomato fruit and leaf chlorophyll content, were decreased by pruning (P<0.01). The highest leaf chlorophyll content (49.5 CCI) was obtained from the application of control. The total soluble solid content (TSSC) as a fruit quality criterion varied between 6.33% and 7.53%. It was determined that the fruit firmness varied between 33.02N and 43N. The highest yield (10482 kg da⁻¹) was determined from B3 application. As a result of this research, leaf pruning applications have a significant effect on yield and quality of organic grown tomatoes (P<0.05).

Keywords:
Organic growth
Pruning
Quality
Tomato

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Dünya sebze üretimi 2013 yılında 1.087 milyar ton seviyesinde olup, Türkiye, bu üretimden aldığı payla (27.8 milyon ton) 4. sırada yer almaktadır. Türkiye’de üretilen sebzeler arasında domates 11.8 milyon tonla birinci sırada yer almaktadır. Türkiye 614.618 hektar ile dünyada organik

tarımsal üretim faaliyetlerinin çok gerisinde bulunmaktadır (FAO, 2013; TÜİK, 2013). Türkiye’nin dünya pazarında aldığı payın artırılması için, organik tarım teknikleri ile ilgili araştırmalara yer verilmesi gerekmektedir. Geleneksel tarım yöntemlerine göre, organik sebze yetiştiriciliğinde başlangıçta düşük verim söz konusu olmaktadır. Bunun en büyük nedeni topraktaki mikroorganizma faaliyetinin

kimyasal gübreleme ile yok edilmesidir. Organik tarımda verimlilik toprak verimliliğiyle ilişkilidir. Organik sebze yetiştiriciliğinde bitkiyi beslemenin değil toprağı beslemenin önemli olduğu bilinmektedir (Özer ve Uzun, 2013).

Sebzelerin insan beslenmesindeki önemi çok büyüktür. Sebzeler içerisinde, özellikle A, B, C vitaminleri ve fenolik madde içeriğı bakımından zengin olmasından dolayı birçok kanser türüne karşı etkili olduğu bilinen domatesin, organik yöntemlerle yetiştirilmesiyle insan sağlığına olan olumlu etkileri artmaktadır (Weibel ve ark., 2000; Asami ve ark., 2003; Toor ve ark., 2006; Özer ve Uzun, 2013).

Özellikle organik sebze yetiştiriciliğinin en zor kolu olan örtüaltı organik sebze yetiştiriciliğinde, son yıllarda birim alandan alınan verimi artırma çalışmalarında olumlu gelişmeler olmakla birlikte gerekli olan kültürel işlemlerin tekniğine uygun olarak yapılamaması önemli derecede verim kayıplarına sebep olmaktadır. Terbiye sistemi ve budama; verimi, meyve kalitesini ve bitkinin ömrünü direkt olarak etkileyen kültürel işlemlerden bir tanesidir. Budamanın amacı, bitkinin ışıktan maksimum derecede yararlanmasını sağlayarak erkenci, kaliteli ve yüksek miktarda ürün almak, bitkiyi genç tutmak, bitki çevresinde hava hareketi sağlamak, hastalık ve zararlılarla mücadeleyi kolaylaştırmak ve bitkilerin yeşil kalma süresini uzatmaktır (Şeniz, 1987; Sevgican, 1989; Günay, 2005; Özer ve Uzun, 2013). Sebze yetiştiriciliğinde budamanın en önemli fonksiyonu vegetatif ve generatif dengeyi sağlanmasıdır (Şeniz ve ark., 2000). Domateste yapılan budama ile fazla ışık kanopiye giriş yapmakta, ışığa maruz kalan yüzey alanı artmakta, üretilen kuru madde vegetatif organlarda değil generatif organlarda birikerek verim ve kalite artışı sağlamaktadır (Uzun, 1996). Bitkilerde budama işlemi sonucunda fotosentez olumlu yönde etkilenmiş olacaktır. Budanan bitkilerin budanmayan bitkilere göre daha verim ve kaliteyi artırdığı belirlenmiştir (Sevgican, 1999; Şeniz ve ark., 2000; Özkaraman, 2004).

Yapraklar, etkili bir fotosentez için, ışık abzorbe edici en önemli organlar (Taiz ve Zeiger, 2008) olmasına rağmen, günümüzde domates meyvelerinin daha iyi kızarması için, salkımların etrafındaki yapraklar budanarak salkımlar çıplak bırakılmaktadır. Bitkilerde yaprakların birer üretim tesisleri olduğu düşünülerek hastalıklı veya yaşlı değilirse budanmaması gerekir, çünkü meyvelere kırmızı rengi veren likopen maddesi yapraklar tarafından üretilmektedir.

Bu çalışma, Samsun ekolojik koşullarında ilk turfanda organik salkım domates yetiştiriciliğinde farklı yaprak budama uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma yerinin genel özellikleri

Çalışma, 23 Mart-09 Ekim 2013 tarihleri arasındaki dönemde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (36°C 12'doğu, 41°C 22' kuzey enlem ve boylamları) sera sitesinde yürütülmüştür. Çalışma, 6 m genişliğinde, 20 m uzunluğunda (120 m²), 3 m yan yüksekliğe sahip antifog, antivirüs, infrared ve

ultraviyole katkılı plastik materyalle örtülü, yarım yay şekilli, çatıdan ve yandan tek taraflı havalandırmaya sahip serada yürütülmüştür.

2.2. Araştırmada kullanılan materyaller

Çalışmada örtüaltı yetiştiriciliğinde özellikle topraksız tarımda yaygın olarak kullanılan Bandita F₁ salkım domates çeşidine ait hazır fideler kullanılmıştır. Bandita çeşidi ilk ve son turfanda yetiştiricilik dönemlerine uygun erkenci salkım domates çeşididir. Bu domates çeşidinin meyvesi üniform, kırmızı renkli ve yuvarlaktır. Ayrıca meyve eti sert, raf ömrü uzun olup nakliyeye dayanıklıdır.

Çalışmada masuraların üst kısımlarını kaplamak amacıyla yaldızlı (1.30 m eninde, 0.03 mm kalınlığında, altı siyah üst yüzey gümüş renkli) malç materyali kullanılmıştır. Işık şiddetinin yoğun olduğu dönemde, ışık geçirgenliği % 50 olan koyu yeşil renkte ağ plastik, serada gölgelendirme materyali olarak kullanılmıştır. Denemede, yaprak tarafından emilen ve yapraktan geçen kırmızı ışık arasındaki ilişkiden yararlanarak, klorofil miktarını CCI (klorofil konsantrasyonu indeksi) cinsinden ölçen, taşınabilir özellikte (CCM-200, Opti-Sciences, ABD) klorofilmetreyle klorofil ölçümü yapılmıştır.

2.3. Toprak hazırlığı ve dikim

Serada 1 metre eninde, 17 metre uzunluğunda ve 30 cm yüksekliğinde hazırlanan masuralar parsellere bölünmüştür. Oluşturulan parsellere (4.25 x 1m) 500 g m⁻² kompostlaştırılmış Kars gübresi (ticari organik gübre) 5-10 cm toprak derinliğinde karıştırılmıştır. Kars gübresinin analiz sonuçlarına göre, toprağı verilmiş olan makro ve mikro besin elementi içeriğı Çizelge 1'de verilmiştir. Hazırlanan masuralara çift sıra dikime uygun olacak şekilde, 25 cm de bir damlatıcı aralığı olan damlama sulama boruları yerleştirilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca günde 20 dakika sulama yapılmış, bu sayede bitkilere günde 15 mm su verilmiştir. Daha sonra masuraların üzerine alt tarafı siyah üst tarafı gri renkte malç çekilmiştir. Hazırlanan masuralara Bandita domates çeşidine ait fideler 20.04.2013 tarihinde sıra arası 40 cm ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde dikilmiştir.

Araştırma, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada her tekerrürde belirlenen 8 bitkide deneme periyodu boyunca ölçüm ve gözlemler yürütülmüştür.

2.4. Bitkilerde yapılan budama uygulamaları

Araştırmada salkım domates yetiştiriciliği periyodu boyunca dört farklı yaprak budama uygulaması yapılmıştır.

Budama uygulamaları ile; bitki üzerinde hasat edilen salkımdan sonraki yeşil meyve salkımının altında 3 yaprak bırakılmıştır (**B1**); bitki üzerinde hasat edilen salkımdan sonraki yeşil meyve salkımının altında 1 yaprak bırakılmıştır (**B2**); bitki üzerinde hasat edilen salkımdan sonraki yeşil meyve salkımının altında 2 yaprak bırakılmıştır (**B3**); bitki üzerinde tüm salkımlar arasında tek yaprak bırakılmıştır (**B4**) ayrıca çalışmada, bitki üzerinde sadece yaşlı ve sararmış, kıvrılmış yaprakların

Çizelge 1. Organik gübre uygulamayla toprağa verilmiş olan besin elementi içerikleri

Uygulanan gübre	Uygulanan doz (g m ⁻²)	Organik madde (g)	Toplam fosfor (P ₂ O ₅ g)	Toplam azot (N g)	K ₂ O (g)	Ca (g)	CaCO ₃ (g)
Kars gübresi	500	1610.32	35.06	37.60	7.65	50.35	21.65

alındığı ve bunun dışında yaprak budamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında oluşturulmuştur (**K**) (Şekil 1). Tüm uygulama bitkilerinde yaprakların koltuklarından çıkan sürgünler alınmış, meyve salkımları budanarak salkım başına 5 adet meyve bırakılmış ve hasat edilmiş salkımların altındaki yapraklar da budanmıştır. Kontrol bitkilerinde ise yaşlı ve hastalıklı yapraklar ile yaprak koltuklarından çıkan sürgünler budanmamıştır.



Şekil 1. Salkım domates yetiştiriciliğinde uygulanan farklı budama şekilleri

Dikimden itibaren serada sıcaklık (°C), ışık (lux) ve oransal nem (%) ölçümleri veri kaydedici (KT100, Kimo, Fransa) ile ölçülmüştür. Gölgeleme materyali, yer seviyesinden 60-70 cm yükseklikte dikimden 5 gün sonra çekilmiştir. Serada dikimden itibaren sıcaklık, ışık ve oransal nem değerleri (en yüksek, en düşük ve ortalama olarak) Çizelge 2’de verilmiştir.

2.5. Bitki ve meyvelerde yapılan ölçüm ve gözlemler

Ölçüm bitkilerinin yaşlı, orta ve genç yapraklarında (CCM-200) klorofilmetre kullanılarak sabah 09.00-11.00 saatleri arasında yapraklardaki klorofil konsantrasyonu (CCI) tespit edilmiştir.

İlk hasattan son hasat tarihine kadar hasat edilen meyve salkım ağırlığı 0.1 g’a duyarlı terazi ile tartılmıştır. Elde edilen salkımların yaş meyve ağırlıkları ile bitki başına verim hesaplanmıştır. Bitki başına verim dekara düşen bitki

sayısı ile çarpılarak toplam verim hesaplanmış ve kg/da olarak ifade edilmiştir.

Meyve kabuk rengi, renk ölçüm aletiyle (Minolta, Tokyo, Japonya) dijital olarak saptanmıştır. Kabuk dış rengi, meyvenin tam merkezinden (ekvator bölgesi) 2 yan kısımda okunmuştur. Meyve kabuk renk değerleri (L: parlaklık oranı, +a: kırmızı ve +b: sarı) ölçülmüştür. Elde edilen bu değerlerden chroma ve hue (b/a) açısı McGuire (1992)’e göre hesaplanmıştır. Hue açısının değerlendirilmesinde; 0°: kırmızı-mor, 90°: sarı, 180°: mavimsi-yeşil ve 270°: mavi skalası kullanılmıştır.

Meyve eti sertliği (N), hasat edilen domateslerin her iki yüzünde yanak kısmında yaklaşık 1 cm çapında kabuk keskin bir bıçakla yüzlek olarak kesilmiş ve ölçümler bu kısımlarda yapılmıştır. Penetrometrenin (4301, Instron, ABD) 0.8 mm’lik ucun kabuğu kaldırılan bölgeye yaklaşık 7.4 mm batırılarak meyve eti sertliği belirlenmiştir (Kurnaz ve ark., 1992).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), ölçüm bitkilerinden alınan olgun meyveden elde edilen meyve suyunda el refraktometresiyle (ATC-I, Atago, Japonya) okunarak % olarak saptanmıştır.

Çizelge 2. Serada ölçülen ışık (lüx), sıcaklık (°C) ve oransal nem (%) değerleri

	Işık (lüx)	Sıcaklık (°C)	Oransal nem (%)
En düşük	106.89	10.15	45.81
En yüksek	2852.14	26.48	89.69
Ortalama	1012.38	21.42	71.29

2.6. Verilerin analizi

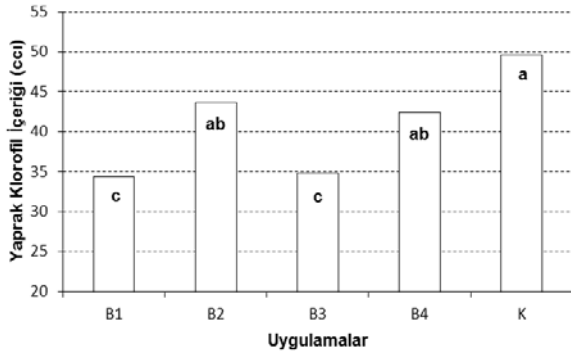
Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel 2010 paket programı ve SPSS 15.0 istatistik analiz programı kullanılmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir. Grafikler üzerindeki standart hata barları P<0.05 ve P<0.01 önemlilik düzeyine göre yerleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada sera şartlarında salkım domates yetiştiriciliğinde farklı budama uygulamalarının yaprak klorofil içeriği üzerine etkisi incelendiğinde (Şekil 2), en yüksek klorofil içeriği 49.5 cc ile kontrol uygulamasındaki domates bitkilerinin yapraklarında kaydedilmiştir. En düşük klorofil içeriği ise 34.4 cc ile B1 uygulamasındaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çalışmada budama uygulamalarının yaprak klorofil içeriğine etkisi (P<0.05)

önemli bulunmuştur.

Yaprak klorofil içeriğinin artan yaprak kalınlığıyla belli bir düzeye kadar arttığı ve daha sonra azaldığı bildirilmiştir. Bu azalma, ışık miktarı artışının belli düzeye kadar klorofil miktarını arttırması ve dolayısıyla fotosentezi arttırmasından kaynaklanmaktadır. Bu artış yaprak budamasıyla, yaprakların kestiği ışığın artması ile ilişkilidir (Uzun, 1996; Kandemir, 2005; Taiz ve Zeiger, 2008). Ancak fazla ışık başta klorofil olmak üzere fotosentez yapan mekanizmalara zarar vererek, yaprak klorofil içeriğini azaltmaktadır (Kılınç ve Kutbay, 2008; Taiz ve Zeiger, 2008).

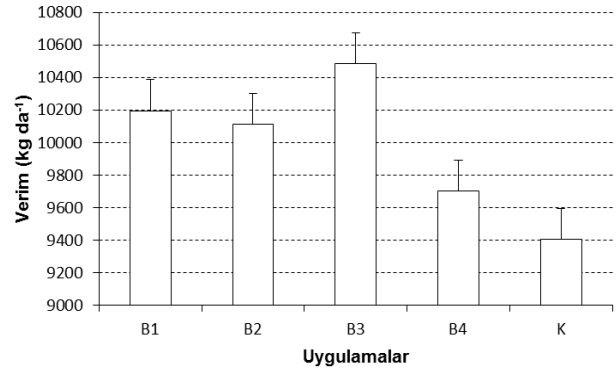


Şekil 2. Farklı yaprak budamasının yaprak klorofil içeriği (CCI) üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($P<0.05$)

Özellikle sıcaklık ve ışığın etkisi göz önüne alındığında (diğer faktörler sabit olarak düşünülürse), fotosentezin arttırılması ve solunumun azaltılması yani net asimilasyonun yükseltilmesi kuru madde üretimini arttıracaktır. Hasat edilecek kısımlarda daha fazla kuru madde birikimi sağlamak için gereken kültürel işlemlerin de uygun olarak yapılması gerekir (Uzun, 2000). Bitkilerde verimi etkileyen en önemli faktörlerin başında maruz kaldıkları ışık şiddeti ve sıcaklık gelmesine rağmen; sulama, gübreleme ve budama gibi işlemlerin zamanında ve tekniğine uygun yapılması gerekir. Sebzeçilikte budama ile ilgili yapılan çalışmalarda, budama ve dikim mesafesi uygulamaları ile verim yönünden önemli artışlar elde edilmiştir (Srinivasan ve ark., 1999; Logendra ve ark., 2004; Chen ve ark., 2005; Xiao ve ark., 2006; Muhammad ve Singh, 2007; Gaytan ve ark., 2008; Maboko ve Plooy, 2008; Mantur ve ark., 2008; Kandemir ve ark., 2009).

Çalışmada yapılan istatistiksel analizler sonucunda budama uygulamalarının toplam verime önemli bir etkisi tespit edilmemiştir. Ancak, budamayla birlikte iyi bir gübreleme uygulamalarından en yüksek verim elde edileceği düşünülmektedir. Çalışmada, en yüksek verim (10482 kg da^{-1}) B3 uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 3). Meyve salkımlarında 5 adet meyve brakılmasına rağmen yaprak budaması ile etkili fotosentez sağlanarak tüm uygulamalarda kuru madde miktarı ve meyve iriliği arttırılmıştır.

Ölçülen meyve kabuk rengi değerlerinden L, parlaklığı ifade etmektedir. Parlaklık, özellikle tüketici açısından aranan önemli kalite özelliklerinden birisidir. Renk ölçüm sonuçlarına göre hasat edilen domates meyveleri içerisinde



Şekil 3. Farklı yaprak budamasının verim (kg/da) üzerine etkisi

en fazla parlaklık (59.32) kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En düşük parlaklık ise (52.12) 2. budama uygulamasında belirlenmiştir

Renk ölçüm değerleri ile budama uygulamaları arasındaki ilişkide ($P<0.01$) en yüksek Chroma (44.48) değeri ile en düşük hue° açısı değeri (0.29) kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Elde ettiğimiz sonuçlara göre budama uygulamasının meyve renk oluşumuna $P<0.01$ 'e göre önemli etkisinin olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, budama ile meyvelerde kırmızı renk ve rengin doygunluğunun azaldığı görülmektedir. Domates insan beslenmesi açısından önemli likopen, fenolik ve C vitamini gibi antioksidan maddeler içermektedir (Abushita ve ark., 1997; Clinton, 1998; Vinson ve ark., 1998; Kaur ve ark., 2002; Toor ve ark., 2006). Domatese kırmızı rengi veren likopen, domatesin karotenoid içeriğinin %90'ını oluşturmaktadır (Shi ve LeMaguer, 2000; Toor ve ark., 2006). Bu bilgilerin ışığında, sonuç olarak domateste yaprak budaması ile domates likopen içeriğinin azaldığını söyleyebiliriz. Çalışmada, meyve salkımları yaprakların altında (gölgede) kalsa bile likopen içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, domateste likopenin meyvelerin doğrudan güneş ışığına maruz kalmaları sonucunda değil, ışığı abzorbe eden yapraklar tarafından üretildiği görülmektedir.

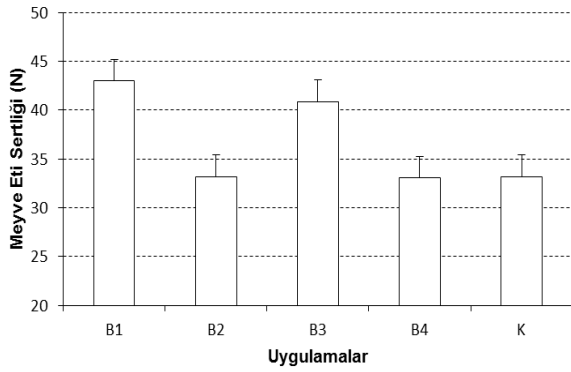
Meyve eti sertliği domateste muhafaza ömrünü etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Meyve eti sertliği ile ilgili çalışmalarda, organik gübrelerin dozlarının artması ile domatesde meyve eti sertliğinin azaldığı belirtilmiştir. Bu azalmanın ise organik madde uygulamaları ile topraktaki su tutma kapasitesinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı açıklanmıştır. Genel olarak bitki su alımı arttıkça epidermal dokularda hücre büyüklüğündeki artışından dolayı domateste meyve eti sertliğinin azaldığı bildirilmiştir. (Tüzel ve ark., 1993;

Çizelge 3. Farklı yaprak budamasının meyve rengi üzerine etkisi

	B1	B2	B3	B4	K
L	54.28 bc	52.12 cd	55.76 b	52.33 cd	59.32 a*
Chroma	38.86 b	36.74 bc	34.76 bc	36.41 bc	44.48 a
Hue°	0.45 b	0.49 ab	0.29 c	0.52 a	0.29 c

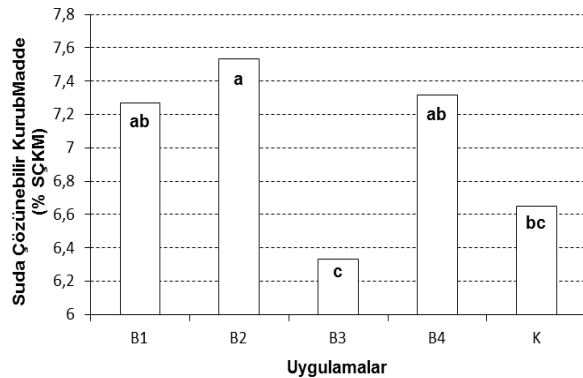
* $p<0.01$

Karadoğan ve ark., 1997; Ünlü ve Padem, 2009). Budama uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, elde ettiğimiz sonuçlara göre Şekil 4’de görüldüğü gibi en yüksek meyve eti sertliği (43 N) B1 uygulamasındaki bitkilerin meyvelerinde, en düşük meyve eti sertliği (33.02 N) B4 uygulamasındaki bitkilerin meyvelerinde ölçülmüştür.



Şekil 4. Farklı yaprak budamasının meyve eti sertliğine (N) etkisi

Yapılan çalışmalarda genellikle domates meyvelerinin SÇKM içeriği % 2.9-4.7 arasında değişmektedir (Bargefurd ve Harker, 1998; Karataş ve ark., 2005; Ünlü ve Padem, 2009). Şekil 5 incelendiğinde, SÇKM içeriği en yüksek (% 7.53) B2 uygulamasındaki bitkilerden, en düşük ise (% 6.33) B3 uygulamasındaki bitkilerden elde edilmiştir. Verileri incelendiğimizde budama uygulamalarının SÇKM içeriği üzerine $P<0.05$ 'e göre önemli etkisinin olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Farklı yaprak budamasının SÇKM (%) üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemlidir ($P<0.05$)

4. Sonuç

Bitkilerin en önemli organlarından biri olan yapraklar, bitkinin fotosentez kapasitesi ve yeşil kalma süresini etkileyerek, organik yetiştiricilikte oldukça önem arz etmektedir. Yapraklardaki en yüksek klorofil içeriği (49.5 cc) kontrol (K) uygulamasındaki domates bitkilerinin yapraklarında kaydedilmiştir ($P<0.05$). En fazla verim 10482 kg/da ile bitki üzerinde tüm salkımlar arasında iki

yaprak bırakılan budama (B3) uygulamasındaki bitkilerden elde edilmiştir. Domatese kırmızı rengi veren ve insan beslenmesi açısından önemli bir antioksidan madde olan likopen, domatesin karotenoit içeriğinin %90'ını oluşturmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre en yüksek L ve Chroma değerleri ile en iyi kırmızı renk oluşumu kontrol (K) ve tüm salkımlar arasında iki yaprak bırakılan budama (B3) uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada budama uygulamasıyla bitkilerde fungal hastalıkların görülme sıklığı azalmıştır. Sonuç olarak domatesteki yaprak budamasıyla, domates likopen içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Domatesteki verim ve kalitenin iyi bir gübrelemeyle birlikte artırılabilirliği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında katkılarından dolayı Prof. Dr. Sezgin Uzun'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G., Biacs, P.A. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. Food Chemistry, 60: 207-212.
- Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M., Mitchell, A.E., 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51: 1237-1241.
- Bargefurd, B.R., Harker, T.C. 1998. Fresh market tomato cultivar evaluation. Centers at Piketon, exploring economic opportunities. Ohio State University Extension Enterprise Center 1864 Shyville Road. Piketon, Ohio.
- Chen, X., Xu, J., Liu, H., Zhu, Z., Xu, Z. 2005. Effects of re-growth pruning of over-winter cultivated tomato plants on yield and nutrient uptake. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 17: 35-38.
- Clinton, S.K. 1998. Lycopene: chemistry, biology and implications for human health and disease. Nutrition Reviews, 56: 35-51.
- FAO, 2013. Dünya sebze üretimi degerleri. <http://faostat3.fao.org/home/index.html#download> (Ulaşım: 11.05.2013)
- Gaytan, M.A., Castellanos, R.J.Z., Villalobos, R.S., Díaz, P.J.C., Camacho-Ferre, F. 2008. Response of grafted tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to leaf pruning and nutrient solution concentration. Journal of Food, Agriculture and Environment, 6: 269-277.
- Günay, A. 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Cilt-II, Meta Basımevi, İzmir.
- Kandemir, D. 2005. Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (*Capsicum annum* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri. Doktora Tezi, OMÜ Fen Bil. Ens., Samsun.
- Kandemir, D., Özer, H., Uzun, S. 2009. İlk turfanda organik hıyar yetiştiriciliğinde farklı terbiye sistemi ve budama uygulamalarının büyüme, erkencilik ve verim üzerine etkisi. 1. GAP Organik Tarım Kongresi, 475-481, 17-20 Kasım, Şanlıurfa.
- Karadoğan, T., Özer, H., Oral, E. 1997. Çiftlik gübresi ve mineral gübrelemenin patates yumrusunun direncine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 227-234.
- Karataş, A., Padem, H., Ünlü, H., Ünlü, H. 2005. Sera ve tarla koşullarında yetiştirilen bazı sırk domates çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini karşılaştırılması. Süleyman Demirel

- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2): 42-49.
- Kaur, R., Savage, G.P., Dutta, P.C. 2002. Antioxidant vitamins in four commercially grown tomato cultivars. Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand, 27: 69-74.
- Kılınç, M., Kutbay, G.H. 2008. Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Kurnaz, Ş., Özcan, M., Kopuzoğlu, N., Demirsoy, H. 1992. Samsun'da yetiştirilen deveci armutları üzerine NAA, NAD, Carbaryl ve elle seyreltme uygulamalarının etkileri. Bahçe, 21(1) :3-8.
- Logendra, L.S., Gianfagna, T.J., Janes, H.W. 2004. Preventing side shoot development with C8/C10 fatty acids increases yield and reduces pruning time in greenhouse tomato. HortScience, 39: 1652-1654.
- Maboko, M.M., Plooy, C.P. 2008. Effect of pruning on yield and quality of hydroponically grown cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). South African Journal of Plant and Soil, 25: 178-181.
- Mantur, S.M., Patil, S.R. 2008. Influence of spacing and pruning on yield of tomato grown under shade house. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21: 97-98.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27: 1254-1255.
- Muhammad, A., Singh, A. 2007. Intra-row spacing and pruning effects on fresh tomato yield in Sudan savanna of Nigeria. Journal of Plant Sciences, 2: 153-161.
- Özer, H., Uzun, S. 2013. Açıkta organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde farklı organik gübrelerin bazı verim ve kalite parametrelerine etkisi. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Bildiri Kitabı-1, 1-8, 25-27 Eylül, Samsun.
- Özkaraman, F. 2004. Sera koşullarında sıcaklık, ışık ve farklı budamaların kavunda (*Cucumis melon* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri. Doktora Tezi, OMÜ, Fen Bil. Ens., Samsun.
- Russell, G., Ellies, R.P. 1989. The relationship between leaf canopy development and yield of barley. Annals of Botany, 113: 357-374.
- Santos, B.M., 2008. Early pruning effects on 'Florida-47' and 'Sungard' tomato. HortTechnology, 18: 467-470.
- Sevgican, A. 1989. Örtüaltı Sebzeçiliği. Tav Yayınları, Yalova.
- Sevgican, A. 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Shi, J., LeMaguer, M. 2000. Lycopene in tomatoes; chemical and physical properties affected by food processing. Critical Reviews in Biotechnology, 20: 293-334.
- Srinivasan, K., Veeraraghavathatham, D., Kanthaswamy, V., Thiruvudainambi, S. 1999. Effect of spacing, training and pruning in hybrid tomato. South Indian Horticulture, 47: 49-53.
- Şeniz, V. 1987. Seracılık. Nurol Matbaacılık, Ankara.
- Şeniz, V., Demirel, F., Akbudak, N. 2000. Serada yetiştirilen hıyar çeşitlerinde uygulanan budama sisteminin verim ve kaliteye etkisi. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, 330-334, 11-13 Eylül, Isparta.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2008. Bitki fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Toor, R.K., Savage, G.P., Heeb, A. 2006. Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 20-27.
- TUİK, 2013. Bitkisel üretim istatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Ulaşım: 11 Mayıs 2013)
- Tüzel, Y., Ul, M.A., Tüzel, İ.H. 1993. Effects of different irrigation intervals and rates on spring season glasshouse tomato production: II. Fruit Quality, Acta Horticulturae, 366:389-396.
- Uysal, F. 2005. Farklı organik materyallerin organik domates yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, GOP Fen Bil. Ens., Tokat.
- Uzun, S. 1996. The quantitative effect of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato and aubergine. PhD Thesis, The University of Reading, Reading-England.
- Uzun, S. 1997. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I. Büyüme). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 147-156.
- 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. 2001. Serada domates ve patlıcan yetiştiriciliğinde bazı büyüme ve verim parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkiler. 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu, 97-102, 5-7 Eylül, Muğla.
- Uzun, S., Demir, Y., Özkaraman, F. 1998. Bitkilerde ışık kesimi ve kuru madde üretimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 133-154.
- Ünlü, H., Padem, H. 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ekoloji, 19(73): 1-9.
- Vinson, J.A., Hao, Y., Su, X., Zubik, L., Hao, Y., Su, X.H. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods:vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3630-3634.
- Weibel, F.P., Bickel, R., Leuthold, S., Alfoldi, T., 2000. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. Acta Horticulturae, 517: 417-426.
- Xiao, S., Zhou, P., Heuvelink, E.P., Liu, Z. 2006. Simulation analysis of the effects of dry matter production and partitioning in greenhouse tomato synchronous leaf pruning. Scientia Agricultura Sinica, 39: 2154-2158.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 7-14
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.7-14](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.7-14)



Bazı avokado anaçlarında çöğür gelişim periyotları boyunca ABA ve GA₃ seviyelerinin belirlenmesi*

Süleyman Bayram^{a**}, Mehmet Atilla Aşkın^b

^aBatı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, ^bSüleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta
^{**}Sorumlu yazar/corresponding author: slymnbayram@gmail.com

Geliş/received 11/09/2014 Kabul/accepted 12/01/2015

ÖZET

Ülkemizde avokado yetiştiriciliği, 1980'li yılların ortalarından itibaren hızla artmış, özellikle Alanya, Gazipaşa ve Anamur gibi Akdeniz kıyı şeridinde bulunan yerlerde yaygın olarak üretilmeye başlamıştır. Ülkemizde avokado fidan üretiminde, çoğaltım materyali olarak kullanılan çöğür anaçların gelişim periyotları boyunca içsel hormon seviyelerindeki değişim henüz ortaya konulmamıştır. Bu projede; çöğürlerin gelişiminde bitki büyüme düzenleyici uygulamaların temelini oluşturmak için içsel hormonal içeriklerin (ABA ve GA₃ seviyeleri) belirlenmesi amaçlanmıştır. Anaç kaynağı olarak kullanılan Topa Topa ve Mexicola çeşitlerinin çöğürleri ile birlikte, ticari çeşit olarak üretilen Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşitlerinin çöğürleri üzerinde çalışılmıştır. Bu nedenle, anaç olarak kullanılacak çeşitlerin meyveleri 2 farklı zamanda toplanmış ve tohumları çıkarılarak 2 farklı zamanda tohum ekimi yapılmıştır. Daha sonra çöğürlerin gelişim periyotları boyunca, gibberellik (GA₃) ve absizik asit (ABA) seviyeleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda; genellikle çeşitlere göre değişmekle birlikte, bazı çeşitlere ait çöğürlerin ABA ve GA₃ değerleri arasında ilişkiler bulunmuş ve her iki hormon değerlerinin de ocak-haziran arası dönemde azaldığı görülmüştür. Çöğürlerin gelişim sürecinde, genellikle ocak ve haziran ayları arasında ABA'nın azalmasına karşılık GA₃'ün de azalması, iklimsel etkilerin veya çöğürün devam eden gelişiminin bir sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Absizik asit
Anaç
Avokado
Çöğür
Gibberellik asit
Hormon

Determination of ABA and GA₃ contents during the seedling growth periods of some avocado rootstocks

ABSTRACT

Avocado cultivation has increased rapidly since the mid-1980s, in the Mediterranean coastline places such as Alanya, Gazipasa and Anamur in Turkey. In our country, internal hormonal levels during the growing periods of seedling rootstocks used as propagating material in the avocado tree nurseries haven't been revealed yet. This project aimed to determine internal hormonal contents (ABA and GA₃ levels) in the development of seedling to form the basis of plant growth regulator applications. It was studied on seedlings of the commercial varieties such as Bacon, Fuerte, Hass and Zutano along with Topa Topa and Mexicola used as a source of the seedling rootstocks. Therefore, the fruits of the varieties to be used as rootstock were harvested at two different times and seeds of these fruits were planted at two different times. During periods of seedling development, gibberellic acid (GA₃) and abscisic acid (ABA) amounts were analyzed. As a result of this study; abscisic acid and gibberellin amounts of seedlings were found to be associated with each other generally depending on varieties. During seedling development between the months of January and June, both ABA and GA₃ contents reduced. The cause of the decline between January and June in ABA and GA₃ values is thought to be a result of the ongoing development of seedlings with the climatic effects.

Keywords:
Abscisic acid
Avocado
Gibberellic acid
Hormones
Rootstock
Seedling

© OMU ANAJAS 2015

*İlk yazarın 'Bazı avokado çeşitlerinin anaçlık özelliklerinin ve üzerine aşıllı çeşitlerle uyuşma durumlarının incelenmesi' adlı doktora tezinden türetilmiştir

1. Giriş

Bitkilerde gelişim, bazı büyüme unsurlarının etkileşimleri ile düzenlenmektedir. Bu duruma, bitkilerde hücre bölünmesi ve genişlemesi ile farklılaşmasına bağlı olan vejetatif gelişim örnek olarak verilmektedir (Ramesh Kumar ve Sivakumar, 2008). Bitkinin büyümesi, dinamik ve kompleks bir yapıda olmasına rağmen, kesinlikle kontrol edilen bir olay olduğu ve bitkinin farklı kısımlarındaki büyümenin bir bütün halinde birbirleriyle uyumlu bir şekilde meydana geldiği belirtilmektedir (Palavan-Ünsal, 1993).

Bitki hormonları; bitkinin bir kısmında üretilen ve diğer bir kısmına taşınan, küçük miktarları bile bir fizyolojik karşılığa (teşvik/engelleme) neden olan organik bileşiklerdir (Went ve Thimann, 1937; Ramesh Kumar ve Sivakumar, 2008). Gardner ve ark. (1985)'nin Leopold ve Kriedemann (1975)'dan bildirdiğine göre; tohumun çimlenmesi, hücrenin bölünmesi ve büyümesi, köklenmenin başlaması, kallus ve ksilemin oluşumu, gövdenin uzaması ve dormansinin oluşması gibi birçok bitki büyüme ve gelişimi aktivitesinde hormonların birinin veya birkaçının etkisi ile olmaktadır. Hormonlar, sadece bitki içinde bir bütün olarak değil, aynı zamanda organlarda tek tek kontrol mekanizmasına sahiptir (Palavan-Ünsal, 1993).

Bitki büyüme ve gelişmesinde rol oynayan en önemli içsel faktörler, bitkisel hormonlar olarak adlandırılan fitohormonlardır (Gardner ve ark., 1985; Palavan-Ünsal, 1993). Fitohormonlar, genellikle bitkide çok düşük konsantrasyonlarda meydana gelmekte, hücrenin gelişimini teşvik etmekte veya engellemektedir (Whiley, 2002). Bugüne kadar yapılan hormon çalışmalarında, 3 ana büyüme teşvik edici hormonun (oksin, giberellin ve sitokinin) ve büyüme engelleyici (inhibitörü) hormonun (absizik asit ve etilen) etkin olduğu bulunmuştur (Gardner ve ark., 1985; Palavan-Ünsal, 1993). Bu bitki büyüme hormonları bitki içinde taşınma özellikleri göstermekte ve taşınma esnasında temas ettiği doku ve organlarda büyüme ve farklılaşmaya neden olmaktadır (Palavan-Ünsal, 1993).

Bitkinin vejetatif olarak gövdesinin uzunluğuna büyümesinde hormonların etkisi konusunda çok çalışılmış olmakla birlikte, sonuca varmanın güç olduğu söylenmektedir. Bu konuda bir örnek verilirse, mevcut 5 hormonun her birisinin bitki gövdesinin büyümesinde etkili olduğu kesinlikle bilinmesine rağmen, nasıl birlikte etkin olabildikleri bilinmemektedir. Hormonlar, ortak etkiyi yapabildikleri gibi birbirlerinin etkisini hızlandırabilmekte veya tam tersi bir şekilde antagonistik etkiyi de yapabilmektedir (Palavan-Ünsal, 1993; Ramesh Kumar ve Sivakumar, 2008).

Bitkilerde, sürekli değişen çevre şartları ile başa çıkabilmek için değişken mekanizmalar kullanılmaktadır. Giberellinler (GA) ise, yüksek bitkilerde yaşam dönemleri boyunca büyüme ve gelişmelere biçim verme imkânı sağlayan ve iyi karakterize olan bitkisel hormonların bir sınıfını oluşturmaktadır (Lee ve Soh, 2007).

Oksinler, sitokininler ve büyük bir olasılıkla diğer hormonlarla birlikte, GA 'bir yaklaşım sistemi' veya 'sinerjizm' olarak adlandırılan sinerjistik bir rol oynamaktadır. Örneğin, apikal dominansi, kambiyum

gelişimi, geotropizm, absisyon (yaprak ve meyve dökülmesi) ve partenokarpi olayları oksin aktivitesine bağlanmakla birlikte, GA'nın da etkileri bulunmakta veya bu tepkilerin ortaya çıkması için gerekli olmaktadır (Gardner ve ark., 1985).

Absizik asidin (ABA) ise, tohum gelişimi ve dormansinin dâhil olduğu bitki yaşam döngüsünde ve çeşitli çevresel stres koşullarında, bitkisel tepkilerin birçok aşamasında çok önemli rol oynayan bitkisel bir hormon olduğu söylenmektedir. Bunun nedeni olarak, birçok fizyolojik oluşumun içsel ABA seviyeleri ile ilişkili olması gösterilmektedir. ABA'nın biyosentezinin düzenlenmesi, bu fizyolojik karakterlerin açıklanmasını kolaylaştıran anahtar bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır (Seo ve Koshiba, 2002; Kermode, 2005).

ABA'nın bitkideki sentez yeri henüz tam olarak belirlenememiş olmasına rağmen, büyük bir kısmının (veya hepsi) meyve ve yeşil yapraklarda meydana geldiği, buradan da bitkinin gövde ucu gibi yerlere taşınması olasılığından bahsedilmektedir. ABA, bitkinin bu kısımlarında büyümeyi inhibe etmekte ve olası uyur gözlerin oluşumunu etkilemektedir. ABA'nın içeriği, büyüme hızı, su potansiyeli ve mevsimle ilgili olarak değişim göstermektedir (Palavan-Ünsal, 1993).

ABA'nın biyosentezi ve konsantrasyonlarının, gelişim sırasında veya değişen çevresel koşullara yanıt verilirken özel dokularda önemli ölçüde artabildiği veya azalabildiği belirtilmektedir. Örneğin, gelişmekte olan tohumlarda ABA'nın düzeyleri birkaç gün içinde 100 kat artabilmekte ve daha sonra olgunlaşma ilerledikçe düzey sifira kadar azalabilmektedir. Su stresi koşullarında, yapraklarda ABA düzeyi 4 ile 8 saat içinde 50 kat artabilmekte, su verildiğinde ise aynı sürede normal değerlere kadar düşmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Bitki bünyesinde bulunan büyüme düzenleyicilerinin, cins ve miktarları bakımından döneysel olarak değişim gösterdikleri bilinmektedir. İçsel büyüme düzenleyicileri, türler ve çeşitler hatta tipler arasında değişik düzeylerde olabilmektedir. Bitkinin çeşitli organlarında da içsel büyüme düzenleyicileri, cins ve miktarları bakımından farklı sonuçlar vermektedir. Bitki bünyesinde bulunan büyüme düzenleyicilerinin farklı dönemlerdeki değişimleri saptanırsa, dışarıdan yapılacak hormon ilavelerinde, bitkiye uygulanacak dozun sınırlarının belirlenmesi kolaylaşacağı bildirilmiştir (Candan, 2008). Ülkemizde avokado fidan üretiminde, çoğaltım materyali olarak kullanılan çöğür anaçların gelişim periyotları boyunca içsel hormon seviyelerindeki değişim henüz ortaya konulmamıştır.

Bu çalışmada; ülkemizde avokado fidan yetiştiriciliğinde, çöğür anaç kaynağı olarak kullanılan Topa Topa ve Mexicola çeşitleri ile birlikte, ticari olarak üretilen Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşitlerinin çöğürlerinde, gelişim periyodu boyunca giberellik asit (GA₃) ve absizik asit (ABA) seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kayaburnu

Meyvecilik Bölümü'ne ait bahçelerde bulunan Topa Topa, Mexicola, Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşitlerine ait ağaçlardan 2 farklı dönemde meyveler toplanmış ve 2 farklı dönemde tohumları meyveden çıkarılarak sera şartlarında topraksız kültüre ekilmiştir. Bu çeşitlere ait çöğürlerin yapraklarında, gelişim periyodu boyunca hormonal analizler yapılmıştır.

2.2.Yöntem

Mexicola ve Topa Topa çeşidinde 15–20 Eylül (I. ekim) ve 1–5 Ekim (II. ekim) tarihleri arasında, Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşitlerinde ise 15–20 Kasım (I. ekim) ve 1–5 Aralık (II. ekim) tarihleri arasında meyveler toplanmış ve tohumları çıkarılmıştır. Daha sonra, her bir çeşidin tohumlarından kabuk çıkarılmış (Eggers, 1942) ve tohumun apikal kısmında kesim yapılarak ekime hazırlanmıştır (Bergh, 1988). Tohum ekimi; her bir çeşit için 2 farklı zamanda, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 adet tohum olacak şekilde 17x35 cm ebatlarında tüplü topraksız kültür karışımına (2 kısım torf+ 1 kısım pomza) yapılmıştır. Damla sulama yöntemi ile çöğürler sulanmıştır.

Sera içerisine yerleştirilen iklim ölçüm cihazından alınan verilerin değerlendirilmesi sonucunda; 15 Ekim 2009–31 Aralık 2009 arasında, ortalama sıcaklık değerleri 11–27 °C ve ortalama nem değerleri % 39–80 arasında değişmiştir. 2009 yılında; en düşük sıcaklık değerleri 31 Aralık'ta (6.6 °C) ve en yüksek sıcaklık değerleri 1 Kasım'da (46.4 °C) kaydedilmiştir. Nem değerlerinde ise, en düşük % 23 ve en yüksek % 92 olarak tespit edilmiştir.

1 Ocak 2010–31 Aralık 2010 tarihleri arasında en düşük sıcaklık değerleri 6 Şubat'ta (2.9 °C) ve en yüksek sıcaklık değerleri 24 Temmuz'da (50.7 °C) tespit edilmiştir. 21 Ocak–6 Şubat arasında sürekli düşük sıcaklık değerleri (7 °C'nin altında) ve 10 Haziran–5 Ekim arasında sürekli yüksek sıcaklık değerleri (40 °C'nin üstünde) saptanmıştır. Bununla birlikte, ortalama sıcaklık değerleri 10–35 °C ve nem değerleri ise % 23.5–95 arasında değiştiği belirlenmiştir.

1 Ocak 2011–18 Ekim 2011 tarihleri arasında en düşük sıcaklık 2 Şubat'ta (3.3 °C) ve en yüksek sıcaklık havalandırmanın ve soğutmanın yapılmadığı 13 Mart'ta (55.4 °C) tespit edilmiştir. 9 Ocak–3 Şubat arasında devamlı düşük sıcaklık (7 °C'nin altında) ve 22 Mayıs–5 Ekim arasında devamlı yüksek sıcaklık değerleri (40 °C'nin üstünde) tespit edilmiştir. Bu dönemde, ortalama sıcaklık değerleri 9–35 °C ve nem değerleri ise % 29–88 arasında değişmiştir.

2009–2010 ve 2010–2011 çöğür gelişim periyotlarında; çöğürlerden örnek alınabilecek yapraklanmanın olduğu dönemden başlamak üzere (tohum ekiminden itibaren 120. gün sonra) aşılama dönemine kadar 30'ar gün aralıklarla 120.-270. gün arasında, çeşitlere göre aşılama zamanı ve örnek alma süresi değişmekle birlikte, yaprak örnekleri alınmıştır. Anaçların çöğürlerinin yapraklarında örnek alma, Dixon ve ark. (2006)'nın yöntemine göre yapılmıştır. Bu örneklerde, daha sonra GA₃ ve ABA analizi yapılmıştır. Çöğürlerin yaprak örneklerinde GA₃ ve ABA analizinde, saflaştırılma ve analiz işlemleri Topçuoğlu ve Ünyayar (1995)'a, HPLC analiz işlemleri ise Ülger ve ark. (1999)'e göre yapılmıştır. Ekstraksiyon ve evaporasyon işlemlerin

devamında, HPLC'de yapılan hormonal GA₃ ve ABA'ya ait veriler elde edilmiştir.

Bu verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik metotta; ABA ve GA₃'ün değerleri normal dağılım göstermediği ve parametrik testlerin ön şartlarını sağlamadığı için grupların arasındaki farklılığın ortaya konulmasında, non-parametrik testler (Mann–Whitney ve Kruskal–Wallis) kullanılmıştır. İstatistiksel farklılığı bulunan değerler farklı alfabetik harflerle kodlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

2009-2010 ve 2010-2011 çöğür gelişim periyotları boyunca, çeşitlere ait çöğürlerin yapraklarında yapılan analizler sonucunda; ABA ve GA₃'ün ortalama serbest faz, bağlı faz ve toplam eşdeğer miktarları belirlenmiş, ABA için sırasıyla Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'de, GA₃ için sırasıyla Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.

Çeşitlere ait çöğürlerin yapraklarında, içsel hormonlardan ABA ve GA₃'ün eşdeğer miktarları analiz edilerek, tohum ekim dönemlerine ve dönemsel değişimlere göre değerlendirilmiştir. Bitkinin büyümesinin dinamik ve kompleks bir yapıda olmasına rağmen, kesinlikle kontrol edilen bir olay olduğu ve bitkinin farklı kısımlarındaki büyümenin bir bütün halinde birbirleriyle uyumlu bir şekilde meydana geldiğini bildiren Palavan–Ünsal (1993) ile bitkilerde gelişiminin birkaç büyüme maddesinin interaksiyonları vasıtasıyla düzenlendiğini belirten Ramesh Kumar ve Sivakumar (2008)'la uyumlu olabileceği düşünülen sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, Kermod (2005) ile Taiz ve Zeiger (2008)'in ifade ettiği gibi tohumun sürmesinde ABA'nın oynadığı rolün yanında, toplam etkiye başta GA₃ olmak üzere diğer hormonlarında katkı yaptığı düşünülmektedir.

Ülkemizde, abiyotik (kuraklık, kısıtlı su ve tuz gibi) ve biyotik (çatılma, periyodisite) stres faktörleri ile içsel hormon seviyeleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla birçok çalışma (Yılmaz, 2005; Durdu, 2007; Aktaş ve ark., 2008; Akça ve ark., 2008; Okay ve ark., 2011) yapılmış ve birçok bitkide stres faktörlerine bağlı olarak bitkilerin içsel hormon seviyelerinin değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise; çöğür gelişim periyotları boyunca yapılan analizlerin sonucunda, ABA ve GA₃'ün ortalama eşdeğer miktarları (serbest faz, bağlı faz ve toplam) çeşitlere göre incelendiğinde (Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6):

Tohum ekimi eylül ortası ve ekim başında olan Mexicola ve Topa Topa çeşitlerinde, genellikle ocak ayından (120. gün) itibaren ABA ve GA₃'ün değerlerinde azalmanın başladığı, mevsimsel sıcaklıkların arttığı nisan ayından (210. gün) itibaren azalma oranının yavaşladığı ve mayıs-haziran ayları arasında değerlerde bir miktar artışın olduğu kaydedilmiştir. Bu süre içinde ABA ve GA₃'ün değişiminde, çevresel stres koşullarının (özellikle sıcaklıkların çok fazla yükselmesinin) etkili olduğu düşünülmektedir.

Tohum ekimi kasım ortası ve aralık başında olan Bacon ve Zutano çeşitlerine ait çöğürlerin yapraklarında, hormonal değişimin gözlemlendiği mart ve haziran ayları arasında (120. ve 210. gün arasında), genellikle ortalama toplam ABA ve GA₃'ün miktarlarında azalma gözlemlenmiştir.

Çizelge 1. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel serbest faz ABA'nın eşdeğer miktarları ($\mu\text{g/g}^{-1}$) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)*	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	2.24±0.93a	5.25	1.31±0.53	4.00	0.69±1.07	5.00	0.26±0.41	3.50	0.35±0.22	3.50	0.48±0.17	2.50
	II. Ekim	1.20±0.93b	3.75	1.40±0.62	4.00	0.48±1.07	4.00	0.50±0.41	5.50	0.17±0.22	1.50	0.61±0.17	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.39		1.00		0.56		0.25		0.12		1.00
Topa Topa	I. Ekim	0.99±0.93a	3.50	1.17±0.53	4.25	0.79±1.07	5.50	0.63±0.41	3.50	0.10±0.22	1.50	0.09±0.17	1.50
	II. Ekim	2.25±1.07b	4.67	1.13±0.53	4.75	0.26±1.07	3.50	1.16±0.48	4.67	0.24±0.22	3.50	0.25±0.25	3.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.48		0.77		0.25		0.48		0.12		0.22
Bacon	I. Ekim	0.43±0.93a	2.50	0.83±0.53	4.75	6.04±1.07	5.50	0.76±0.58	3.00				
	II. Ekim	7.19±1.07b	6.00	1.01±0.53	4.25	2.90±1.07	3.50	0.18±0.58	2.00				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.03		0.77		0.25		0.44				
Zutano	I. Ekim	0.69±0.93	3.75	0.67±0.53	4.25	0.35±1.07	4.00	0.49±0.58	3.50				
	II. Ekim	0.87±0.93	5.25	1.05±0.53	4.75	0.77±1.07	5.00	0.24±0.58	1.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.39		0.77		0.56		0.12				
Fuerte	I. Ekim	0.19±0.93b	2.75	0.93±0.53	6.50	0.48±1.07	5.50	0.44±0.41	4.50	0.53±0.15	5.50	0.32±0.12	5.25
	II. Ekim	1.47±1.07a	5.67	0.30±0.53	2.50	0.19±1.07	3.50	0.42±0.41	4.50	0.16±0.15	3.50	0.19±0.12	3.75
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.08		0.02		0.25		1.00		0.25		0.39
Hass	I. Ekim	1.31±0.93	4.00	2.79±0.53	5.25	0.18±1.07	3.75	1.78±0.41	5.50	0.43±0.15	4.00	0.31±0.12	5.00
	II. Ekim	1.08±1.07	4.00	0.58±0.53	3.75	0.19±1.24	4.33	0.72±0.41	3.50	0.43±0.15	5.00	0.19±0.12	4.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		1.00		0.39		0.72		0.25		0.56		0.56

*Dönemler arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 2. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel bağlı faz ABA'nın eşdeğer miktarları ($\mu\text{g/g}^{-1}$) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)*	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	0.43±0.23a	4.50	0.51±0.18	3.67	0.06±0.21	4.33	0.15±0.09	5.50	0.03±0.54	1.00	0.04±0.19	1.00
	II. Ekim	0.20±0.17b	3.00	0.34±0.18	3.33	0.02±0.21	2.67	0.05±0.06	2.50	0.08±0.38	2.50	0.25±0.14	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.36		0.83		0.28		0.06		0.22		0.22
Topa Topa	I. Ekim	0.11±0.19b	3.33	0.23±0.18	2.00	0.07±0.25	4.00	0.06±0.07	2.33		0.00	0.04±0.19	1.00
	II. Ekim	0.38±0.17a	4.50	0.39±0.18	5.00	0.06±0.21	2.33	0.21±0.07	4.67	0.07±0.38	1.50	0.25±0.14	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.48		0.05		0.25		0.1				0.22
Bacon	I. Ekim	0.09±0.19b	2.33	0.22±0.22	3.50	0.03±0.21	2.67	0.01±0.13	1.00				
	II. Ekim	0.48±0.17a	5.25	0.53±0.18	2.67	0.09±0.21	4.33	0.09±0.09	2.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.08		0.56		0.28		0.22				
Zutano	I. Ekim	0.06±0.19	2.67	0.16±0.32	4.00	0.08±0.18	4.25	0.11±0.09	2.50				
	II. Ekim	0.24±0.23	3.50	0.08±0.18	2.00	0.06±0.21	3.67	0.04±0.13	1.00				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.56		0.18		0.72		0.22				
Fuerte	I. Ekim	0.05±0.23	1.50	0.30±0.18	5.00	0.48±0.21	3.33	0.10±0.09	3.00	0.26±0.31	3.00	0.04±0.14	2.50
	II. Ekim	0.11±0.19	4.00	0.13±0.18	2.00	0.83±0.21	3.67	0.32±0.06	3.75	0.78±0.31	4.00	0.30±0.10	4.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.08		0.05		0.83		0.64		0.51		0.36
Hass	I. Ekim	0.12±0.23b	1.50	0.13±0.18	2.33	0.03±0.35	3.00	0.12±0.06	5.00	0.08±0.54	2.00	0.06±0.11	3.67
	II. Ekim	1.94±0.33a	3.00	0.18±0.22	4.00	0.02±0.25	1.50	0.04±0.07	2.67	0.04±0.54	1.00	0.05±0.11	3.33
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.22		0.25		0.22		0.16		0.31		0.83

* Dönemler arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 3. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel toplam ABA'nın eşdeğer miktarları ($\mu\text{g/g}^{-1}$) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	2.66±1.13	5.25	1.69±0.56	4.25	0.74±1.08	5.00	0.34±0.45	3.50	0.37±0.10	3.50	0.50±0.19	2.50
	II. Ekim	1.40±1.13	3.75	1.74±0.65	3.67	0.50±1.08	4.00	0.54±0.45	5.50	0.25±0.10	1.50	0.86±0.19	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.39		0.72		0.56		0.34 ^a		0.33		1.00 ^a
Topa Topa	I. Ekim	1.07±1.13	3.75	1.34±0.56	4.25	0.83±1.08	5.75	0.68±0.45	3.50	0.10±0.10	1.50	0.11±0.19	1.50
	II. Ekim	2.07±1.13	5.25	1.42±0.56	4.75	0.31±1.08	3.25	1.37±0.52	4.67	0.31±0.10	3.50	0.38±0.19	3.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.39		0.77		0.15		0.48		0.12		0.12
Bacon	I. Ekim	0.50±1.13	3.50	0.94±0.56	4.25	6.07±1.08	5.50	0.77±0.63	2.50				
	II. Ekim	5.87±1.13	5.50	1.40±0.56	4.75	2.97±1.08	3.50	0.26±0.63	2.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.25		0.77		0.25		1.00				
Zutano	I. Ekim	0.73±1.13	4.00	0.71±0.56	4.25	0.43±1.08	4.25	0.60±0.63	3.50				
	II. Ekim	0.99±1.13	5.00	1.11±0.56	4.75	0.81±1.08	4.75	0.26±0.63	1.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.56		0.77		0.77		0.12				
Fuerte	I. Ekim	0.21±1.13	3.25	1.16±0.56	6.50	0.25±1.08	4.25	0.43±0.63	3.50	0.30±0.10	4.50	0.11±0.16	3.00
	II. Ekim	1.18±1.13	5.75	0.40±0.56	5.75	0.22±1.08	4.75	0.47±0.45	3.50	0.17±0.07	3.00	0.23±0.14	4.75
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.15		0.02		0.77		1.00		0.36		0.29
Hass	I. Ekim	1.37±1.13	4.00	2.89±0.56	5.00	0.19±1.08	3.75	1.90±0.45	5.50	0.44±0.07	4.25	0.35±0.14	5.25
	II. Ekim	1.73±1.30	4.00	0.67±0.56	4.00	0.20±1.24	4.33	0.76±0.45	3.50	0.44±0.07	4.75	0.22±0.14	3.75
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		1.00		0.56		0.72		0.25		0.77		0.39

* Dönemler arası farklılığı göstermektedir

Metabolik aktivitenin hızla arttığı tohum ekiminden sonraki dönemde; çöğür gelişiminin ilk aşamalarında (ocak-mart arasında) mevsimsel olarak soğuk bir dönemin olması ve devamında ise mart-haziran ayları arasında ise sıcaklık değerlerinin hızla artması nedeniyle, yüksek seviyede ABA ve GA₃ miktarlarında değişiminin ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Tohum ekimi aralık başında olan Fuerte ve Hass çeşitlerine ait çöğürlerin yapraklarında hormonal değişimin gözlemlendiği mart ve eylül ayları arasında (120. ve 270. gün arasında), genellikle ortalama toplam ABA ve GA₃'ün miktarlarında azalmanın olduğu ortaya çıkmıştır. Tohum ekimi kasım ortasında olan Fuerte ve Hass çeşitlerine ait

Çizelge 4. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel serbest faz GA₃'ün eşdeğer miktarları ($\mu\text{g/g}^{-1}$) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)*	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	218.26±51.57	5.00	148.15±37.12	4.25	84.82±14.47	5.50	138.91±30.13a	6.50	113.64±24.00	2.50	134.95±35.59	3.00
	II. Ekim	174.72±51.57	4.00	79.14±42.86	3.67	57.70±14.47	3.50	36.52±30.13b	2.50	43.71±24.00	2.50	73.40±35.59	2.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.56		0.72		0.25		0.02		1.00		0.44
Topa Topa	I. Ekim	283.70±51.57	6.25	74.45±37.12	3.50	64.22±14.47	4.75	43.82±30.13b	3.00	28.43±24.00	2.50	25.563±35.59	1.50
	II. Ekim	103.20±51.57	2.75	106.06±42.86	4.67	34.45±14.47	4.25	142.99±34.79a	5.33	23.66±24.00	2.50	76.100±50.33	3.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.04		0.48		0.77		0.16		1.00		0.22
Bacon	I. Ekim	184.35±51.57	4.25	117.03±42.86	3.00	43.43±14.47	3.75	17.27±42.61	1.50				
	II. Ekim	141.99±59.55	3.67	125.49±37.12	4.75	60.13±14.47	5.25	58.78±42.61	3.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.72		0.29		0.39		0.12				
Zutano	I. Ekim	79.95±51.57	3.00	82.65±37.12	3.25	55.71±14.47	5.00	83.50±42.61	3.00				
	II. Ekim	153.45±51.57	6.00	168.97±37.12	5.75	47.14±14.47	4.00	46.36±42.61	2.00				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.08		0.15		0.56		0.44				
Fuerte	I. Ekim	21.329±51.57	2.75	82.00±37.12	4.50	56.09±14.47	5.75	59.01±30.13	4.00	33.91±19.60	2.00	61.262±29.06	5.00
	II. Ekim	83.388±51.57	6.25	92.66±37.12	4.50	33.78±14.47	3.25	63.61±30.13	5.00	52.50±16.97	5.50	43.511±25.17	3.25
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.04		1.00		0.15		0.56		0.03		0.29
Hass	I. Ekim	56.90±51.57	2.50	108.75±37.12	4.75	21.53±14.47	2.50	129.71±30.13a	5.75	65.19±16.97	5.00	58.201±25.17	5.50
	II. Ekim	174.10±51.57	6.50	105.00±37.12	4.25	57.01±14.47	6.50	37.75±30.13b	3.25	49.13±16.97	4.00	30.268±25.17	3.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>		0.02		0.77		0.02		0.15		0.56		0.25

* Dönemler arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 5. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel bağlı faz GA₃'ün eşdeğer miktarları (µg/g⁻¹) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)*	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)*	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	105.27±28.87	4.25	183.09±32.96	4.00	63.88±11.06a	5.00	67.82±11.96	4.50	48.56±17.53	2.50	44.49±8.70b	2.50
	II. Ekim	160.83±28.87	4.75	107.09±38.06	4.00	28.86±12.77b	2.67	61.91±11.96	4.50	53.49±17.53	2.50	51.57±8.70a	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.77		1.00		0.16		1.00		1.00		1.00	
Topa Topa	I. Ekim	87.20±28.87	3.50	49.04±32.96	4.00	20.54±11.06b	3.00	19.70±11.96	2.50	10.39±17.53	2.00	28.72±8.70b	1.50
	II. Ekim	128.41±28.87	5.50	85.03±32.96	5.00	42.29±12.77a	5.33	51.45±13.81	6.00	25.20±17.53	3.00	59.21±8.70a	3.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.25		0.56		0.16		0.03		0.44		0.12	
Bacon	I. Ekim	70.43±33.33	3.67	58.91±32.96	3.00	25.78±11.06b	4.00	7.96±23.92	1.00				
	II. Ekim	87.96±28.87	4.25	99.87±32.96	6.00	41.72±11.06a	5.00	42.27±16.91	2.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.72		0.08		0.56		0.22					
Zutano	I. Ekim	46.70±28.87	3.50	41.04±32.96	2.75	66.79±11.06a	6.00	72.72±16.91	3.00				
	II. Ekim	68.28±28.87	5.50	114.65±32.96	6.25	31.06±11.06b	3.00	42.36±16.91	2.00				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.25		0.04		0.08		0.44					
Fuerte	I. Ekim	48.10±40.82	2.50	80.70±38.06	5.33	67.42±11.06a	5.50	53.69±11.96	5.75	41.78±12.40	5.50	52.46±7.11a	6.00
	II. Ekim	57.80±33.33	3.33	67.79±32.96	3.00	23.89±12.77b	2.00	37.11±11.96	3.25	25.40±12.40	3.50	16.00±6.15b	2.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.56		0.16		0.03		0.15		0.25		0.03	
Hass	I. Ekim	29.69±40.82	1.50	69.60±32.96	4.00	57.85±11.06a	5.75	45.75±11.96	5.50	42.34±12.40	5.00	25.07±7.11b	2.67
	II. Ekim	81.52±28.87	4.50	85.27±32.96	5.00	34.94±11.06b	3.25	32.89±11.96	3.50	23.87±12.40	4.00	33.37±7.11a	4.33
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.06		0.56		0.15		0.25		0.56		0.28	

* Dönemler arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 6. 2009-2011 yılları arasında çeşitlere göre dönemsel toplam GA₃'ün eşdeğer miktarları (µg/g⁻¹) ve rank ortalamaları

Çeşit	Tohum Ekimi	Dönem (gün)											
		120		150		180		210		240		270	
		Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.	Eşdeğer Miktar (µg/g ⁻¹)	Rank Ort.
Mexicola	I. Ekim	323.53±68.91	5.00	331.23±54.08	3.50	148.69±19.10	5.75	206.74±37.87	5.75	162.20±33.34	3.00	179.44±37.45	3.00
	II. Ekim	335.55±68.91	4.00	193.01±76.48	3.50	79.34±19.10	3.25	98.43±37.87	3.25	97.20±33.34	2.00	124.97±37.45	2.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.56		1.00		0.15		0.15		0.44		0.44	
Topa Topa	I. Ekim	370.89±68.91	5.75	123.49±54.08	4.00	84.76±19.10	4.25	63.52±37.87	3.50	38.82±33.34	1.50	54.28±37.45	2.00
	II. Ekim	231.61±68.91	3.25	164.58±54.08	5.00	66.16±19.10	4.75	145.82±37.87	5.50	48.85±33.34	3.50	97.26±37.45	3.00
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.15		0.56		0.77		0.25		0.12		0.44	
Bacon	I. Ekim	237.17±68.91	4.50	146.68±54.08	3.25	69.21±19.10	3.50	21.25±53.55	1.50				
	II. Ekim	194.46±68.91	4.50	225.35±54.08	5.75	101.85±19.10	5.50	101.05±53.55	3.50				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	1.00		0.15		0.25		0.12					
Zutano	I. Ekim	126.65±68.91	3.25	123.69±54.08	2.50	122.50±19.10	6.25	156.22±53.55	3.00				
	II. Ekim	221.72±68.91	5.75	283.61±54.08	6.50	78.19±19.10	2.75	88.72±53.55	2.00				
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.15		0.02		0.04		0.44					
Fuerte	I. Ekim	45.38±68.91	3.25	142.53±54.08	5.25	123.51±19.10	6.50	112.70±37.87	5.25	67.21±23.57	4.25	113.72±30.58	5.67
	II. Ekim	126.74±68.91	5.75	160.45±54.08	3.75	51.70±19.10	2.50	100.71±37.87	3.75	77.90±23.57	4.75	59.52±26.48	2.75
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.15		0.39		0.021		0.39		0.77		0.077	
Hass	I. Ekim	71.74±68.91	2.50	178.35±54.08	4.00	79.38±19.10	4.25	175.46±37.87	5.75	107.53±23.57	4.75	77.00±26.48	5.50
	II. Ekim	255.63±68.91	6.50	190.25±54.08	5.00	91.95±19.10	4.75	70.64±37.87	3.25	73.00±23.57	4.25	55.30±26.48	3.50
	<i>Mann-Whitney (P)</i>	0.02		0.56		0.77		0.15		0.77		0.25	

* Dönemler arası farklılığı göstermektedir

çöğürlerin yapraklarındaki hormonal gözlemlerde ise. değişken olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak, ortalama toplam ABA ve GA₃'ün miktarlarının çok çöğür gelişiminin ilk aşamalarında (kasım ortası ile mart

ayı arasında) mevsimsel olarak soğuk bir dönemin ve sonrasında haziran–eylül ayları arasında çok yüksek sıcak bir dönemin olması, bitkilerdeki biyolojik aktiviteyi etkileyerek büyüme ve gelişmeyi yavaşlatmış olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, Fuerte ve Hass çeşitlerinde tohum alımı ve ekimi dönemlerine göre meyvelerin ağaç olumunda farklılığın olduğu ve bu durumun etkilediği düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen ABA ve GA₃'ün değerleri ile, Okay ve ark. (2011)'nin antepfıstığı yapraklarından ve Yılmaz (2005)'in nar meyvesi kabuğundan belirlediği değerler kıyaslandığında, ABA ve GA₃'ün benzer seviyelerde olduğu görülmüştür. Güven (2011)'in vejetasyon periyodu boyunca muz yapraklarından elde ettiği değerler ile karşılaştırıldığında ise ABA'nın değerleri benzer seviyede bulunmasına rağmen, GA₃'ün değerleri farklı seviyelerde ortaya çıkmıştır.

Seo ve Koshiba (2002) ve Kermode (2005)'ün bildirimlerinde; ABA'nın farklı çevresel stres koşullarında bitkisel tepkilerin birçoğunda önemli rol oynadığı ve birçok fizyolojik oluşumun içsel ABA seviyeleri ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Bu bildirimlerle uyumlu olarak, tüm çeşitlerin yapraklarında stres koşullarında farklı dönem ve farklı seviyelerde ABA ve GA₃ değişiminin meydana geldiği görülmektedir.

Bu çalışmada, genellikle tüm çeşitlerde ocak ve haziran ayları arasında ABA ve GA₃'ün değerinin azalması yönünde doğrusal bir ilişkisinin olması, Okay ve ark. (2011)'nin antepfıstığı araştırmasında olduğu gibi, bazı bitkilerde belirli dönemlerde görülmektedir.

Okay ve ark. (2011)'nin çalışmasında; birbirine takip eden iki yılda da GA₃'ün seviyesi aynı eğilimleri gösterirken ABA'nın seviyesinde ise farklı değişimler görülmüştür. GA₃'ün seviyesinin ilk yıl mayıs ayında 462.916 mg g⁻¹ olduğu, temmuz ayında 297.496 mg g⁻¹'a kadar azaldığı ve eylül ayında 815.562 mg g⁻¹'a kadar arttığı bildirilmiştir. ABA'nın seviyesi ise ilk yıl mayıs ayında 121.683 mg g⁻¹ olarak saptanmasından sonra, temmuz ayında 55.038 mg g⁻¹'a ve eylül ayında 27.715 mg g⁻¹'a kadar azaldığı tespit edilmiştir. Değişimli ürünün alındığı ikinci yıl ise ABA seviyesi mayıs ayında 6.496 mg g⁻¹ olarak en düşük seviyede saptanırken, temmuz ayında 126.087 mg g⁻¹'a kadar artma ve devamında 6.565 mg g⁻¹'a kadar azalmanın olduğu bildirilmiştir.

Ayrıca, ABA'nın tohum çimlenmesi ve çöğür gelişiminde gerekli olan GA'ya duyarlı genleri baskı altına aldığı (GA'ya duyarlı amilaz geni dâhil) bildiren Ramesh Kumar ve Sivakumar (2008) ile ilişkili olarak, bazı çeşitlerde (özellikle Mexicola. Topa Topa, Bacon ve Zutano) saptanan ABA ve GA₃'ün değerlerinin dönemsel değişimlerinde, ABA'nın GA₃'ün sentezini etkilemiş ve baskı altına almış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, genellikle ABA ve GA₃'ün değerleri dönemler arasında artma ve azalma yönünde birbirine benzer bir eğilim gösterdiği varsayılmaktadır.

Genel olarak çeşitlere ait çöğürlerden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; sera koşullarında, özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklıkların içsel hormonal değişimde (ABA ve GA₃) çok fazla etkili olduğu ve bitki gelişiminde bazı problemlere (yapraklarda dökülme veya yeni çıkan sürgünlerin uç kısımlarda kuruma) neden olduğu

düşünülmektedir. Bu öngörüyü, ABA içeriğinin bitkilerde büyüme hızı, su potansiyeli ve mevsimle ilgili olarak değiştiğini vurgulayan Palavan–Ünsal (1993)'in bildirisi desteklemektedir.

ABA'nın farklı çevresel stres koşullarında, bitkisel tepkilerin birçok aşamasında çok önemli rol oynadığını, fizyolojik oluşumların birçoğunun içsel ABA seviyeleri ile ilişkili bulunduğunu ve ABA'nın biyosentezinin düzenlenmesinin fizyolojik karakterlerin açıklanmasını kolaylaştıran anahtar olduğunu bildirilen Seo ve Koshiba (2002) ve Kermode (2005) ile uyumlu olarak ABA'nın GA₃ ile önemli ilişkisinin olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Bu ABA ve GA₃ çalışmalarından elde edilen sonuçlar özetlendiğinde; ocak ve haziran ayları arasında ABA ve GA₃ değerlerinde görülen azalmanın nedeninin iklimsel etkilerle birlikte, çöğürün devam eden gelişiminin bir sonucu olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, tohum çimlenme ve bitki gelişiminde, ABA'nın bazı önemli rollerinin bulunmasından ve olası diğer içsel hormonal faktörleri (özellikle GA₃) etkilemesinden dolayı, bitkinin gelişim sürecinin ve hormonal yapısının değişmiş olabileceği üzerinde durulmaktadır. Bununla birlikte, çöğür gelişim sürecinde; genellikle tüm çeşitlerde ocak ve haziran ayları arasında ABA'nın azalmasına karşılık GA₃'ün de azalmasının ve ABA ile GA₃'ün aralarında görülen doğrusal bir ilişkisinin olması, daha sonraki hormonal çalışmaların konusu olabileceği söylenmektedir. Bu çalışmaların olası sonuçlarına göre, dışsal GA₃ uygulamaları ile bitki büyümesi arasındaki etkinin ortaya konulabileceği de ileri sürülmektedir.

Teşekkür

#

Bu çalışmada; hormonal analizlerde yardımcı olan BATEM Bitki Besleme Bölümü'nde görevli Dr. Dilek GÜVEN'e ve HPLC okumalarında yardımcı olan aynı kurumdan Gıda, Tıbbi ve Süs Bitkileri Bölümü'nden Ramazan TOKER'e sonsuz teşekkürler sunarım.

Kaynaklar

- Akça, H., Aktaş, L.Y., Altun, N., Yağmur, Y. 2008. Defne (*Laurus Nobilis* L.)'de Kuraklığa Uyum Mekanizmalarının Uyarılması ve Oluşan İçsel Hormon Değişimlerinin İncelenmesi. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormançılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 38, 1-58s.
- Aktas, L.Y., Akca, H., Altun, N., Battal, P. 2008. Phytohormone levels of drought-acclimated laurel seedlings in semiarid conditions. General and Applied Plant Physiology, Special Issue, 34(3-4): 203-214.
- Bergh, B. 1988. The Effect of Pretreatments on Avocado Seed Germination. California Avocado Society Yearbook. 72: 215-221.
- Candan, N. 2008. Antalya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Washington Navel ve Valencia Portakal (*Citrus sinensis* L.) Çeşitlerinde Çiçek ve Meyve Dökümü Dönemlerinde Indol-3-Asetik Asit (IAA) Düzeylerindeki Değişimler. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46s, Konya.

- Dixon, J., Elmsly, T.A., Dixon, E.M. 2006. Seasonal Variations in Leaf Mineral Content. New Zealand Avocado Growers' Association Annual Research Report, 6: 21-34.
- Durdu, İ. 2007. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bazı Halofit Bitkilerde (*Salicornia Europaea* L., *Puccinellia Distans* (Jacq.) Parl. ve *Atriplex Olivieri* Moq.) Meydana Gelen Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 109s, Van.
- Eggers, E.R. 1942. Effect of the removal of the seed coats on avocado seed germination. California Avocado Society Yearbook, 27: 41-43.
- Gardner, F., Pearce, R.B., Mitchell, R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames. 157p, Iowa.
- Güven, D. 2011. Yeni Bazı Muz Çeşit ve Klonlarında Fenolojik ve Pomolojik Özellikler İle Bitki Besin Maddeleri ve Hormonların Dönemsel Değişimlerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 209s, Antalya.
- Kermode, A.R. 2005. Role of abscisic acid in seed dormancy. Journal of Plant Growth Regulation, 24: 319-344.
- Lee, S., Soh, M.S. 2007. How plants make and sense changes in their levels of gibberellin. Journal of Plant Biology, 50(2):90-97.
- Okay, Y., Güneş, N.T., Köksal, A.İ. 2011. Free endogenous growth regulators in pistachio (*Pistacia vera* L.). African Journal of Agricultural Research, 6(5): 1161-1169.
- Palavan-Ünsal, N. 1993. Bitki Büyüme Maddeleri. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3677. Enstitü Yayın No: 4, 357s, İstanbul.
- Ramesh Kumar, A., Sivakumar, D. 2008. Role of hormones on seed germination-A review. India Agricultural Reviews, 29(4): 281-289.
- Seo, M., Koshiba, T. 2002. Coplex regulation of GA₃ biosynthesis in plants. Trends in Plants Science, 7(1): 41-48.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2008. Bitki Fizyolojisi. Çev. Türkan, İ., Palme Yayınları. 455s, Ankara.
- Topçuoğlu, Ş.F., Ünyayar, S. 1995. Beyaz Çürükçül Fungus *Phanerochaetechrysosporium* ME 446'da Bitki Büyüme Maddelerinin (Auxin, Gibberellin, Absizik Asit ve Sitokinin) Üretimi ve Biyolojik Aktivitelerin Tayini. İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No İ.Ü.A.F.93-19., 161s, Malatya.
- Ülger, S., Baktır, İ., Kaynak, L. 1999. Zeytinlerde periodisite ve çiçek tomurcuğu oluşumu üzerine içsel büyüme hormonlarının etkilerinin saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 619-623.
- Went, F.W., Thimann, K.V. 1937. Phytohormones. Experimental Biology Monographs. The Macmillan Company, 1-3.
- Whiley, A.W. 2002. Crop Management. In Whiley, A.W., Schaffer, B., Wolstenholme, B.N. (Ed). The Avocado: Botany. Production and Uses (231-254). Cabi Publishing, 416p, London.
- Yılmaz, C. 2005. Narda Derim Öncesi Meyve Çatlamaşının Anatomisi ve Fizyolojisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 281s, Adana.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 15-23
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.15-23](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.15-23)



Karadeniz Bölgesi kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) üretim alanlarında kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerin tespiti ve bazı kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

İsmail Erper^{a*}, Ahmet Balkaya^b, Muharrem Türkkan^c, Gülay Kılıç^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, ^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, ^cOrdu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu
*Sorumlu yazar/corresponding author: ismailer@omu.edu.tr

Geliş/Received 15/09/2014

Kabul/Accepted 21/11/2014

ÖZET

Dünyada toprak kaynaklı farklı fungal patojenler kabakgöl yetiştirilen alanlarda yaygın görülmekte ve solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarına neden olmaktadır. Bu çalışma Karadeniz Bölgesinde önemli kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) yetiştirilen alanlarda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerin tespiti ve tekel seleksiyon ıslahı ile seçilen tatlı yapımına uygun özelliklere sahip bazı kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Samsun, Amasya, Sinop ve Ordu illerinde 65 tarlada sörvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonlarda toplam 140 fungal izolat elde edilmiştir. Çalışmada *Fusarium* cinsine ait 11 farklı tür elde edilirken, tüm izolatlar içinde *F. oxysporum* % 21.4'lük oranla en yüksek oranda izole edilen tür olmuştur. *Rhizoctonia solani*'de % 21.4 oranında izole edilmiştir. *Pythium* spp. (% 2.1) ise izole edilen diğer gruptur. *Fusarium* spp., *R. solani* ve *Pythium* spp. izolatları arasından seçilen 78 izolat ile "Arıcan 97" kestane kabağı çeşidi üzerinde ön patojenite denemesi yapılmıştır. Deneme sonucunda virülensi yüksek olan 3 izolat [*F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42), *Pythium* sp. (Pyt-3), *R. solani* AG 4 (Rhi-3) ve *F. solani* f. sp. *cucurbitae* ırk 1 (pozitif kontrol)] izolatı, selekte edilmiş 5 kestane kabağı genotipi (G14, 55ÇA06, 57Sİ21, 55ÇA15, 55BA03) bu izolatlara karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Yapılan dayanıklılık testleme sonuçlarına göre, genotiplerin patojenlere karşı gösterdiği reaksiyonlar arasında istatistiksel düzeyde farklılıklar belirlenmiştir (P<0.05). Çalışmada yer alan tüm kabak genotiplerinin *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına karşı orta derecede dayanıklı (MR) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Dayanıklılık
Fusarium spp.
Kestane kabağı
Patojenite
Pythium spp.
Rhizoctonia solani

Determination of fungal pathogens causing root and crown rot in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) growing areas in The Black Sea Region and reactions of some winter squash genotypes against these pathogens

ABSTRACT

Various soil-borne fungal pathogens are widespread in cucurbit-growing areas and cause wilting, root and crown rot diseases in the world. This study was conducted to determine fungal pathogens related to root and crown rot disease in winter squash-growing areas and the responses to these pathogens of some winter squash genotypes which were chosen based on individual selection method in terms of suitability for sweet intended use. The survey studies were conducted in 65 fields in Samsun, Amasya, Sinop and Ordu provinces. A total of 140 fungal isolates were obtained from diseased plant samples. Eleven different species of *Fusarium* genus were obtained, and among them, *F. oxysporum* was the species with the highest isolation ratio (21.4%). The isolation ratio was 21.4% for *Rhizoctonia solani* AG 4 whereas it was 2.1% for *Pythium* spp. Pre-pathogenicity tests were carried out on "Arıcan 97" winter squash variety with 78 isolates selected from *Fusarium* spp., *R. solani* and *Pythium* sp. isolates. At the experiment, 3 isolates (*F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42), *Pythium* sp. (Pyt-3), *R. solani* AG 4 (Rhi-3) which exhibited

Keywords:
Fusarium spp.
Pathogenicity
Pythium spp.
Resistance
Rhizoctonia solani
Winter squash

high virulence phenotypes in the study and *F. solani* f.sp. *cucurbitae* race 1 (used for positive control) were selected, and the resistance reactions of 5 squash genotypes (G14, 55ÇA06, 57Sİ21, 55ÇA15, 55BA03) against these isolates were tested. The differences among the reactions of winter squash genotypes against the isolates studied were found to be statistically significant ($P<0.05$) according to the durability test results. All of the genotypes used in this study were found to be moderately resistant (MR) to the isolate F-42 of *F. solani* f.sp. *cucurbitae*.

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Dünyada sebze üreten ülkeler arasında Türkiye yaklaşık 27.8 milyon tonluk sebze üretimi ile Çin, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra 4. sırada yer almakta olup (Anonymous, 2012), Türkiye'deki sebze üretiminin yaklaşık %30'unu Cucurbitaceae familyasına ait sebze türleri oluşturmaktadır. Bu familya içerisinde yer alan karpuz (*Citrullus lanatus*), kavun (*Cucumis melo*), hıyar (*Cucumis sativus*) ile yazlık (*Cucurbita pepo*) ve kışlık kabaklar (*C. maxima* ve *C. moschata*) ülkemizde en fazla yetiştirilen kabakgil türleridir (Balkaya ve ark., 2010). 2012 yılı verilerine göre toplam kabak üretimi 428.130 ton olup, bunun 302.374 tonu yazlık kabak, 125.756 tonu ise kışlık kabağa aittir. Kışlık kabak daha çok Karadeniz, Ege, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerde yetiştirilmektedir. Ülkemizde kestane kabağı üretiminde Ankara ili 11.676 ton ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Sakarya (9.385 ton), Samsun (6.769 ton), Kırklareli (4.624 ton) ve Eskişehir (3.870 ton) illeri takip etmektedir (Anonymous, 2013).

Yurt dışında ve ülkemizde kabakgil üretim alanlarında *Fusarium* spp. (*F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *F. oxysporum* f.sp. *niveum* ve *F. solani* f.sp. *cucurbitae*), *Macrophomina phaseolina*, *Phomopsis cucurbitae*, *Phytophthora capsici*, *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani* ve *Verticillium dahliae* yaygın olarak bulunmakta ve kabakgillerde kök çürüklüğü, solgunluk, kök boğazı çürüklüğü, kökboğazı yanıklığı ve meyve çürüklüğü gibi hastalıklara neden olmaktadır (Yıldız ve Delen, 1977; Sağır, 1988; Correll ve ark., 1991; Armengol ve ark., 2000; Kırbağ ve Turan, 2005; Chehri ve ark., 2010).

Kırbağ ve Turan (2005) kavun, karpuz, hıyar ve kabak üretim alanlarında yaptığı sömürge çalışmaları sonucunda, kavunlarda *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *F. solani*, *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *R. solani*, karpuzda *Pythium* sp., *F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*, hıyarda *Pythium* sp., *F. solani*, *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *R. solani*, *Rhizopus* sp. ve kabakta *Phytophthora* sp., *F. solani*, *F. oxysporum* ve *R. solani*'yi belirlemişlerdir. Armengol ve ark. (2000), tüm kabakgillerde kök boğazı ve ayak çürüklüğü ile meyve çürüklüğüne neden olan *F. solani* f.sp. *cucurbitae* W. C. Snyder & H. N. Hans (Fsc)'ye ait 1 ve 2'nin, kabak aşılı karpuz üretim alanlarında yaygınlaştığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kavun ve karpuz alanlarında kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerinin başlıca; *Fusarium equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *Pythium* sp. olduğu görülmüştür (Sağır, 1988). Adana, Mersin ve Diyarbakır illerinde solgunluk belirtisi gösteren karpuzlardan yapılan izolasyonlarda *F. oxysporum* f. sp. *niveum* en yaygın tür olarak belirlenmiştir (Kurt ve ark.,

2008). Benzer olarak Tok ve Kurt (2009) hıyar yetiştiriciliği yapılan 4 ilde yaptıkları çalışmada, kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum* ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'u izole etmişlerdir.

Kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarının mücadelesinde genel olarak kültürel yöntemler, toprak fumigasyonu, solarizasyon ve biyolojik mücadele önerilmektedir (Agrios, 2005). Fungisitlerin ekonomik ve yeterince etkili olmaması, hastalıkla mücadelede dayanıklı çeşit kullanımının önemini arttırmaktadır. Dünya'nın birçok ülkesinde son yıllarda sebze üretiminde aşılı fide kullanımı yaygın ve gerekli bir uygulama haline gelmiş, aşılı bitkilerin aşısız bitkilere oranla daha kuvvetli bir gelişim gösterdiği, toprak kökenli patojenlerin birçoğuna karşı dayanıklı olduğu ve verimi arttırdığı tespit edilmiştir (Davis ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010). Günümüzde karpuz anacı olarak, türler arası melez kabak anaçları (*C. maxima* x *C. moschata*) ile bal kabağı (*C. moschata*) anaç çeşitleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Sakata ve ark., 2007; Balkaya, 2014).

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde önemli düzeyde kestane kabağı yetiştirilen alanlardaki kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına neden olan fungal etmenlerin tespit edilmesi ile taze tüketime uygun ve seleksiyon ıslahı yoluyla geliştirilen bazı kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Samsun, Amasya, Sinop ve Ordu illerinde yer alan kestane kabağı üretim alanları ile izole edilen fungus izolatları oluşturmuştur. Fungusların izolasyonu ve teşhis çalışmalarında kullanılan besi ortamları, deneme materyali olarak Prof. Dr. Ahmet Balkaya ve ekibi tarafından yürütülen "Kestane Kabağı Çeşit Islahı" çalışmaları kapsamında geliştirilen G14, 55ÇA06, 57Sİ21, 55ÇA15 ve 55BA03 kestane kabağı genotipleri ile kontrol uygulamalarında kullanılan ve ülkemizde tek ticari çeşit olarak yetiştirilen "Arıcan 97" çeşidi oluşturmuştur.

2.2. Yöntem

2.2.1. Bitki örneklerinin toplanması ve izolasyonu

Karadeniz Bölgesi'nde kestane kabağı yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı 4 ilde (Samsun, Amasya, Sinop ve Ordu) 2011 yılı Haziran-Eylül aylarında illerin üretim alanları dikkate alınarak örnek sayıları belirlenmiş ve buna göre seçilen 65 tarlada sömürge yapılmıştır. Bu tarlalarda kök

ve kök boğazı çürüklüğü belirtisi gösteren bitkiler toplanmış, etiketlendikten sonra polietilen poşetler içine konarak laboratuvara getirilmiş ve izolasyon işlemine kadar +4 °C'de saklanmıştır.

Hastalık belirtisi gösteren bitki kısımları musluk suyu altında yıkanmış, hastalık belirtilerini ve sağlıklı kısmı içerecek şekilde 3-5 mm uzunlukta kesilen parçalar % 1'lik NaOCl'de 3 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutularak, 2 kez steril saf sudan geçirilmiş ve steril kurutma kağıtları arasında fazla suları alınmıştır. Kök parçaları daha sonra su agar (WA) veya patates dekstroz agar (Merck: PDA) ortamlarının bulunduğu 9 cm çaplı petrilere, her petride 5 parça olacak şekilde konmuştur. Petriler 25°C'de birkaç gün inkübasyona bırakılmış, gelişen hif uçları PDA ortamına aktarılmıştır. Daha sonra gerekli makroskobik ve mikroskobik incelemeler sonucunda saflaştırma işlemi yapılmıştır. Ardından *Fusarium* izolatlarının tek spor izolasyonu yapılmıştır. Elde edilen izolatlar PDA içeren eğik agarlı tüplerde +4°C'de muhafaza edilmiştir. Besi ortamlarına sterilizasyon işleminden sonra petrilere dökülmeden önce streptomisin sülfat (50 µg/mL) eklenmiştir.

2.2.2. İzole edilen fungal etmenlerin teşhis edilmesi

İzole edilerek eğik agara alınmış olan fungal izolatların tür teşhislerinin yapılması amacıyla, her fungus cinsi için en iyi geliştikleri ortamlar hazırlanmıştır. *Fusarium* türlerinin teşhisi için, *Fusarium* izolatları hem morfolojik yapılarının en iyi olduğu Sentetik nutrient agar (SNA), hem de kültür renginin belirlenmesi amacıyla PDA ortamına aşılanmış ve Booth (1971)'a göre teşhisleri yapılmıştır. İzolasyonlardan elde edilen, *Pythium* spp. Dick (1990)'a, *Rhizoctonia* spp. Sneh ve ark. (1991)'e göre ve saprofitik özelliğe sahip diğer funguslar ise cins düzeyinde teşhis edilmiştir.

2.2.3. Patojenite çalışmaları

Kestane kabağı üretim alanlarından elde edilen fungusların patojenitelerinin tespit edilmesi amacıyla, her bir fungus türüne ait izolatlar arasından ve izole edildiği lokasyon dikkate alınarak, 60 *Fusarium*, 15 *Rhizoctonia* ve 3 *Pythium* izolatı olmak üzere toplam 78 izolat tesadüfi olarak seçilmiştir. Bu izolatlar kullanılarak, bölgede yaygın olarak yetiştirilen "Arıcan 97" kestane kabağı çeşidi ile *in vitro* koşullarda ön patojenite denemesi yapılmıştır (Auster ve Sneh, 1998).

Bu amaçla seçilen her bir izolat uygun besi ortamlarında geliştirilerek, gelişme uçlarından alınan 5 mm çaplı agar diskleri su agar (WA) ortamı bulunan 9 cm'lik steril petrilere yerleştirilmiştir. Uygun koşullarda inkübasyona bırakılan petrilere 2-3 cm gelişmeden sonra, % 1'lik NaOCl'de 3 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutularak 2 kez saf sudan geçirilmiş ve steril kurutma kağıtları arasında fazla suları alınan 5 kestane kabağı tohumu, gelişen hiflerin uç kısmına temas edecek şekilde bırakılmıştır. Petriler 25°C'de 7-8 gün inkübasyondan sonra, gelişen fidelerin kök ve hipokotilleri incelenerek hastalık şiddeti 1-5 skalası (1- Hastalık yok, normal kök gelişimi, 2- Sekonder köklerde hafif kahverengileşme,

normale yakın kök gelişimi, 3-Sekonder köklerde şiddetli kahverengileşme, ana kökte hafif lezyon, 4- Yan kök oluşumu sınırlı, ana kökte şiddetli lezyon, 5- Tohum çimlenmemiş veya çim kahverengileşmiş)'na göre değerlendirilmiştir (Erper ve Hatat, 1998). Deneme 3 tekerrürlü olarak sürdürülmüş ve elde edilen değerler SPSS (SPSS, Inc., IBM Company, USA) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır (P<0.05). Sonuçta, her bir fungus cinsine ait en virulent özellikteki bir izolat, kestane kabağı genotiplerinin fungal etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi çalışmasında kullanılmak üzere seçilmiştir.

2.2.4. Kestane kabağı genotiplerinin fungal etmenlere karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi

Karadeniz Bölgesi'nden toplanan, karakterizasyonu yapılmış, seleksiyon ıslahı ile geliştirilen ve ümitvar olarak belirlenen 5 kestane kabağı genotipi (G14, 55ÇA06, 55Sİ21, 55ÇA15, 55BA03) (Balkaya ve ark., 2010) dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi çalışmalarında kullanılmıştır.

Yapılan ön patojenite denemesinde virülensi en yüksek olan, *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42), *Pythium* sp. (Pyt-3) ve *R. solani* AG-4 (Rhi-3)'e ait birer izolat ve pozitif kontrol olarak kullanılmak üzere Prof. Dr. Josep Armengol (Universiad Politècnica de Valencia)'den temin edilen *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 (Fsc-1) izolatı, kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Reaksiyon denemesinde kullanılacak izolatlar en iyi geliştikleri veya bol spor oluşturdıkları ortamlara aşılanarak, 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Fungal inokulumları hazırlamak amacıyla kum:mısır unu:su (w:w:v) karışımı kullanılmıştır. *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) ve *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 (Fsc-1) izolatlarının inokulumu için "97:10:20", *Pythium* sp. (Pyt-3) inokulumu için "90:10:20" ve *R. solani* AG-4 (Rhi-3) inokulumu için "115:35:20" hazırlanarak kavanozlarda steril edilen karışıma, besi ortamlarında geliştirilen *Fusarium*, *Pythium* ve *Rhizoctonia* izolatlarının gelişme uçlarından alınan 5 mm çaplı 3-5 agar diski her kavanoza steril koşullarda bırakılmış, 24±2 °C'de, 3 hafta süreyle inkübe edilmiştir. *In vivo* koşullarda yapılan denemede kullanılmak amacıyla homojen bir şekilde hazırlanan topraklar (toprak, torf ve yanmış çiftlik gübresi, 1:1:1, w:w:w) ise, 110 °C'de 2 gün art arda 1'er saat otoklav edilerek, 1/10 oranında steril perlit toprak nemini düzenli tutması için steril edilmiş karışım ile karıştırılmıştır. Daha sonra 15 cm çaplı saksılara doldurulan topraklara, yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş her bir kabak genotipine (G14, 55ÇA06, 57Sİ21, 55ÇA15, 55BA03) ait tohumlar ekilerek gelişmeye bırakılmıştır. Kabak bitkileri ilk gerçek yaprak dönemine geldiklerinde, kök bölgeleri açılarak 4 fungal izolata ait inokulum, *R. solani* AG-4 (Rhi-3) % 4, *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42), *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 (Fsc-1) ve *Pythium* sp. (Pyt-3) ise % 5 (inokulum:toprak, w:w) oranlarında karıştırılmıştır (Papavizas ve Davey, 1962; Ramamoorthy ve ark., 2002).

Bitkiler 24±2 °C’de, 14:10 aydınlık:karanlık içeren koşullarda, 3 hafta inkubasyondan sonra topraktan çıkarılmış, kökler ve diğer organlar incelenerek Huh ve Om (2002) ve Ay (2008)’e göre modifiye edilen 0-4 skalası (0 = Sağlıklı bir fide, beyaz kökler, simptom yok, 1 = Hafif enfekteli fideler, normal fide gelişimi, gövde damarlarında hafif renk bozulmaları, 2 = Köklerde % 50 enfeksiyon, gelişimde hafif derecede gecikme, kotiledonlarda hafif sarılaşma, 3 = Köklerde şiddetli enfeksiyon, gövdede şekil bozukluğu, kotiledonlarda orta yada şiddetli sararma, solma, 4 = Ölü bitki)’na göre hastalık şiddeti belirlenmiştir. Deneme 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve 2 defa tekrar edilmiştir. Sonuçlar SPSS istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır (P< 0.05).

Elde edilen hastalık skala değerleri kullanılarak çeşitlerin % hastalık şiddeti, Tawsend-Heuberger formülü (% Hastalık şiddeti: $\Sigma(n.v)/V.N \times 100$, n: Skalada belirli bir hastalık derecelerine denk gelen örnek miktarı, v: Skala değeri, V: En yüksek skala değeri, N: Gözlem yapılan toplam örnek sayısı) ile hesaplanmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943). Ardından hastalık şiddeti dikkate alınarak Martyn ve McLaughlin (1983)’e göre dayanıklılık seviyesi gruplamaları (I= ≤% 20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II= % 21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III= % 51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (LR), IV= >% 80: Duyarlı (S)) yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Tespit edilen funguslar ve illere göre dağılımı

Karadeniz Bölgesinde kestane kabağı yetiştirilen 4 ilde

ait 65 tarlada gerçekleştirilen hastalık sörveylerinde, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı belirtisi gösteren bitkilerden toplam 140 fungal izolat elde edilmiştir. Elde edilen funguslardan kestane kabağında kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına neden olan toprak patojenleri arasında en fazla izole edilen cins % 67.9 ile *Fusarium* olmuştur. Bu cinse ait belirlenen 11 farklı tür içinde % 31.6 ile *F. oxysporum* en fazla tespit edilen tür olmuş, bunu sırasıyla *F. solani* (% 20), *F. semitectum* (% 12.6) ve *F. acuminatum* (% 11.6) izlemiştir. İzole edilen diğer önemli toprak patojeni ise *R. solani* (% 21,4)’dir. *Pythium* cinsine ait 3 izolat ise cins düzeyinde teşhis edilmiş, tüm izolatlar içindeki oranı ise % 2.1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışmada ayrıca saprofitik (*Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp.) özelliğe sahip funguslar da izole edilmiş ve “Diğerleri” olarak Çizelge 1’de verilmiştir.

Hastalıklı kestane kabağı bitkilerinden elde edilen fungal izolatların illere göre dağılımına bakıldığında, en fazla üretimin olduğu Samsun ilinden elde edilen izolatlar toplam izolatların % 42.1’ini oluşturmuştur. İlde en yaygın olarak % 37.3’lük oranla *R. solani* en fazla izole edilirken, bunu % 16.9’luk oranla *F. oxysporum* izlemiştir. Amasya ilinde aynı sayıda izole edilen *F. acuminatum* ve *F. solani* % 17.1’lik oranlarla en fazla elde edilen türler olmuştur. Sörvey yapılan diğer bir il olan Sinop’da, kestane kabak üretim alanlarından en fazla izole edilen türler arasında ilk sırayı % 30.6’lık oranla *F. oxysporum* almış, bunu *F. solani* (% 19.4) izlemiştir. *Pythium* spp. ise sadece Samsun ve Sinop ili kestane kabağı üretim alanlarından elde edilmiştir. Ordu’daki kestane kabağı yetiştirilen alanlardan *Fusarium*

Çizelge 1. Karadeniz Bölgesi önemli kestane kabağı yetiştirilen alanlardan elde edilen funguslar, illere göre dağılımı ve izolasyon oranları

Funguslar	İzolat sayısı				Toplam	Tüm izolatlar içindeki oranı (%)
	Amasya	Sinop	Samsun	Ordu		
<i>Fusarium acuminatum</i>	6	2	3	-	11	7.9
<i>F. avenaceum</i>	-	1	2	-	3	2.1
<i>F. culmorum</i>	1	4	-	-	5	3.6
<i>F. equiseti</i>	4	1	5	-	10	7.2
<i>F. inflexum</i>	1	-	-	-	1	0.7
<i>F. oxysporum</i>	4	11	10	5	30	21.4
<i>F. proliferatum</i>	2	-	-	-	2	1.4
<i>F. sambucinum</i>	-	1	-	-	1	0.7
<i>F. semitectum</i>	5	-	7	-	12	8.6
<i>F. solani</i>	6	7	4	2	19	13.6
<i>F. verticillioides</i>	-	-	1	-	1	0.7
<i>Rhizoctonia solani</i>	1	6	22	1	30	21.4
<i>Pythium</i> spp.	-	1	2	-	3	2.1
Diğerleri	5	2	3	2	12	8.6
Toplam	35	36	59	10	140	100

cinsine ait sadece iki tür (*F. oxysporum*, *F. solani*) izole edilmiştir (Çizelge 1).

3.2. İzolatların patojenitesi

Karadeniz Bölgesinde kestane kabağı yetiştirilen Samsun, Amasya, Sinop ve Ordu illerine ait kestane kabağı üretim alanlarında bulunan fungal etmenlerin patojenitelerinin belirlenmesi amacıyla toplam 78 izolatla yapılan ön patojenite çalışması sonucunda, her patojen fungus grubundan virülensi en yüksek olan *Fusarium*, *Pythium* ve *Rhizoctonia* cinslerine ait birer izolat seçilmiştir. Bunlar; *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42), *Pythium* sp. (Pyt-3) ve *R. solani* (Rhi-3) izolatlarıdır. Ayrıca Prof. Dr. Josep Armengol'den temin edilen *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 (Fsc-1) izolatı pozitif kontrol olarak kestane kabağı genotiplerinin fungal etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada

kullanılmıştır.

3.3. Kestane kabağı genotiplerinin fungal etmenlere karşı dayanıklılık reaksiyonları

Çalışma sonucunda, kullanılan 5 kestane kabağı genotipi (G14, 55ÇA06, 57Sİ21, 55ÇA15, 55BA03) üzerinde 4 patojen izolat (F-42, Rhi-3, Pyt-3 ve Fsc-1)'in oluşturduğu hastalık şiddetleri arasında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 2). Çalışmada kullanılan kestane kabağı genotipleri üzerinde *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) dışındaki izolatların hastalık şiddet skalası (HŞS) değeri "2.17-3.5" arasında değişmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan tüm genotipler arasında 55ÇA06 genotipinin patojenlere karşı en hassas genotip olduğu görülmüştür. Özellikle bu genotipte *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 izolatının HŞS "3.5" ile en yüksek değeri aldığı, *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatının ise HŞS

Çizelge 2. Kestane kabağı genotipleri üzerinde dört patojenin neden olduğu hastalık şiddeti

Kestane kabağı genotipleri	Uygulamalar-patojenler	Hastalık skalası ^a					Hastalık şiddeti skalası (HŞS) ^b
		0	1	2	3	4	
G14	1 ^c - Kontrol	6	-	-	-	-	0 f ^d
	2- <i>R. solani</i> (Rhi-3)	-	-	1	5	-	2.83 abc
	3- <i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	-	-	2	4	-	2.67 abcd
	4- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	-	1	4	1	-	2 de
	5- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1(Fsc-1)	-	-	3	1	2	2.83 abc
55ÇA06	6- Kontrol	6	-	-	-	-	0 f
	7- <i>R. solani</i> (Rhi-3)	-	-	1	4	1	3 ab
	8- <i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	-	-	1	4	1	3 ab
	9- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	-	1	4	1	-	2 de
	10- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1(Fsc-1)	-	-	1	1	4	3.5 a
57Sİ21	11- Kontrol	6	-	-	-	-	0 f
	12- <i>R. solani</i> (Rhi-3)	-	-	1	5	-	2.83 abc
	13- <i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	-	-	2	3	1	2.83 abc
	14- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	-	2	3	1	-	1.83 e
	15- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1(Fsc-1)	-	-	2	4	-	2.67 abcd
55ÇA15	16- Kontrol	6	-	-	-	-	0 f
	17- <i>R. solani</i> (Rhi-3)	-	-	-	6	-	3 ab
	18- <i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	-	1	2	3	-	2.33 bcde
	19- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	-	2	3	1	-	1.83 e
	20- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1(Fsc-1)	-	-	2	4	-	2.67 abcd
55BA03	21- Kontrol	6	-	-	-	-	0 f
	22- <i>R. solani</i> (Rhi-3)	-	-	1	4	1	3 ab
	23- <i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	-	2	2	1	1	2.17 cde
	24- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	-	1	4	1	-	2 de
	25- <i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1(Fsc-1)	-	-	2	4	-	2.67 abcd

^aHastalık şiddeti 0-4 sklasına göre hesaplanmıştır (0 = Sağlıklı bir fide, beyaz kökler, simptom yok, 4 = Ölü fide), ^b6 kestane kabağı bitkisine ait hastalık skalası ortalamasını gösterir, ^cDenemedeki her bir uygulamayı gösterir, ^dAynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey testine göre farklılık yoktur ($P<0.05$)

“2” ile en düşük değeri aldığı belirlenmiştir.

R. solani (Rhi-3) izolatının tüm kestane kabağı genotiplerinde virülensinin yüksek (HŞS “2.83-3”), *Pythium* cinsine ait Pyt-3 izolatının ise HŞS “2.16-3” arasında olduğu görülmüştür. Özellikle genotipler arasında bu izolatın HŞS değışmekle birlikte, 55ÇA06 genotipinde HŞS “3” olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çalışmada bazı genotiplerin tekrürlerinde, kullanılan izolatların erken dönemde çökertene neden oldukları tespit edilmiştir. Örneğin 55ÇA06 ve 55BA03 genotiplerine ait bitkilerde *Pythium* izolatı, G14 genotipinde *R. solani* izolatı kök bölgesine uygulandıktan 3-4 gün sonra bitkilerin kök boğazı bölgesinde çökertene neden olmuştur. Fakat tüm genotipler üzerinde *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatının orta derecede virulent olduğu görülmüş (Çizelge 2) ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Çalışmada kestane kabağı genotiplerine karşı 4 patojenin kullanılması sonucu hesaplanan % hastalık şiddetine göre dayanıklılık seviyeleri belirlenmiştir. Kullanılan tüm genotiplerin *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına karşı orta derecede dayanıklı (MR) olduğu belirlenmiştir. Aynı genotiplerin *R. solani* (Rhi-3) ve *Pythium* spp. (Pyt-3) izolatlarına karşı ise düşük düzeyde dayanıklı (LR) olduğu tespit edilmiştir. Tüm genotipler

arasında sadece 55ÇA06 genotipinin *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1'e karşı duyarlı (S), diğer genotiplerin ise düşük düzeyde dayanıklı (LR) oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma ile Karadeniz Bölgesi'nde kestane kabağı yetiştirilen Samsun, Amasya, Sinop ve Ordu illerine ait üretim alanlarında bulunan ve kök, kök boğazı ve ayak çürüklüğü hastalıklarına neden olan fungal etmenler tespit edilmiş, ayrıca taze tüketime uygun seleksiyon ıslahı yoluyla geliştirilen bazı kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarda, önemli kabagiller üzerinde bulunan kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerinin tespiti ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Sağır, 1988; Correll ve ark., 1991; Armengol ve ark. 2000; Kırbag ve Turan 2005; Chehri ve ark., 2010).

Bölgede yapılan ve toplam 65 tarlada gerçekleştirilen hastalık sörveylerinde, hastalıklı bitkilerden toplam 140 fungal izolat elde edilmiştir. İzole edilen en önemli toprak patojenleri *Fusarium* ve *Rhizoctonia* grubu funguslar olmuştur. Ayrıca yapılan izolasyonlarda düşük oranda *Pythium* spp. izole edilmiştir. Tüm dünyada önemli sebze

Çizelge 3. Fungal patojenlerin kestane kabağı genotipleri üzerinde oluşturduğu hastalık şiddetleri ve genotiplerin dayanıklılık seviyeleri

Kestane kabağı genotipleri	Patojenler	Hastalık şiddeti ^a (%)	Dayanıklılık seviyesi ^b
G14	<i>R. solani</i> (Rhi-3)	71	LR
	<i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	67	LR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	50	MR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1	71	LR
55ÇA06	<i>R. solani</i> (Rhi-3)	75	LR
	<i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	75	LR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	50	MR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1	88	S
57Sİ21	<i>R. solani</i> (Rhi-3)	71	LR
	<i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	71	LR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	46	MR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1	67	LR
55ÇA15	<i>R. solani</i> (Rhi-3)	75	LR
	<i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	58	LR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	46	MR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1	67	LR
55BA03	<i>R. solani</i> (Rhi-3)	75	LR
	<i>Pythium</i> sp. (Pyt-3)	54	LR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> (F-42)	50	MR
	<i>F. solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i> ırk 1	67	LR

^aTawsend-Heuberger formülüne göre hesaplanmıştır. ^bDayanıklılık seviyesi gruplamaları (I= ≤% 20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II= % 21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III= % 51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (LR), IV= >% 80: Duyarlı (S))

gruplarından olan kabakgillerde, *Fusarium* spp., *M. phaseolina*, *Phytophthora* spp., *Pythium aphanidermatum*, *R. solani* ve *V. dahliae* gibi patojenlerin yaygın olarak bulunduğu ve kabakgillerde kök çürüklüğü, kök boğazı ve ayak çürüklüğü, solgunluk, kök boğazı yanıklığı ve meyve çürüklüğü gibi hastalıklara neden olduğu yapılan değişik çalışmalarda belirlenmiştir (Correll ve ark., 1991; Café-Filho ve ark., 1995; Elmer, 1996; Armengol ve ark., 2000; Chehri ve ark., 2010).

Ülkemizde kavun, karpuz, kabak ve hıyar yetiştirilen alanlarda hastalıklara neden olan etmenler üzerine birçok çalışma yapılmış olup, *Fusarium* spp. (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, *F. oxysporum* f.sp. *melonis*, *F. oxysporum* f.sp. *niveum*, *F. solani*), *Pythium* spp., *R. solani*, *B. cinerea*'nin hastalıklara neden oldukları bildirilmiştir (Yıldız ve Delen, 1977; Sağır, 1988; Maden ve Karahan, 1989; Erper ve Hatat, 1998; Kırbağ ve Turan, 2005; Tok ve Kurt, 2009). Erper ve Hatat (1998), Samsun ili sebze seralarında kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığına neden olan fungal etmenlerin tespiti amacıyla yaptığı çalışmada, hıyar bitkilerinde en yaygın tür olarak *F. oxysporum*'u belirlemişler, ayrıca *R. solani*'ye ait 48 ve *Pythium* cinsine ait 21 izolat elde etmişlerdir. Kırbağ ve Turan (2005) kavun, karpuz ve hıyar üretim alanlarında hastalık oluşturan çok sayıda toprak patojeni fungal etmen tespit etmişler, aynı zamanda kabakta *Phytophthora* sp., *F. solani*, *F. oxysporum* ve *R. solani*'nin hastalıklara neden olduklarını bildirmişlerdir. Önceki yapılan çalışmalarda, kabakgiller arasında genellikle kavun, karpuz, hıyar ve yazlık kabak üzerinde çalışmalar yapılmış olup, kestane kabağı üzerinde yapılan herhangi bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Bu nedenle üretim alanı ve miktarı diğer kabakgillere göre az olan bu kabakgil çeşiti üzerinde yaptığımız çalışma bölgemizde yapılan ilk çalışma niteliğindedir.

Fusarium solani saprofitik ve patojenik ırkları olan yaygın bir toprak patojenidir. Bunlar arasında *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (Fsc) kabakgillerde kök boğazı ve ayak çürüklüğü ile meyve çürüklüğüne neden olmaktadır. Bu patojenin 2 ırkı olup dokulara özelleşmesine göre ırk düzeyinde ayrılabilir (Toussoun ve Snyder, 1961; Armengol ve ark., 2000). Armengol ve ark. (2000), İspanya'da aşılı karpuz fide üretiminde anaç olarak kullanılan kestane kabağı x balkabağı türleri arası melez anaçlarında, kök boğazı ve ayak çürüklüğü ile meyve çürüklüğüne neden olan etmenlerin tespit için hastalıklı bitki ve meyvelerden izolasyonlar yapmışlardır. Elde ettikleri izolatlarla yaptıkları patojenite denemesi ve tarla simptomlarına göre etmenin *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1 olduğu tespit edilmiştir. Karpuz üretim alanlarında önemli ekonomik kayıplara neden olan bu fungusun yayılmasını engellemek amacıyla, aşılı karpuz üretiminde anaç olarak kullanılan kabaklar üzerinde bu fungusun patojenitesi belirlenmiş ve çalışma sonucunda kullanılan hiçbir kabak anaçının bu etmene dayanıklı olmadığı görülmüştür. Aynı çalışmada, patojenite denemesinde HŞS'nin kabak türlerine göre değişmekle birlikte "1.5-3.0 (3: ölü bitki)" arasında olduğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise kestane kabağı genotiplerinde kök boğazı ve ayak çürüklüğü hastalığına neden olan *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42)

izolatının hastalık skalası (HŞS)'nin "1.83-2.0" arasında değiştiği ve virülensliğinin düşük olduğu görülmüştür. Ancak çalışmamızda pozitif kontrol olarak kullandığımız *F. solani* f. sp. *cucurbitae* ırk 1 izolatının ise HŞS'nin "2.67-3.5" arasında değiştiği belirlenmiş, *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına göre virülensinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, Boughalleb ve ark., (2005) Tunus'da karpuz üretim alanlarında *F. solani* f.sp. *cucurbitae* ırk 1'in daha yaygın olduğunu, buna karşılık ırk 2'nin daha düşük oranda yaygın bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise kestane kabağı üretim alanlarında hastalıklı bitkilerden en fazla *Fusarium* cinsi izole edilmiştir. Bu cins içinde *F. oxysporum* % 21.4'lük oranla en fazla izole edilen tür olurken, bunu % 13.6'lık oranla *F. solani* izlemiştir. Kestane kabağı genotiplerinin ise, çalışmada kullandığımız *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına karşı orta düzeyde dayanıklı (MR) olduğu görülmüştür. Fakat diğer 3 izolata karşı ise tüm genotiplerin düşük düzeyde dayanıklı (LR) olduğu tespit edilmiştir.

Kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarının mücadelesinde genel olarak kültürel, fiziksel ve biyolojik mücadele yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir (Agrios, 2005). Kimyasal mücadelede kullanılan fungusitlerin ise ekonomik ve yeterince etkili olmamasından dolayı, diğer mücadele yöntemlerine ek olarak dayanıklı çeşit kullanımının önemini artmaktadır.

Dünyanın birçok ülkesinde son yıllarda sebze üretiminde aşılı fide kullanımı, yaygın ve gerekli bir uygulama haline gelmiştir. Günümüzde karpuz anaç olarak, türler arası melez anaçlar (*C. maxima* x *C. moshata*) ile bal kabağı (*C. moschata*) anaç çeşitleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Sakata ve ark., 2007, Karaağaç ve Balkaya, 2013). Karpuzlarda aşılı fide kullanımının en önemli nedeni, kullanılan ticari kabak anaçlarının karpuz *Fusarium* solgunluk etmeni *F. oxysporum* f.sp. *niveum* 0, 1 ve 2 ırklarına karşı dayanıklılık sağlamasıdır (Davis ve ark., 2008). Son yıllarda aşılı fide teknolojisinin uzun süreli ve yoğun olarak kullanıldığı ülkelerde karpuzda *Fusarium* solgunluk hastalığı engellenmiş, ancak kestane kabaklarında hastalık yapan bazı *Fusarium* spp.'lerinde ise bir artış gözlenmiştir (Nagao ve ark., 1994; Cohen ve ark., 2007; Li ve ark., 2010).

Aşılı sebze fidesi üretiminde kullanılan anaç tohumlukların tamamının yurt dışından ithal edilmesinden dolayı, anaç ıslahı ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmesi ve bu amaçla aşılı fide üretiminde türler arası melezlerde (*C. maxima* x *C. moshata*) ebeveyn anaç olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olan ve kışlık kabak olarak yetiştirilen kestane kabağı (*C. maxima*) genotiplerinin elde edilmesi ve bu genotiplerin virülensi yüksek patojenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan bu çalışma ile, kışlık kabak üretim alanlarından Balkaya ve ark. (2008) tarafından toplanan ve karakterizasyonu yapılmış ve çeşit adayı olarak belirlenen 5 kestane kabağı genotipi, virülensi yüksek izolatlarla patojenite denemesinde kullanılmış ve sonuçta bu fungal etmenlere karşı dayanıklılık reaksiyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kullanılan genotiplerin özellikle *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına karşı orta düzeyde dayanıklı (MR) olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; çalışmamızda ön patojenite denemesi sonucunda seçilen ve reaksiyon denemesinde kullanılan *F. solani* f.sp. *cucurbitae* (F-42) izolatına karşı 5 genotipin orta derecede dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, hastalıklara dayanım yönünden durumları tespit edilen kestane kabağı genotiplerinin, aşılı fide üretimi için gerekli olan anaç ıslah programında türler arası melezlerde ebeveyn anaç olarak kullanılması ve sonuçta yeni anaç çeşitlerin geliştirilmesindeki potansiyelleri belirlenmelidir. Ayrıca, ülkemizde aşılı karpuz üretiminde kullanılabilecek kabak çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla, çalışmada kullandığımız genotiplerden başka ebeveyn anaç olma kapasitesine sahip olabilecek diğer yerel kestane kabağı genotiplerinin de bu fungal etmenlere, özellikle de *F. solani* f.sp. *cucurbitae* izolatlarına karşı testlenmeleri gerekmektedir. Buna ek olarak, ülkemizde aşılı karpuz üretiminde yaklaşık % 90 oranında kabak anaçlarının kullanıldığı bir durumda, özellikle karpuz üretim alanlarında *F. solani* f.sp. *cucurbitae*'nin varlığı araştırılmalı, ayrıca varsa ırkları da tespit edilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenen PYO.ZRT.1901.11.005 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Agrios, N.G. 2005. Plant Pathology Fifty Edition. Elsevier Academic Pres 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA.

Anonymous, 2012. Türkiye sebze üretim miktarı. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> / [Ulaşım: 10 Eylül 2014].

Anonymous, 2013. Tarımsal Yapı ve Üretim. http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwsvlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BARAPOR88K.RDF&p_yil=2013&p_kod=1&p_duz1=TR510&p_mad1=112120700&p_dil=1&p_tablo_secim=2&p_sec=1&desformat=html&ENVID=bitkisel_uretimdb2E nv. [Ulaşım: 10 Eylül 2014].

Auster, I.M., Sneh, B. 1998. Induced resistance of cucumber seedlings caused by some non-pathogenic *Rhizoctonia* (np-R) isolates. *Phytoparasitica*, 26(1): 27-28.

Armengol, J., Jose, C.M., Moya, M.J., Sales, R., Vicent, A., Garcia-Jimenez, J. 2000. *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* race 1, a potential pathogen of grafted watermelon production in Spain. *Bull. OEPP/EPPO Bull.*, 30: 179-183.

Ay, T. 2008. Çukurova'da karpuz *Fusarium* solgunluğu etmeni, *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, ırklarının ve bu ırklara karşı karpuz çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. ÇÜ Fen Bil. Enst. Adana.

Balkaya, A., Kurtar, E.S., Yanmaz, R., Özbakır, M. 2008. Karadeniz Bölgesi'nde kışlık kabak türlerinde (Kestane kabağı *Cucurbita maxima* Duchesne ve Bal kabağı *Cucurbita moschata* Duchesne) gen kaynaklarının toplanması, karakterizasyonu ve değerlendirilmesi. 104 O 144 Nolu Tubitak Projesi Kesin Sonuç Rapor, Ankara.

Balkaya, A., Özbakır, M., Karaağaç, O. 2010. Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi. *Tar. Bil. Der.*, 16: 17-25.

Balkaya, A. 2014. Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. *TÜRKTOB Türkiye Tohum. Bir. Der.*, 106: 4-7.

Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium* Commonwealth Agricultural Bureaux, Kew, Surrey, England.

Boughalleb, N., Armengol, J., El Mahjoub, M. 2005. Detection of Races 1 and 2 of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* and their Distribution in Watermelon Fields in Tunisia. *J. Phytopathol.*, 153: 162-168.

Café-Filho, A.C., Duniway, J.M., Davis, R.M. 1995. Effect of the frequency of furrow irrigation on root and fruit rots of squash caused by *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.*, 79: 44-48.

Chehri, K., Abbasi, S., Reddy, K.R.N., Salleh, B. 2010. Occurrence and pathogenicity of various pathogenic fungi on cucurbits from Kermanshah province, Iran. *African J. of Microbiol. Res.*, 4(12): 1215-1223.

Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Koren, A., Edelstein, M. 2007. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture—the Israeli experience. *Plant Dis.* 91(8): 916-923.

Correll, J.C., Mitchell, J.K., Andersen, C.R. 1991. Fruit rot of pumpkin in Arkansas caused by *Fusarium equiseti*. *Plant Dis.*, 75: 751.

Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., Lopez-Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.-G., Huh, Y.-C., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R., Lee, J.-M. 2008. Cucurbit grafting. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 27: 50-74.

Dick, M.W. 1990. Keys to *Pythium*. College of Estate Management, Whiteknights, Reading RG6 2AW, UK.

Elmer, W.H. 1996. *Fusarium* fruit rot of pumpkin in Connecticut. *Plant Dis.*, 80: 131-135.

Erper, İ., Hatat, G., 1998. Samsun ili sebze seralarında solgunluk hastalığının yayılışının, yoğunluğunun ve hastalığa neden olan etmenlerin belirlenmesi. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 283-287, 21-25 Eylül, Ankara.

Huh, Y.C., Om, Y.H. 2002. Utilization of citrullus germplasm with resistance to *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*) for watermelon rootstocks. Proc. 2 nd International Symp. on Cucurbits, 127-132, 28 September, Japan.

Karaağaç, O., Balkaya, A. 2013. Interspecific hybridization and hybrid seed yield of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) lines for rootstock breeding. *Scientia Hort.*, 149: 9-12.

Kırbağ, S., Turan, N. 2005. Malatya'da yetiştirilen bazı sebzelerde görülen mikrofungusların tespiti. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.*, 17(3): 559-564.

Kurt, S., Dervis, S., Soylu, E.M., Tok, M., Yetisir, H., Soylu, S. 2008. Pathogenic races and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in commercial watermelon fields in Southern Turkey. *Phytoparasitica*, 36(2): 107-116.

Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Hoyos Echevarria, P., Morra, L., Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Sci. Hort.*, 127(2): 93-105.

Li, B.J., Liu, Y., Shi, Y.X., Xie, X.W., Guo, Y.L. 2010. First report of crown rot of grafted cucumber caused by *Fusarium solani* in China. *Plant Dis.*, 94(11): 1377.

Maden, S., Karahan, O. 1989. *Phythium torulosum* a new causal organism of watermelon fruit in the field and its comporisan with *Phytophthora capsici*. *J. Turk Phytopathol.*, 18(3): 115-119.

Martyn, R. D., McLaughlin, R.J. 1983. Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of watermelons to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant Dis.*, 67: 493-495.

Nagao, H., Sato, K., Ogiwara, S. 1994. Susceptibility of *Cucurbita* spp. to the cucurbit root-rot fungus, *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* race I. *Agronomie*, 2: 95-102.

Papavizas, G.C., Davey, C.B. 1962. Isolation and pathogenicity of *Rhizoctonia* saprophytically existing in soil. *Phytopathol.*, 52: 834-840.

Ramamoorthy, V., Raguchander, T., Samiyappan, R. 2002. Enhancing resisitance of tomato and hot pepper to *Pythium*

- diseases by seed treatment with fluorescent *Pseudomonas*. Euro. J. Plant Pathol., 108: 429-441.
- Sağır, A. 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kavun ve karpuzlarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. Bitki Kor. Bül., 28(3-4): 141-149.
- Sakata, Y., Ohara, T., Sugiyama, M., 2007. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. Acta Hortic., 731: 159-170.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species, 133 s. APS Press, St Paul, Minnesota, USA.
- Tok, F.M., Kurt, Ş. 2009. Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı hıyar yetiştirilen alanlardan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'un izolasyonu ve tanımlanması. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 185, 15-18 Temmuz, Van.
- Toussoun, T.A., Snyder, W.C. 1961. The pathogenicity, distribution, and control of two races of *Fusarium (Hypomyces) solani* f. *cucurbitae*. Phytopathol., 51: 17-22.
- Townsend, G.K., Heuberger, J.W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Report, 27: 340-343.
- Yıldız, M., Delen, N. 1977. Studies on the occurrence of *Fusarium* wilt of cucumber in Ege Region of Turkey. J. Turkish Phytopath., 6(3): 111-117.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 24-31
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.24-31](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.24-31)



Sulama suyu ücretlendirilmesi serbest piyasaya bırakılabilir mi? Samsun, Antalya, Çanakkale ili örnekleri

Esin Hazneci^{a*}, Halil Kızılaslan^b, Vedat Ceyhan^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, ^bGaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

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

Geliş/Received 23/07/2014

Kabul/Accepted 16/12/2014

ÖZET

Tarım ürünleri üretiminin en temel girdilerinden biri olan suyun ücretlendirilmesi konusu bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de gündemdeki bir konudur. Tarımsal sulama suyunun ücreti dünyada farklı yöntemlerle belirlenmektedir ve ücretlendirmenin serbest piyasaya bırakılıp bırakılmayacağı dünyada ve Türkiye'de cevap aranan soruların başında gelmektedir. Bu sebeple bu çalışmada tarımsal sulama suyunun ücretlendirilmesinde kullanılan yöntem ve yaklaşımları teori ve uygulama açısından ortaya koymak, sulama suyunun ücretlendirilmesinin serbest piyasaya bırakılıp bırakılmayacağı sorusuna cevap bulmak ve sürdürülebilir ücretlendirme için model önermek amaçlanmıştır. Çalışmanın ana materyalini dünyada ve Türkiye'de yapılmış daha önceki teorik ve uygulamalı çalışmalardan elde edilen veriler ile Samsun ili Bafra ilçesi Altinkaya Sulama Birliği, Antalya ili Aksu ilçesi Perge Sulama Birliği ve Çanakkale ili Biga ilçesi Biga Ovası Sulama Birliğinden anket yoluyla sağlanan veriler oluşturmuştur. Araştırma sonuçları Türkiye'de sulama suyunun ücretlendirilmesinin serbest piyasaya bırakılmasının önünde başta mevzuat ve alt yapı olmak üzere önemli engellerin olduğunu göstermiştir. Araştırmada ayrıca sulama suyunun ücretlendirilmesinde sosyal yaklaşımların ön planda olduğu ve merkezi yapının hala ağırlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Sulama suyunun tarım işletmelerine sağladığı marjinal değere dayanan ücretlendirme modeli daha sürdürülebilir bir ücretlendirme yaklaşımı olabilecektir.

Anahtar Sözcükler:

Sulama suyu
Sulama suyunun
ücretlendirilmesi
Sürdürülebilir
ücretlendirme

Can irrigation water price occur under free market conditions? The case of Samsun, Antalya and Çanakkale Provinces

ABSTRACT

The issue of pricing irrigation water, which is the basic input of crop production, is the vital all over the world. Different methods were used for pricing irrigation water and there is much debate on possibilities of occurring irrigation water price under free market conditions in the world, as well as Turkey. The study therefore analyzed the methods and approaches for pricing irrigation water in theory, discussed the possibilities of pricing irrigation water under free market condition in Turkey by using case study and designed the sustainable pricing model for research area. Research data were gathered from irrigation union in Bafra, Biga and Perge by using well structured questionnaire. Research results showed that prevailing legislation related water pricing and insufficient infrastructure were the main barriers for free market guidance in Turkey. In addition, social approaches and central tendency had still priority when determining the irrigation water price in Turkey. The study suggest that marginal value based model is more appropriate and sustainable for pricing irrigation water.

Keywords:

Irrigation water
Irrigation water pricing
Sustainable pricing

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su kaynakları

yönetimi konusu önemini her geçen gün artırmaktadır. Türkiye'de su kaynaklarının etkin kullanımı ve yönetilmesi konusunda başta suyun ücretlendirilmesi olmak üzere aşırı

su kullanımı, yerüstü su kaynakları ile yapılan sulamalarda meydana gelen su kayıpları, kaçak su kullanımı, planlı su dağıtımının sağlanamaması, tarla içi su kayıplarının fazla olması ve benzeri gibi çok sayıda problem yaşanmaktadır.

Sulama suyunun ücretlendirmesinde takip edilen yöntem ve izlenen politikaların aynı zamanda sulama suyu kullanım miktarının temel belirleyicisi olması, sulama suyunun fiyatlandırılması konusunu bütün dünya ülkelerinin gündeminin ön sıralarına taşımıştır. Azevedo ve Baltar (2005), sulama suyunun fiyatlandırılmasının sadece bir üretim faktörü olarak suyun ekonomik değerini belirlemek açısından değil, aynı zamanda sulama suyuna olan talebin yönetilmesi ve doğal kaynakların daha etkin kullanımı açısından büyük önem arz ettiğini belirtmiştir. Bu sebeple bütün dünya ülkelerindeki karar alıcılar konunun gerek ulusal gerekse de uluslararası konferans, kongre ve seminer gibi bilimsel platformlarda sulama suyunun bir üretim faktörü olarak önemine odaklanarak, sulama suyunun fiyatlandırılması konusunda deneyim paylaşımına ve sorunun çözümü adına birlikte hareket edilmesine büyük önem vermektedirler. Bu sebeple bu araştırma sulama suyunun fiyatlandırılmasına yönlendirilmiştir.

Türkiye’de ve dünyanın çeşitli ülkelerinde günümüze kadar sulama suyu konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu araştırmaların büyük bir kısmı su kaynaklarının yönetimini ve sistem performansını incelemiştir (Koç 1998; Ul ve ark., 2002; Özçelik ve ark., 1999; Çevik ve ark., 2005; Çakmak, 2001; Çakmak ve Beyribey, 2003; Değirmenci, 2001; Akar, 2010; Aküzüm, 2010; Çakmak ve ark., 2007 ve 2008; Evsahıbioğlu ve ark., 2010; Sayın, 2011; Özkan ve ark., 2013). Sulama konusunun ekonomik yönüne ve sulama suyu fiyatlandırma sistemine yönelik araştırmalar ise diğerleri kadar yaygın değildir. İki binli yılların başlarında, ekonomi ilminin sulama suyu yönetimindeki önemi ve rolü ön plana çıkmaya başlamıştır. Merrett (2002), Rogers ve ark., (2002) ve Tardieu ve Pre’fol (2002) çalışmalarında sulama suyu yönetiminde ekonominin rolünü tartışmışlardır. Bunu takiben, sulama suyu fiyatlandırması konusundaki çalışmalar hız kazanmıştır. Doppler ve ark. (2002), Johansson (2002), Gomez Limon ve Riesgo (2004), Mohayidin ve ark. (2009), Faux ve Perry (1999), Molle ve Berkof (2008), Hellegers ve Perry (2004) ve Qureshi ve ark. (2012)’nin araştırmaları bunun örneklerindedir. Türkiye’de de benzer durum gözlenmektedir. Son 5-6 yıl içinde sulama suyunun fiyatlandırılması ile ilgili araştırmaların sayısında bir artış yaşanmıştır (Koç ve ark., 2005; Çakmak ve ark., 2004; Akçapınar, 2007; Şahin, 2007; Diler, 2008; Aydoğdu ve ark., 2010).

Günümüze kadar araştırmacıların, karar alıcıların ve konunun taraflarının gösterdiği gayretlere rağmen, sulama suyunun gerçek hayatta halen bir üretim faktörü olarak algılanmadığı bilinen bir gerçektir. Konu uzmanları arasında bu noktada bir fikir ayrılığı söz konusudur. Hellegers ve Perry (2006)’e göre çoğunluğunu ekonomistlerin oluşturduğu uzmanların bir kısmı sulama suyunun diğer üretim faktörleri gibi algılanması gerektiğini ve fiyatın arz ve talep koşullarına göre belirlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Diğer uzmanlar ise suyun mutlak bir ihtiyaç malı olduğu fikrinden hareketle, konunun sosyal boyutunu daha fazla ön plana alan fiyatlandırma

yöntemlerini ön plana çıkartmaktadırlar. Bu durumda, sulama suyu fiyatlandırmasının serbest piyasa koşullarına bırakılıp bırakılmayacağı hususu esas üzerinde durulması gereken konudur. Bu bilgi boşluğunu doldurmak için araştırmada, sulama suyu fiyatlandırılmasında hali hazırda uygulanan alternatif yöntemleri karşılaştırarak sulama suyu kullanımının fiyat mekanizması ile yönlendirilip yönlendirilemeyeceğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma alanı ile ilgili bilgiler

Araştırma kapsamında Samsun ili Bafra ilçesi Altınkaya Sulama Birliği, Antalya ili Aksu ilçesi Perge Sulama Birliği ve Çanakkale ili Biga ilçesi Biga Ovası Sulama Birliği ve suladıkları alanlar incelenmiştir.

Bafra ilçesi Samsun-Sinop karayolu üzerinde Kızılırmak nehrinin verimli delta ovası içerisinde yer almaktadır. Bafra ovasını oluşturan düzlük yaklaşık 40 km uzunlukta ve yer yer 20 km derinlikte olup Karadeniz bölgesinin en büyük ova düzlüğüdür (Anonim, 2012; Anonim, 2013). Bafra ovası sulaması, Bafra Ovası Sağ Sahil Sulaması (Bafra Ovası Sulaması 1. Kısım) ve Bafra Ovası Sol Sahil Sulaması şeklinde iki temel kısımdan oluşmaktadır. Bafra ovasında sağ sahil sulama alanının seçilmesinin sebebi, sağ sahil sulama birliği (Altınkaya Sulama Birliği) tarafından sulanan alanın (4137 ha), sol sahil sulama birliği (Kızılırmak Sulama Birliği) tarafından sulanan alandan (375 ha) daha fazla olmasıdır. Ayrıca Samsun ilinde 5537 ha sulanan alanın 4137 ha’sı (%75’i) Altınkaya Sulama Birliği tarafından sulanmaktadır. Geri kalan alan ise ildeki diğer birlikler, göletler ve sulama kooperatifleri tarafından sulanmaktadır (Anonim, 2011).

Aksu ilçesi, Antalya’nın 16 km doğusunda Düden ve Aksu akarsuları arasında kurulmuştur. İki bin sekiz yılında merkez ilçe statüsüne alınan Aksu ilçesi, sahil bölgesinde yer alan, tarım potansiyeli yüksek ve sulak alanlar yönünden zengin bir ilçedir. Aksu Sulaması olarak isimlendirilen sulama şebekesi, 1960’lı yıllarda işletmeye açılmış ve 1995 yılında 2. merhalesi tamamlanmıştır. Aksu Çayı ile Karacaören Barajı’ndan beslenen Aksu Sulaması’nın kapsadığı alan 1995 yılında beş bölüme ayrılmış, tesislerin işletmeciliği ise üreticiler tarafından kurulan Perge, Orta, Kuzey, Güney Sulama Birlikleri’ne ve Karaöz Beldesi’nde belediyeye devredilmiştir. Aksu Sulaması kapsamında; mahalle ve köylerden oluşan 8 yerleşim birimi ve 5722 üreticiye su sağlayan Perge Sulama Birliği 7000 ha, 4 yerleşim birimi ve 1563 üreticiye su sağlayan Orta Sulama Birliği 2000 ha, 5 yerleşim birimi ve 2427 üreticiye su sağlayan Güney Sulama Birliği ise 3000 ha sulama alanına sahiptir (Sayın, 2011). Aksu sulama bölgesinde Perge Sulama Birliği’nin toplam sulama alanı ve hizmet verdiği üretici sayısı diğer birliklere oranla daha fazladır ve bu sebeple araştırma alanına dahil edilmiştir.

Biga ilçesi Çanakkale ilinin kendi adıyla anılan Biga yarımadasında kurulmuş, merkeze 90 km uzaklıkta toplam nüfus açısından Çanakkale’nin en büyük ilçesidir. İlçe nüfusu 80 bin 982’dir. Doğuda Gönen, batıda Lapseki,

güneyde Çan, kuzeyde ise Marmara Denizi ile çevrilidir. İlçenin temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır (Anonim, 2013a). Biga ilçesinde Kozçeşme Sulama Birliği, Taşoluk Sulama Birliği ve Biga Ovası Sulama Birliği faaliyet göstermektedir. Kozçeşme Sulama Birliğinin 1998 yılında, Biga Ovası Sulama Birliğinin 2000 yılında ve Taşoluk Sulama Birliğinin 2010 yılında DSİ tarafından birliklere devri gerçekleştirilmiştir. Toplam sulama alanı bakımından 97000 ha ile Kozçeşme Sulama Birliği daha büyük bir alana sahip iken (Biga Ovası Sulama Birliği 92000 ha, Taşoluk Sulama Birliği 400 ha), 2013 yılı itibarıyla birliklerin suladığı alanlar dikkate alındığında 60752 ha ile Biga Ovası Sulama Birliği daha fazla tarım arazisine su ulaştırmaktadır (Kozçeşme Sulama Birliği 28000 ha, Taşoluk Sulama Birliği 300 ha) (Anonim, 2013b).

2.1.2. Araştırma verileri

Araştırmanın veri kaynakları (i) sulama suyunu kullanan çiftçiler, (ii) Altınkaya, Perge ve Biga Ovası Sulama Birliği Kayıtları, (iii) daha önce yapılmış yerli ve yabancı araştırmaların sonuçları, (iv) sulama alanı ile sistemiyle ilgili olarak yapılan gözlemler ve (v) ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının kayıtları olmak üzere 5 grupta toplanmaktadır. Sulama suyu kullanımı ile ilgili işletme düzeyindeki veriler, Bafra İlçesi Doğanca, Şeyhören, Sarıköy ve Balıklar köylerinde yaşayan çiftçiler arasından Basit Tesadüfi Örnekleme yöntemiyle seçilen 25 çiftçiden anket yoluyla toplanmıştır. Altınkaya, Perge ve Biga Ovası Sulama Birliklerinden temin edilen veriler, birlik yöneticileri ve çalışanları ile yapılan mülakatlar yardımıyla elde edilmiştir. Araştırmada 19 adet yerli ve 13 adet yabancı literatürün sonuçlarından yararlanılmıştır. Antalya ve Çanakkale Tarım İl Müdürlükleri, Bafra İlçe Tarım Müdürlüğü ve DSİ bölge müdürlükleri kayıtlarında yapılan incelemeler ve bu kuruluşlarda bulunan teknik elemanlar ile yapılan mülakatlar ise araştırmanın son veri kaynağını oluşturmuştur.

Araştırma 2012-2013 üretim ve tahsilat dönemini esas alınmış olup, anket, mülakat, kayıt inceleme ve gözlem yoluyla sulanan alan, sulama ücretleri, sulama bölgesine salınan su miktarı, mevsimlik bitki su tüketim ihtiyaçları, sulama maliyetleri değişkenlerine ilişkin veriler toplanmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırmada öncelikle sulama suyu fiyatlandırma yöntemleri ile sulama suyu fiyatının serbest piyasa koşullarına bırakılıp bırakılmayacağı teorik çerçevede ele alınmıştır. Daha sonra sulama suyu fiyatlandırılmasında gerçek hayat uygulamaları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda Mısır'daki Kemry, Fast'taki Tadla, Hindistan'daki Haryana, Endonezya'daki Brantas Basın ve Ukrayna'daki Kırım sulama alanlarında yaşanan gerçek hayat uygulamaları ile araştırma alanını oluşturan Bafra, Perge ve Biga'daki uygulamalar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Samsun ili Bafra ilçesi ve Çanakkale ili Biga ilçesi sulama alanında analizi basitleştirmek için, sulama

birliğinin su verdiği alanın tamamında, çeltik yetiştirildiği varsayılmıştır. Aynı şekilde Antalya ili Aksu ilçesi sulama alanında da son yıllarda bölgede ekim alanı hızla artan mısır yetiştirildiği varsayılmıştır.

Su fiyatları ve maliyetleri sulama birliklerinden alınan finansal verilerden türetilmiştir. İşletme ve bakım maliyetleri sulama birliklerinin toplam masrafları ve ulaştırdığı su miktarı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Türkiye'de sulama birlikleri ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle birliklerin değişken masrafları dikkate alınmakta, sabit masrafları ise göz ardı edilmektedir (Sayın, 2011; Özkan ve ark., 2013). Bu nedenle çalışmada norm değerler kullanılarak sabit masraflar dahil edilmiş ve eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

Çiftçilerin suya ödediği fiyat teorik fiyat ve gerçek fiyat olmak üzere iki farklı şekilde hesaplanmıştır. Teorik fiyat, incelenen sulama alanında çiftçilerin ödedikleri sulama suyu ücretlerinin, çeltik ve mısırın mevsimlik su tüketim ihtiyacına oranlanması ile hesaplanmıştır. Gerçek fiyat ise, incelenen çiftçilerin incelenen dönemde sulama suyuna ödedikleri ücret ile kullandıkları su miktarına göre hesaplanmıştır. Çiftçilerin sulama suyuna ödedikleri ücretler, 2013 yılında sulama birliklerince işletilen sulama tesislerinde uygulanacak su kullanım hizmet bedeli tarifelerine göre belirlenmiştir. Buna göre Bafra ilçesinde çeltik sulama ücreti 50 TL/da, Aksu ilçesinde mısır sulama ücreti 38 TL/da ve Biga ilçesinde çeltik sulama ücreti 56 TL/da'dır.

İnceleme alanında Altınkaya Sulama Birliği 2013 yılında sulama suyu kullanan çiftçilere tahakkuk ettirdikleri su faturalarının %45'ini tahsil edebildiklerinden, hesaplamalar tahsilat oranının %100 ve %45 olduğu farklı iki senaryoya göre yapılmıştır. Aynı şekilde hesaplamalar Perge Sulama Birliğinde tahsilat oranının %100 ve %91 olduğu, Biga Ovası Sulama Birliğinde tahsilat oranının %100 ve %83 olduğu senaryolara göre yapılmıştır.

Araştırmada sulama suyunun değeri, incelenen çiftçilerin kullandıkları birim su miktarı karşılığında elde ettikleri net gelir esas alınarak belirlenmiştir. Kullanılan birim sulama suyu başına elde edilen net gelir, üretim değerinden su hariç diğer üretim masrafları çıkartılarak hesaplanmıştır. İnceleme alanında çiftçilerin yönetim becerisi ve sahip oldukları arazi miktarlarının farklılığın net gelir üzerine etkisini ortadan kaldırabilmek için, net gelir araştırma alanı için hesaplanan ortalama değerlerden hareket edilerek hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Su yönetiminin hedefleri ve politika araçları

Sahip olunan coğrafik ve ekonomik koşulların farklı olması sebebiyle, sulama suyu yönetiminin hedefleri koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu sebeple bazı durumlarda sulama suyunun arz ve talebinin dengelenmesi temel hedefi teşkil ederken, diğer bazı durumlarda suyun sektör içinde veya sektörler arasında tahsisi hedef kabul edilmektedir. Su verimliliğinde artış sağlamak, su israfının önlenmesi, su yatırımının geri kazanımı ve su yönetimini gerçekleştiren birimin sürdürülebilirliğini sağlayacak kadar gelir kazandırmak

muhtemel su yönetimi hedefleridir. Su yönetimi hedeflerinde var olan bu değişim, amaçlara ulaşmak için kullanılan politika araçlarının da farklılaşmasına yol açmaktadır. Dünyanın farklı ülkelerinde farklı su yönetimi hedeflerine ulaşabilmek için kullanılan politika araçlarını planlı su dağıtımı, hacimsel su fiyatı uygulaması, alınıp satılabilir su haklarının oluşturulması, ürün bazlı ücretlendirme ve alan bazlı ücretlendirme olmak üzere 5 grupta toplamak mümkündür. Hacimsel su fiyatlandırması ve alınıp satılabilir su hakları, suyun bir üretim faktörü olarak algılanacağı piyasaya dayalı politika araçlarıdır. Sulama suyu yönetiminde uygulanabilecek politika araçlarının sulama yönetimi hedefleriyle ilişkisi Çizelge 1’de verilmiştir.

Su arzı ile talebinin dengelenmesi hedefine planlı su dağıtımı, alınıp satılabilir su hakları ve hacim esasına dayanan fiyatlandırma ile ulaşmak mümkündür. Ürün ve alan bazlı ücretlendirme yöntemleri ile su arz talep dengesini sağlamak mümkün değildir. Planlı su dağıtımı, sulama suyunu bütün çiftçilere eşit şekilde ulaştırılabilen ve sosyal boyutunu ön plana alan bir yöntemdir. Bu yöntemde fazla miktarda sulama suyu kullanan çiftçiler, suyun sahip olduğu fırsat maliyetini diğerlerinden daha önce fark etmektedirler. Bu durumda, çiftçiler bir dekaradan daha fazla ürün üretmek yerine, tüketilen birim su başına daha yüksek verim değerine sahip olan ürünleri tercih etmektedirler. Bunun sonucunda çiftçiler sulama suyunu daha dikkatli kullanmaktadırlar. Ancak, bu yöntemde sulama suyunu verimli kullanamayan çiftçilerden, daha verimli kullanan çiftçilere aktarılması mümkün değildir.

Hacimsel su fiyatlandırmasında birlik üyeleri gerçekte kullandıkları su miktarına göre ödeme yapmaktadır. Hacimsel su fiyatlandırmasının, su tüketiminin azaltılmasına yönelik net bir teşvik sunabilmesi için, belirlenecek ücretlerin suyun değerine ve yönetim maliyetine kıyasla yüksek olması gerekmektedir. Ücretler sadece talebi etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda daha yüksek arzı da teşvik edebilmektedir. Hacimsel su fiyatlandırması, maliyet geri kazanımı için pek uygun görünmemektedir: sulama birliğinin satacak sınırlı miktarda suya sahip olacağı bir kuraklık yaşanması halinde, kazanç da bununla orantılı olarak düşüş kaydedecektir. Yağışın bol olduğu bir yılda ise sulama suyunun talep sınırlı olacak ve yine kazançta düşüş yaşanacaktır. Aynı zamanda hacimsel su fiyatlandırması, tedarikçi ve kullanıcının verilen hizmete dair mutabık kalabilmelerini sağlayacak şekilde doğru bir hacimsel ölçüm yapılmasını

gerektirmektedir. Ancak mevcut sulama sistemlerinin çoğu, su arzının doğru ölçülmesine ve ayrıştırılmasına izin vermemektedir.

Alınıp satılabilir su hakları, öncelikle su tahsislerinin kullanıcı bazında tanımlanmasını, izlenmesini ve uygulanabilir olmasını gerektirir. Bu adım, su sıkıntısı çeken ülkelerin çoğu için aşılması gereken önemli bir zorluk teşkil eder. Alınıp satılabilir su hakları bir kez tesis edildikten sonra kısa vadede (mevsimlik) veya uzun vadede (sürekli) alınıp satılabilir. Bu haklar için belirlenecek fiyat genellikle piyasa bazlıdır, yani fiyatları belirlemek için devlet müdahale etmez ve alım satım sisteminin idari maliyetlerini karşılamak üzere (ayrıca üçüncü taraf etkilerini de analiz etmesi gereken) bir faktöre sahiptir. Aynı şekilde, bu piyasada yapılan ödemeler de, sulama suyunun temini için maliyet geri kazanımı açısından önemsizdir.

Her durumda, su haklarının alınıp satılması hidrolojik ve tarımsal piyasa koşullarına bağlı olarak düzensizlik göstereceğinden ve fiyatlar da ön görülemez bir şekilde değişeceğinden dolayı, böyle bir sistemden elde edilecek gelir akışı maliyet geri kazanımı hedefleri için çok uygun değildir. Alım satımın kullanımına ilişkin mevcut haklar bilinen su arzına ilişkin olarak tanımlanacağı için, alınıp satılabilir su hakları, piyasaya yeni taraflar girse dahi su talebini belli bir seviyede kontrol etmelidir. Planlı su dağıtımı yapmak gibi, alınıp satılabilir su hakları da su kullanımını en kârlı mahsullere yoğunlaştırmak için teşvikler sağlar ve kullanılmayan su da satılabileceğinden, alınıp satılan bu su daha üretken olan kullanıcılara yeniden tahsis edilecek ve böylelikle ilave bir üretkenlik faydası elde edilecektir.

Ürün bazlı ücretlendirme, bilhassa sulamanın yağmuru desteklediği hallerde, maliyet geri kazanımı için görece öngörülebilir bir gelir akışı sağlar zira gelir, uygulanan su hacminden bağımsızdır. Çiftçi mahsul çeşidini seçme konusunda serbest bırakıldığından, arz ve talebin eşitlenmesini beklemek için herhangi bir neden yoktur. Bu yöntem suyu daha üretken olan kullanıcılara veya sektörlere yeniden tahsis etmeyecektir. Ürün bazlı ücretin seviyesi çok miktarda su tüketen ürünlerden az miktarda su tüketen ürünlere geçmeye yetecek kadar yüksekse, münferit kullanıcı tarafından tüketilen birim su başına düşen üretimi artıracaktır.

Alan bazlı ücretlendirme, maliyet geri kazanımı sağlayabilecek, öngörülebilir bir gelir akışı sağlar. Ancak bu yöntem su kaynaklarını etkin yönetmek

Çizelge 1. Su yönetimi uygulamalarının hedeflere ulaştırma durumu

Araç hedefleri	Planlı su dağıtımı	Hacimsel su fiyatlandırması	Alınıp satılabilir su hakları	Ürün bazlı ücretlendirme	Alan bazlı ücretlendirme
Etkili Kaynak Yönetimi:					
– Arz ve talebin dengelenmesi	Evet	Muhtemelen	Evet	Hayır	Hayır
– Alternatif alanlara yeniden tahsis	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Hayır
– Su verimliliğindeki artış	Evet	Evet	Evet	Muhtemelen	Hayır
– İsrafın önlenmesi,	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır
Sürdürülebilir Finansla Yönetimi:					
– Maliyet geri kazanımı	Hayır	Muhtemelen	Hayır	Evet	Evet
– Kurum için sabit gelir	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet

Kaynak: Hellegers ve Perry, 2006

konusunda katkı sağlamaz. Mevcut su, belli bir programa dahil olan tüm çiftçilere eşit seviyede iyi hizmet verilecek şekilde, mevcut talebi karşılamaya neredeyse her zaman yeterli ise, bu sistem istenen hizmet ücretini hizmet verilen alan üzerinde direkt dağıtılabilir ve basit ve etkili bir ücretlendirme yöntemi sağlar. Böyle bir programda su tasarrufu sağlayan veya tüm çiftçileri kârlı bir şekilde üretim yapmaya zorlayan, söz konusu teşviki aşan bir üretken kullanımı özendirmek için herhangi bir teşvik bulunmaz.

Kısıtlı sulama suyu yönetilirken en uygun araç kota uygulamasıdır. Kota uygulaması, aynı zamanda çiftçileri suyu en üretken şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Kotalardan başka, alınıp satılabilir su hakları da suyun yeniden tahsis edilmesi potansiyeli ile ilave kazanımlar sunmaktadır.

Düşük idari giderlere ve yüksek seviyede şeffaflığa sahip, basit ürün veya alan bazlı ücretlendirme sistemleri, maliyet geri kazanımı amacına ulaşmak için en uygun olanlardır.

Çizelge 1, hiçbir aracın su yönetimi hedeflerinin hepsini birden karşılamadığını göstermektedir, bu nedenle genellikle bir araç kombinasyonu gerekecektir. Araçlar birbirlerini pekiştirecek veya tamamlayacak şekilde birleştirilebilir. Her ne kadar bu politika karışımının geliştirilmesi zor olsa da, bazı hedefleri gerçekleştirebilmek için yapılması gerekmektedir.

Türkiye’de sulama suyunun ücretlendirmesinde yaygın kullanılan politika aracı, sulanan ürünün çeşidine ve arazi genişliği esasına dayanan alan bazlı sabit ücretlendirmedir. Bu yöntemde çiftçiler istedikleri kadar sulama suyu kullanabilmekte, ödemeyi sulanan alanın büyüklüğüne ve yetiştirdiği ürün çeşidine göre yapmaktadırlar. Sulama birliklerince işletilen sulama tesislerinin çiftçilerden tahsil edeceği su kullanım hizmet bedeli her yıl Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmekte ve resmi gazetede yayınlanmaktadır. Bakanlar Kurulu Kararında, Türkiye sulama alanları çeşitli gruplara ayrılmaktadır. İki bin on üç yılı Bakanlar Kurulu Kararına göre Bafra ilçesi 4. grupta, Aksu ilçesi 6. grupta ve Biga ilçesi 2. grupta yer almaktadır. İnceleme alanında yer alan sulama birliklerinin tamamında alan bazlı ücretlendirme yöntemi uygulanmaktadır.

Çizelge 2. İnceleme alanında su yönetimi uygulamaları

Hedefler	Çalışma Alanı		
	Bafra	Aksu	Biga
Etkili Kaynak Yönetimi:			
– Arz ve talebin dengelenmesi	X ^a	X ^a	X ^a
– Alternatif alanlara yeniden tahsis			
– Tüketilen suyun üretkenliğinde artış			
Sürdürülebilir Finansal Yönetimi:	X	X	X
Sürdürülebilir Çevre Yönetimi:			

^a Sulama birlikleri planlı su dağıtımını yaptıklarını beyan etmişlerdir

3.2. Su yönetimi uygulamalarının karşılaştırılması

Bafra, Aksu ve Biga’daki sulama birlikleri etkili kaynak yönetimini sağlayarak, tüm çiftçilere suyu ulaştırabilmek için planlı su dağıtımını yapmaktadırlar. Ancak özellikle Bafra’da ana ve yedek sulama kanallarına uzak olan çiftçiler sulama suyuna rahat erişemediklerini belirtmişlerdir. Araştırma alanındaki sulama birlikleri finansal sürdürülebilirliklerini sağlamak için çalışmaktadırlar (Çizelge 2).

Hellegers ve Perry (2006) Kemry, Haryana, Brantas ve Tadla’da etkili kaynak yönetimini gerçekleştirebilmek için daha çok suyun alternatif alanlara yeniden tahsis ve tüketilen suyun üretkenliğini artırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktayken, Kırım sulama alanında yalnızca finansal sürdürülebilirlik amaçladığını tespit etmişlerdir.

İnceleme alanında su yönetimi uygulamalarını değerlendirmek için kullanılan hedeflerine ulaşabilmek amacıyla sulama suyu cari fiyatları, işletme ve bakım maliyetleri ve çiftçiler açısından suyun değeri Çizelge 3’de verilmiştir.

Araştırma bulguları incelenen 3 birlikte de suyun çiftçiler için değerinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Suyun değeri işletme ve bakım maliyetlerinden daha yüksektir. Bu durum, çiftçilerin gerçekte kullandığı suya karşılık ödedikleri su ücretinin, işletme ve bakım maliyetlerini tam olarak karşılamadığını göstermektedir.

Sulama suyunun fiyatı ve değeri arasında büyük fark vardır ve arz-talep dengesini kurmak için sulama suyuna ödenen ücrette artış yapılması gerekmektedir. Ancak bu uygulama, çiftçilerin ekonomik refahını olumsuz etkileyeceğinden, sosyal açıdan problemlili görünmektedir. Diğer taraftan, sulama suyu miktarının ölçülmesinin ve hesabının tutulmasının teknik ve idari açıdan karmaşık olması, sulama suyu fiyatının serbest piyasa ekonomisi mekanizması ile belirlenmesini güçleştirmektedir.

Hellegers ve Perry (2006)’nin yaptıkları araştırmada elde ettikleri sonuçlar, araştırma bulgularını desteklemektedir. Araştırmacılar Mısır, Fas, Hindistan, Endonezya ve Ukrayna’daki sulama alanlarında faaliyet gösteren çiftçilerin sulama suyuna ödediği fiyat ile sulama

Çizelge 3. Bafra ilçesinde sulayıcıların ödediği fiyat, işletme ve bakım maliyetleri ve suyun değeri (TL/m³)

		Ödenen fiyat (TL/m ³)		İşletme- bakım maliyeti (TL/m ³)	Suyun değeri (TL/m ³)
		Tahsilat oranı (%100)	Tahsilat oranı (*)		
Bafra	Çiftçinin Ödediği (Teorik)	0.0458	0.0206	0.0103	0.1395
	Çiftçinin Ödediği (Gerçek)	0.0200	0.0090		
Aksu	Çiftçinin Ödediği (Teorik)	0.0597	0.0545	0.4456	1.6065
	Çiftçinin Ödediği (Gerçek)	0.2978	0.2715		
Biga	Çiftçinin Ödediği (Teorik)	0.0259	0.0214	0.0439	2.4740
	Çiftçinin Ödediği (Gerçek)	0.4418	0.3648		

(*) Tahsilat oranı Bafra Altınkaya Sulama Birliği için %45, Aksu Perge Sulama Birliği için %91 ve Biga Biga Ovası Sulama Birliği için %83 olarak alınmıştır

işletmelerinin işletme bakım maliyetlerinin, suyun değerinden düşük olduğunu tespit etmişlerdir (Çizelge 4).

3.3. Sulama suyu ücretlendirmesinin serbest piyasaya bırakılma olanakları

Sulama suyunun serbest piyasa koşullarında fiyatlandırılması ve alınıp satılabilir su haklarının kullanılması teorik olarak mümkün görünse de, gerçek hayatta bir takım problemler içermektedir. Hellegers ve Perry (2006), sulama suyunun fiyatlandırılmasının serbest piyasa mekanizmasına bırakılmamasının sebepleri olarak su kullanım önceliklerinin belirlenmesinde sosyo-politik tercihlerin olmasını, piyasanın başarısızlığını ve uygulama sorunlarını belirtmiştir.

Türkiye’de benzer durum geçerliliğini sürdürmektedir. İncelenen sulama birliklerinde sulama suyu ücretlerinin belirlenmesinde halen sosyo-politik durum göz önünde bulundurulmaktadır. Sulama suyu ücreti belirlenirken, belirlenen değer gelir dağılımında ve tarım ürünleri üretim maliyetinde meydana getireceği değişiklikler dikkate alınmaktadır. Her ne kadar, sulama suyunun değeri, çiftçilerin ödediği değerden büyük olsa da, ücretler belirlenirken kırsal kesimde yaşayan çiftçilerin ekonomik refahı göz önünde bulundurulmaktadır. Araştırma sonuçları, çiftçilerin zaten düşük seviyede olan sulama suyu ücretini

bile ödeyemediklerini bu sebeple tahsilat oranlarının düşük olduğunu göstermektedir. Tarımın yapısal sorunlarının başında gelen ölçek ve mülkiyet sorunları, mevcut sulama suyu ücretlerinin çiftçiler için oldukça yüksek olmasının diğer sebepleridir. Buna ilave olarak tarım için sağlanan sudan ücret alınması politik açıdan hassas bir konu olduğundan, inceleme alanında faaliyet gösteren çiftçilerden serbest piyasa mekanizması çerçevesinde ücret talep etmek pek olası görünmemektedir.

İnceleme alanındaki sulama sistemleri, özellikle de Bafra Ovasındaki sulama sistemi, oldukça eskidir ve ana kanallar ve kanaletlerden akan su, çiftçilerin su ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. Araştırma bölgesinde özellikle sulama kanallarına uzak olan çiftçilerin tamamı su sıkıntısı çekmektedir. Ayrıca bakımı iyi yapılmayan kanal ve kanaletler çiftçiyi sulama yapmaktan caydırmış, kontrolsüz ve aşırı miktarda yer altı suyu kullanımı sorununu ortaya çıkartmıştır. Sulama kanallarından yeterli su alamayan çiftçilerin neredeyse tamamı yer altı suyu yanında diğer tarlalardan gelen atık suları tarımsal sulama amacıyla kullanmaktadırlar. Bütün bunlar yeraltı su katmanlarının sürdürülebilir randımanının ötesinde kullanılması gibi çevresel dışsallıklara neden olmaktadır. Bu temel sorunlar çözülmeksizin sulama suyu fiyatlandırılmasının serbest piyasaya bırakılması halinde, piyasa yukarıda bahsedilen

Çizelge 4. Dünya’daki uygulamalarda sulayıcıların ödediği fiyat, işletme ve bakım maliyetleri ve suyun değeri (\$/m³) *

	Ödenen fiyat		İşletme ve bakım maliyetleri		Suyun değeri
Kemry	0.0004	<	0.010	<	0.08
Haryana	0.0005	<	0.0013	<	0.04
Tadla	0.0200	>	0.017	<	0.10
Brantas	0.0002	<	0.001	<	0.04
Kırım	0.0020	<	0.012	<	0.11

*Kaynak: Hellegers ve Perry, 2006

dışsallıkları içselleştiremeyeceğinden sulama suyu etkin olarak tahsis edilemeyecektir.

Gerçek hayatta sulama suyu miktarının ölçülmesinde ve hesaplanmasında hem teknik hem de idari problemler bulunmaktadır. Bu durumda sulama suyunun arzının kişi bazında yapılması mümkün olamayacağından, araştırma alanında sulama suyunun fiyatlandırmasının serbest piyasaya bırakılması mümkün görünmemektedir.

Sonuç olarak, inceleme alanında sulama suyunun fiyatlandırılmasının serbest piyasa koşullarına bırakılması için ön koşulların sağlandığını söylemek mümkün değildir. Türkiye’de sulama suyundan ücret almak için uygun mevzuatın olması dışında, su fiyatlandırmasının serbest piyasaya bırakılması için hiçbir ön koşul sağlanamamaktadır. Araştırma bulguları, Merrett’in (2003) piyasa yaklaşımının çok nadir olarak uygulanabilir hipotezini desteklemektedir. Benzer şekilde Hellegers ve Perry (2006), Mısır, Fas, Hindistan, Endonezya ve Ukrayna örneklerini inceleyerek aynı sonuçlara ulaşmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. İncelenen uygulamaların serbest piyasa için ön koşulları sağlama durumu

Çalışma alanı	Bafra	Aksu	Biga
Hacimsel ölçüm	Hayır	Hayır	Hayır
Ayrıştırılmış arz	Hayır	Hayır	Hayır
Tanımlı su hakları	Hayır	Hayır	Hayır
Sudan ücret almak için yasal çerçeve	Evet	Evet	Evet

4. Sonuç

Bu çalışmada, sulama suyu kullanımının serbest piyasa güçleri tarafından ne ölçüde yönlendirilebileceği konusu tartışılmıştır. Araştırma bulguları, Türkiye’de sulama suyu fiyatlandırılmasının henüz serbest piyasa koşullarında yapılamayacağını ve kıt su kaynaklarının yönetilmesi hedefine ulaşırma şansı yüksek olan planlı su dağıtım yönteminin revize edilerek kullanılması gerektiğini göstermiştir. Araştırma sonucunda incelenen sulama birliklerinden elde edilen veriler ışığında; sulama suyunun değeri ile fiyatı arasında büyük bir fark olduğu net şekilde anlaşılmaktadır. Bu durum, arz ve talep dengesinin sağlanması için suyun fiyatında oldukça önemli bir artış yapılması gerektiği anlamına gelmektedir. Ancak bu artış çiftçilerin ekonomik refahını önemli derecede azaltacaktır. Bu sosyo-politik sorun ve buna ilaveten, suyun ölçülmesinin teknik ve idari açıdan karmaşık olması, su fiyatlandırılmasının arz ve talebi dengelemek için uygun olmayan bir yaklaşım haline getirmektedir.

Türkiye’de sulama birliklerinin sulama suyu ücretlendirmesinde sadece değişken masrafları hesaba katması, sabit masrafları ihmal etmesi önemli bir eksikliklerdir. Daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için sulama işletmeciliği masraflarına sabit masrafların da

eklenmesi daha sağlıklı olabilecektir. Ayrıca sulama suyunun tarım işletmelerine sağladığı marjinal değere dayanan ücretlendirme modeli daha sürdürülebilir bir ücretlendirme yaklaşımı olabilecektir. Bu konuda bütün birlikleri kapsayacak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Akar, M., Erdenir Silay, A., Akkaya, H., Tomar, A. 2010. Sulama araç, yöntem ve organizasyonlarının geliştirilmesi. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Akçapınar, M.C. 2007. Afyon İli Şuhut Ovası Sulama Organizasyonlarında Sulama Suyu Fiyatlandırma Yaklaşımları ve Üretim Maliyeti Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalg Z. 2010. Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1): 67-74.
- Anonim, 2011. Devlet Su İşleri 2011 Faaliyet Raporu, Ankara.
- Anonim, 2012. Agricultural Innovation Systems: An Investment Sourcebook. The World Bank, P.680, ISBN: 978-0-8213-8684-2.
- Anonim, 2013. <http://www.Bafratarim.Gov.Tr/Bafra.Asp> (24.03.2014)
- Anonim, 2013a. <http://www.bigabediyesi.com/> (01.07.2014)
- Anonim, 2013b. Biga Ovası Sulama Birliği 2013 Raporu, Çanakkale.
- Aydoğdu, M.H., Karlı, B., Bilgiç, A.B. 2010. Tarımsal Su İşletmeciliği ve Fiyatlandırma. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, p. 127-134, Şanlıurfa.
- Azevedo, L.G.T.D., Baltar. A. 2005. Water Pricing Reforms: Issues and Challenges of Implementation, World Bank, Country Office, Corporate Financial Center, Lote a, Brasilia-DF Vol. 21, No. 1, 19-29, March.
- Çakmak, B. 2001. Konya sulama birliklerinde sulama performansının değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 7(3): 111-117.
- Çakmak, B., Beyribey, M. 2003. Sakarya havzası sulamalarında sistem performansının değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9(1): 116-124.
- Çakmak, B., Beyribey, M., Kodal, S. 2004. Irrigation water pricing in WUAs Turkey. International Journal of Water Resources Development, 20(1): 113-124.
- Çakmak, B., Uçar, Y., Aküzüm, T. 2007. Water Resources Management, Problems and Solutions For Turkey. International Congress on River Basin Management 22-24 March 2007 Belek-Antalya, DSİ&WWC, Vol:1, p.867-880, Turkey.
- Çakmak, B., Yıldırım, M., Aküzüm, A. 2008. Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi, Ankara.
- Çevik, B., Kırdar, C., Sayın, S. 2005. Sulama Araç Yöntem ve Organizasyonu. Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, s. 959-983, Ankara.
- Diler, Ö. 2008. Suyun Fiyatlandırma Politikası Çerçevesinde Sanal Su Yaklaşımı Üzerine Bir Değerlendirme. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Değirmenci, H. 2001. Bursa-Ulubat sulaması performansının değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 32(3): 277-283.
- Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E.K., Wolff, H.P. 2002. The impact of waterprice strategies on the allocation of irrigation water: The case of the Jordan Valley. Agricultural

- Water Management, 55(3): 171-182.
- Evsahibioğlu, A.N., akmak, B., Aküzüm, A. 2010. Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınırşan Sular. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi 11-15 Ocak 2010, Cilt:1, s.119-134, Ankara.
- Faux, J., Gregory, M.P. 1999. Estimating irrigation water value using hedonic prices analysis: A case study in Malheur County, Oregon. *Land Economics*, 75(3): 440-452.
- Gomez-Limona, J.A., Riesgo, L. 2004. Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. *Agricultural Economics*, 3(1): 47-66.
- Hellegers, P.J.G.J., Perry, C.J. 2004. Water as an Economic Good in Irrigated Agriculture: Theory and Practice. Report 3.04.12 (The Hague: LEI Wageningen UR).
- Hellegers, P.J.G.J., Perry, C.J. 2006. Can Irrigation Water Use Be Guided by Market Forces? Theory and Practice, *Water Resources Development*, 22(1): 79-86.
- Johansson, R.C. 2000. Pricing Irrigation Water: A Literature Survey. World Bank, Washington, D. C. 80pp.
- Ko, C. 1998. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon-Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Basılmamış), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir.
- Koç, C., Dağdelen, N., Yılmaz, N., Özdemir, K. 2005. Su kullanıcı örgütlerince belirlenen sulama ücretleri ile kullanılan sulama suyu birim maliyeti arasındaki ilişki üzerine bir araştırma. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 59-65.
- Merrett, S. 2002. Twelve theses on the cost and use of irrigation water. *Irrigation and Drainage*, 51(3): 265-268.
- Merrett, S. 2003. The urban market for farmers' water rights, *Irrigation and Drainage*, 52(4), pp. 319-326. NRC National Research Council (2004) Managing the Columbia. River: Instream Flows, Water Withdrawals, and Salmon Survival (Washington DC: National Academies Press).
- Mohayidin, G., Attari, J., Sadeghi, A., Hussein M.A. 2009. Review of water pricing theories and related models. *African Journal of Agricultural Research*, 4(13): 1536-1544.
- Molle, F., Berkof, J. 2008. Irrigation Water Pricing The Gap Between Theory and Practise, *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series 4, USA*.
- Özçelik, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş E., Turan A. 1999. Türkiye'de Sulama İşletmeciliğinin Geliştirilmesi Yönünden Şebekelerin Birlik ve Kooperatiflere Devri il Su Fiyatlandırma Yöntemlerinin İyileştirilmesi Olanakları. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Kasım, Ankara: 72-99*.
- Özkan E., Aydın B., Hurma H., Aktaş E., Özdemir G., Azabağaoğlu Ö., Günay S. 2013. Sulama İşletmeciliğini Üstlenen Organizasyonların Etkinlik ve Verimlilikleri, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje No TAGEM-BB-080208L3, Kırklareli.
- Qureshi, M. E., Mainuddin, M., Marvanek, S., Elmahdi, A., Connor J., Whitten, S. 2012. Irrigation Futures for the Murray Basin-Technical Documentation CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship. 33pp.
- Rogers, P., de Silva, R., Bhatia, R., 2002. Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency and sustainability. *Water Policy*, 4: 1-17.
- Sayın, B. 2011. Antalya'da Sulama İşletmeciliği Faaliyetleri, Üreticilerin Sulama Suyu Talebi ve Sulama İşletmeciliğine Katılım Düzeyinin Değerlendirilmesi. Akdeniz Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Antalya.
- Şahin, A. 2007. Türkiye'de Tarımsal Su Kullanımında Fiyatlama Politikaları. *Kamu İş; C: 9, S: 3/2007*, Ankara.
- Tardieu, H., Pre'fol, B. 2002. Full cost or 'sustainability cost' pricing in irrigated agriculture. Charging for water can be effective, but is it sufficient?. *Irrigation and Drainage*, 51(2): 97-107.
- Ul, M.A., Dorsan, F., Anaç, S., Yercan, M. 2002. Gediz Havzasında Yönetimleri Su Kullanıcılara Devredilen Sulama Şebekelerinin Performansının Değerlendirilmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1820 Eylül 2002, Antakya-Hatay.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 32-42
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.32-42](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.32-42)



Bitkisel üretim potansiyelinin geliştirilmesine yönelik bir araştırma: Arit Yöresi örneği*

Erdal Özüdoğru^{a**}, A. Ergin Duygu^b

^aOrman ve Su İşleri Bakanlığı, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Biyolojik Çeşitlilik İzleme Birimi, Yenimahalle, Ankara, ^bAnkara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Tandoğan, Ankara

**Sorumlu yazar/corresponding author: eozydugru09@yahoo.com

Geliş/Received 07/08/2014

Kabul/Accepted 16/12/2014

ÖZET

Ülkemiz için tarım sektörü; istihdam, ulusal gelir ve dışarıya katkı, gıda güvenliği açısından ana sektör durumundadır. Bu nedenle de ekonomik, sosyal, politik ve teknik yönleriyle diğer sektörlerden ayrılan ve vazgeçilmez öneme sahip bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Fakat genelde ülkemizde, özelde ise araştırma alanında bu potansiyelden optimum seviyede yararlanıldığı söylenemez. Gerçekleştirilen bu çalışma ile Bartın İli sınırlarında yer alan Arit Yöresi'nin bitkisel üretiminin geliştirilmesine yönelik öneriler ortaya konulurken, ülke geneline de uyarlanabilecek bir araştırma ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Arit Yöresi
Bitkisel üretim planı,
Coğrafi bilgi sistemi
Köyden kente göç

A research on the development of plant production potential: Arit Region case study

ABSTRACT

Agricultural sector in our country can be counted as a main sector in terms of employment, contribution to national income and exportation, and food safety. For this reason, it is utilized as a sector having great importance and distinguished from other sectors in its economic, social, political and technical aspects. However, generally in our country, and specifically in the region under investigation, it is not exactly taken advantage of this potential in an optimum level. Therefore, with this research, it is tried to set out the suggestions about development of plant production in Arit Region in Bartın, and such a research that can be adapted all over the country.

Keywords:
Arit Region
Geographical information system
Plant production plan
Rural-urban migration

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Gelişmişlik düzeyleri ileri ya da geri olsun bütün ülkelerin ekonomilerinde tarımın özel bir yeri ve önemi olduğunu ifade eden Gülçubuk'a (2002) göre, ülkemizde tarım sektörü; istihdam, ulusal gelir ve dışarıya katkı, gıda güvenliği açısından ana sektör durumundadır. Bu nedenle de ekonomik, sosyal, politik ve teknik yönleriyle diğer sektörlerden ayrılan ve vazgeçilmez öneme sahip bir sektör olarak düşünülmüştür.

Bu bağlamda Türkiye için tarımın önemini sayılarla ifade ederek somutlaştırabiliriz. Türkiye nüfusunun % 23.7'si bitkisel üretim ve hayvancılık faaliyetlerinin büyük ölçüde gerçekleştirildiği belde ve köylerde ikamet

etmektedir (TÜİK, 2010). Yine Türkiye'de istihdam edilenlerin (aktif nüfus) toplamı içerisinde de tarım sektörü % 24.4'lük önemli bir orana sahiptir (TÜİK, 2012). TÜİK tarafından gerçekleştirilen hanehalkı işgücü istatistikleri sonuçlarına göre, bu dönemde tarım sektörü % 49.5'lik istihdam oranına sahip olan hizmetler sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır. Aynı dönem itibariyle sanayi sektörü % 19.5, inşaat sektörü ise % 6.6 istihdam oranıyla temsil edilmiştir. Diğer yandan 2009 yılı itibariyle tarım, ormancılık ve balıkçılık verilerinin tarım sektörü başlığı altında değerlendirildiği çalışmada, tarım sektörünün Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla içindeki oranı % 8.2 olarak verilmektedir (T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2010). 1998 yılında Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla içindeki oranı %

* Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda 2013 yılında kabul edilen "Korunan Alanlar Tampon Zon Yönetimi Üzerine Bir Araştırma: Küre Dağları Millî Parkı Örneği" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

12.5 olan ve 2009 yılında % 8.2 olarak gerçekleşen tarım sektörünün oranındaki bu düşüşe karşın, Türkiye için tarımın stratejik önemini koruduğunu söyleyebiliriz.

Türkiye için olduğu gibi araştırma alanı için de bitkisel üretim ve hayvancılığın önemli olduğu söylenebilir. Bu nedenle araştırma alanında T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı 2 TAR-GEL personeli çalıştırılmaktadır. Bu personellerden ziraat mühendisi 8 yıldır görev yaparken, veteriner hekim ise 2011 yılından bu yana alanda hizmet vermektedir. Ziraat mühendisi Arıt Belediyesi ve sınırları içindeki 5 mahalle ile Aydınlar, Çöpbey, Darıören ve Yeniköy'de hizmet verirken, veteriner hekim ise İmamlar, Kumaçorak, Esbey, Ören ve Söğüt köylerinden sorumlu olarak çalışmaktadır. Bu TAR-GEL personelleri karşılıklı olarak çalıştıkları konular itibarıyla bir diğerinin sorumluluk alanındaki köylerde hizmet verebilmektedir. Şahin, Kayacılar ve Karaköyşeyhler köylerinden sorumlu TAR-GEL personeli bulunmamaktadır. Bitkisel üretim ve hayvancılık konusunda, araştırma alanında yer alan tek ve önemli girişim, Arıt Beldesi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'dir. 2005 yılında 143 üye ile kurulan Kooperatif, günümüz itibarıyla Darıören Köyü hariç araştırma alanındaki bütün köylerden ve Arıt Kasabası'nın mahallelerinden 203 ortak üyeye sahiptir. Günümüze kadar Kooperatif, üyelerine ucuz ve kaliteli yem temini, şap aşısı ve sunî tohumlama yaptırdıkları için anaç büyükbaş hayvan desteği, damızlık gebe düve desteği, devlet tarafından süt desteği alabilmeleri için çiğ süt satanların icmallarının yapılması, yem bitkileri ekimi yapanlar için dönüm başına verilen devlet desteği gibi çalışmaların içerisinde bulunmuştur.

Araştırma alanının tamamı Bartın İli merkez ilçeye bağlı yerleşimlerdir. Sarp karstik kayalıklarla çevrili ve topografik açıdan yarı kapalı havza özelliği taşıyan bu alan Bartın'da, Arıt Yöresi olarak adlandırılmaktadır. Aynı zamanda Küre Dağları Millî Parkı'nın tampon zonunda da yer alan araştırma alanının toplam yüzölçümü 12036 ha'dır. Araştırma alanı Bartın merkez ilçeye bağlı 12 köyden ve 5 mahalleden oluşan Arıt Kasabası'ndan oluşmaktadır. Nüfusu günümüzde de azalışa devam eden alanda, potansiyeli olmasına karşın bitkisel üretim miktarı ve alanlarında da önemli oranda azalış gerçekleşmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile alanın sosyo-ekonomik verileri ile doğal ortam verileri bir araya getirilerek alanın bitkisel üretiminin geliştirilmesine yönelik ne tür öneriler oluşturulabilirin yanıtı aranmıştır. Böylece bu alandan dışarıya gerçekleşen göçün durdurulmasına yönelik öneriler oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma alanının (Arıt Yöresi) eğim durumu, büyük toprak grupları ve toprak derinliği, erozyon durumu, arazi kullanım kabiliyet sınıfları gibi doğal ortam verilerinin önemli bir kısmı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen Ulusal Toprak Veritabanı'ndan alınmıştır. Daha sonra coğrafi bilgi sistemi teknikleri (Töreay vd., 2011) kullanılarak, veritabanının düzenlenmesi ve analizi işlemleriyle bu veriler günümüz arazi kullanım şekli haritası ile karşılaştırılarak alana ilişkin çeşitli haritalar elde edilmiştir. Arazi kullanımındaki

değişimi görmek için ise orman amenajman planları meşçere haritalarından, coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak arazi kullanım haritaları üretilmiştir. Yine kırsal yerleşim birimlerinin yöresel yapısını anlamak amacıyla çeşitli uzmanlık alanlarından kişilerden oluşan ekiplerle gerçekleştirilen bir teknik olan Hızlı Kırsal Değerlendirme Tekniği'nden (Rapid Rural Appraisal - RRA) (Tolunay, 1998) yararlanılarak köylerden genel bilgiler alınmıştır. Bu teknik ile araştırma alanında bulunan 17 muhtarlıkta soru formu uygulanmıştır. Alanda görevli 2 TAR-GEL personeli (ziraat mühendisi ve veteriner hekim), Arıt Beldesi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Başkanı, Arıt Belediye Başkanı ve yöre insanlarından oluşan 2-3 kişilik küçük gruplarla (toplam 13-14 kişi) derin görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bartın İli taşra teşkilatları yetkilileri başta olmak üzere diğer yerel paydaşlar ile yine derinlemesine mülakatlar yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Araştırma alanının doğal ortam verileri

3.1.1. Arazi kullanım şekli

Bir alanın bitkisel üretimine yönelik öneriler geliştirirken, arazi kullanım şeklini ve geçmişten günümüze kadar zaman içerisindeki değişimini ortaya koymak önemli görülmektedir. Bu nedenle 1986, 2001 ve 2011 yıllarında yapılan Orman Amenajman Planları'ndan faydalanılarak araştırma alanının arazi kullanımındaki değişimi ve şimdiki arazi kullanımı ortaya konmuştur (Şekil 1 ve Şekil 2).

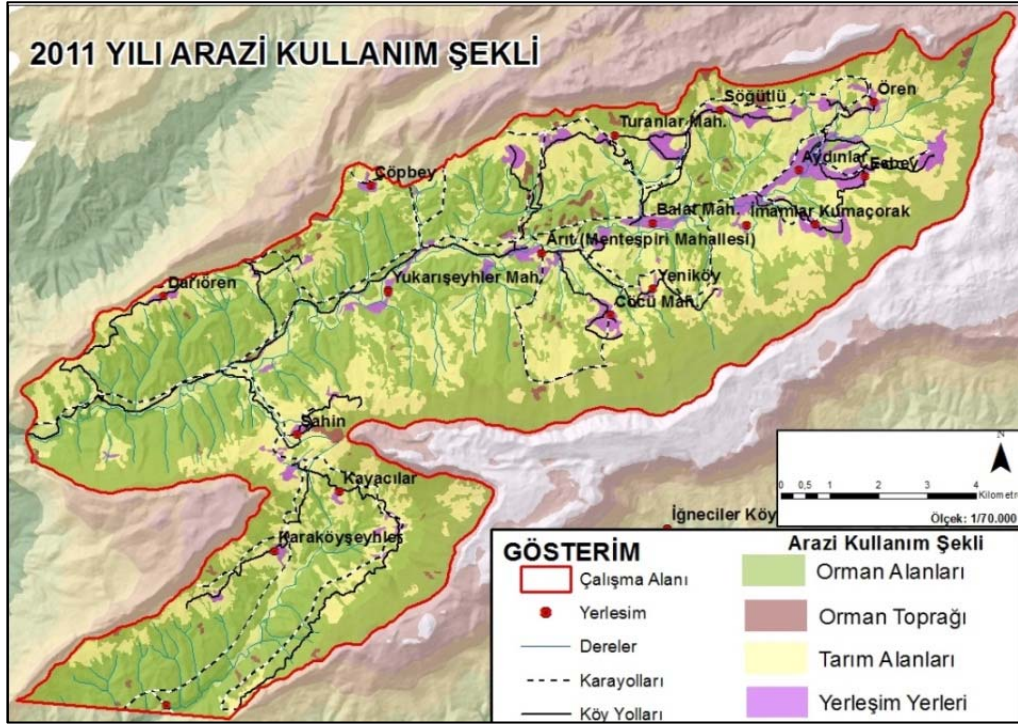
Şekil 1 ve Şekil 2 incelendiğinde 1986 yılından 2011 yılına kadar araştırma alanındaki ormanlık ve yerleşim alanlarının miktarının arttığı görülürken, bitkisel üretim alanları miktarında ise önemli oranda azalma olduğu anlaşılmaktadır. Kaynak kişiler ile yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler ışığında, bitkisel üretim alanları miktarındaki azalışın ve orman alanlarındaki artışın nedeninin, büyük şehirlere gerçekleşen göç ile ortaya çıkan bitkisel üretim alanlarının terk edilmesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Günümüzde orman alanları miktarındaki artış hâlâ devam etmektedir.

3.1.2. Büyük toprak grupları ve toprak derinliği

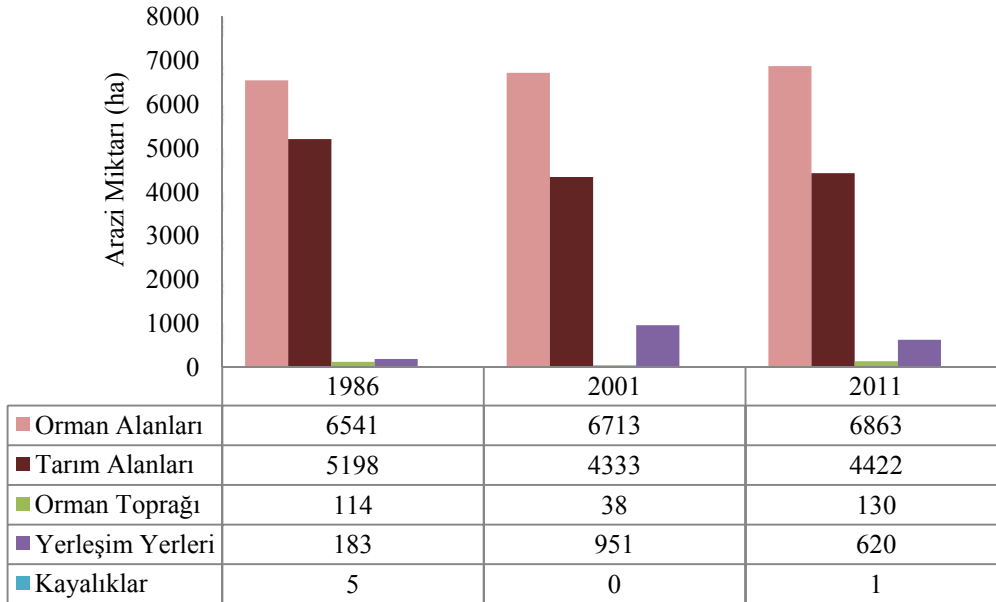
Bir alanda bitkisel üretime yönelik öneriler geliştirildiği durumlarda, toprak verim gücüne etki eden faktörlerden olan büyük toprak grupları ile toprak derinliği mutlaka dikkate alınmalıdır (Atalay, 2008; Çepel, 1988). Bu amaçla alana ilişkin büyük toprak grupları (Şekil 3) ve toprak derinliği (Şekil 4) haritaları hazırlanmıştır.

Şekil 3'te görüldüğü üzere araştırma alanında üç farklı büyük toprak grubu görülmektedir. Kolüvyal topraklara düze yakın alanlarda ve dere yataklarında rastlanırken, gri kahverengi podzolik topraklar genellikle Arıt Çayı'nın kuzeyinde, kırmızı sarı podzolik topraklar ise güneyinde yer almaktadır. Gri kahverengi podzolik toprakların alanı 3227 ha., kırmızı sarı podzolik toprakların alanı 7667 ha. ve kolüvyal toprakların alanı ise 506 ha. olarak verilmektedir. Besin maddeleri bakımından fakir olan podzolik toprakların

bitkisel üretime fazla uygun olmadığı, ancak gübreleme

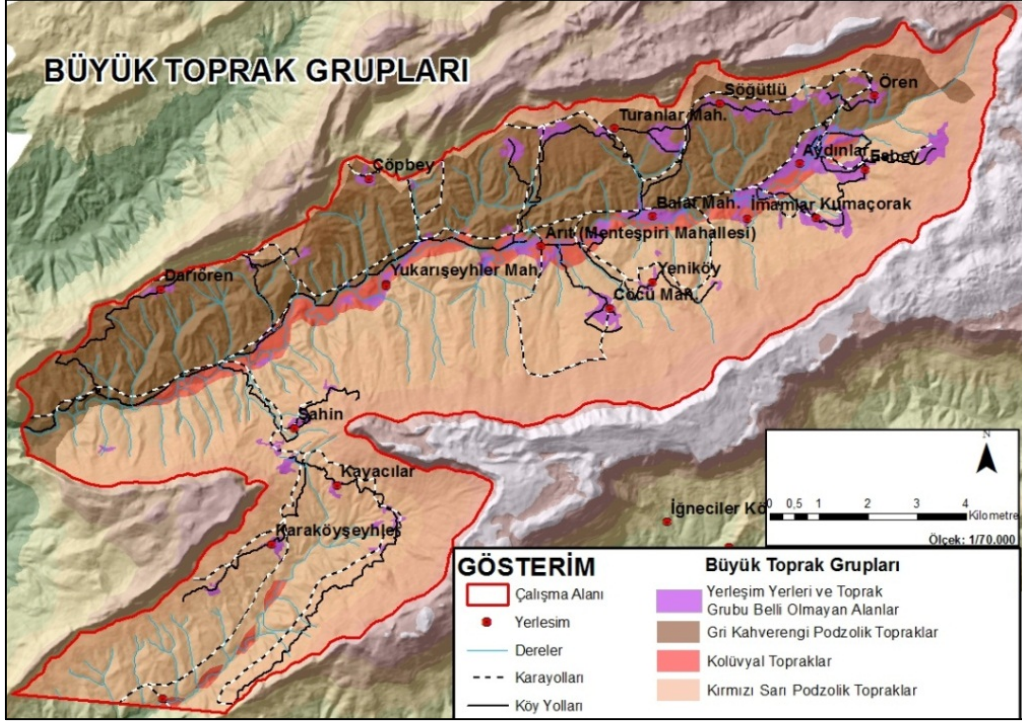


Şekil 1. 2011 Yılı arazi kullanım şekli haritası (Kaynak: OGM, 2011)

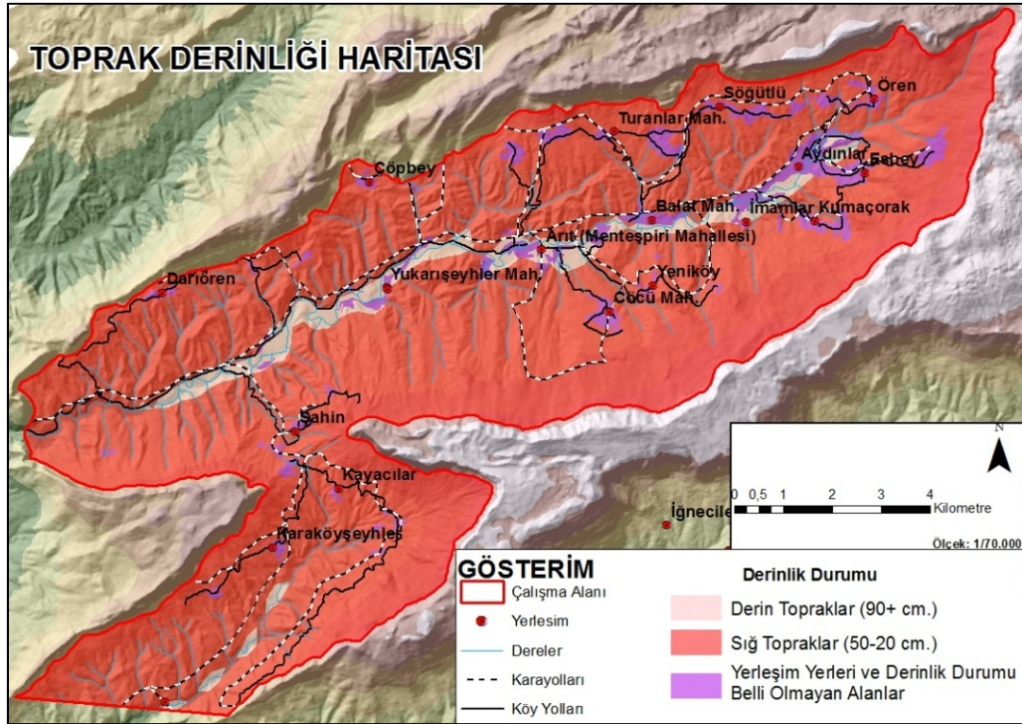


Şekil 2. Araştırma alanı arazi kullanım değişimi¹ (Kaynak: OGM, 1986; OGM, 2001 ve OGM, 2011)

¹ 1 ha.'lık kayalık alan toplam alanda önemsiz oranda olduğu için haritalarda orman alanı içerisinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Araştırma alanı büyük toprak grupları haritası (Kaynak: OGM, 2011 ve KHGM, 2011)



Şekil 4. Araştırma alanı toprak derinliği haritası (Kaynak: OGM, 2011 ve KHGM, 2011)

yapıldığı takdirde uygun hâle getirilebildiğini aktarmak gerekir (Atalay, 2008). Diğer yandan fizyolojik derinliği yüksek, fakat su tutma kapasitesi düşük olan kolüvyal topraklar bitkisel üretime uygun alanlar olarak değerlendirilmektedir (Atalay, 2008).

Herhangi bir alanda uygulanacak bitkisel üretim

potansiyelini etkileyen faktörlerden bir diğeri de toprak derinliğidir. Çepel (1988), derin toprakların bulunduğu alanlarda toprağın ince taneli, organik madde ve bazlar bakımından zengin, su tutma kapasitesinin ise yüksek olduğunu bildirmektedir. Şekil 4'de görüldüğü üzere araştırma alanında derinliği 90 cm.'den fazla olan derin

toprakların alanı yalnızca 506 ha. iken, derinliği 20-50 cm. arasında değişen sığ toprakların alanı ise 10894 ha.dır. Derin toprakların tamamının kolüvyal topraklardan oluştuğunu ve II. sınıf araziler ile çakıştığını ifade etmek gerekir. Araştırma alanında bulunan yerleşim yerlerinden Mentешpiri'nin tarım toprakları derin; Yukarışeyhler'in, Balat'ın, İmamlar'ın, Aydınlar'ın sığ ve derin; Cöcü'nün, Turanlar'ın, Yeniköy'ün, Kumaçorak'ın, Esbey'in, Ören'in, Söğütlü'nün, öpbeğ'in, Darıören'in, şahin'in, Kayacılar'ın ve Karaköğşeyhler'in ise sığdır.

3.1.3. Arazi kullanım kabiliyetleri sınıfları

Arazilerin bitkisel ürün yetiştirmek için uygunluğunu belirleyen en önemli ölçütlerden birisi olarak değerlendirilen arazi kullanım kabiliyet sınıflarına göre araziler, verimlilik durumları açısından sekiz sınıfa ayrılmaktadır. Araştırma alanındaki VII. sınıf araziler % 53.8 (6479 ha.) oranı ile alanın en büyük sınıfını oluşturmaktadır. Yine araştırma alanındaki VI. sınıf araziler % 36.7 (4415 ha.) oranı ile ikinci sırada yer alırken, II. sınıf araziler ise % 4.2 (506 ha.) oranıyla üçüncü sırada temsil edilmektedir. Araştırma alanının arazi kullanım kabiliyet sınıflaması şekil 5'te verilmektedir. Mentешpiri'nin tarım alanları II. sınıf, Yukarışeyhler'in II. sınıf ve VII. sınıf, Cöcü'nün ve Kumaçorak'ın, Turanlar'ın, Yeniköy'ün ve şahin'in VI. sınıf, Balat'ın II, VI ve VII. sınıf, İmamlar'ın ve Aydınlar'ın II ve VI. sınıf, Esbey'in, Ören'in, Söğütlü'nün VI. sınıf, öpbeğ'in, Darıören'in, Kayacılar'ın ve Karaköğşeyhler'in ise VI ve VII. sınıftır.

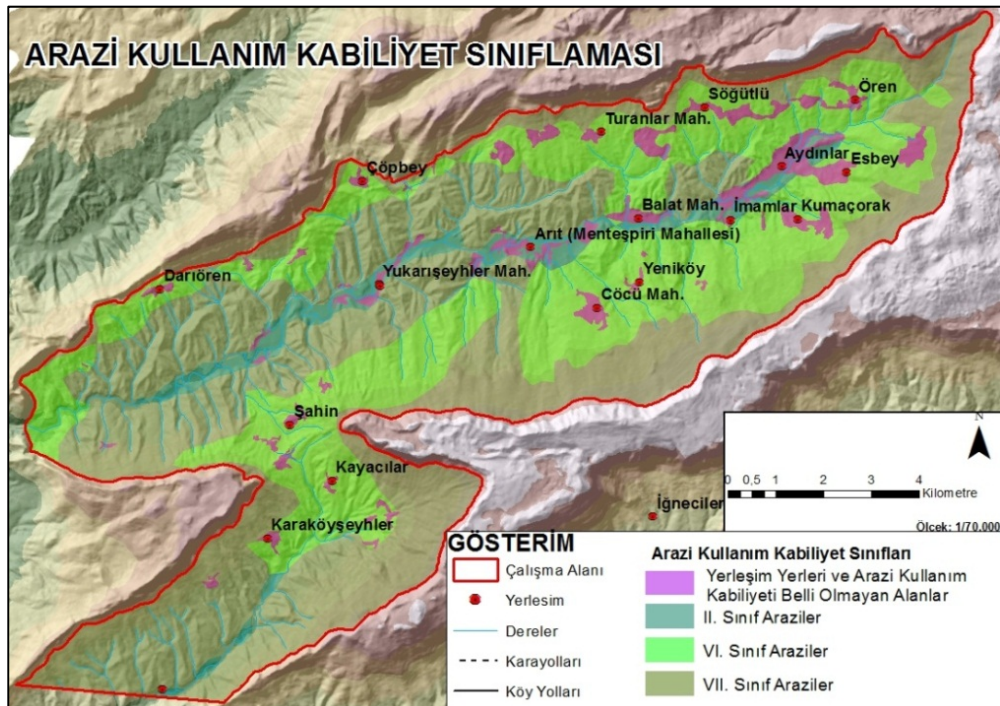
3.1.4. Eğim durumu

epel'e (1988) göre; arazi eğim derecesinin, bir yerin

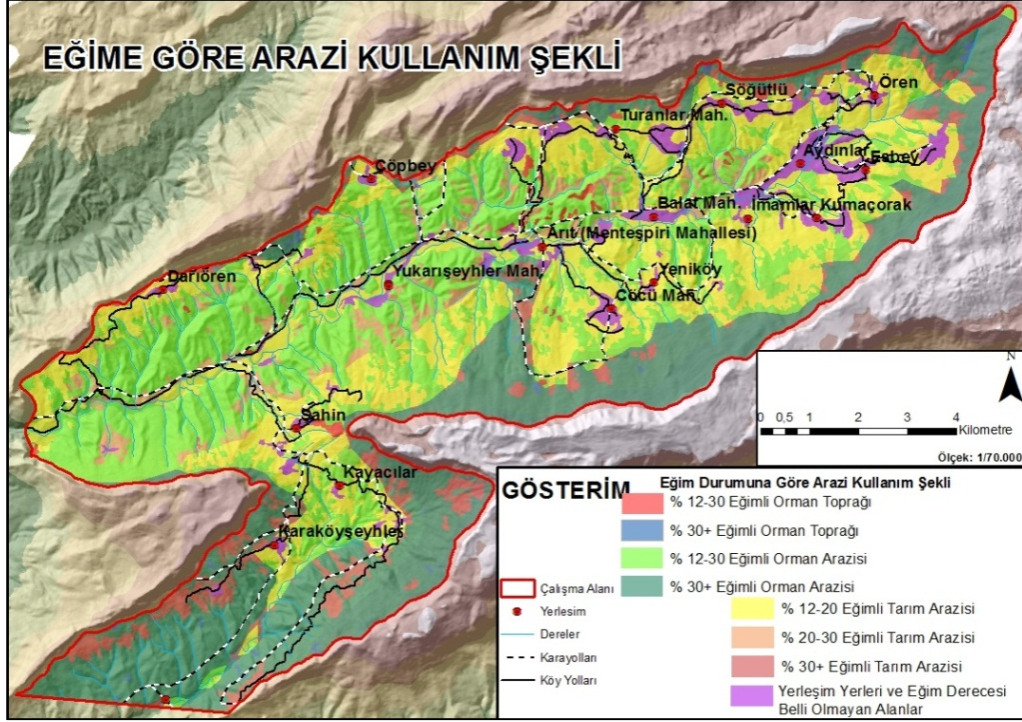
toprak verimliliği, toprak derinliği, erozyon derecesi, iklim özellikleri ile araziden yararlanma şekilleri üzerinde etkisi bulunmaktadır. Araştırma alanında önerilecek bitkisel üretim biçimlerinin belirlenmesinde eğim derecesi, en önemli unsurlardan birisi olarak değerlendirilmelidir. şekil 6'dan anlaşılacağı üzere araştırma alanının % 40.9'u % 12–20 eğim arasında yer almaktadır. Bu eğim grubundaki bitkisel üretim arazileri ise toplam alanın % 26.5'lik önemli miktarını oluşturmaktadır. Bu eğim grubundaki orman arazilerinin oranı ise tüm alan içinde sadece % 14.1 kadardır. % 20 – 30 eğim grubundaki orman arazisinin tüm alana oranı % 16.7 iken, % 30+ eğim grubundaki orman arazisinin oranı ise % 26.2 kadardır. Eğim derecesi % 0 – 20 arasında olan alanların bitkisel üretime elverişli araziler olarak ayrılması önerildiğinden (epel, 1988), bu alanda tek başına değerlendirildiği durumda eğim derecesi açısından bitkisel üretime yönelik önemli bir sınırlayıcılığın bulunmadığı söylenebilir.

3.1.5 Erozyon durumu

Erozyon, ender olarak çok nemli topraklar üzerinde, orta dereceli olduğu durumda, kaldırılmış olan üst tabakaların üzerine zengin mineral maddeleri yığarak verimliliği artırsa da, çoğu zaman toprak verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır (Akman ve ark., 2004). Bu nedenle araştırma alanında uygulanacak bitkisel üretim biçimlerinin belirlenmesi ve alınması gereken tedbirler bakımından alanın erozyon durumu haritasının oluşturulması zorunlu görülmüştür. Erozyon durumu haritası ile arazi kullanım şekli haritası çakıştırılarak, hangi arazi kullanım şeklinin kaçınıcı derece erozyona, arazinin nerelerinde sahip olduğunu göstermek için şekil 7



Şekil 5. Araştırma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıflaması haritası (Kaynak: OGM, 2011 ve KHGM, 2011)



Şekil 6. Araştırma alanı eğime göre şimdiki arazi kullanım şekli haritası (Kaynak: OGM, 2011 ve KHGM, 2011)

üretimiştir.

Şekil 7'den anlaşıldığı üzere araştırma alanının tamamı, orta ve şiddetli derecede su ve rüzgâr erozyonuna sahiptir. Bitkisel üretim alanları içerisinde % 8'lik düşük bir orana sahip olan orta derece su ve rüzgâr erozyonuyla karşı karşıya olan alanların tamamı kolüvyal topraklardan ve II. sınıf arazi kullanım kabiliyetine sahip arazilerden oluşmaktadır. Geriye kalan % 92'lik bitkisel üretim alanı ise şiddetli su ve rüzgâr erozyonunun etkili olduğu alanlardır. Aynı şekilde orman alanlarının tamamına yakını şiddetli erozyon etkisindeki alanlardan oluşmaktadır. Bu yöre için bitkisel üretime yönelik faaliyetler önerilirken, erozyon durumu dikkate alınarak, araziye yeteneğine göre kullanma, şeritlerde ekim, ağaçlandırma, aşırı toprak işlemlerinden kaçınma gibi erozyona karşı tedbirler mutlaka alınmalıdır (Akman ve ark., 2004).

3.2. Araştırma alanının sosyo-ekonomik verileri

3.2.1. Nüfus ve nüfus hareketleri

Araştırma alanında Darıören, Şahin, Kayacılar, Karaköyseyhler, Çöpbey, Yeniköy, Söğütlü, İmamlar, Aydınlar, Ören, Esbey ve Kumaçorak adlarını taşıyan 12 köy ve bu alanın hemen hemen merkezinde Arıt Kasabası yer almaktadır. Arıt Kasabası Yukarışeyhler, Turanlar, Cöcü, Balat ve merkez mahallesi olan Menteşpiri ile birlikte 5 mahalleden oluşmaktadır (Şekil 8). Diğer bir anlatımla araştırma alanında 17 muhtarlık bulunmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışma ile Arıt Yöresi köylerinin nüfusunun 1990 yılına kadar arttığı, 1990 yılında ise azalmaya başladığı görülmüştür (Şekil 9). Arıt Yöresi'nin nüfusunun azalışı günümüzde de sürmektedir. Kaynak

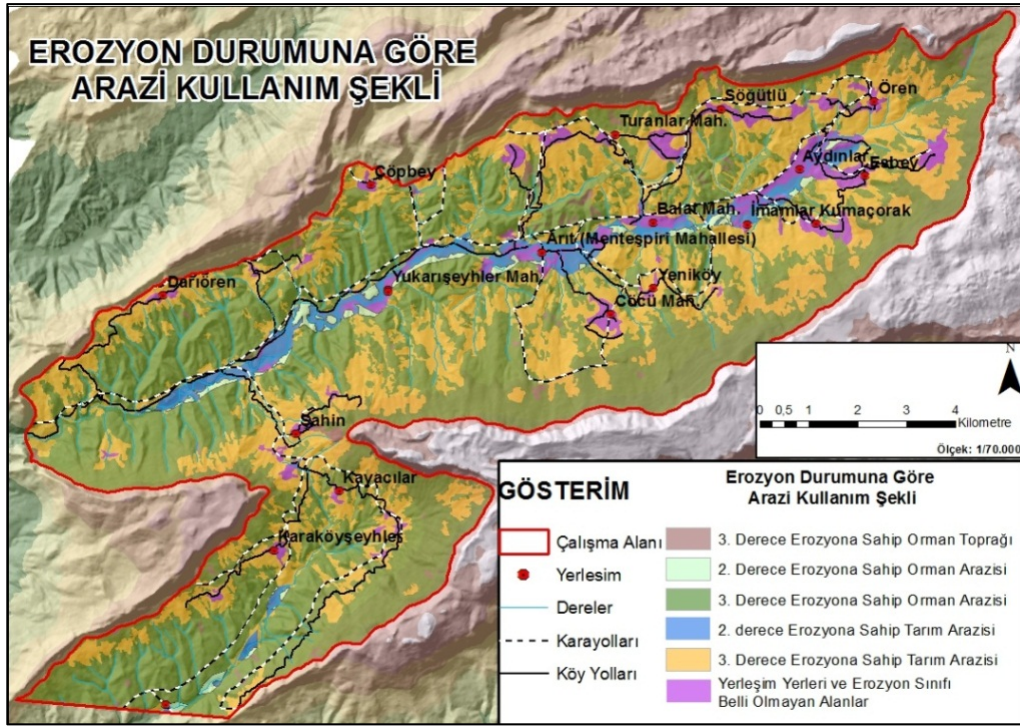
kişiler ile yapılan görüşmelerde bu azalışın nedeninin, önemli ölçüde işsizlik nedeniyle büyük şehirlere gerçekleşen göçlerden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Daha sonra sırasıyla eğitim ve sağlık koşullarındaki yetersizlikler göçe neden olan diğer etkenler olarak sıralanmaktadır.

Çöpbey, Karaköyseyhler, Kayacılar, Ören ve Yeniköy'e ait eksi yöndeki yıllık nüfus artış hızı dikkat çekmektedir. Bu köylerin nüfusundaki azalış, diğer köylerden çok daha fazla gerçekleşmiştir. Söz konusu köylerin hepsinin yerleşim yerleri ve bitkisel üretim alanları VI. ve VII. sınıf arazi kullanım kabiliyetine sahiptir. Bitkisel üretim alanları ve yerleşim yerlerinin önemli bir kısmı II. sınıf arazi kullanım kabiliyetine ait yerlerden oluşan Arıt Kasabası ve mahallelerinde, İmamlar, Aydınlar ve Esbey Köyleri'nde ise nüfus azalışı çok daha yavaş gerçekleşmektedir. Araştırma alanından en çok İstanbul'a, sonra ise Ankara, İzmir ve Bursa gibi büyük şehirlere göç gerçekleşmektedir. Bartın il merkezi ve Zonguldak da araştırma alanından göç alan diğer şehirlerdir. Yöre insanları, Bartın'daki tekstil atölyelerinde, Amasra ve Zonguldak'daki kömür madenlerinde önemli oranda istihdam edilmektedir.

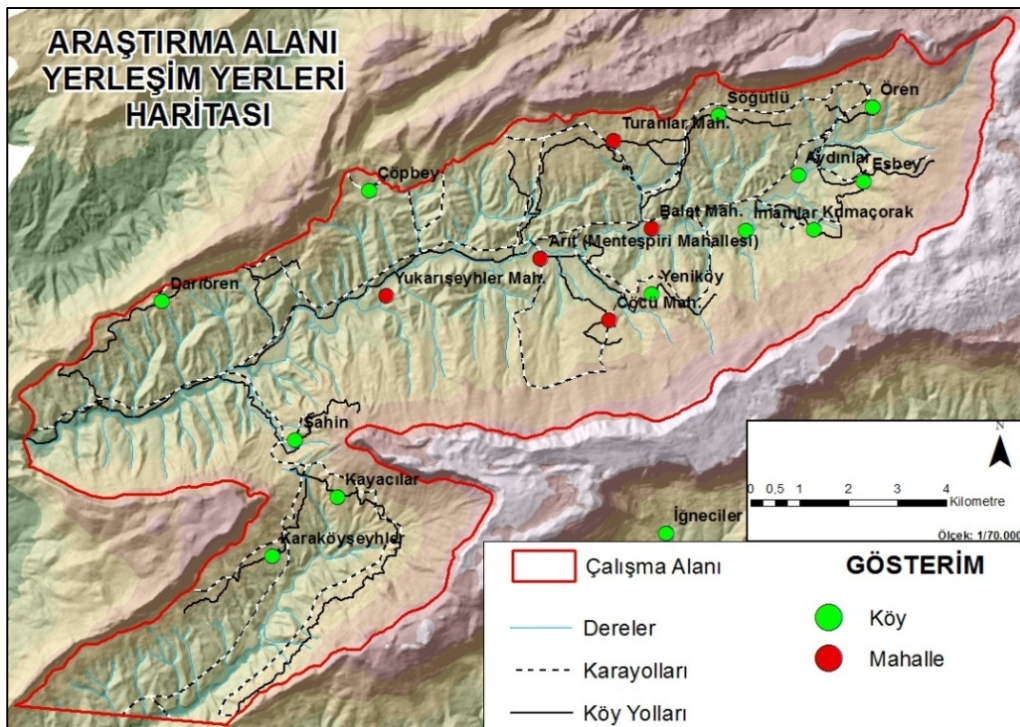
Diğer yandan alanın nüfusunun yaş gruplarına dağılıdığı Şekil 10'dan anlaşıldığı üzere 65 yaştan büyük ve 15 yaştan küçük nüfus oranı, bitkisel üretim ve hayvancılık işgücünün şimdiki durumu ve geleceği için olumsuz olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda herhangi bir yörede bitkisel üretime yönelik öneriler geliştirilirken nüfus ve göç değerleri de mutlaka dikkate alınmalıdır (Coşgun ve Uzun, 2007). Çizelge 1'de alana ilişkin nüfus ve göçe ait bazı değerler toplu halde verilmektedir.

3.2.2. İşgücü ve istihdam

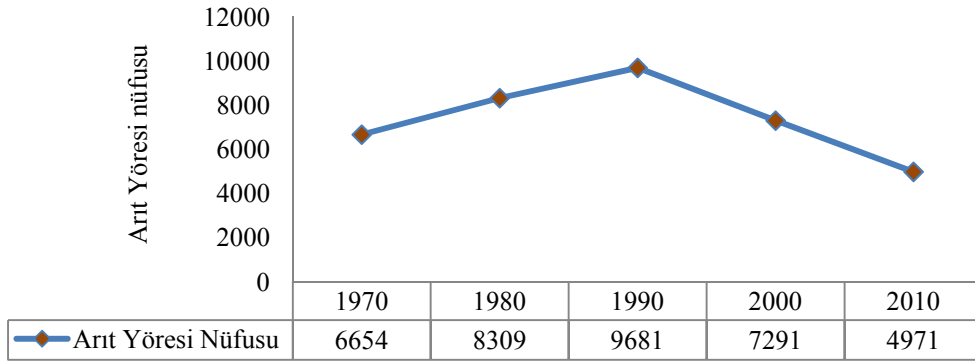
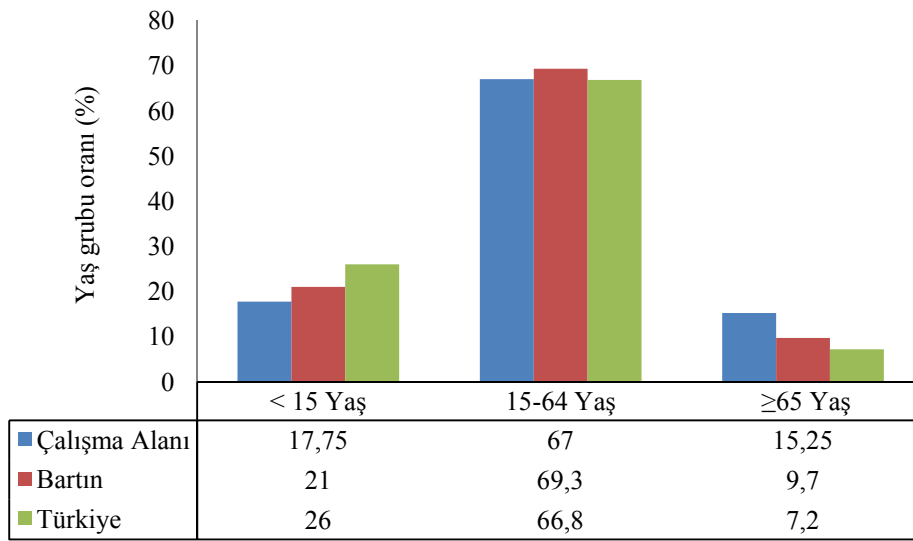
Kaynak kişiler ile yapılan görüşmelerden elde edilen



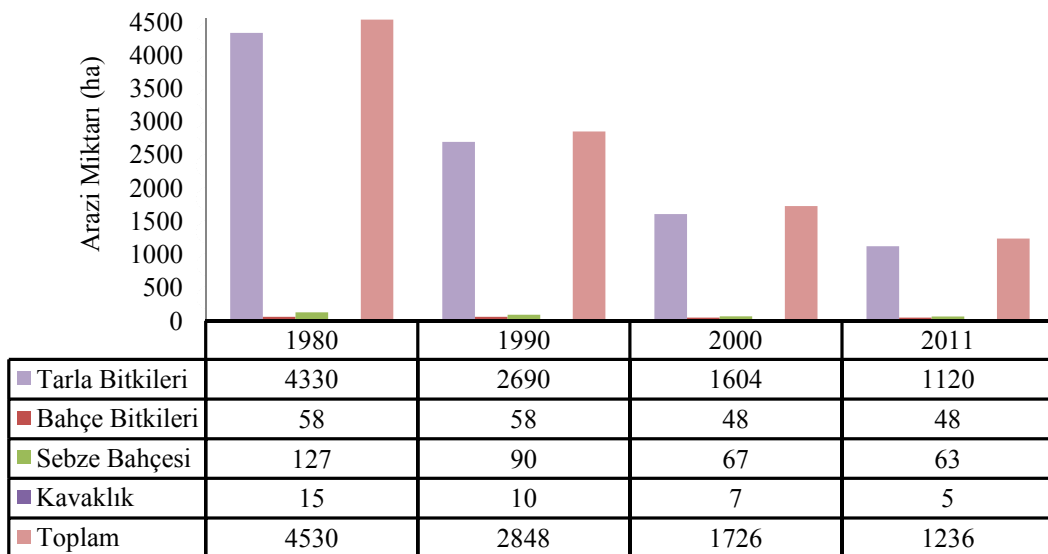
Şekil 7. Araştırma alanı erozyon durumuna göre şimdiki arazi kullanım şekli haritası (Kaynak: OGM, 2011 ve KHGM, 2011)



Şekil 8. Araştırma alanı yerleşim yerleri haritası (Kaynak: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012)

Şekil 9. Araştırma alanı nüfusundaki yıllara göre deđişim²

Şekil 10. Araştırma alanı yaş gruplarına göre nüfus dağılımı karşılaştırması (Kaynak: TÜİK, 2010)



² 1970, 1980, 1990 ve 2000 yıllarına ait nüfus verileri TÜİK'e ait Genel Nüfus Sayımları Veritabanı'ndan, 2010 yılına ait nüfus verileri ise Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veritabanı'ndan elde edilmiştir.

Şekil 11. Araştırma alanı bitkisel üretim alanlarının yıllara göre değişimi

bilgiler ışığında, başlıca geçim kaynakları sıralamasında bütün köylerde emeklilik ve kömür madeni ile tekstil işçiliğinden sağlanan işçi ücretleri birinci sırada yer alırken, ikinci sırada büyükbaş yetiştiriciliği yer almaktadır. Artı Yöresi'nde bitkisel üretim, büyük ölçüde geçimlik tarzında yapılırken, yöre insanlarının önemli bir kısmının kömür madenlerinde işçi olarak çalıştığı ya da buralardan emekli oldukları belirtilmektedir. 1970'li yıllarda madenlerde çalışanların sayısının 4000 civarında olduğu ifade edilirken, bu sayının günümüzde 150'ye kadar düştüğüne dikkat çekilmektedir. Madenlerden emekli olan işçilerin sayısının ise yaklaşık 1000 civarında olduğu bildirilmektedir. Günümüzde tekstil atölyelerinde 35 işçinin istihdam edildiği bilgisi de verilmektedir. Ayrıca alanda mevsimlik işçilik için göç hareketlerinin olmadığı bilgisi de eklenmektedir.

Araştırma alanının sosyal güvenlik durumunu yansıtan Çizelge 2 incelendiğinde görüleceği üzere hemen hemen

her ailede sosyal güvenlik kapsamında olan bir kişinin bulunduğu söylenebilir.

3.2.3. Araştırma alanı köyleri bitkisel üretim durumu

Araştırma alanında 1980 yılından 2011 yılına kadar hangi tür bitkisel üretimin ne kadarlık bir alanda gerçekleştirildiği Şekil 11'de gösterilmektedir.

Şekil 11'den de anlaşıldığı üzere 1980 yılında araştırma alanının potansiyel tarım arazilerinin tamamı ekilebilirken bu oran, 2011 yılına kadar % 72.7 oranında azalmıştır. Yöre insanları tarafından bu durumun ana nedeni olarak, göçle birlikte ortaya çıkan bitkisel üretim alanlarında aktif çalışabilir nüfus potansiyelindeki düşüş gösterilmektedir. Diğer yandan köylüler, bitkisel üretim girdilerinin fiyatlarındaki artışın, bitkisel üretimin cazibesini kaybetmesine neden olduğunu da belirtmektedir. Aynı zamanda, eğimli arazilerde kullanımı zor olan tarımsal

Çizelge 1. Araştırma alanı köylerine ait bazı nüfus ve göç değerleri³

Köyler	Nüfus ve göç değerleri								
	Nüfus (2010)	Yaklaşık hane sayısı (Yaz)	Hane başına ortalama nüfus	Hane başına aktif çalışabilir nüfus potansiyeli*	Nüfus bağımlılık oranı** (%)	Çocuk bağımlılık oranı (%)	Yaşlı bağımlılık oranı (%)	Son on yılda göç eden hane sayısı	Göç etme niyetinde olan hane sayısı
Aydınlı	497	100	4.7	515.5	42.0	28.0	14.0	40	10
Darıören	437	200	2.2	214.6	53.3	35.4	17.9	30	5
Karaköşeyhler	336	90	3.7	372.9	48.7	26.9	21.8	20	Yok
Kumaçorak	250	85	2.9	267.4	71.7	40.1	31.6	35-40	Yok
Ören	254	100	2.5	236.8	62.8	30.1	32.7	30	Yok
Şahin	347	90	3.8	387.7	47.6	28.5	19.1	25	10
Menteşpiri	903	500	1.8	180.4	49.0	29.0	20.0	2	Yok
Yukarı şeyhler	200	50	4.0	-	-	-	-	50	5-6
Diğer Köyler ve/veya mahalleler	1660	680	2.4	247.4	45.2	22.5	22.7	186	24

* Aktif çalışabilir nüfus potansiyeli: 0-14 yaş grubu erkekler için 0.5 katsayısı, 15-64 yaş grubu erkekler için 1.0 kat sayısı ve 65+ yaş grubu erkekler için ise 0.3 kat sayısı ile eşdeğer görülmüştür. Kadın nüfus için saptamalarda kullanılan katsayılar erkek nüfus için kullanılan katsayıların yarısı olacak şekilde dikkate alınmıştır. Çünkü kadınların ev işlerine yönelik çalışmaları nedeniyle zaman ve emek harcama kapasitelerinin daha düşük olacağı varsayımı kabul edilmiştir. Yine bu yaklaşımda 0-14 yaş grubu ile 65+ yaş grubunun yıllık çalışma gün sayısı 90, 15-64 yaş grubunun yıllık çalışma gün sayısı ise 180 gün iş günü olarak kabul edilmiştir (Coşgun ve Uzun, 2007:15).

** Bağımlılık oranı; çalışma çağı dışı nüfusun, çalışma çağındaki nüfusa oranının yüzde ifadesidir (Coşgun ve Uzun, 2007:14).

Çizelge 2. Araştırma alanı sosyal güvenlik durumu⁴

Kış ayları toplam hane sayısı	SSK ve tarım sigortası (hane)	BAĞ-KUR (hane)	Emekli sandığı (birey)	Özel sigorta (birey)	Yeşilkart sahibi (kişi)	65 yaş yaşlılık yardımı alan (kişi)
1610	999	248	104	20	188	109

³ Veriler TÜİK tarafından; nüfusu 250'den küçük olan mahalle ve/veya köyler için diğer mahalle ve/veya diğer köyler adı altında verilmiştir. 5'er yaş dilimlikleriyle verilen nüfus verilerinde nüfusu 15'ten küçük olan değerler TÜİK tarafından gizlenerek verilmektedir. Ayrıca nüfusu 10 ve daha az olan mahalleler değerlendirilmemiştir. Alanın toplam nüfusu açısından Şekil 9 ve Çizelge 1 arasındaki fark ile Yukarışeyhler Köyüne ait bağımlılık oranı ile aktif çalışabilir nüfus potansiyelinin verilememesinin nedeni bu durumdan kaynaklanmaktadır. Ayrıca nüfusun cinsiyetlere dağılımı TÜİK'den elde edilememiştir. Bu yüzden hesaplamalarda her iki cinsiyet eşit oranda kabul edilmiştir.

⁴ Veriler kaynak kişiler ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

mekanizasyonun da, bitkisel üretimin cazibesini kaybetmesinin bir diğer nedeni olduğu ifade edilmektedir. Daha çok Arıt Kasabası'nın doğusunda kalan köylerde ise, diğer bir neden olarak arazilere ulaşılabilecek traktör yollarının yetersiz oluşu gösterilmektedir. Son yıllarda tüm Türkiye'de artan ve alanın bütün köylerinde şikâyet konusu olan yaban domuzu zararları, bitkisel üretime yönelik ortak tehditlerden birisi olarak gösterilmektedir.

Araştırmaya konu olan bu alanda tarla bitkileri içerisinde en çok buğday, daha sonra silajlık mısır, yonca, korunga, yulaf ve fiğ gibi yem bitkileriyle beraber patates ekimi de yapılmaktadır. Mısır ve buğdayın ekimi daha çok dönüşümlü olarak gerçekleşmektedir. Kiraz, elma, ceviz ve diğer meyvelerden oluşan bahçe bitkilerinin de yetiştirildiği araştırma alanında, bahçe bitkilerinin yetiştirildiği alan miktarında 1980 yılından bu yana fazla bir değişiklik olmamıştır. Genellikle bahçe bitkileri için bir alan tahsisi yapılmayarak meyveler tarla kenarlarında yetiştirilmektedir. Nüfustaki azalışla birlikte sebze bahçeleri alanlarında da azalma olmuştur. Araştırma alanında marul, domates, lahana, biber, pırasa, patlıcan, salatalık, fasulye gibi sebzelerin üretimi yapılmaktadır. Sebzelerin üretimi büyük oranda açık alanlarda yapılmakla birlikte son zamanlarda örtü altı yetiştiriciliğinde artış görülmektedir. Mentepiri, Darıören, Söğütlü, Çöpbey, Aydınlar, İmamlar ceviz üretiminde öne çıkan köylerdir. İncir üretiminde ise Yeniköy, araştırma alanında öne çıkan tek köydür. Yöre insanları elma, armut, siyah üzüm ve dutu sofralık olarak tüketirken aynı zamanda onlardan pekmez de yapmaktadır. Çizelge 3'te araştırma alanına ait bazı hayvansal ve bitkisel üretime yönelik değerler topluca verilmektedir.

Bitkisel üretime yönelik sorunlar içerisinde domuz zararı ve girdi fiyatlarının yüksekliği bütün köylerde ortak

sorun olarak algılanırken; Balat, Esbey, Ören, Çöpbey ve İmamlar Köyleri'nde ise sulama suyu yetersizliği öne çıkmaktadır. Bitkisel üretim girdilerinin maliyetlerinin düşürülmesi için teşvik miktarlarının artırılması köylüler tarafından istenmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yukarıda yapılan doğal ve sosyo-ekonomik değerlendirmeler ışığında alana ait sonuç ve öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Alanda bitkisel üretimin geliştirilmesine yönelik olarak Arıt Yöresi Bitkisel Üretim Kurulu oluşturulması önerilmektedir. Bu kurul içerisinde kamu kurumlarından, Bartın Valiliği'nden, yerel paydaşlardan, yöredeki Kooperatiften, Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı'ndan katılımcılar bulunmalıdır. Bu kurul yoluyla tüm paydaşların işbirliğine gitmesi ve aktif görev alarak sorumluluk paylaşmasıyla bu alana ilişkin Bitkisel Üretim Planı oluşturulmalıdır. Böylece alanın sosyo-ekonomik verileri ile doğal ortam verilerinin birlikte değerlendirilmesi ile, 2011 yılı itibariyle bitkisel üretimde kullanılan 1236 ha. alanı, alanın bitkisel üretim potansiyeli olan 4530 ha.'a yaklaştırabilmek ve alandan büyük şehirlere gerçekleşen göçü durdurabilmek mümkün olabilir. Plan dâhilinde hangi köyde hangi bitkisel üretim faaliyetinin hangi alanda yapılacağı, zamanıyla birlikte detaylı bir şekilde ortaya konulabilir.

- Araştırma alanı Küre Dağları Milli Parkı'nın tampon zonu içerisinde bulunmaktadır. Pazarlama açısından alanın bu avantajından da faydalanmak amacıyla burasının doğal ve sosyo-ekonomik özellikleri bir arada düşünülduğünde Mentepiri, Yukarışeyhler ve Balat'ta örtü altı

Çizelge 3. Araştırma alanı köylerine ait bazı hayvansal ve bitkisel üretim değerleri

Köyler	Bitkisel ve hayvansal üretime ait bazı değerler								
	Sulu tarım	Sulu tarım potansiyeli	Pazara yönelik arıcılık	Pazara yönelik meyvecilik	Pazara yönelik sebzeçilik	Pazara yönelik tahıl üretimi	Büyükbaş hayvan sayısı	Hane başına (kış mevsimi) düşen büyük baş sayısı	Hane başına (kış mevsimi) düşen bitkisel üretim alanı (dönüm)
Mentepiri	Yok	Var	Var	Var	Var	Yok	425	0.9	0.3
Aydınlar	Yok	Var	Var	Var	Yok	Yok	166	1.8	24.9
Balat	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Yok	125	1.6	5.2
Cöcü	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	83	1.4	6.5
Çöpbey	Yok	Yok	Var	Var	Yok	Yok	124	1.8	8.7
Darıören	Yok	Var	Var	Var	Yok	Yok	254	1.5	3.5
Esbey	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	123	2.5	6.0
İmamlar	Yok	Var	Var	Var	Yok	Yok	165	4.1	7.2
Karaköşeyhler	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Yok	233	2.9	5.6
Kayacılar	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	125	2.1	3.5
Kumaçorak	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	422	6.0	18.4
Ören	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	77	1.0	1.6
Söğütlü	Yok	Var	Var	Var	Var	Yok	290	6.4	43.3
Şahin	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	330	3.7	3.2
Turanlar	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	342	3.4	26.4
Yeniköy	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	53	1.8	6.5
Yukarışeyhler	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Yok	30	0.6	4.5

yetiştiriciliği, fidan üretimi, mantar yetiştiriciliği, sebze ve meyve üretimi gibi entansif bitkisel üretim teknikleri öne çıkarılabilir. Turanlar, Kumaçorak, Aydınlar, Söğütlü, Darıören, Şahin, Karaköyşeyhler'de ise tarla bitkileri yetiştiriciliği gibi bitkisel üretim teknikleri geliştirilebilir.

Bu köylerin bitkisel ürünlerinin işlendikten sonra katma değeri arttırılmış şekilde pazarlanabilmesi için yörede bulunan tek kooperatif olan Arıt Beldesi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi aracılığıyla gerekli olan eğitim programları hazırlanarak uygulamaya konulabilir.

- Araştırma alanının doğal ortam verilerinin ortaya konulduğu harita ve grafiklere dikkat edildiğinde bitkisel üretim alanlarının çok önemli kısmının marjinal arazilerde yer aldığı, bu durumun ise toprak verimliliğine etki eden en önemli unsur olduğu anlaşılmaktadır. Bu yöre için bitkisel üretime yönelik olarak toprakların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinde iyileşmeler sağlayacak yem bitkilerinin üretimine ağırlık verilmeli; erozyon durumu dikkate alınarak, araziye yeteneğine göre kullanma, şeritvari ekim, ağaçlandırma, aşırı toprak işlemelerinden kaçınma gibi erozyona karşı tedbirler alınmalıdır. Yem bitkileri seçilirken arıcılık açasından nektar ve polen yönünden önemli olan ve aynı zamanda hayvancılıkta da kuru ot olarak tüketilebilen yonca, üçgül ve korunganın ekiminin yapılması önerilebilir.

- Araştırma alanı köylerinde iyi tarım ve organik tarım uygulamaları konusunda yeterli bilinç ve uygulama alanı bulunmamaktadır. Topografik açasından yarı kapalı havza özelliği taşıyan ve dış etkilerden etkilenme olasılığı zayıf olan, aynı zamanda kimyasallardan fazlaca etkilenmemiş bulunan bu alanda yapılacak bitkisel üretim ve hayvancılığa ilişkin faaliyetlerin bu konuda yayınlanan yönetmelik ve genelgeler doğrultusunda gerçekteştirilmesi teşvik edilmelidir.

- Araştırma alanı köylerinin tamamında bitkisel üretime yönelik yaban domuzu zararı ortak sorun olarak algılanmaktadır. Sorunun çözümü için yaban domuzlarının predatörleri olan kurt, boz ayı gibi yırtıcı büyük memeli türleri etkin bir şekilde korunmalıdır. Bu türe yönelik olarak yöre köylülerine ek gelir sağlama potansiyeli olan av turizmi faaliyeti sürdürülebilir avcılık ilkelerine sadık kalmak kaydıyla önerilebilir.

Kaynaklar

- Akman, Y., Ketenöğlu, O., Güney, K., Kurt, L., Tuğ, M. 2004. Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Atalay, İ. 2008. Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası Cilt : I. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir.
- Coşgun, U., Uzun, E. 2007. Köprülü Kanyon Milli Parkında Yer Alan Köylerin Sosyoekonomik Yapılarının İncelenmesi ve Kırsal Kalkınma Eylem Planının Oluşturulması. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğu Yayını, Antalya.
- Çepel, N. 1988. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üçüncü Baskı, İstanbul.
- Gülçubuk, B. 2002. Küreselleşme ve Küreselleşmenin Türkiye'nin Tarım Politikasına Yansımaları. Mülkiye Dergisi, 26(236): 97-112.
- KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğu) 2011. Ulusal Toprak Veritabanı. 1970'li ve 1980'li yıllarda haritalanmış, 1990'lı yıllarda ise sayısal ortama aktarılmıştır, (Erişim Tarihi:10.09.2011).
- OGM (Orman Genel Müdürlüğu) 1986. Arıt ve Dumanlı Orman İşletme Şeflikleri Orman Amenajman Planları, Ankara.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğu) 2001; 2011. Arıt ve Yenihan Orman İşletme Şeflikleri Orman Amenajman Planları, Ankara.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 2012. Orman Koruma Alanları Yönetiminin Güçlendirilmesi Projesi Küre Dağları Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı (Taslak), Ankara.
- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2010. Stratejik Plan (2010–2014), Ankara, (http://www.tarim.gov.tr/Files/duyurular/SGB/SGB_260510/SPTasarimliBaski28042010.pdf, Erişim Tarihi: 04.01.2012).
- Tolunay, A. 1998. Sosyal Ormancılık ve Türkiye İçin Önemi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Bölümü Orman Ekonomisi Anabilimdalı Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Töreyn, G., Özdemir, İ., Kurt, T. 2011. ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı, Esri Türkiye Eğitim Dokümanları, Ankara.
- TÜİK, 2010. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. <http://www.tuik.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 23.12.2011)
- TÜİK, 2012. Hanehalkı İşgücü İstatistikleri Nisan 2012 Haber Bülteni. (<http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 30.07.2012).



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 43-50
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.43-50](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.43-50)



Farklı kompozit malzemelerin üretilmesi ve bazı teknik özelliklerinin belirlenmesi

Kaan Emre Engin*, Turhan Koyuncu, Fuat Lüle

Adıyaman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Merkez, Adıyaman
*Sorumlu yazar/corresponding author: kengin@adiyaman.edu.tr

Geliş/Received 23/09/2014 Kabul/Accepted 20/01/2015

ÖZET

Bu çalışmada; keten lifi, mısır sapı, ayçiçeği sapı, su kamışı, arpa samanı gibi beş farklı doğal destek malzemesi ile cam yünü ve karbon lifi gibi iki farklı sentetik destek malzemesi belirli oranlarda (2.5 g lif/72.5 g PE, 5 g lif/70 g PE, 7.5 g lif/67.5 g PE ve 10 g lif/65 g PE) yüksek yoğunluklu polietilen matris içerisine yerleştirilerek, lif takviyeli kompozit lamine levhalar üretilmiştir. Liflere ya da matrise herhangi bir ön kimyasal işlem uygulanmamıştır. Kompozit lamine levhalar presle kalıplama yöntemi ile üretilmiş, sonrasında ise çekme ve ısı testlerine tabi tutulmuşlardır. Sonuçlar; kompozit numunelerin çekme mukavemetlerinin desteklenmemiş polietilen numunelere göre daha düşük olduğunu fakat mısır sapı, ayçiçeği sapı ve su kamışı ile desteklenmiş kompozit numunelerin, cam yünü ve karbon lifi ile desteklenmiş kompozit numunelere çok yakın çekme mukavemetine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca kompozit numuneler yüksek sıcaklığa karşı, desteklenmemiş polietilene göre daha az deformasyon göstermişlerdir.

Anahtar Sözcükler:
Doğal lif
Kompozit malzeme
Sentetik lif
Yüksek yoğunluklu polietilen

Production of different composite materials and determination of some technical properties

ABSTRACT

In this study, five different natural reinforce materials as flax fiber, corn stalk, sunflower stalk, reedmace, barley straw and two different synthetic reinforce materials as glass fibers and carbon fibers with different ratios (2.5 g fiber/72.5 g PE, 5 g fiber/70 g PE, 7.5 g fiber/67.5 g PE and 10 g fiber/65 g PE) were placed inside high density polyethylene matrix to produce fiber reinforced composite. No chemical pretreatment were made to the fibers or the matrix. Composite laminate sheets were produced by compression molding process, then tensile tests and heat tests were conducted. Results show that; tensile strengths of the composite samples are lower than unreinforced polyethylene but corn stalk, sunflower stalk and reedmace reinforced sample's tensile strengths are very close to the composite samples reinforced with glass and carbon fibers. Furthermore most composites show lower deformation against high temperature than unreinforced polyethylene.

Keywords:
Composite material
High density polyethylene
Natural fibers
Synthetic fibers

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Ekonomik ve çevresel etkiler bina, paketleme, otomotiv ve diğer üretim alanlarında yeni malzemelerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Yeni malzemeler içinde en ilgi çekici olanı ise bitkisel kaynaklı, doğal lif takviyeli polimer malzemelerdir (Engin, 2008). Doğal lif takviyeli polimer malzemeler giderek daha önemli bir kullanım potansiyeline sahip olmaktadır. Bu durum genel anlamda polimerlerin, metallere göre aşınma, darbe dirençlerinin

daha fazla olması ve aynı ağırlık oranında daha yüksek mukavemete sahip olmalarından ileri gelmektedir (Chai ve ark., 2012; Shalwan ve Yousif, 2013). Bitki liflerinin üstün mekanik özellikleri ve çeşitli işlemler sonucu plastik matris içine yerleştirilmeleri sonucunda ortaya dayanımı yüksek, üstün kalite de plastik kompozit malzemeler çıkabilmekte ve destek malzemesi olarak kullanılan cam, kevlar ve karbon gibi sentetik liflere de güçlü bir alternatif oluşturmaktadırlar (Azwa ve ark., 2013).

Termoplastik malzemeler, endüstriyel uygulamalar

içerisinde birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Termoplastiklerin geri dönüşebilir olması, termosetler ile karşılaştırıldığında büyük bir avantaj sağlamaktadır (Kumar ve ark., 2011; Glew ve ark., 2012). Polietilen çok yüksek oranda geri dönüştürülebilir kapasitesine sahip ve birçok çeşidi (yüksek yoğunluklu polietilen, alçak yoğunluklu polietilen, çizgisel alçak yoğunluklu polietilen, çok alçak yoğunluklu polietilen) bulunan bir termoplastik malzeme olup, üretim sanayinde kendine büyük bir yer bulmaktadır (Achilias ve ark., 2007; Parada-Soria ve ark., 2013).

Doğal lif takviyeli yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) üzerine yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) içinde kullanılan ağaç lifleri yerine saman ve mısır sapı kullanılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve samanın neredeyse ağaç lifleri ile yarışacak düzeyde malzeme özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Panthapulakkal ve Torres, 2002; Panthapulakkal ve Sain, 2007). YYPE matris içerisine rastgele dağılımlı olarak yerleştirilen aloe vera liflerinin de çekme dayanımını belirgin düzeyde iyileştirdiği görülmüştür (Engin, 2008).

Yüksek yoğunluklu polietilen üzerine yapılan başka bir çalışma da ise hurma ağacı sapları dolgu malzemesi olarak kullanılmış ve meydana gelen kompozitin çekme dayanımının cam lifleri ile desteklenen kompozitten çok daha fazla olduğu bildirilmiştir (Aldousiri ve ark., 2013). Ananas ağacı liflerinin, YYPE matrise yerleştirilmesi sonucu oluşan kompozitin termal özelliklerinin iyileştiği gözlemlenmiştir (Araujo ve ark., 2008). Aynı şekilde Brezilya palmyesinden elde edilen liflerin de kompozitin çekme dayanımını arttırdığı ve termal özelliklerinde de belirgin iyileşmeler gösterdiği bildirilmiştir (Elzubair ve Suarez, 2012). Fakat tavuk tüylerinden elde edilen keratin liflerinin, kompozitin sadece sertliğini arttırdığını, çekme dayanımını ise azalttığı belirlenmiştir (Barone ve ark., 2005). Sisal (Sabır ağacı) lifi takviyeli kompozitin sıcak kalıplama yöntemi ile üretilmesi sonucunda ise çekme dayanımının bariz şekilde düştüğü ve lif oranı arttıkça malzeme yumuşaklığının giderek azaldığı görülmüştür (Chianelli ve ark., 2013).

Yüksek Yoğunluklu Polietilen matris ve farklı doğal lifler ile elde edilebilecek kompozit malzemeler büyük bir araştırma potansiyeline sahiptir. Genel bütünlüğe bakıldığında; YYPE matris içerisine yerleştirilen farklı dolgu malzemeleri sonucu oluşan kompozitin, saf YYPE'ye göre mekanik özelliklerine farklı katkılar sağladığı görülmektedir.

Bu çalışmada YYPE matris içerisine çeşitli oranlarda yerleştirilen doğal lifler; aynı matris içerisine, aynı oranlarda yerleştirilen sentetik liflerle karşılaştırılarak, mekanik özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Literatürde presle kalıplama tekniği kullanılarak üretilen doğal lif destekli yüksek yoğunluklu polietilen lamine levha örneği azdır. Eğer ülkemizde hasat sonrası atıl halde kalan lif ve saplar yüksek yoğunluklu polietilen levha içerisine yerleştirilerek, dayanımı yüksek kompozit malzeme elde edilebilirse, bu durum ekonomik olarak büyük bir kazanç sağlayacaktır.

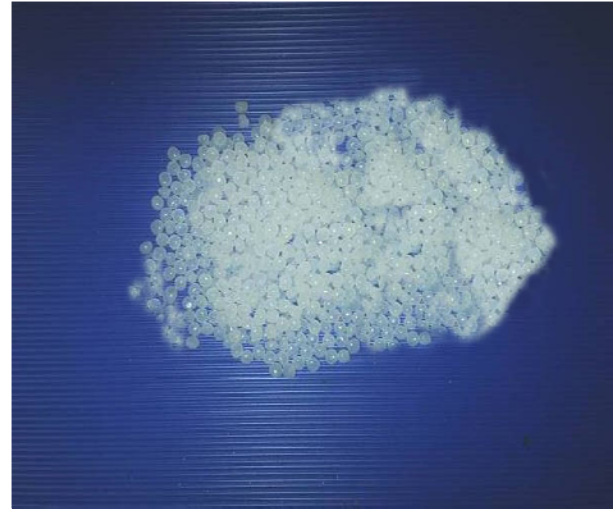
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Üretilen kompozit malzemeler; matris olarak adlandırılan ve ana gövdeyi oluşturan termoplastik malzeme ve bu matris içerisine yerleştirilen herhangi bir ön kimyasal işleme tabi tutulmamış doğal veya sentetik liflerden oluşmuştur. Matrisi ve lifleri oluşturan malzemeler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE)

Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) günlük ve endüstriyel kullanımı çok yaygın olan bir termoplastik türüdür. Çalışmada matris malzemesi olarak tercih edilen YYPE, National Petrochemical Company tarafından imal edilmiştir. Granül formundaki YYPE Şekil 1'de, malzeme özellikleri ise Çizelge 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Yüksek yoğunluklu polietilen granülleri (YYPE) granülleri

Çizelge 1. Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Özellikleri (Engin, 2008).

Özellikler	Değerler
Ergiyik Akış İndeksi	0.35 gr/10 min
Yoğunluk	0.964 gr/cm ³
Molekül Ağırlığı Dağılımı	30-45
Gerilme Dayanımı	225-350 kg/cm ²
Kopmada Uzama	> %500
Esneklik Modülü	12.000 kg/cm ²
Sertlik (Rockwell)	65
Darbe Dayanımı	> 35 kg.m/cm ²
Baskıyla Kırılma Dayanımı	40 saat
Yumuşama Noktası	128 °C
Erime Noktası	134 °C
Kırılganlık Noktası	< -80 °C

2.1.2. Doğal lifler

Çalışmada doğal lif destekleri olarak keten lifleri, mısır sapı, ayçiçek sapı, su kamışı ve arpa samanı kullanılmıştır.

Keten (*Linum usitatissimum*), geleneksel olarak halat, çadır bezi ve elbise yapımında kullanılan bir bitki türüdür. Diğer bitki bazlı liflerden ayrı olarak, düşük yoğunlukta olmalarına rağmen göstermiş oldukları üstün mekanik özelliklerden ve çevresel faydalarından dolayı kompozit uygulamalarında lignoselülozik destek malzemesi olarak geniş bir uygulama alanı vardır (Mohanty ve ark., 2000; Mwaikambo ve Ansell, 2006; Baley ve Bourmaud., 2014). Çalışmada kullanılan lifler piyasada hazır halde bulunan fitil haliyle satın alınmıştır.

Mısır (*Zea mays L.*) çok eskiden beri tarımı yapılan ve güneş enerjisini besine çevirmede yüksek bir çevirme oranı sağladığı için üzerine birçok araştırma yapılmış bir bitki türüdür. Özellikle yetiştirme süresinin kısalığı ve uygulama alanlarının çeşitliliği mısırın ülkemizde de yaygın olarak üretilmesini sağlamaktadır (Güzel, 2002). Çalışmada kullanılan mısır sapları Adıyaman ilinin Kahta ilçesinde bulunan mısır tarlalarından hasat sonrası toplanmıştır.

Ülkemizde ekimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler içinde ekim alanı ve üretim bakımından birinci sırayı ayçiçeği (*Helianthus annuus*) almaktadır (Anonim, 2013a). Özellikle Trakya ve Ege bölgesinde ağırlıklı olarak üretimi yapılan ayçiçeğinin hasat sonrası arta kalan sapları yetiştiriciler için bir sorun teşkil etmekte ve anız olarak yakılmaktadırlar. Bu durum toprak kalitesini düşürmektedir. Eğer bu saplar, polimer malzemelere destek elemanı olarak eklenebilirlerse hem ekonomik, hem de çevresel anlamda pozitif bir kazanım elde edilebilecektir. Çalışma da kullanılan ayçiçeği sapları Adıyaman ilinin Kahta ilçesinde bulunan ayçiçeği tarlalarından hasat sonrası toplanmıştır.

Su kamışı (*Phragmites australis*) çok yaygın olarak bulunan bir bitki türüdür (Holm ve ark., 1977). Uzun ömürlü ve sağlam bir bitki olup boyları yaklaşık 6 m

yüksekliğe ulaşabilmektedir (Strausbaugh ve Core, 1977). Ülkemizde genellikle sulak yerlerde, dere, göl ve nehir kenarlarında yetişmektedirler. Kamışlar kurutulduktan sonra hasır, sepet, vb. gibi süs eşyası yapımında kullanılmaktadırlar. Kamış sapları Adıyaman'ın Kahta ilçesinde bulunan Girne ve Kanigenik derelerinin kenarlarından toplanmıştır.

Arpa (*Hordeum vulgare L.*) bitkisi ekimi ve üretimi yaklaşık 10.000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Badr ve ark., 2000). Arpa bitkisi ülkemizde genellikle besin amaçlı ve hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Çalışmalarda kullanılan arpa samanı Adıyaman ilinin Kahta ilçesinde tarlalardan hasat sonrası elde edilmiştir. Çalışma için toplanan bitkiler Şekil 2'de, lif yapıları ise Çizelge 2'de görülmektedir.

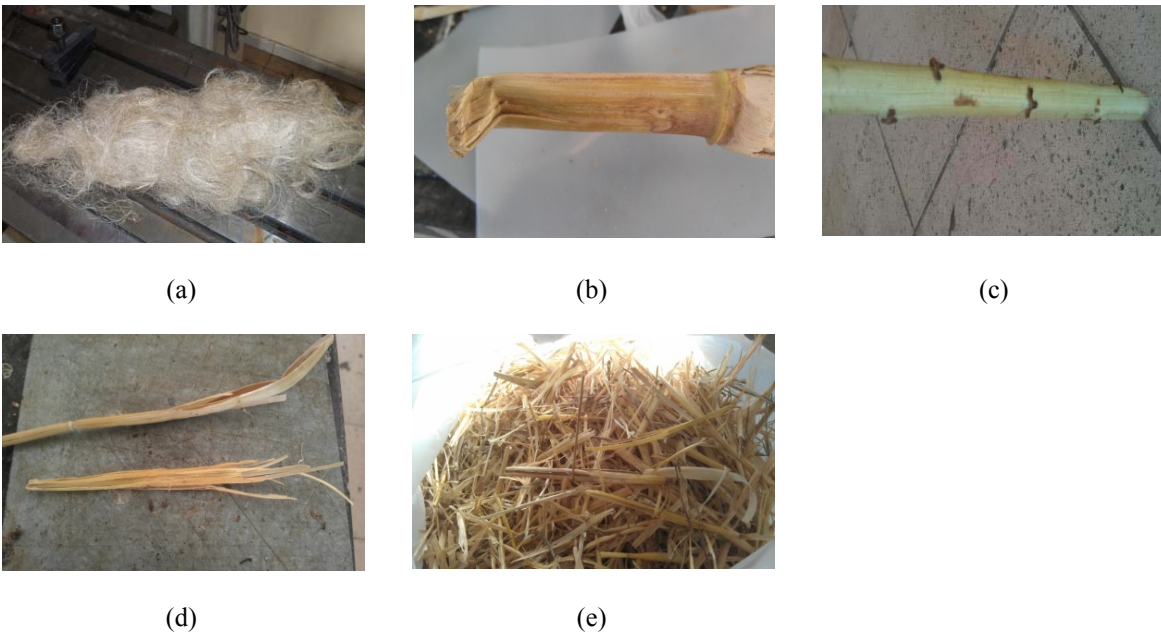
2.1.3. Sentetik lifler

Çalışmada sentetik lif olarak cam ve karbon lifleri kullanılmıştır. Cam lifleri, yüksek sıcaklık dayanımına, saydamlık ve teknik amaçlara uygunluk özelliklerine sahiptir. Çekme dayanımına olabilecek muhtemel katkısını görmek amacıyla kolektör şiltesi olarak adlandırılan cam yünü çeşidi tercih edilmiştir.

Karbon lifleri ise yüksek dayanımları ile tanınmaktadır. Başlıca uygulama alanları; savunma amaçlı giysiler, uzay araçları, otomobil sektörü ve medikal uygulamalardır (Yaman ve ark., 2007). Çalışmada kullanılan karbon ve cam lifleri Şekil 3'te, fiziksel ve mekanik özellikleri ise Çizelge 3 ve Çizelge 4'te görülmektedir.

2.2. Yöntem

Çalışmanın tamamı Adıyaman Üniversitesi atölyelerinde gerçekleştirilmiş ve numunelerin üretilmesinde presle kalıplama yöntemi uygulanmıştır. Matris malzemesi olan yüksek yoğunluklu polietilen granül



Şekil 2. Çalışmada kullanılan doğal lifler: (a) Keten lifi, (b) Mısır sapı, (c) Ayçiçek sapı, (d) Su kamışı, (e) Arpa samanı

Çizelge 2. Kullanılan doğal liflerin yapısı

Malzeme	Selüloz* (%)	Hemiselüloz* (%)	Pektin* (%)	Lignin* (%)	Literatür
Keten	71.2	18.5	2.0	2.2	(Saçak, 1994)
Mısır sapı	38.0	26.0	2.0	19.0	(Lee ve ark., 2007)
Arpa samanı	42.0	28.0	-	-	(Lee ve ark., 2007)
Ayçiçek sapı	36.0	24	12.7	27.3	(Akpınar ve ark., 2011)
Su kamışı	43.0	30.5	6.5	20	(Kraiem ve ark., 2013)

*: Doğrudan literatürden alınmış olup, farklı tip şekerlerin toplanması ile bulunmuştur (Selüloz = Glukan; Hemiselüloz= Xylan + Arabinan + Galactan + Mannose). Lignin toplam lignin (asitle çözünebilen lignin + asitle çözünemeyen lignin)



Şekil 3. Çalışmada kullanılan sentetik lifler (a) Karbon lifi, (b) Cam yünü (Kolektör şiltesi)

Çizelge 3. Karbon liflerinin fiziksel ve mekanik özellikleri (Yaman ve ark., 2007).

Özellik	Değerler
Elastikiyet Modülü	228 GPa
Çekme Dayanımı	380 MPa
Kopma uzaması	1.6 (%)
Elektriksel öz direnç	1650 µΩcm
Isıl iletkenliği	20 W/mK
Yoğunluk	1.8 g/cm ³
Karbon içeriği	95 %
Lif çapı	6-8 µm

Çizelge 4. Cam yününün fiziksel ve mekanik özellikleri (Anonim, 2013b).

Özellik	Değerler
Dinamik Elastisite Modülü	0.8 kN/m ²
Yoğunluk	11 kg/m ³
Isı iletim Direnci	115 m ² K/W
Isıl iletkenliği	0.043 W/mK
Özgül Isıl Kapasitesi	0.84 kJ/(kgK)
Azami Hizmet Sıcaklığı	250°C

halde olduğundan ilk olarak granüllerden bir levha elde edilmesi gerekmektedir. Bu işlem için granüller, kalıba yapışmayı engelleyen alüminyum folyo ile kaplanmış olan 200x150x1 mm boyutlarında kalıp içerisine yerleştirilmiştir. Hazırlanmış olan kalıplar kurutma fırınına konularak ASTM D4703-10 standartlarına göre 140 °C'de 10 dakika tutulmuş ve granüllerin tamamen erimesi sağlandıktan sonra yüksek yoğunluklu polietilen ergiyiğini

taşıyan kalıp hızlı bir şekilde kurutma fırınından çıkarılarak, 25 ton kapasiteli hidrolik preste 3 ton basınç altında preslenmiş ve kalıp tamamen soğuyana kadar bekletilmiştir. Bu sistemde yapılan ön denemelerde nihai kalınlık olan 2 mm kalınlığındaki polietilen levhanın her noktada eşit dağılıma ve kalınlığa sahip olduğu ağırlık değerlerinin ortalama 75 g olduğu belirlenmiştir. Preslenmiş kalıp Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. Preslenmiş kalıp

Polietilen granüllerinden oluşan 1 mm kalınlığındaki levhalar hazırlandıktan sonra 4.5 cm boyunda kesilen lifler belirli oranlarda (2.5 g lif/72.5 g PE, 5 g lif/70 g PE, 7.5 g lif/67.5 g PE ve 10 g lif/65 g PE) iki levha arasına rastgele dağılımlı olarak yerleştirilmiştir. Levha üretme metodunda yapılan ve ASTM D4703-10 standardına uygun olan işlemler burada da tekrarlanarak, aynı sıcaklık değerlerinde ve sürelerde ısıtılarak, tekrar presleme işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu şekilde 2 mm kalınlığında lif takviyeli kompozit lamine levhalar üretilmiştir.

Üretilen lif takviyeli levhalar çekme ve ısı testlerine tabi tutulmuştur. Çekme testi için numuneler TS EN ISO 527-2 standartlarına göre levhalardan el testeresi ile kesilerek hazırlanmış ve çekme testleri Zwick Z0.5 TH marka çekme testi cihazında yapılmıştır. Hazırlanan örnekler Şekil 5'te, çekme cihazının özellikleri ise Çizelge 5'te görülmektedir.

Isı testinde amaç (Engin, 2008); hazırlanan aynı boyuttaki lif takviyeli levhaların ısıya tabi tutularak, yumuşama sıcaklığının altındaki (120 °C) ve erime sıcaklığının üstündeki (185 °C) sıcaklık değerlerinde U şeklinin ağız kısımlarında oluşacak deformasyonları gözlemlemektir. İki set halinde hazırlanan örnekler, liflerin



Şekil 5. Çekme testi için hazırlanan örnekler

etkisinin tam olarak görülebilmesi için 10 g lif/65g PE levhalardan 10x90mm boyutlarında dikdörtgen parçalar halinde kesilmiş ve malzemenin şekil verilebilecek düzeyde yumuşaması amacıyla 130 °C'de 10 dakika boyunca bekletildikten sonra hazırlanmış olan özel bir kalıp ile U formu verilmiştir. Şekil 6'da U formu verilmiş bir set kompozit görülmektedir

3. Bulgular ve Tartışma

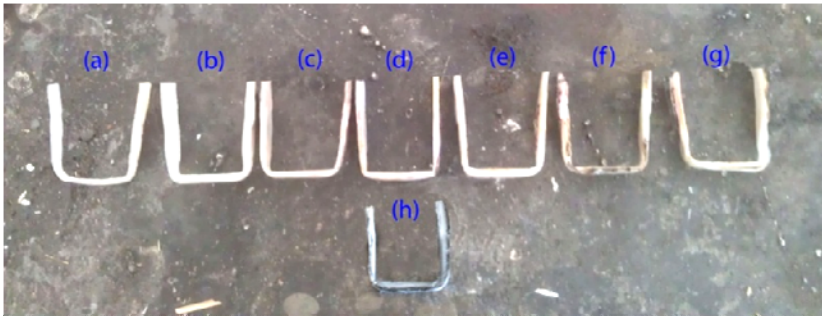
3.1. Isı testi sonuçları

U formundaki levhalardan oluşan ilk set 120 °C, ikinci set ise 185 °C sıcaklıkta 15 dakika boyunca bekletilmiş ve ölçümler dijital bir kumpas yardımıyla fırın içerisinde alınmıştır (Engin, 2008). Şekil 7'de 120 °C'de, Şekil 8'de ise 185 °C sıcaklığın etkisi altında kalan kompozitlerin ağız açıklıklarının işlem öncesi ve işlem sonrası ölçüm değerleri verilmiştir.

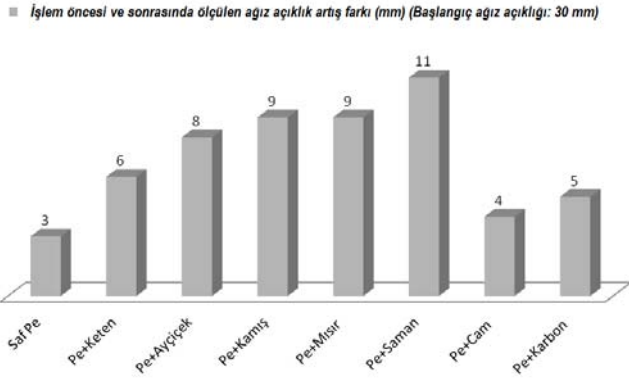
Yapılmış olan ısı testlerinde görülmektedir ki; yumuşama sıcaklığının altında (120°C) sıcaklıkta yapılan ısı testlerinde kompozitler, desteklenmemiş YYPE'ne göre daha fazla açılma göstermiştir. Bu durumun en büyük

Çizelge 5. Denemelerde kullanılan çekme cihazının özellikleri

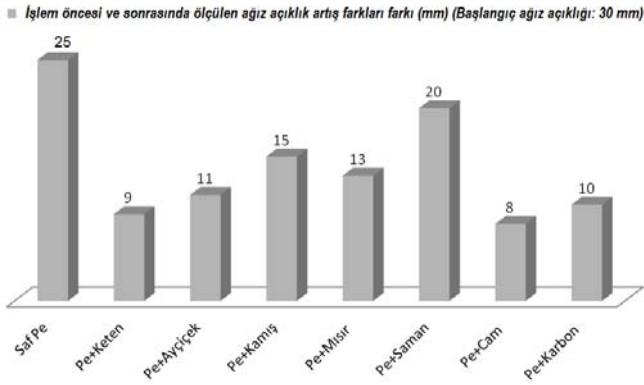
Özellikler	Değerler
Max. Çekme ve Basma Kuvveti	0.5 kN
Yükseklik	1579 mm
Genişlik	405 mm
Derinlik	489 mm
Yaklaşık Ağırlık	71 kg
Test Alanı Yüksekliği (Yukarı Hareketli Travers)	227-1370 mm
Test Alanı Yüksekliği (180 ° Açılı Travers)	57-1200 mm
Test Alanı Derinliği	100 mm
Hareketli Travers Hızı ($V_{min} \dots V_{max}$)	0.001-2000 mm/min
Test Hızı Hassasiyeti	0.02 % V_{nom}
Hareket Sistemi Ölçme Çözünürlüğü	0.2453 μm
Tekrarlanabilir Pozisyonlama Hassasiyeti	$\pm 2 \mu m$
Çalışma Sıcaklığı	+10°C...+35°C
Çalışma Ortamı Nem Oranı	20-90%



Şekil 6. Isı testi için U formu verilmiş bir set örnek; (a) Saf polietilen, (b) Cam yünü+ polietilen, (c) Keten lifi+ polietilen, (d) Ayçiçeği sapı+ polietilen, (e) Su kamışı+ polietilen, (f) Mısır Sapı+ polietilen, (g) Arpa samanı+ polietilen, (h) Karbon lifi+ polietilen.

Isı Testi (120°C-15 dak.)

Şekil 7. 120 °C’de kompozit numunelerin ağız açıklık artış farkları

Isı Testi (185°C-15 dak.)

Şekil 8. 185°C’de kompozit numunelerin ağız açıklık artış farkları

nedeni YYPE matris malzemesi ve liflerin ısı işlem altında birleşmesi esnasında oluşan yüzey gerilmeleridir. Bu durum liflerin/dolgu malzemesinin homojen biçimde dağılmasını engelleyebilmekte ve matris arasında yeterli ıslanmanın sağlanamamasından dolayı da hava boşlukları oluşmaktadır. Bu boşluklar, stres yığılmalarına yol açmaktadır. U formunun verilmesi esnasında kanat ve

tabanı birleştiren köşelerde kalan lifler bükülmeye uğramıştır. Malzemenin ısıya, genişleme şeklinde tepki vermesi sonucu lifler, boşluklardan dolayı uzama ekseninde tekrar eski düz formunu almaya çalışmış ve matrise kuvvet uygulayarak U formundaki şeklin ağızda açılmaya neden olmuştur. Doğal liflerin ısı iletim katsayıları sentetik liflere göre daha fazla olduğundan doğal lif takviyeli kompozitlerde açılma daha fazla olmuştur. Özellikle cam yününün (kolektör şiltesi) yalıtım amaçlı üretilmiş olması, açılmanın en az cam yünü katkılı kompozitte olması ile sonuçlanmıştır.

Doğal ve sentetik lif takviyeli kompozitler 120°C sıcaklıkta olduğu gibi, erime sıcaklığının üzerinde (185°C) yapılan testlerde de aynı ağız açılma tepkisini göstermektedirler. Ancak burada ki en önemli nokta liflerin malzemeyi tutucu bir etki göstermesidir. Desteklenmemiş YYPE açılmanın ötesinde neredeyse tamamen deformasyona uğramıştır. Fakat kompozitlerin tamamında malzemenin bütünlüğü ve formu korunmuş ve matrisin eriyerek liflerden ayrılması saman ile desteklenmiş kompozitte az miktarda görülmüştür.

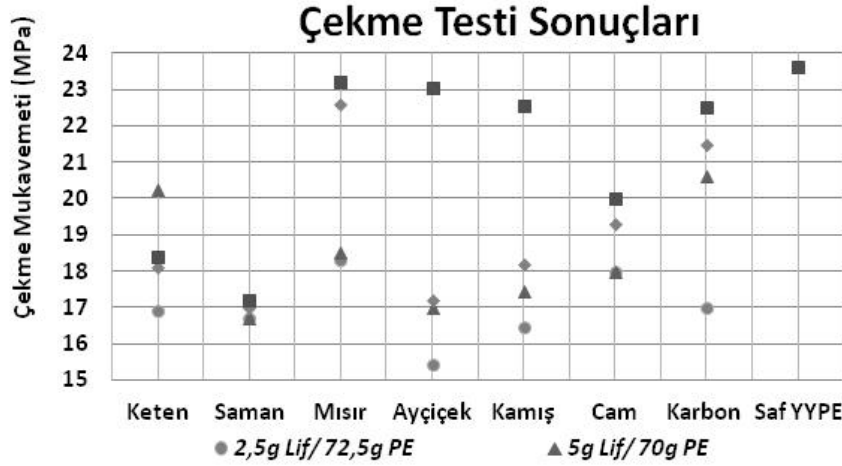
3.2. Çekme testi sonuçları

Numunelerin çekme testleri daha önce de belirtildiği gibi Zwick Z0.5 TH marka çekme testi cihazında yapılmıştır. Testler oda sıcaklığında, 1 mm/min hızında ve üç tekrerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kompozit malzemelerin çekme testi sonuçlarına göre mukavemetlerinin değişimi ise Çizelge 6’da ve Şekil 9’da verilmiştir.

Çekme testi sonuçları incelendiğinde kompozitlerin, desteklenmemiş YYPE’ne göre mukavemetlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak lif takviyeli kompozitler kendi aralarında incelendiğinde mısır sapı, ayçiçeği sapı ve su kamışı ile desteklenmiş kompozitlerin, cam yünü ve karbon lifi ile desteklenmiş kompozitlere çok yakın çekme mukavemetine sahip olduğu görülmektedir. Kompozitlerin, desteklenmemiş YYPE’ne göre daha düşük çekme mukavemetine sahip olması, daha önce belirtildiği üzere matris malzemesi ve lifler arasında ısı işlem esnasında oluşan yüzey gerilmeleri ve yeterli ıslanma sağlanamaması sonucu kompozit katmanları arasında

Çizelge 6. Çekme testi sonucu kompozit malzemelerin lif oranlarına göre çekme mukavemetlerinin değişimi

Takviye malzemesi	Çekme dayanımları (MPa)			
	2.5 g Lif/ 72.5 g PE	5 g Lif/ 70 g PE	7.5 g Lif/ 67.5 g PE	10 g Lif/ 65 g PE
Keten	16.90±0.17	17.70±1.13	18.10±0.17	18.40±0.17
Saman	16.70±0.35	16.80±0.10	17.00±0.10	17.20±0.10
Mısır	18.33±0.71	18.53±0.50	22.60±0.66	23.20±0.80
Ayçiçek	15.43±0.51	17.00±0.36	17.20±0.70	23.05±0.93
Kamış	16.45±0.52	17.45±0.56	18.20±0.25	22.53±0.15
Cam	18.00±0.75	18.20±1.25	19.30±0.20	20.00±0.89
Karbon	17.00±0.20	20.63±0.32	21.46±0.50	22.50±0.50
Katkısız			23.60±0.20	



Şekil 9. Kompozit malzemelerin lif oranlarına göre çekme mukavemetlerinin değişimi

oluşan boşlukların, çekme gerilmesi esnasında mukavemeti düşürmesinden kaynaklanmaktadır. Çoğu çalışmada herhangi bir işlem yapılmamasına karşın bazı çalışmalarda matris malzemesinin, bazılarında ise lif yüzeylerinin kimyasal işlemlere tutulması sonucu birleşmenin daha homojen hale getirildiği durumlar bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2012). Elde edilen sonuçlar, doğal destek malzemesinin ön kimyasal işleme tabi tutularak elde edildiği ve yüksek yoğunluklu polietilen matris içerisine presle kalıplama tekniği ile yerleştirildikten sonra çekme testine tabi tutulan numunelerden daha düşüktür. (Aldousiri ve ark., 2013). Ancak aynı yöntemlerle kalıplanmış ama herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmamış numunelerde de çekme mukavemetinde düşme görüldüğü belirtilmiştir (Barone ve ark., 2005, Chianelli ve ark., 2013).

4. Sonuç

Çalışmada, beş adet doğal lif ve iki adet sentetik lifin presle kalıplama tekniği ile yüksek yoğunluklu polietilen matris içerisine yerleştirilmesi sonucu oluşan kompozit lamine levhalardan elde edilen numunelerin çekme mukavemetlerinin ve sıcaklığa bağlı deformasyonlarının değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada üretim işleminin hızı ve ekonomikliği açısından kimyasal bir ön işlem yapılmaması özellikle çekme mukavemeti açısından düşüşe neden olmuştur. Ancak genel olarak çekme mukavemetinde düşme olmasına rağmen sonuçlar kendi aralarında incelendiğinde mısır sapı, ayçiçeği sapı ve su kamışı ile desteklenmiş kompozit numunelerin, cam yünü ve karbon lifi ile desteklenmiş kompozit numunelere çok yakın çekme mukavemetine sahip olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca kompozit numuneler yüksek sıcaklığa karşı, desteklenmemiş polietilene göre daha az deformasyon göstermişlerdir. İleriki çalışmalarda matris ya da liflere kimyasal ön işlem uygulanması ya da presle kalıplama tekniği her ne kadar hızlı ve ekonomik olsa da, üretimin plastik ekstrüzyon veya plastik enjeksiyon gibi sürekli üretime uygun bir prosesle yapılması, iyileştirilmiş sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TFBAP/2012-0001 no'lu "Farklı Kompozit Malzemelerin Üretilmesi ve Bazı Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Achilias, D.S., Roupakias, C., Megalokonomos, P., Lappas, A.A., Antonakou, V. 2007. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). *Journal of Hazardous Materials*, 149(3): 536-542.
- Ahmad, I., Lane, C. E., Mohd, D. H., Abdullah, I. 2012. Electron-beam-irradiated rice husk powder as reinforcing filler in natural rubber/high-density polyethylene (NR/HDPE) composites. *Composites Part B-Engineering*, 43(8): 3069-3075.
- Akpınar, O., Levent, O., Sabancı, S., Uysal, R.S., Sapcı, B. 2011. Optimization and comparison of dilute acid pretreatment of selected agricultural residues for recovery of xylose. *BioResources*, 6(4): 4103-4116.
- Aldousiri, B., Alajmi, M., Shalwan, A. 2013. Mechanical properties of palm fibre reinforced recycled HDPE. *Advances in Materials Science and Engineering*.
- Anonim, 2013a. 2012 Yılı Ayçiçeği Raporu. T. C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 3-4, <http://koop.gtb.gov.tr/> [Ulaşım: 15.04.2014].
- Anonim, 2013b. Kolektör Şiltesi Ürün Kataloğu. İzocam, 1-2, <http://www.izocam.com.tr/tr-tr/urunler/yalitim-uygulamaları/teknikyalitim/kolektor-siltesi.aspx>. [Erişim tarihi: 16.04.2014].
- Araujo, J.R., Waldman, W.R., De Paoli, M.A. 2008. Thermal properties of high density polyethylene composites with natural fibres: Coupling agent effect. *Polymer Degradation and Stability*, 93(10): 1770-1775.
- ASTM D4703-10, 2010. Standard practice for compression molding thermoplastic materials into test specimens, plaques, or sheets.
- Azwa, Z.N., Yousif, B.F., Manalo, A.C., Karunasena, W. 2013. A Review on the Degradability of Polymeric Composites Based on Natural Fibres. *Materials & Design*, 47: 424-442.
- Badr, A., Müller, K., Schäfer-Pregl, R., El Rabey, H., Effgen, S.,

- Ibrahim, H.H., Pozzi, C., Rohde, W., Salamini, F. 2000. On the origin and domestication history of barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution*, 17(4): 499-510.
- Baley, C., Bourmaud, A. 2014. Average Tensile Properties of French Elementary Flax Fibers. *Materials Letters*, 122: 159-161.
- Barone, J.R., Schmidt, W.F., Liebner, C.F.E. 2005. Compounding and molding of polyethylene composites reinforced with keratin feather fiber. *Composites Science and Technology*, 65(3-4): 683-692.
- Chai, M.W., Bickerton, S., Bhattacharyya, D., Das, R. 2012. Influence of Natural Fibre Reinforcements on the Flammability of Bio-Derived Composite Materials. *Composites B*, 43(7): 2867-2874.
- Chianelli, R., Reis, J.M.L., Cardoso, J.L., Castro, P.F. 2013. Mechanical characterization of sisal fiber-reinforced recycled HDPE composites. *materials Research-Ibero-American Journal of Materials*, 16(6): 1393-1397.
- Elzubair, A., Suarez, J.C.M. 2012. Mechanical Behavior of Recycled Polyethylene/Piassava Fiber Composites. *Materials Science and Engineering a-Structural Materials Properties Microstructure and Processing*, 557: 29-35.
- Engin, K.E., 2008. Doğal Lif Takviyeli Termoplastik Malzemelerin Thermoforming Yöntemi ile Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Glew, D., Stringer, L.C., Acquaye, A.A., McQueen-Mason, S. 2012. How Do End of Life Scenarios Influence the Environmental Impact of Product Supply Chains? Comparing Biomaterial and Petrochemical Products. *Journal of Cleaner Production*, 30: 122-131.
- Güzel, E. 2002. Hasat-Harman İlkeleri ve Makinaları. Çukurova Üniversitesi Yayınları, 194 (A-60), Adana.
- Holm LeRoy, G., Plocknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University Press of Hawaii, 609, Honolulu.
- Kraiem, D., Pimbert, S., Ayadi, A., Bradai, C. 2013. Effect of Low Content Reed (*Phragmites australis*) Fibers on The Mechanical Properties of Recycled HDPE Composites. *Composites: Part B*, (44): 368-374.
- Kumar, S., Panda, A.K., Singh, R.K. 2011. A Review on Tertiary Recycling of High Density Polyethylene to Fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11): 893-910.
- Lee, D., Owens, V.N., Boe, A., Jeranyama, P. 2007. Composition of Herbaceous Biomass Feedstocks. North Central Sun Grant Center South Dakota State University, 1-07.
- Mohanty, A., Misra, M., Hinrichsen, G. 2000. Biofibres, Biodegradable Polymers and Biocomposites: An Overview. *Macromol Mater Eng.*, 276(1): 1-24.
- Mwaikambo, L.Y., Ansell, M.P. 2006. Mechanical properties of alkali treated plant fibres and their potential as reinforcement materials. I. hemp fibres. *Journal of Materials Science*; 41(8): 2483-2496.
- Panthapulakkal, S., Torres, F.G. 2002. Chemical Modification of Hemp, Sisal, Jute and Kapok Fibers by Alkalization. *J., Appl. Polym. Sci.* 84: 2222-2234.
- Panthapulakkal, S., Sain M. 2007. Agro-Residue Reinforced High-Density Polyethylene Composites: Fiber Characterization and Analysis of Composite Properties. *Composites Part a-Applied Science and Manufacturing*, 38(6): 1445-1454.
- Parada-Soria, A., Yao, H.F., Alvarado-Tenorio, B., Sanchez-Cadena, L., Romo-Urbe, A. 2013. Recycled HDPE-Tetrapack Composites. Isothermal Crystallization, Light Scattering and Mechanical Properties. *MRS Proceedings*, 1485.
- Saçak, M. 1994. *Lif Kimyası*. A.O.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, 8, Ankara.
- Shalwan, A., Yousif, B. F. 2013. In State of Art: Mechanical and Tribological Behaviour of Polymeric Composites Based on Natural Fibres. *Materials & Design*: 48: 14-24.
- Strausbaugh, P.D., Core, E.L. 1977. *Flora of West Virginia*. 2nd edition. WV: Seneca Books, Inc. 1079, Morgantown.
- TS EN ISO 527-2: Plastikler-Çekme Özelliklerinin Tayini-Bölüm 2: Kalıplama ve Ekstrüzyon Plastikleri İçin Deney Şartları., Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaman, N., Öktem, T., Seventekin, N. 2007. Karbon Liflerinin Özellikleri ve Kullanım Olanakları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2: 90-95.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 51-59
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.51-59](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.51-59)



Yapay sinir ağları ile makarnalık buğday çeşitlerinin sınıflandırılması

Alper Taner*, Ali Tekgüler, Hüseyin Sauk

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: alper.taner@omu.edu.tr

Geliş/Received 10/11/2014 Kabul/Accepted 21/01/2015

ÖZET

Bu çalışmada, makarnalık buğday çeşitlerinin sınıflandırmasını yapmak amacıyla bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla makarnalık buğdaylara ait fiziksel özellikler belirlenmiş ve YSA teknikleri kullanılmıştır. Ülkemizde yetiştirilmekte olan on bir adet makarnalık buğday çeşidinin fiziksel özelliklerinden olan bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve renk belirlenmiş ve bu özelliklerin çeşitlere göre istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. YSA modeli olarak M-I, M-II ve M-III olmak üzere üç adet model geliştirilmiştir. Bu modellerin performansları karşılaştırılmıştır. En uygun modelin M-I modeli olduğu belirlenmiştir. M-I modelinde ağırlık yapısı, 11 giriş, 2 ara ve 1 çıkış katmanı olarak dizayn edilmiştir. Giriş parametresi olarak bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve renk, çıkış parametresi olarak ise çeşitler kullanılmıştır. M-I modeli için R^2 değeri %99.99, RMSE değeri 0.00074 ve ortalama nispi hata değeri %0.009 olarak bulunmuştur. M-I modeli ile elde edilen tüm sonuçların gerçek veriler ile uyumluluk içinde olduğu görülmüştür. Bu model ile Ticaret Borsaları ve un fabrikalarında ürünleri sınıflandırma ve temizleme amacıyla otomasyon sistemleri oluşturmak mümkün olabilecektir.

Anahtar Sözcükler:
Fiziksel özellikler
Makarnalık buğday
Yapay sinir ağları

Classification of durum wheat varieties by artificial neural networks

ABSTRACT

In this study, an Artificial Neural Network (ANN) was developed in order to classify durum wheat varieties. For this purpose, physical properties of durum wheat varieties were determined and ANN techniques were used. The physical properties of 11 durum wheat varieties grown in our country, namely thousand kernel weight, geometric mean diameter, sphericity, kernel volume, surface area, bulk density, true density, porosity and color parameters of grain, were determined and it was found that these properties were statistically significant with respect to varieties. As ANN model, three models, M-I, M-II and M-III were constructed. The performances of these models were compared. It was determined that the best fit model was M-I. In the M-I model, the structure of the model was designed to be 11 input layers, 2 hidden layers and 1 output layer. Thousand kernel weight, geometric mean diameter, sphericity, kernel volume, surface area, bulk density, true density, porosity and color parameters of grain were used as input parameter; and varieties as output parameter. R^2 , RMSE and mean error for the M-I model were found as 99.99%, 0.00074 and 0.009%, respectively. All results obtained by the M-I model were observed to have been quite consistent with real data. By this model, it would be possible to construct automation systems for classification and cleaning in Commodity (Grain) Exchange and flour mills.

Keywords:
Artificial neural networks
Durum wheat
Physical properties

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Buğday dünya nüfusunun en önemli besin kaynağıdır. Ülkemizde binlerce yıldır yetiştirilmekte ve tarla ürünleri

içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. 7.7 milyon hektar olan toplam buğday ekim alanının 1.2 milyon hektarını makarnalık buğday oluşturmaktadır. Toplam 22 milyon ton olan yıllık

buğday üretiminin yaklaşık %18.50'si makarnalık buğday üretimidir (TUİK, 2013).

Tarımsal ürünlerin pazarlanmasında o ürüne ait çeşitlerin bilinmesi üretici, sanayici ve tüketici için oldukça önemlidir. Üreticiler doğru bir yetiştiricilik yapabilmek amacıyla ettikleri ürünün çeşidini bilmek isterler. Aynı zamanda hedef pazarlar için standart oluşturmak amacıyla pazarlamacılar da sattıkları ürünün çeşidinden emin olmak isterler. Bu nedenlerle çeşitlerin tanımlanmasında güvenilir metotlara ihtiyaç vardır. Geleneksel sınıflandırma metotlarının kullanımı yavaş ve karmaşıktır. Üstelik buğday çeşitlerinin tanımlanmasını uzman kişiler yapmakta, sonuçlar objektif ve sağlıklı olmamaktadır. Bu sıkıntıları aşmak için hızlı, güvenilir ve bilgisayar teknolojilerine dayalı metotlar tercih edilmektedir (Chen ve ark., 2010; Pourreza ve ark., 2012).

Bilgisayar teknolojisi, disiplinler arası bir araştırma alanıdır. Yapay Zeka metodlarından, YSA, bulanık mantık, genetik algoritma gibi farklı teknikler araştırmacılar tarafından veri analizi için kullanılmaktadır. Son yıllarda, yapay zeka metotları, tarımsal uygulamalarda da oldukça yaygın görülmektedir (Kalogirou, 1999; Aydoğan ve ark., 2011).

Biyolojik uygulamalarda, YSA sık sık sınıflandırma ve ürün tanıma için kullanılmaktadır. YSA doğrusal olmayan ve belirsiz veriler ile çalışmada oldukça etkin ve başarılı olmaktadır. Bu nedenle tarımsal ürünlerin sınıflandırması ve tanımlanması için önemli bir potansiyele sahiptir. (Visen ve ark., 2002; Dubey ve ark., 2006).

Bir YSA'nın, giriş, ara ve çıkış katmanları olmak üzere üç katmanı vardır (Şekil 1). Her katman nöronlardan oluşur. Bu katmanlar ağırlıklar ile birbirlerine bağlıdır. Ağırlıkları belirlemek için bir çok öğrenme algoritması mevcuttur. En popülerleri back propagation öğrenme algoritmasıdır. Bu back propagation algoritması ağırlıkları değiştirerek toplam hatayı minimize etmek için kullanılır. Bir önceki katmandan gelen girişler, bunlara karşılık gelen bağlantıların ağırlıkları ile çarpılır. Her nöron çıkışını üretmek için bir transfer fonksiyonu ile ağırlıklandırılmış girdileri işler. Transfer fonksiyonu doğrusal ya da doğrusal olmayan bir fonksiyon olabilir. Veriler tesadüfi olarak eğitim ve test seti olarak ikiye ayrılır. Amaç çıkış katmanında gerçek çıkış ve tahmin edilen çıkış değerleri arasındaki farkı minimize eden ağırlık değerlerini bulmaktır. Eğitilen ağ, sonra test setindeki veriler ile test edilir. Test hatası belirlenen tolerans değere ulaşıncaya kadar eğitimi bitirilir (Kalogirou, 2001).

YSA, hububat ürünlerinin sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Paliwal ve ark. (2001), tanelerin fiziksel özelliklerini kullanarak değişik YSA yapılarının sınıflandırma başarılarını incelemişlerdir. Visen ve ark. (2002), 5 hububat türünü görüntü işleme ve YSA tekniklerini kullanarak sınıflandırmışlardır. Sınıflandırma başarısını arpada %98.7, yazlık buğdayda %99.3, makarnalık buğdayda %96.7, yulafda %98.4 ve çavdarda %96.9 olarak bulmuşlardır. Wang ve ark. (2002), görüntü işleme teknikleri ve YSA kullanarak makarnalık buğdaydaki camsı ve camsı olmayan taneleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında %90.1 sınıflandırma başarısı elde etmişlerdir. Baykan ve ark. (2005) buğday tanelerini türlerine göre sınıflandırmak

amacıyla görüntü işleme ve YSA tekniklerini kullanmışlardır. Tanenin 9 fiziksel özellik ve gri seviye ortalamasını elde etmişlerdir. Taneye ait tanımlayıcı özellikleri çok katmanlı algılayıcılar yardımıyla sınıflandırmışlardır. Sınıflandırma başarısını beş buğday türü için %72.62 olarak bildirmişlerdir. Dubey ve ark. (2006), üç farklı merkezde yetiştirilmiş, üç tür ekmeklik buğdayı sınıflandırmışlardır. 45 şekilsel özellik verisi ile YSA kullanılarak sınıflandırma yapmışlardır. Sınıflandırma başarısını %88 olarak bulmuşlardır. Babalık ve ark. (2006), buğday türlerini belirlemek amacıyla tanelere ait 9 geometrik özellik ve renk bilgisi kullanmışlardır. Tanelere ait tanımlayıcı bu bilgileri kullanarak YSA modeli geliştirmişler ve % 90.66 sınıflandırma başarısı elde etmişlerdir. Pazoki ve Pazoki (2011), ortalama %86.48 başarı elde ettikleri buğday çeşitlerinin sınıflandırılması çalışmalarında YSA tekniklerini kullanmışlardır.

Bir çok araştırmacı, YSA tekniklerini kullanarak buğday yanında farklı tarımsal ürünlerin sınıflandırılması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır (Liao ve ark., 1993; Romaniuk ve ark., 1993; Jayas ve ark., 2000; Yun, 2004; Dubey ve ark., 2006; Wang ve ark., 2007; Chen ve ark., 2010; Zapotoczny, 2011; Taner ve ark., 2012).

Tarımsal materyallerin fiziksel özelliklerini belirlemek, tasarım yapmak için mühendislikte kabul edilen parametreleri ve karakteristikleri doğru tahmin etmek amacıyla oldukça önem arz etmektedir. Geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, bin dane ağırlığı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite, renk gibi fiziksel özellikler, ürün işleme, taşıma, eleme, depolama, kurutma gibi işlemler için proses ve ekipman dizayn etmede kullanılır. Ayrıca son ürün kalitesini değerlendirme, farklı çeşitleri sınıflandırma ve ayırma amacıyla da kullanılır (Mohsenin, 1970; Tabatabaefar, 2003).

Buğday alımında fiyat belirleme ve sınıflandırma amacıyla yapılan işlemler uzman kişiler tarafından görsel denetim yöntemi ile yapılmakta, sonuçlar kişiye göre farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca buğday, şekil, boyut, renk gibi özellikleri bakımından doğrusal olmayan ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu da ürünlerin tanımlanması ve sınıflandırılmasında zorluklara neden olmaktadır. Bu olumsuzlukları giderebilmek amacıyla bilgisayar destekli ve akıllı sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, makarnalık buğday çeşitlerinin sınıflandırmasını yapabilmek için bir YSA modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak on bir tane makarnalık buğday çeşidi (Altıntaş-95, Çeşit-1252, Kümbet-2000, Dumlupınar, Mirzabey-2000, Altın 40/98, Selçuklu-97, Meram-2002, Yelken-2000, Kızıltan-91 ve Yılmaz-98) kullanılmıştır. Kullanılan çeşitler, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Çalışmada dokuz fiziksel özellik belirlenmiştir. Bunlar bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve renk parametreleridir. Çalışmada

kullanılan çeşitlere ait daneler, toz, taş, saman, olgunlaşmamış ve hasarlı dane gibi her türlü yabancı maddelerden temizlenmiştir. Ölçümler %8.9 nem değerinde yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Danelerin fiziksel ölçülerini belirlemek için, 100 adet dane tesadüfi olarak 10'arlı gruplara ayrılmıştır. Belirlenen her grup içindeki 10 daneden uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. Ölçümlerde 0.1 mm hassasiyetli dijital kumpas kullanılmıştır (Jain ve Bal, 1997; Haciseferoğulları ve ark., 2005).

Geometrik ortalama çap (D_g), küresellik (\emptyset), dane hacmi (V) ve yüzey alanı (S) aşağıdaki formüllerden hesaplanmıştır (Jain ve Bal, 1997; Sitkei, 1986; Mohsenin, 1970).

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$\emptyset = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (2)$$

$$V = \frac{\pi B^2 L^2}{6(2L-B)} \quad (3)$$

$$S = \frac{\pi B L^2}{2L-B} \quad (4)$$

$$B = (WT)^{1/2} \quad (5)$$

Bin dane ağırlığı, 4 tekerrürlü olarak sayılan 400 tanenin ağırlığı tartılmış ve ortalaması alınarak belirlenmiştir (Bell ve Fischer 1994; Çölkesen ve ark., 1993).

Hacim ağırlığı, Association of Official Analytical Chemists methoduna göre ölçülmüştür. Bu metotta daneler, 15 cm yükseklikten 500 ml'lik silindire doldurulmuştur. Silindirin yüzeyi, taneler sıkıştırılmadan süpürülerek düzleştirilip silindirdeki taneler tartılmıştır. Hacim ağırlığı, danelerin ağırlığının, silindir hacmine oranlanması ile hesaplanmıştır (Jain ve Bal, 1997; Aviara ve ark., 1999; Sacilik ve ark., 2003).

Özgül ağırlık, water displacement methodu kullanılarak ölçülmüştür. Bu metotta, önce 1000 ml'lik bir silindire 500 ml su doldurulmuştur. Daha sonra 30 g dane, bu silindir içindeki suya konmuştur. Sudaki yükselme miktarı hemen kaydedilmiştir. Özgül ağırlık, danelerin ağırlığı ile yer değiştiren sıvının hacminin oranlanması ile hesaplanmıştır (Aviara ve ark., 1999; Ogunjimi ve ark., 2002).

Poroziteyi hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Mohsenin, 1970).

$$Porozite = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) \times 100 \quad (6)$$

Renk parametreleri (L, a, b), Hunter Lab Colourimeter (Mini Scan XEplus) kullanılarak ölçülmüştür. Hunter

skalasında, L değeri, 100 iken beyaz, sıfırken siyah, a değeri, pozitifken kırmızılık, negatifken yeşillik, b değeri ise, pozitifken sarılık, negatifken mavilik değerlerini ifade etmektedir (Anonymous, 1996; Connolly ve Fleiss, 1997).

Çalışmada üç adet YSA modeli geliştirilerek performansları değerlendirilmiştir. Bu modeller M-I, M-II ve M-III olmak üzere isimlendirilmiştir. YSA modelleri, Matlab NN Toolbox'ı kullanılarak geliştirilmiştir. Her modelde toplam 98 adet veri kullanılmıştır. Bu verilerin 80 tanesi eğitim setinde, 18 tanesi test setinde yer almıştır. Her üç modelde de aynı veriler kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. YSA modellerinin özellikleri

Modeller	Eğitim seti veri sayısı	Test seti veri sayısı	i	j	k
M-I	80	18	11	6	8
M-II	80	18	5	5	7
M-III	80	18	7	8	6

i: giriş sayısı, j:birinci ara katman için nöron sayısı, k:ikinci ara katman için nöron sayısı

M-I modelinde, bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve renk parametreleri (L, a, b) giriş parametresi ve çeşitler çıkış parametresi olarak kullanılmıştır. M-II modelinde, bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, hacim ağırlığı, özgül ağırlık ve porozite parametreleri giriş parametresi ve çeşitler çıkış parametresi olarak kullanılmıştır. M-III modelinde ise, bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, dane hacmi, hacim ağırlığı ve renk parametreleri (L, a, b) giriş parametresi ve çeşitler çıkış parametresi olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

YSA modelleri oluştururken, bütün veriler 0 ile 1 arasında normalize edilmiştir (Purushothaman ve Srinivasa, 1994).

Normalize için;

$$y_{nor} = \frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \quad (7)$$

formülü kullanılmıştır. Normalize değerlerinden gerçek değerleri elde etmek için, aynı formülden "y" değeri hesaplanmıştır.

YSA modellerini geliştirmek için, normalize edilen veriler, eğitim ve test veri seti olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Ara katmanlardaki en uygun nöron sayıları, deneme yanılma metodu ile 2-25 arasında denenerek bulunmuştur. YSA modelinde en uygun epok sayısını elde etmek için 1'den 10.000'e kadar epok sayısı denenmiştir. Denemeler sonucunda en uygun epok sayısı her model için belirlenmiştir.

YSA modelinde, İleri Beslemeli (Feed Forward Back Propagation), Çok Katmanlı Perseptron ağ yapısı kullanılmıştır. Bu ağdaki Back propagation algoritması, en popüler ve en yaygın kullanılan algoritmadır. Back propagation algoritması, ağırlık performansını iyileştirmek için ağırlıkları değiştirerek, toplam hatayı minimize etmektedir (Jacobs, 1988; Minai ve Williams, 1990).

Kullanılan eğitim algoritması ise Levenberg-Marquardt algoritmasıdır (Levenberg, 1944; Marquardt, 1963).

Ağın eğitimi, test hatası belirlenen tolerans değere ulaşıncaya kadar devam ettirilmiştir. Ağın eğitimi başarıyla bittikten sonra ağ, test verileri ile test edilmiştir (Kalogirou, 2001).

Sonuçların performanslarının belirlenmesi amacıyla, ortalama hata kavramını temel alan ve yaygın şekilde kullanılan başlıca doğruluk ölçüleri arasında yer alan RMSE ve R^2 aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Bechtler ve ark., 2001).

$$RMSE = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{1i} - x_i)^2 \right)^{1/2} \quad (8)$$

$$R^2 = 1 - \left(\sum_{i=1}^m (x_{1i} - x_i)^2 \right) / \left(\sum_{i=1}^m (x_{1i})^2 \right) \quad (9)$$

Burada $RMSE$, hata kareler ortalamasının karekökü, R^2 , determinasyon katsayısı, m , veri sayısı, x , gerçek değer ve x_1 , tahmin edilen değerdir.

Gerçek değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki nispi hata (ε) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Bağırkan, 1993).

$$\varepsilon = \frac{100}{m} \sum_{i=1}^m \left| \frac{(x_i - x_{1i})}{x_{1i}} \right| \quad (10)$$

Burada ε , nispi hata (%), m , veri sayısı, x , gerçek değer ve x_1 , tahmin edilen değerdir.

Elde edilen fiziksel parametreler ile ilgili veriler, JMP istatistik programında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fiziksel özellikler

Makarnalık buğday çeşitlerine ait fiziksel özelliklerin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Fiziksel özelliklerin hepsi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Bin dane ağırlığı değerleri 39.15 g ile 57.73 g arasında değişmiştir. Meram 2002 çeşidi 56.81 g ile en yüksek bin dane ağırlığına sahip olurken Altın 40/98 çeşidi 39.59 g ile en düşük bin dane ağırlığına sahip olmuştur. Her çeşidin istatistiksel olarak farklı grupta yer alması, sınıflama için bin dane ağırlığının önemli bir parametre olduğunu göstermiştir. Topal ve ark. (2004), 16 hat ve çeşit ile yaptıkları çalışmalarında ortalama bin dane ağırlığını 41.73 g elde etmişlerdir. Güner (2007), makarnalık buğdaya ait bin dane ağırlığını çalışmalarında 47.38 g olarak bildirmişlerdir. Dursun ve Güner (2003) ise bin dane ağırlığını 50 g bulduklarını rapor etmişlerdir. Bin dane ağırlığı çevre faktörlerinden etkilenmekle birlikte çeşit ile

yakından ilgilidir (Atlı ve ark., 1993)

Geometrik Ortalama Çap değerleri 3.74 mm ile 4.56 mm arasında değişmiştir. Meram 2002, Selçuklu 97 ve Ç-1252 çeşitleri en yüksek değerlerle aynı grupta yer alırken, Altın 40/98 çeşidi en düşük değeri almıştır. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdayın geometrik ortalama çap değerini 4.35 mm elde etmişlerdir.

Küresellik değerleri %48.50 ile %58.33 arasında yer almıştır. Selçuklu 97 çeşidi %57.14 ile en yüksek değere sahip olurken, Dumlupınar çeşidi %52.26 ile en düşük değere sahip olmuştur. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdayın küresellik değerini %55.06 bulmuştur. Topal ve ark. (2004) ise ortalama küresellik değerini %50.56 olarak elde etmişlerdir.

Dane hacmi değerleri 16.52 mm³ ile 31.72 mm³ arasında değişmiştir. Meram 2002, Ç-1252 ve Selçuklu-97 çeşitleri en yüksek değerlerle aynı grupta yer alırken, Altın 40/98 çeşidi en düşük değeri almıştır. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdayın dane hacmini 35.76 mm³ elde etmişlerdir. Nelson (2002) ise yaptığı çalışmasında dane hacmi değerini 26.1 mm³ bulmuştur.

Meram 2002 ve Ç-1252 çeşitleri ilk grupta yer alırken, Altıntaş 95 ve Altın 40/98 son grupta yer almıştır. Yüzey alanı değerleri 37.70 mm² ile 55.15 mm² arasında değişmiştir. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdayın yüzey alanını 14.70 mm² elde etmişlerdir. Topal ve ark. (2004) ise yüzey alanı değerini ortalama olarak 26.93 mm² bulduklarını bildirmişlerdir.

Hacim ağırlığı değerleri 705.04 kg/m³ ile 781.13 kg/m³ arasında değişmiştir. Meram 2002 çeşidi 774.77 kg/m³ değeri ile ilk grupta yer almıştır. Dumlupınar ve Kümbet 2000 çeşitleri son grupta yer almıştır. Nelson (2002) ise yaptığı çalışmasında hacim ağırlığını 788 kg/m³ bulmuştur. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdayın hacim ağırlığını 815 kg/m³ elde etmiştir. Sokhansanj ve Lang (1996) ise hacim ağırlığını 760 kg/m³ olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Hacim ağırlığı çevre koşullarından etkilenmekle birlikte aynı zamanda genetik olarak kontrol edilebilen bir özelliktir (Kün, 1988). Buğday bitkisinde generatif devrenin çok kurak ve sıcak geçmesi tanede yeterli besin maddesi birikiminin gerçekleşmesini önlemekte ve hacim ağırlığının düşmesine neden olmaktadır. Yine başaklanmanın gecikmesi de başaklanma erme devresini kısaltmakta ve hacim ağırlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Genç ve ark., 1993).

Özgül ağırlık değerleri 1200 kg/m³ ile 1363.64 kg/m³ arasında yer almıştır. Yelken 2000 çeşidi 1293.97 kg/m³ ile en yüksek değeri alırken, Kümbet 2000 çeşidi 1250.54 kg/m³ ile en düşük değeri almıştır. Nelson (2002) yaptığı çalışmada makarnalık buğday için özgül ağırlık değerini 1411 kg/m³ elde etmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda özgül ağırlık değeri 1325 kg/m³ (Güner, 2007) ve 1370 kg/m³ (Sokhansanj ve Lang, 1996) olarak bulunmuştur.

Porozite değerleri %38.16 ile %45.95 arasında değişmiştir. Mirzabey 2000 çeşidi %43.60 porozite değeri ile en yüksek değeri alırken, Meram 2002 çeşidi %39.83 porozite değeri ile en düşük değeri almıştır. Güner (2007) çalışmasında makarnalık buğdaya ait porozite değerini %38.49 bulmuştur. Sokhansanj ve Lang (1996) ise yaptıkları çalışmalarında poroziteyi %45 olarak elde etmişlerdir.

Çizelge 2. Makarnalık Buğday çeşitlerine ait fiziksel özelliklerin ortalama ve standart sapma değerleri

Çeşit Adı	Bin Dane Ağırlığı (g)	Geometrik Ortalama Çap (mm)	Küresellik (%)	Dane Hacmi (mm ³)	Yüzey Alanı (mm ²)	Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	Özgül Ağırlık (kg/m ³)	Porozite (%)	L	a	b
Altıntaş	41.21±0.54 ^d	3.92±0.10 ^f	53.08±0.86 ^{de}	19.53±1.54g	41.01±2.10g	740.23±3.10f	1266.30±26.25bc	41.52±1.12cd	50.71±0.43b	9.12±0.17a	18.69±0.14a
Ç-1252	55.54±0.54 ^b	4.35±0.09 ^{ab}	54.23±0.98 ^c	26.99±1.78a	50.49±2.17ab	763.30±4.97c	1271.74±28.07abc	39.95±1.64ef	47.88±0.45c	8.70±0.17bc	17.81±0.25c
Kümbet	47.07±0.59 ^e	4.14±0.10 ^c	54.13±0.70 ^c	23.30±1.65de	45.80±2.12e	730.11±3.34g	1250.54±27.91c	41.59±1.30cd	50.75±0.33ab	8.04±0.12e	17.58±0.15e
Dumlupınar	48.31±0.55 ^e	4.23±0.13 ^{cd}	52.26±0.63 ^e	24.40±2.15cd	47.85±2.74cd	728.11±5.01g	1265.53±26.52bc	42.45±1.21bc	48.08±0.27e	8.65±0.17c	17.60±0.16de
Mirzabey	45.43±0.60 ^b	4.04±0.13 ^f	54.57±0.57 ^c	21.68±2.09f	43.49±2.74f	714.93±5.85h	1268.12±28.07bc	43.60±1.44a	47.40±0.12f	9.01±0.17a	17.70±0.12cd
Altın	39.59±0.43 ^j	3.83±0.07 ^b	50.93±1.57 ^f	17.93±1.06h	39.38±1.44g	717.84±3.38h	1257.76±20.54c	42.91±1.00ab	51.02±0.39a	8.59±0.10c	18.02±0.07b
Selçuklu	52.71±0.62 ^c	4.32±0.11 ^{ab}	57.14±0.67 ^a	26.98±2.21ab	49.50±2.61bc	758.62±5.73d	1260.87±22.92c	39.82±0.95f	50.03±0.32c	8.15±0.10de	17.76±0.14c
Meram	56.81±0.61 ^a	4.40±0.09 ^a	54.77±0.97 ^c	27.91±1.72a	51.44±1.98a	774.77±3.63a	1288.04±26.25ab	39.83±1.11f	49.20±0.45d	8.22±0.18d	17.44±0.10f
Yelken	47.71±0.61 ^f	4.11±0.10 ^{ef}	55.68±1.29 ^b	22.89±1.57ef	44.80±2.21ef	769.02±4.80b	1293.97±35.43a	40.53±1.64def	46.98±0.26g	8.81±0.13b	17.31±0.10g
Kızıltan	47.89±0.86 ^e	4.17±0.07 ^{de}	54.72±1.28 ^c	23.85±1.13de	46.35±1.59de	744.52±4.03e	1266.30±26.25bc	41.18±1.22d	47.51±0.24f	8.59±0.10c	17.26±0.09g
Yılmaz	50.96±0.58 ^d	4.29±0.06 ^{bc}	53.14±0.52 ^d	25.61±1.12bc	49.14±1.44bc	759.78±3.97d	1288.04±26.25ab	40.99±1.19de	45.73±0.26h	9.04±0.12a	17.08±0.13h
Ortalama	48.47	4.16	54.05	23.73	46.29	745.56	1270.65	41.30	48.66	8.62	17.65
CV (%)	1.15	2.14	1.69	6.54	4.28	0.5	2.02	2.91	0.66	1.57	0.74
LSD _(0.05)	0.49	0.07	0.81	1.37	1.76	3.34	22.87	1.07	0.29	0.12	0.11

Çeşitlere ait renk parametrelerinin (L a b) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Ortalama olarak L değeri 48.66, a değeri 8.62 ve b değeri 17.65 elde edilmiştir. Çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli fark (P<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Buğdayda çeşitlerin sınıflandırılmasında renksel farklılıklar oldukça önemlidir (Pourreza ve ark., 2012).

Değerlendirilen tüm fiziksel parametrelerin istatistiksel olarak farklı grupta yer alması, bu parametrelerin çeşitlerin sınıflandırılmasında önemli birer parametre olduğunu göstermiştir.

3.2. Yapay sinir ağları

YSA modellerinden elde edilen sonuçların performansları karşılaştırılmıştır. Modeller arasında RMSE değeri en düşük ve R² değeri en yüksek olan M-1 modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. M-1 modelinde, eğitim için R² değeri 0.9999 ve RMSE değeri 0.00014 olarak bulunmuştur. Test için ise R² değeri 0.9999 ve RMSE değeri de 0.00074 olarak bulunmuştur (Çizelge 3).

M-1 modelinde ağı yapısı, 11-(6-8)-1 şeklinde, 11 giriş, 2 ara ve 1 çıkış katmanı olarak dizayn edilmiştir (Şekil 1). Transfer fonksiyonu olarak birinci ve ikinci ara katmanların her ikisinde de logsig, çıkış katmanında ise linear fonksiyonlar kullanılmıştır. Ağ için 80 epok sayısında en düşük eğitim hatası değeri elde edilmiştir.

M-1 modeline ait matematiksel formül aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$y = \sum_{k=1}^k (W_3)_{k,m} * F_k + b_k \quad (11)$$

İkinci ara katman için LOGSIG transfer fonksiyonu (F_k),

$$F_k = \frac{2}{(1+e^{(-NET_k)})} \quad (12)$$

$$NET_k = \sum_{j=1}^j (W_2)_{j,k} * F_j + b_j \quad (13)$$

Birinci ara katman için LOGSIG transfer fonksiyonu (F_j),

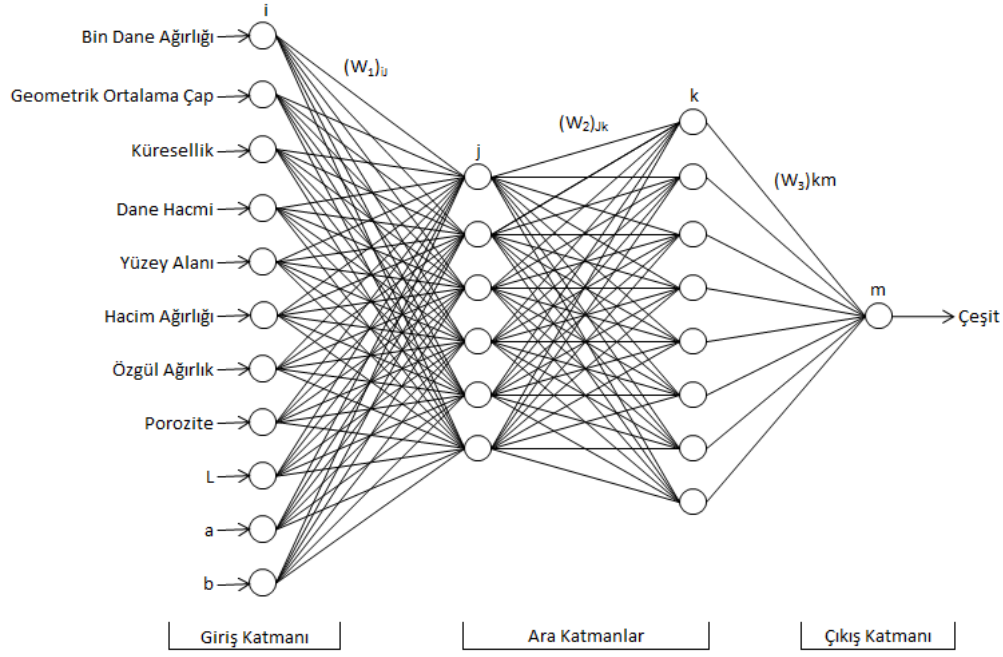
$$F_j = \frac{2}{(1+e^{(-NET_j)})} \quad (14)$$

$$NET_j = \sum_{i=1}^i (W_1)_{i,j} * x_i + b_i \quad (15)$$

eşitlikleriyle hesaplanmıştır. Bu eşitliklerde, *i*, giriş sayısı, *j*, birinci ara katmandaki nöron sayısı, *k*, ikinci ara katmandaki nöron sayısı, *m*, çıkış sayısı, *W*₁, *W*₂, *W*₃ bağlantı ağırlıkları, *x*, giriş parametresi, *y*, çıkış parametresi ve *b*, bias’tır. Ağırlıklar Çizelge 4-6’te ve bias değerleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 3. YSA modellerinin performansları

Modeller	Eğitim Seti		Test Seti	
	RMSE	R ²	RMSE	R ²
M-I	0.00014	0.99999	0.00074	0.99999
M-II	0.01151	0.99965	0.02246	0.99855
M-III	0.01597	0.99933	0.05573	0.99083



Şekil 1. M-1 modeline ait YSA'nın yapısı

Çizelge 4. Birinci ara katmandaki ağırlık değerleri (W1)

Birinci ara katmandaki nöron sayısı (J)	$(W_1)_{i1}$	$(W_1)_{i2}$	$(W_1)_{i3}$	$(W_1)_{i4}$	$(W_1)_{i5}$	$(W_1)_{i6}$	$(W_1)_{i7}$	$(W_1)_{i8}$	$(W_1)_{i9}$	$(W_1)_{i10}$	$(W_1)_{i11}$
1	2.2483	0.5217	0.8279	0.0346	-1.3851	-3.9726	1.3993	0.3072	0.4797	-5.0345	0.1805
2	-0.967	-2.807	-0.7647	2.2144	-0.8719	-0.4963	0.3641	-0.7727	-0.2844	-0.2524	-0.1657
3	-2.9478	1.1269	0.0965	-2.4467	-2.4079	0.1912	-1.6524	0.9505	0.0702	0.0038	-0.5091
4	-0.2257	-0.4695	-0.3782	-1.2578	1.1488	3.8137	1.8511	0.0904	0.2514	1.7843	-0.5309
5	-0.2234	1.8726	-0.051	1.5043	-1.2892	0.627	-0.2721	0.9094	0.0435	0.321	0.158
6	2.0532	2.9319	3.4418	-2.4409	-1.0984	-0.3731	-2.923	-0.0397	-0.4037	1.2994	0.499

Çizelge 5. İkinci ara katmandaki ağırlık değerleri (W2)

İkinci ara katmandaki nöron sayısı (k)	$(W_2)_{j1}$	$(W_2)_{j2}$	$(W_2)_{j3}$	$(W_2)_{j4}$	$(W_2)_{j5}$	$(W_2)_{j6}$
1	-2.0708	-1.6142	0.3666	-4.7864	-5.6492	1.0903
2	-1.8892	1.7318	3.3311	-4.5038	4.3894	2.3152
3	-1.9946	-2.2622	-4.2607	4.1489	0.7639	0.9399
4	0.6783	-1.0121	7.1204	-4.0147	-0.2322	1.4386
5	3.5382	2.1624	-3.892	-3.0094	0.6781	-3.8363
6	-3.3467	2.1142	-2.7227	3.0869	-4.0497	-3.2156
7	3.7785	3.8696	4.0741	-3.5861	-1.3351	3.1619
8	0.7922	6.4471	3.2768	0.3158	-3.754	3.2227

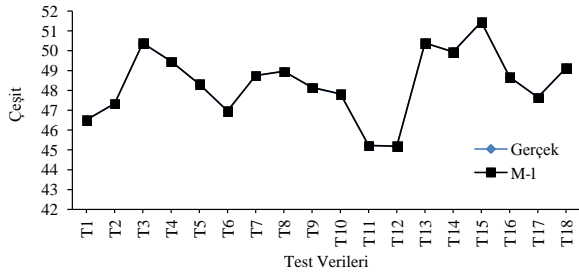
Çizelge 6. Eşitlik 11 için ağırlık değerleri (W3)

Çıkış sayısı (m)	$(W_3)_{k1}$	$(W_3)_{k2}$	$(W_3)_{k3}$	$(W_3)_{k4}$	$(W_3)_{k5}$	$(W_3)_{k6}$	$(W_3)_{k7}$	$(W_3)_{k8}$
1	0.2552	0.3915	1.6709	1.2385	0.796	-0.9067	-0.989	-2.1274

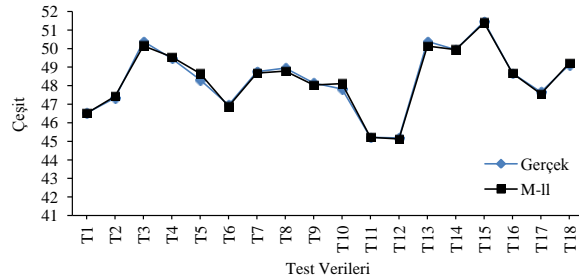
Çizelge 7. Bias değerleri

Nöron sayısı	b_k	b_j	b_i
1	0.4888	10.3444	-4.1444
2		-0.0417	2.3738
3		1.8899	-0.6182
4		-2.3877	-8.0874
5		3.4597	-1.4655
6		1.2544	4.5321
7		-3.1782	
8		1.0314	

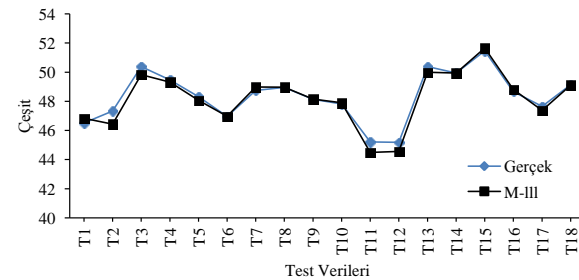
Makarnalık buğday çeşitlerinin sınıflandırılmasında gerçek veriler ile tahmin edilen test verilerine ait üç modelden de elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. M-I modeli test verilerinin diğer YSA modellerine göre gerçek veriler ile oldukça paralel ve uyumlu olduğu görülmektedir.



a. Gerçek veriler ve M-I modeli



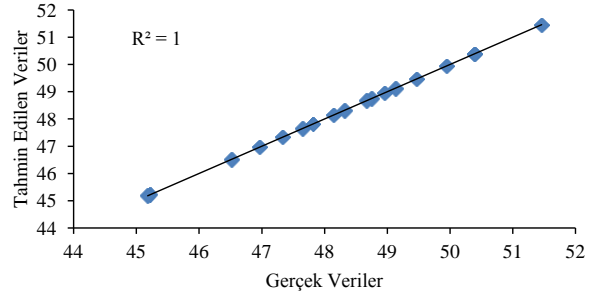
b. Gerçek veriler ve M-II modeli



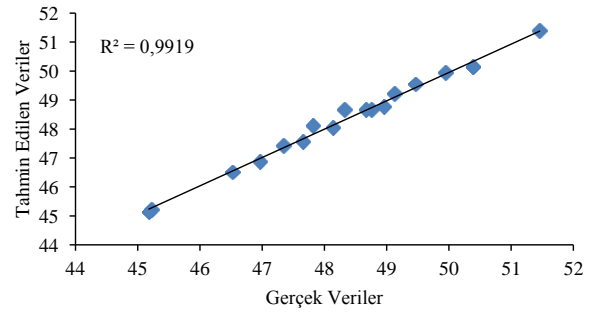
c. Gerçek veriler ve M-III modeli

Şekil 2. YSA modellerinde elde edilen test verileri ile gerçek veriler

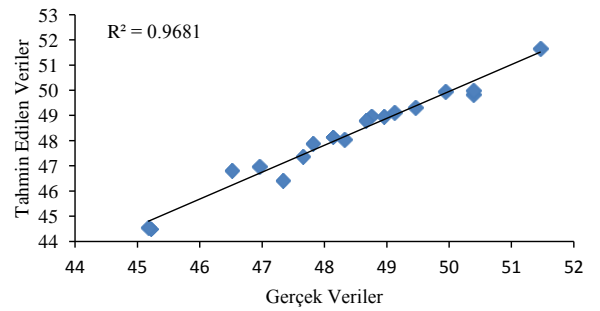
Gerçek veriler ile YSA modellerinden hesaplanan veriler arasındaki ilişkinin determinasyon katsayısı (R^2), M-I modeli için %99.99, M-II modeli için %99.19 ve M-III modeli için %96.81 bulunmuştur (Şekil 3).



a. Gerçek veriler ve M-I modeli



b. Gerçek veriler ve M-II modeli



c. Gerçek veriler ve M-III modeli

Şekil 3. YSA modellerinde elde edilen veriler ile gerçek veriler arasındaki ilişki

Gerçek veriler, YSA modellerinden elde edilen test verileri ve bunlar arasındaki nispi hata değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Gerçek verilere yaklaşımda ortalama nispi hata, M-I modeli için %0.009, M-II modeli için %0.234 ve M-III modeli için %0.577 olarak bulunmuştur. YSA modelleri arasında M-I modeli en düşük nispi hata değerine sahip olmuştur.

Çizelge 8. YSA modelleri nispi hata değerleri

Çeşitler	Gerçek veriler	M-I	Hata (%)	M-II	Hata (%)	M-III	Hata (%)
T1	46.52	46.51	0.014	46.51	0.015	46.83	0.654
T2	47.34	47.33	0.004	47.42	0.183	46.43	1.956
T3	50.39	50.38	0.008	50.15	0.480	49.83	1.114
T4	49.47	49.46	0.003	49.55	0.174	49.32	0.297
T5	48.32	48.32	0.004	48.66	0.701	48.06	0.526
T6	46.96	46.97	0.011	46.88	0.162	46.97	0.017
T7	48.75	48.75	0.003	48.68	0.152	48.99	0.479
T8	48.95	48.96	0.014	48.78	0.351	48.97	0.037
T9	48.14	48.15	0.014	48.03	0.226	48.15	0.023
T10	47.82	47.82	0.007	48.11	0.612	47.90	0.172
T11	45.22	45.23	0.021	45.22	0.009	44.49	1.627
T12	45.18	45.18	0.010	45.13	0.104	44.57	1.378
T13	50.39	50.39	0.005	50.13	0.509	50.00	0.781
T14	49.94	49.94	0.002	49.95	0.011	49.94	0.008
T15	51.46	51.45	0.014	51.39	0.143	51.65	0.377
T16	48.67	48.67	0.012	48.67	0.008	48.82	0.307
T17	47.65	47.65	0.014	47.56	0.206	47.37	0.593
T18	49.13	49.13	0.004	49.21	0.165	49.11	0.039
Ortalama Nispi Hata			0.009		0.234		0.577

4. Sonuç

Bu çalışmada makarnalık buğday çeşitlerinin sınıflandırmasını yapmak amacıyla bir YSA modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla makarnalık buğdaylara ait fiziksel özellikler değerlendirilmiş ve YSA teknikleri kullanılmıştır.

Türkiye'de yetiştirilmekte olan makarnalık buğday çeşitlerine ait 11 adet fiziksel özellik (bin dane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, dane hacmi, yüzey alanı, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve renk (L, a, b) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak farklı olduğu belirlenen bu özelliklerin çeşitlerin sınıflandırılmasında kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Çalışmada M-I, M-II ve M-III olmak üzere üç adet YSA modeli geliştirilmiştir. Bu modellerden M-I modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. M-I modelinde ağın yapısı, 11-(6-8)-1 şeklinde, 11 giriş, 2 ara ve 1 çıkış katmanı olarak dizayn edilmiştir. Birinci ve ikinci ara katmanların her ikisinde de logsig, çıkış katmanında ise linear transfer fonksiyonları kullanılmıştır.

M-I, M-II ve M-III modellerinin R^2 değerleri sırasıyla %99.99, %99.85 ve %99.08, RMSE değerleri ise 0.00074, 0.02246 ve 0.05573 olarak bulunmuştur. Gerçek verilere yaklaşımda ortalama nispi hata, M-I modeli için %0.009, M-II modeli için %0.234 ve M-III modeli için %0.577 olarak bulunmuştur. M-I modeli ile elde edilen tüm sonuçların gerçek veriler ile oldukça uyumluluk içinde olduğu görülmüştür.

Geliştirilen M-I modeli ile Ticaret Borsaları ve un fabrikalarında kullanılmak üzere, alım yapılırken hububat ürünlerini sınıflandırma ve temizleme amacıyla otomasyon sistemleri oluşturmak mümkün olabilecektir.

Modelde veri tabanının genişletilmesi, güvenilirliği daha da artıracaktır. Bu amaçla yeni çalışmalarda farklı çeşitlerde yer almalı, veri sayısı artırılmalıdır. Ayrıca yapılacak yeni çalışmalarda yapay sinir ağlarının yanı sıra diğer yapay zeka teknikleri veya hibrit modeller de kullanılabilir.

Notasyon

B	danenin küresel kısmının çapı (mm)
D_g	geometrik ortalama çap (mm)
L	uzunluk (mm)
S	yüzey alanı (mm ²)
T	kalınlık (mm)
V	dane hacmi (mm ³)
W	genişlik (mm)
\emptyset	küresellik (%)
\mathcal{E}	nispi hata (%)
ρ_b	hacim ağırlığı (kg/m ³)
ρ_s	özgül ağırlık (kg/m ³)

Kaynaklar

- Anonymous, 1996. www. hunterlab.com. CIE L* a* b*color scale.
- Atlı, A., Koçak, N., Aktan, M. 1993. Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1993, 345-351s., Konya.
- Aviara, N.A., Gwandzang, M.I., Haque, M.A. 1999. Physical properties of guna seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 73: 105-111.
- Aydoğan, H., Altun, A.A., Ozcelik, A.E. 2011. Performance analysis of a turbocharged diesel engine using biodiesel with back propagation artificial neural network. Energ Educ Sci Tech-A, 28: 459-468.
- Babalık, A., Baykan, Ö.K., Botsalı, F.M. 2006. Determination of wheat kernel type by using image processing techniques and ANN. The International Conference on Modelling and Simulating, August 28-30, Konya.
- Bağırkan, Ş. 1993. İstatistiksel Analiz. Bilim Teknik Yayınevi. s. 301. İstanbul.
- Baykan, Ö.K., Babalık, A., Botsalı, F.M. 2005. Yapay sinir ağı kullanarak buğday türü tanınması. 4. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Konya, Eylül 28-30, 188-190.
- Bechtler, H., Browne, M.W., Bansal, P.K., Kecman, V. 2001. New approach to dynamic modelling of vapour-compression liquid chillers: artificial neural networks. Appl Therm Eng, 21: 941-53.
- Bell, M., Fischer, R.A. 1994. Guide to plant and crop sampling: Measurement and observations for agronomic and physiological research in small grain cereals. Wheat Special Report. No. 32, CIMMYT, Mexico D.F.
- Chen, X., Xun, Y., Li, W. and Zhang, J. 2010. Combining discriminant analysis and neural networks for corn variety identification. Computers and Electronics in Agriculture 71S, S48-S53.
- Connolly, C., Fleiss, T. 1997. A study of efficiency and accuracy in the transformation from RGB to CIELAB colour space.

- IEEE Transactions on Image Processing, 6: 1046-1048.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Eren, N., Akıncı, C. 1993. Determination of suitable durum wheat varieties on dry and irrigated conditions in Şanlıurfa. The Symposium of Durum Wheat and Products, p. 573. Ankara.
- Dubey, B.P., Bhagwat, S.G., Shouche, S.P., Sainis, J.K. 2006. Potential of Artificial Neural Networks in Varietal Identification using Morphometry of Wheat Grains. *Biosystems Engineering* 95: 61-67.
- Dursun, E., Güner, M. 2003. Determination of mechanical behaviour of wheat and barley under compression loading. *Journal of Agricultural Sciences*, 9: 415-420.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., Özkan, H., Kılınc, M. 1993. Seçilmiş bazı makarnalık buğday hatlarının Güneydoğu Anadolu bölgesi sulu koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. *Makarnalık Buğday ve Mamulleri Simpozyumu Kitabı*, 261-272s, Ankara.
- Güner, M. 2007. Pneumatic conveying characteristics of some agricultural seeds. *Journal of Food Engineering*, 80: 904-913.
- Haciseferoğulları, H., Demir, Ö., Çalışır, S. 2005. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Engineering*, 68: 463-469.
- Jacobs, R.A. 1988. Increased Rate of Convergence Through Learning Rate Adaptation. *Neural Networks*, 1(4): 295-307.
- Jain, R.K., Bal, S. 1997. Properties of pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66: 85-91.
- Jayas, D.S., Paliwal, J., Visen, N.S. 2000. Multi-layer neural networks for image analysis of agricultural products. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77: 119-128.
- Kalogirou, S.A. 1999. Applications of artificial neural networks in energy systems. *Energy Conversion & Management* 40: 1073-1087.
- Kalogirou, S.A. 2001. Artificial neural networks in the renewable energy systems applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 5: 373-401.
- Kün, E. 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1032, Ders Kitabı: 299. Ankara.
- Levenberg, K. 1944. A Method For the Solution of Certain Nonlinear Problems in Least Squares. *Quart. Appl. Math.*, 2: 164-168.
- Liao, K., Paulsen, M.R., Reid, J.F., Ni, B.C., Bonifacio-Maghirang, E.P. 1993. Corn kernel breakage classification by machine vision using a neural network classifier. *Transactions of the ASAE*, 36: 1949-1953.
- Marquardt, D.W. 1963. An Algorithm For Least-Squares Estimation Of Nonlinear Parameters. *J. Soc. Indust. Appl. Math.*, 11: 431-441.
- Minai, A.A., Williams, R.D. 1990. Back-Propagation Heuristics: a Study of The Extended Delta-bar-delta Algorithm” *International Joint Conference on Neural Networks*, vol.1, 595-600, San Diego, CA, USA.
- Mohsenin, N.N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers Inc.
- Nelson, S.O. 2002. Dimensional and density data for seeds of cereal grain and other crops. *Trans. ASAE*, 45: 165-170.
- Ogunjimi, L.O., Aviara, N.A., Aregbesola, O. A. 2002. Some engineering properties of locust bean seed. *Journal of Food Engineering*, 55: 95-99.
- Paliwal J., Visen N.S., Jayas, D.S., 2001. Evaluation of neural network architectures for cereal grain classification using morphological features. *J. Agric. Engineering Resource*, 79: 361-370.
- Pazoki, A.R., Pazoki, Z. 2011. Classification system for rain fed wheat grain cultivars using artificial neural network. *African J. Biotechnology*. 10: 8031-8038.
- Pourreza, A., Pourreza, H., Mohammad-Hossein Abbaspour-Fard, Sadrnia, H. 2012. Identification of nine Iranian wheat seed varieties by textual analysis with image processing. *Computers and Electronics in Agriculture* 83: 102-108.
- Purushothaman, S., Srinivasa, Y.G. 1994. A back-propagation algorithm applied to tool wear monitoring. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 34, No:5, pp: 625-631.
- Romaniuk, M.D., Sokhansanj, S., Wood, H.C. 1993. Barley seed recognition using a multi-layer neural network. *ASAE Paper No. 93: 65-69*.
- Sacilik, K., Oztürk, R. Keskin, R. 2003. Some physical properties of hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86: 191-198.
- Sitkei, G. 1986. Mechanics of agricultural materials. Budapest: Academia Kiado.
- Sokhansanj, S., Lang, W. 1996. Prediction of kernel and bulk volume of wheat and canola during adsorption and desorption. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63: 129-136.
- Tabatabaefar, A. 2003. Moisture-dependent physical properties of wheat. *Int. Agrophysics*, 17: 207-211.
- Taner, A., Tekgüler, A., Sauk, H., Demirel, B. 2012. Yulaf Çeşitlerinin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Sınıflandırılması. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Samsun.
- Topal, A., Aydın, C., Akgün, N., Babaoglu, M. 2004. Diallel cross analysis in durum wheat (*Triticum durum* Desf.): identification of best parents for some kernel physical features. *Field Crops Research*, 87: 1-12.
- TUİK. 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr.
- Visen, N.S., Paliwal, J., Jayas, D.S., White, N.D.G. 2002. Specialist neural Networks for cereal grain classification. *Biosystems Engineering*, 82: 151-159.
- Wang N., Dowell F., Zhang N. 2002. Determining wheat vitreousness using image processing and a neural network. *ASAE Annual International Meeting, Illinois, July 28-31*.
- Wang, Z., Cong, P., Zhou, J., Zhu, Z. 2007. Method for identification of external quality of wheat grain based on image processing and artificial neural network. *Transaction of the CSAE*, 23: 158-161 (in Chinese).
- Yun, L. 2004. Study on Grain Appearance Quality Inspection using Machine Vision. China Agriculture University, Beijing (in Chinese).
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. T.C.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 124, Ankara.
- Zapotoczny, P. 2011. Discrimination of wheat grain varieties using image analysis and neural networks. Part I. Single kernel texture. *Journal of Cereal Science*, 54: 60-68.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 60-67
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.60-67](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.60-67)



Trakya yöresinde farklı kullanım geçmişine sahip meraların floristik kompozisyonlarının bazı özellikleri*

Mustafa Gür^{a**}, Murat Altın^b

^aTarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Yıldız, Çankaya, Ankara, ^bNamık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

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

Geliş/Received 11/07/2014

Kabul/Accepted 29/01/2015

ÖZET

Bu araştırma, 2011 ve 2012 yıllarında, Tekirdağ Karahisar köyünde, otlatılan, korunan ve sürülüp terk edilen meralarda yürütülmüştür. Meraların her birinde belirlenen 4'er örneklik alanda 4'er hat üzerinde ölçümler yapılmıştır. Araştırmada her üç merada bulunan familyalardaki türlerin oranları, bitki türlerinin familyaları, ömür uzunlukları ve doruk tür özellikleri; bu türlere ait bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyona katılım oranları ile meraların benzerlik oranları ve kalite dereceleri belirlenmiştir. Meralarda birbirinden farklı 206 tür tanımlanmıştır. Bu tür sayılarının familyalara dağılımı; Poaceae 59 (adet), Fabaceae 55 ve Asteraceae 22 ve Lamiaceae 10, Brassicaceae 6, Rosaceae 5, Caryophyllaceae 4, Apiaceae 4, ve diğer familyalardan 41 adet olmuştur. Otlatılan merada tanımlanan 149 türün 83'ü çok yıllık (ÇY), 7'si iki yıllık (İY) ve 59'u bir yıllık (BY), 26'sı azalıcı (AZ), 25'i çoğalıcı (ÇĞ) ve 98'i istilacı (İST) olarak bulunmuştur. Korunan merada tanımlanan 177 türün 96'sı çok yıllık, 5.5'i iki yıllık ve 75.5'i tek yıllık, 30.5'i azalıcı, 31'i çoğalıcı ve 115.5'i istila edici olarak bulunmuştur. Sürülüp terk edilen merada tanımlanan 130 türün 39.5'i çok yıllık, 14.5'i iki yıllık ve 73'ü tek yıllık, 14'ü azalıcı, 22.5'i çoğalıcı ve 90.5'i istila edici olarak bulunmuştur. Otlatılan korunan ve sürülüp terk edilen meraların bitki ile kaplı alan oranları sırasıyla % 79.06, % 84.48 ve % 65.85 oranında bulunmuştur. Meraların benzerlik indeksleri % 39.65 – 67.67, mera kalite dereceleri (MKD) % 37.65 - 53.27 arasında değişmiştir. Araştırma sonuçları ile Trakya meralarının diğer yöremiz meralarına göre bazı kalitatif özelliklerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Mera
Doruk tür
Hayat formu
Mera kalite derecesi

Some features of floristik composition of diffrent using history of natural pastures in Thrace Region

ABSTRACT

This research was carried out on protected and grazing and driven to abandoned pastures with a story of different uses in Karahisar village of Tekirdağ in 2011 and 2012 years. The measurements were taken on four line in each of four designated sampling areas on the pastures. In the study, In all three pastures, families of plant species, kind of longevity and peak properties of species, climax species characteristics, these species plant covered area and botanical composition participation rates with the similarity coefficients among the pastures quality, grade of pastures was determined. 206 different species have been identified in pastures. The most species have been found in these families as 59 of Poaceae, 55 of Fabaceae, 22 of Asteraceae, 10 of Lamiaceae, 6 of Brassicaceae, 5 of Rosaceae, 4 of Apiaceae and Caryophyllaceae and 41 of other families. On grazing, protected and driven to abandoned pastures species have been found in 149, 177 and 130, respectively. In the grazing pastures, 83 of 149 species are perennial, 7 ones are biennial, 59 are annual and 26 of 149 species are decreasing, 25 ones are increasing

Keywords:
Climax characteristic
Life form
Pastures
Range quality score

*Doktora tezinden üretilmiştir

and 98 ones invaders species. In the protected pastures, 96 of 177 species are perennial, 5.5 ones are biennial, 75.5 are annual and 30.5 of 177 species are decreasing, 31 ones are increasing and 115.5 ones invaders species. In driven to abandoned pastures, 39.5 of 130 species are perennial, 14.5 ones are biennial, 73 are annual and 14 of 130 species are decreasing, 22.5 ones are increasing and 90.5 ones invaders species. On grazing, protected and driven to abandoned pastures, plant cover percentages are have been found in 79.06%, 84.48% and 65.85%, respectively. Community similarity coefficients and quality scores varied between 39.65% and 67.67 % and 37.65% - 53.27% as depending on the pastures respectively. According to the quality scores, on protected and grazing pastures were in good and healthy and driven to abandoned pastures were in middle and healthy. According to research results, it was concluded that some qualitative features of Thrace pastures have higher than our other regions of higher pasture.

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Türkiye’de çayır mera alanlarının Cumhuriyetin ilk yıllarına göre % 75, son 60 yıla göre ise % 62 oranında azalmıştır. Bu alanların azalmasına rağmen hala kaba yem ihtiyacımızın 1/3’ü bu alanlardan karşılanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde kaba yemin hem çayır mera alanlarından hem de yem bitkilerinden karşılanan oranı oldukça yüksektir. Batı Avrupa’da süt sığırlarının enerji ihtiyaçlarının % 50’si çayır ve meralardan, % 25’i kuru ot ve silajdan, % 25’i de kesif yemlerden karşılanmaktadır. Ayrıca ABD süt sığırlarının beslenmesinde çayır mera otlarının payı % 61.2, koyun ve keçilerin beslenmesinde ise % 91.1’dir (Açıkgöz, 2001). Bu oranlar sağlıklı, ekonomik ve sürdürülebilir bir hayvancılıkta çayır ve meraların vaz geçilmez kaynaklar olduğunu ortaya koymaktadır.

Çayır meralardan faydalanırken gereken özen gösterilmemiştir. Bu alanlar; erken, ağır ve düzensiz otlatılarak verim potansiyellerini kaybettikleri gibi florastik kompozisyonları da değişime uğramıştır. Bununun sonucunda, ot kaliteleri düştüğü gibi toprak özellikleri değişime uğramıştır. Ülkemizin değişik yörelerinde meraların kuru ot verimleri 30- 776.8 kg/da (Bakır ve Açıkgöz, 1976; Türk ve ark., 2003) bitki ile kaplı alanları % 14.5 - 86.47 arasında değiştiği (Tekeli ve Mengül 1991; Altın ve ark., 2007; Altın ve ark., 2010; Mut ve Ayan, 2011, Gür ve Altın, 2011; Tuna ve ark., 2013) tespit edilmiştir. Bu veriler, mevcut yem açığının kapanmasında çayır ve meraların, yeniden bol ve kaliteli kaba yem üretir duruma getirilmelerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun için meraların verim güçlerinin artırılması ve bu gücün sürekliliği için uygun yöntemlerle ıslah edilmeleri gerekmektedir.

Mera ıslah çalışmalarında hedeflenen başarıya ulaşabilmek; meraların bitki örtülerinin mevcut özelliklerinin bilinmesine ve uygun yöntemlerin kullanılmasına bağlıdır. Farklı iklim ve toprak şartlarında bulunan meraların kalitatif ve kantitatif özelliklerinin ortaya konması bu çalışmalarda başarıyı artıracaktır.

Çayır ve mera bitki örtülerinin durumlarını belirleyen araştırmacılar (Gökkuş, 1994; Tuna 2000; Çomaklı ve ark., 2012), türleri ömür uzunluğuna göre tek yıllık, iki yıllık ve çok yıllık, yem değeri, üreme ve çoğalma yeteneklerine göre de istilacı, çoğalcı ve azalcı şeklinde sınıflandırmışlardır.

Meralarda azalcı bitkilerden çok çoğalcı ve istilacı türlere rastlanmaktadır (Babalık, 2008; Altın ve ark., 2011). Çoğalcı ve istilacı bitkilerin oranlarının fazla olması meraların kötü kullanıldığının bir göstergesidir (Holeček

ve ark., 2004). Yem değerleri düşük olan baklagiller ve buğdaygiller ile yabancı ot olarak nitelendirilen diğer familyalara ait türler çoğalcı ve istilacı türleri oluştururlar. Çoğalcı ve istilacı bitkiler kötü kullanılan meralarda iyi kalitedeki türlerin yerini almaktadır (Holeček ve ark., 2004; Çomaklı ve ark., 2012). Meraların terk edilerek otlatılmaması, bitki örtüsünde rekabete dayanıklılığı az olan türlerin kaybolmasına neden olmaktadır.

Ülkemiz meralarında olduğu gibi, Tekirdağ’daki meralardan faydalanmada amenajman ilkelerine uyulmamaktadır. Kontrolsüz ve bilinçsiz otlatma olduğu gibi hiç kullanılmayarak da bu alanların bitki örtüsünün bozulmasına sebep olunmuştur. Dolayısıyla bu araştırmada Tekirdağ Karahisar köyünde bulunan otlatılan, korunan ve sürülüp terk edilen meraların bitki örtüleri ve mevcut durumları ile mera kaliteleri belirlenerek, benzer ekolojik bölgelerimizde bulunan meraların ıslahında temel oluşturacak bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır

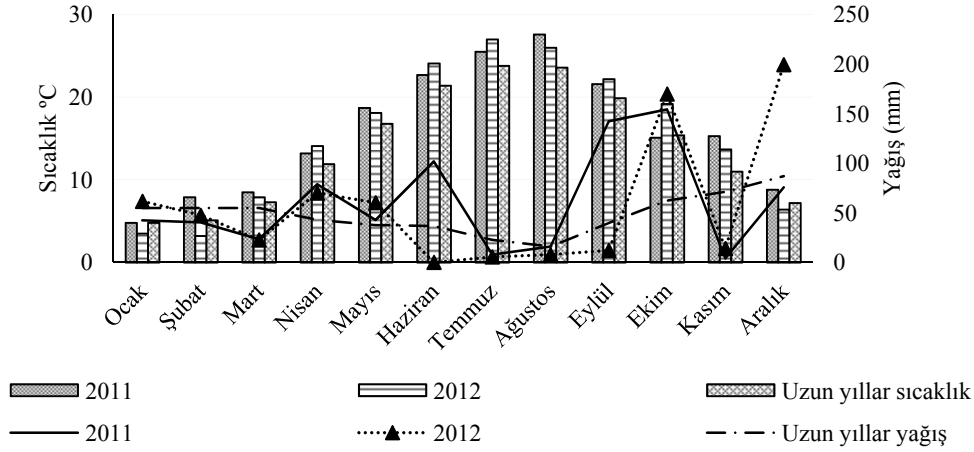
2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Tekirdağ il merkezine 15 km uzaklıkta bulunan Karahisarlı köyü sınırları içinde otlatılan, korunan ve sürülüp terk edilen meralarda 2011 ve 2012 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma sahası, Türkiye grid sistemine göre A1 Karesi içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2012).

Tekirdağ’ın uzun yıllar (1975-2011) ortalama sıcaklığı 14.3 °C, yağışı 589,8 mm ve bağıl nemi % 78.02’dir. Araştırmanın yapıldığı yılların ortalama sıcaklığı 14.9 °C, yağışı 734.8 mm ve bağıl nemi % 78.4 ’dür. Araştırma yıllarında yıllık sıcaklık ortalamaları ve yıllık yağış miktarları uzun yıllar ortalamalarının üzerinde olmuştur. Bu veri uzun yıllar ortalamasından % 24.5 daha fazladır (Anonim, 2014).

Mera topraklarının organik madde içerikleri, P, K, Ca, Mg, Na ve pH’ları Çizelge 1’de gösterilmiştir. Toprakların tekstürü otlatılan merada killi, korunan merada tınlı ve sürülüp terk edilen merada killi-tınlı özelliktedir. Otlatılan mera topraklarının organik madde içeriği, N, K, Fe ve Zn içerikleri diğer meralardan yüksek, Na Ca(OH)₂ içeriği düşük olmuştur. Bu durum pH değerini etkilemiştir. Otlatılan mera toprakları asidik karakterli, korunan ve sürülüp terk edilen meraların toprakları bazik karakterli bulunmuştur. Mera kesimleri Akdeniz vejetasyonu ile Anadolu step vejetasyonu özelliklerini taşıyan saha içindedir (Tuna, 2000).

Araştırma alanı, 2010 yılı Ocak ve Şubat aylarında yapılan etüt çalışmalarıyla belirlenmiştir. Mera kesimlerinde bulunan türlerin toprağı kaplama oranını



Şekil 1. Tekirdağ ilinin sıcaklık °C ve yağış (mm) verileri

Çizelge 1. Mera topraklarının bazı özellikleri

Meralar	Organik madde %	P ppm	K ppm	Na %	Ca(OH) ₂ %	Fe ppm	Zn ppm	pH
Otlatılan	2.66	8.50	165.64	0.29	0.16	33.14	0.41	6.45
Korunan	1.19	3.67	60.85	0.05	5.03	4.97	0.23	7.72
Sürülüp terk edilen	0.96	4.76	75.51	0.11	3.08	6.10	0.27	7.74

(bazal), ülkemizde vejetasyon ölçüm çalışmalarında tercih edilen şerit (*transekt*) yöntemi (Tosun, 1968; Bakır, 1970; Gür ve Altın, 2011) ile belirlenmiştir. Meraların bitki örtülerini incelemek ve mevcut bitki türlerinin yüzde olarak kapladıkları alanı bulmak amacıyla, her üç mera kesiminde oluşturulan örneklik parsellerin (30 x 20 m) her birinde 4örneklik alan ve bu alanlarda 4 hat belirlenmiştir. Her hatta dörder ölçüm yapılarak bir örneklik parselde toplam 16 şerit (*transekt*), bir mera kesiminde 64 şerit (*transekt*) hattı ile 6400 cm²'lik alanda bitkilerin dip kaplama alanı ölçülmüştür. Ölçümler yörede hâkim türlerin çiçeklenme döneminin sonu olan mayıs son ve haziranın ilk haftasında yapılmıştır. Türlerin teşhisi, Türkçe isimleri ve bazı özellikleri belirlenirken, "Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri" (Anonim, 2008) kılavuz kitabından faydalanılmıştır. Türlerin toprağı kaplama ile botanik kompozisyona katılımları Tosun ve Altın (1981)'in önerdiği, mera kalite derecesi ile durumu ve sağlık sınıfı Koç ve ark. (2003)'ün, benzerlik oranları Okatan (1987)'in kullandığı formüllerden faydalanılmıştır.

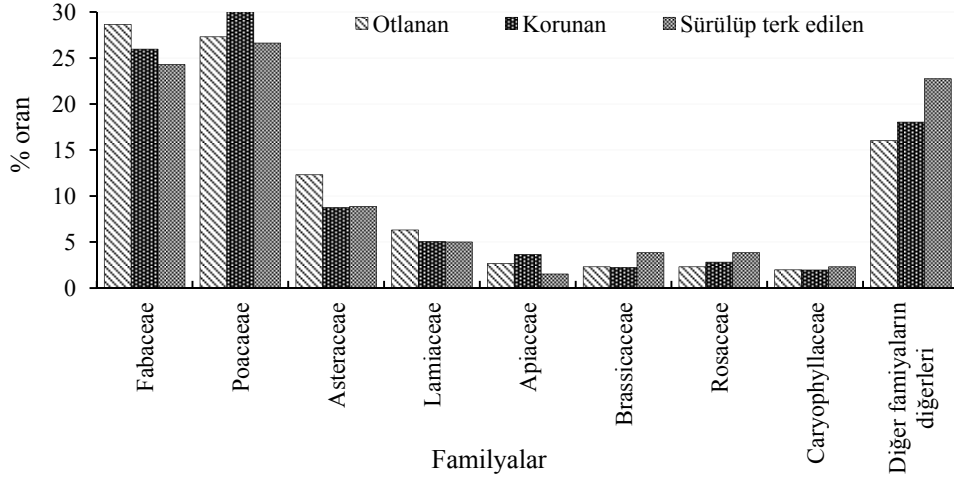
İstatistik analiz işlemleri SPSS paket (versiyon 20.0) (Anonim, 2010) programında yapılmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

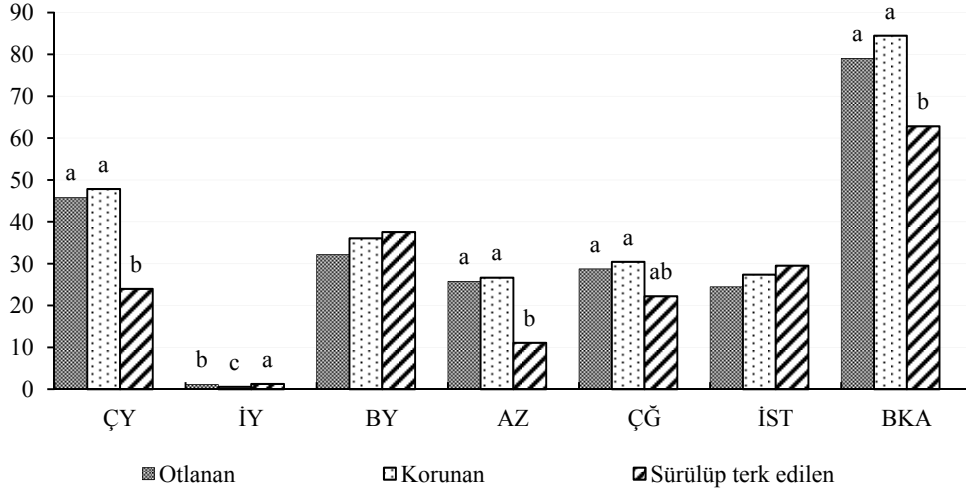
3.1. Bitki tür sayıları, bitki ile kaplı alan (BKA) ve botanik kompozisyon (BK) oranları

Meralarda tespit edilen türlerin ait olduğu familyaların oranları Şekil 2'de, bitkilerin ömür uzunluğuna ve doruk tür özelliğine göre; BKA oranları Şekil 3.'de ve BK oranları Şekil 4'de verilmiştir.

Mera kesimlerinden otlatılan merada 149, korunan merada 177 ve sürülüp terkedilen merada 130 tür olmak üzere birbirinden farklı 206 tür tanımlanmıştır. Anonim (2012)'ye göre Tekirdağ'da 70 familyadan 445 takson belirlenmiştir. Meralarda en fazla tür korunan merada, en az tür ise sürülüp terk edilen merada bulunmuştur. Bu türlerin familyalara dağılımı; Poaceae 59, Fabaceae 55 ve Asteraceae 22 ve Lamiaceae 10, Brassicaceae 6, Caryophyllaceae 4, Rosaceae 5 ve diğer familyalardan 45 adet olmuştur. Ülkemizde takson sayısı bakımından en fazla bulunan familyalar Asteraceae (1348), Fabaceae (1145), Lamiaceae (725) ve Poaceae (623) familyalarında bulunmuştur (Uyanık ve ark., 2013). Meralarda bulunan türlerin % oranları Şekil 2.'de verilmiştir. Buna göre; Fabaceae, Asteraceae ve Lamiaceae otlatılan merada; Poaceae ve Apiaceae korunan merada; Brassicaceae, Rosaceae ve Caryophyllaceae sürülüp terk edilen merada en yüksek oranda bulunmuştur. Türkiye'de diğer familyalardan en fazla tür Asteraceae familyasında bulunmuştur (Andiç, 1985). Bu familyaya ait türler genellikle serin iklimlere uyum sağlaması, çok sayıda tohum oluşturmaları ve tohumlarının yayılma yeteneklerinin fazlalığı bu sonuçları doğrular. Meraların, BKA oranları otlatılan merada % 79.06, korunan merada % 84.48 ve sürülüp terk edilen merada %



Şekil 2. Meralarda teşhis edilen tür sayılarının familyalara göre oranları (%)



ÇY: Çok yıllık, İY: İki yıllık, BY: Bir yıllık; AZ: Azalıcı, ÇĞ: Çoğalıcı, İST: İstilacı, BKA: Bitki ile kaplı alan

Şekil 3. Meralarda tanımlanan türlerin ömür uzunluğuna ve doruk tür özelliğine göre BKA oranları (%)

65.85 oranında belirlenmiştir. Otlatılan ve korunan meraların BKA oranları arasındaki istatistiksel fark önemsizdir. Ancak bu meralar ile sürülüp terk edilen meralar arasındaki fark önemlidir ($P < 0.01$). Otlatılan ve korunan meraların bitki ile kaplı alan sonuçları, bazı araştırmacıların elde ettikleri (Koç ve Gökkuş, 1996; Babalık, 2008) oranlardan daha yüksek bulunmuştur. Trakya yöresinde yapılan araştırmalarda (Tekeli ve Mengül 1991; Altın ve ark., 2007; Altın ve ark., 2010; Gür ve Altın, 2008; Bayraktar, 2012; Tuna ve ark., 2013) meraların bitki ile kaplı alan oranları diğer yörelerimizdekilerden daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Meraların bitki örtülerinde türler hayat formlarına ve doruk tür özelliklerine göre incelenmiştir. Türlerden çok yıllık (ÇY), bir yıllık (BY) ve iki yıllık (İY) türlerin BKA oranları, otlatılan merada % 45.79, % 32.16 ve % 1.11; korunan merada %

47.48, % 36.06 ve % 0.59; sürülüp terk edilen merada % 24.00, % 35.57 ve % 1.28 oranında bulunmuştur. Doruk tür özelliğine göre, otlatılan merada azalıcı türler (AZ) % 25.80, çoğalıcı türler (ÇĞ) % 28.80 ve istilacı türler (İST) % 24.78; korunan merada AZ % 26.67, ÇĞ % 30.43 ve İST % 27.37; sürülüp terk edilen merada AZ % 11.08, ÇĞ % 22.23 ve İST % 29.54 oranında kaydedilmiştir (Şekil 3).

Meralarda BK katılan ÇY, BY ve İY türlerin oranları sırasıyla; otlatılan merada % 57.92, % 40.68 ve % 1.40; korunan merada % 56.62, % 42.68 ve % 0.70; sürülüp terk edilen merada % 38.19, % 59.78 ve % 2.03 olmuştur. Doruk tür özelliğine göre; AZ, ÇĞ ve istilacı İST türlerin botanik kompozisyona katılım oranları sırasıyla; otlatılan merada % 32.64, % 36.40 ve % 30.96; korunan merada % 31.57, % 36.02 ve % 32.41; sürülüp terk edilen merada % 17.63, % 35.37 ve % 47.00 olmuştur (Şekil 4). Botanik

kompozisyonda ÇY türler en yüksek oranda otlatılan, en az oranda sürülüp terk edilen merada, BY ve İY en yüksek oranda otlatılan, en az ise sürülüp terk edilen merada bulunmuştur. Otlatılan merada BY bitkilerin az bulunması otlatmanın olumlu etkisinden kaynaklanmış olabilir. Serin-nemli kışa ve sıcak-kavurucu yazı sahip Akdeniz iklimi etkisinde bulunan yerlerde, bir yıllık türler ve kuraklığa dayanıklı çok yıllık türler daha çok görülürler (Türker, 2005). Çok yıllık buğdaygiller doğal bitki örtüsü özelliği devam eden meralarda daha çok rastlanmakta (Wester, 1981), bir yıllıklar ise rekabetin daha az şiddetli olduğu sıg topraklı daha fakir yerler (Edwards ve ark., 1996) ile doğal bitki örtüsü bozulmuş tekrar oluşan alanlarda (Gökkuş, 1994) yaygın olarak bulunmaktadır. Otlatılan ve korunan merada en fazla çoğalıcı türler, sürülüp terk edilen merada istilacı türler bulunurken azalıcı türler otlatılan ve korunan merada birbirlerine yakın oranda, sürülüp terk edilen merada ise diğer meraların yarısına yakın bulunmuştur. Otlatılan ve korunan meralara ait sonuçlar, Tuna ve ark. (2013) yörede bulunduğu sonuçlara yakındır. Meralarda azalıcı bitkilerden çok çoğalıcı ve istilacı türlere rastlanmıştır. Meralarda botanik kompozisyonda yer alan ÇĞ türlerin oranları birbirlerine yakın kaydedilmiştir. Otlatılan ve korunan meraların azalıcı türleri yine birbirine yakın bulunurken sürülüp terk edilen merada azalıcı türler diğer meralardaki oranın yarısına yakın olmuştur (Şekil 4). Başarılı bir otlatma için meradaki hayvan yoğunluğu ile bitki büyüme oranı arasındaki uyuma dikkat edilmelidir (Nösberger ve Boberfeld, 1986). Otlatılan meraların az sayıda hayvanla kısa süreli otlatılması bitki örtüsünün yeniden çoğalma gücünü muhafaza etmesine ve çoğalıcı türlerin yanında azalıcı türlerinde kompozisyona katılım oranlarının yüksek olmasına neden olmuş olabilir. Bitki örtüsünde çoğalıcı ve istilacı türlerin fazla olması meraların kötü kullanıldığının bir göstergesidir (Holeček ve ark., 2004). Meralarda erken ve ağır otlatmanın sonucunda öncelikle azalıcı bitkiler ortamı terk ederler. Bunların yerine ortama öncelikle çoğalıcı türler katılır, kötü kullanım devam ederse çoğalıcı türlerde ortamdaki uzaklaşarak yerlerini istilacı türlere terk ederler (Gökkuş, 1994; Holeček ve ark., 2004; Altın ve ark., 2011; Çomaklı ve ark., 2012). Ekseriyetle hayvan besleme açısından düşük öneme sahip olan buğdaygiller ve baklagiller ile diğer familyalara ait türler genellikle çoğalıcı ve istilacı sınıfa girmektedirler (Gökkuş, 1994). Meralarda doruk bitki örtüsünde azalıcı bitkilerin klimaksın doğal üyesi oldukları, çoğalıcıların en fazla 20 oranında temsil edilebileceği, istilacıların ise bitki örtüsünde yer alamayacağı kabul edilmektedir (Altın ve ark., 2011).

3.2. Mera kalite dereceleri (MKD) ile mera sağlık ve durum sınıfları

Meraların, iki yıllık ortalamalarına ait azalıcı ve çoğalıcı türlerin botanik kompozisyona katılım oranları ile belirlenen mera kalite dereceleri(MKD) Şekil 5’de verilmiştir.

Mera kalite dereceleri arasındaki fark otlatılan ve korunan meralarda, sürülüp terk edilen merada önemli olmuştur ($P<0.01$). Meralarda yıllara göre kalite derecelerinde görülen fark önemsiz düzeydedir. Meralarda

en yüksek kalite derecesi % 52.66 ile otlatılan merada, en az ise % 37.65 ile sürülüp terk edilen merada kaydedilmiştir. Korunan meranın kalite derecesi % 51.60 olmuştur (Şekil 5). Elde edilen sonuçlar, ülkemizde daha önce yapılan (Bakır, 1970; Uluocak, 1978; Okatan, 1987; Şilbir ve Polat, 1996; Bakoğlu, 1999; Erkovan, 2000) yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Çomaklı ve ark. (2012) otlatılan meranın kalite derecesini % 39.6, korunan meranın % 46.9 ve sürülüp terk edilen meranın ise % 36.0 bildirmiştir. Koç (1995), mera kalite derecelerinde farklılığının, kompozisyonda yer alan türlerin kalite derecelerindeki farklılıktan kaynaklandığını ifade etmiştir. Meraların kalitesi aşırı otlatma ile azaldığı gibi hiç otlatılmamasından da azalmaktadır (Tosun ve Altın, 1981). Nitekim korunan merada tür sayısının fazla olmasına karşılık otlatılan merada, kalite derecesi daha yüksek belirlenmiştir.

Mera durumunun belirlenmesinde azalıcı ve çoğalıcı bitkilerin botanik kompozisyona katılım oranları ve sağlık sınıfının belirlenmesinde ise bitki ile kaplı alan oranı etkili olmaktadır. Otlatılan merada azalıcı türler % 32.66, çoğalıcı türler % 36.33, korunanda azalıcı türler % 31.60, çoğalıcı türler % 36.01 ve sürülüp terk edilen merada ise azalıcı türler % 17.65, çoğalıcı türler % 35.36 oranında bulunmuştur (Şekil 4). Meralarda ÇĞ tür oranları birbirlerine yakın orandadır. Otlatılan ve korunan meraların azalıcı türleri yine birbirine yakın bulunurken sürülüp terk edilen merada azalıcı türler diğer meralardaki oranın yarısına yakın olmuştur. Başarılı bir otlatma için meraların taşıma kapasitesi ile otlayacak hayvan sayısı arasındaki ilişki dikkate alınmalıdır. Otlatılan meraların az sayıda hayvanla kısa süreli otlatılması bitki örtüsünün yeniden çoğalma gücünü muhafaza etmesine neden ve çoğalıcı türlerin yanında azalıcı türlerinde kompozisyona katılım oranlarının yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Otlatılan ve korunan meraların mera durumları “iyi”, sürülüp terk edilen meranın ise orta bulunmuştur. Meraların sağlık sınıfları ise her üç merada da sağlıklı bulunmuştur (Şekil 6). Sağlıklı meralar toprak ve diğer ekolojik faktörlerin birbirini tamamladığı ve üretimde devamlılığın olduğu meralardır (Altın ve ark., 2011).

Araştırma ile mera bitki örtülerinin, potansiyelini en çok kaybettiği meraların, sürülüp terk edilen meralar olduğu anlaşılmıştır. Korunan ve otlatılan meralarda durum sınıfının “iyi” olması azalıcı ve çoğalıcı türlerin oranının yüksek olmasından, sürülüp terk edilen merada ise orta olması azalıcı tür oranının düşük olmasından kaynaklanmıştır. Korunan merada ayrıca korumanın etkisi de bu durumda rol oynamış olabilir (Bakoğlu ve Koç, 2002). Otlatılan merada durum ve sağlık sınıfı, ülkemizde daha önce yapılan çalışmalardan (Gökkuş ve Altın, 1986; Koç ve Gökkuş, 1996; Çomaklı ve ark., 2012) daha yüksek bulunmuştur. Sürülüp terk edilen merada durum sınıfının orta ve sağlık sınıfının da sağlıklı olması işlemeli tarımdan sonra geçen 12 yıllık sürede bitki örtüsünün hızla geliştiğini göstermektedir. Bitki örtüsündeki bu hızlı gelişim Trakya yöresinin ekolojik özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Tekirdağ’da ilkbaharlar ılıman ve yağışlı geçmektedir. Yani serin iklim bitkilerin hakim olduğu meralar kuraklık yaşamamaktadırlar. Nitekim, Trakya yöresinde yapılan araştırmalarda meraların (Altın ve ark., 2007; Tuna, 2010;

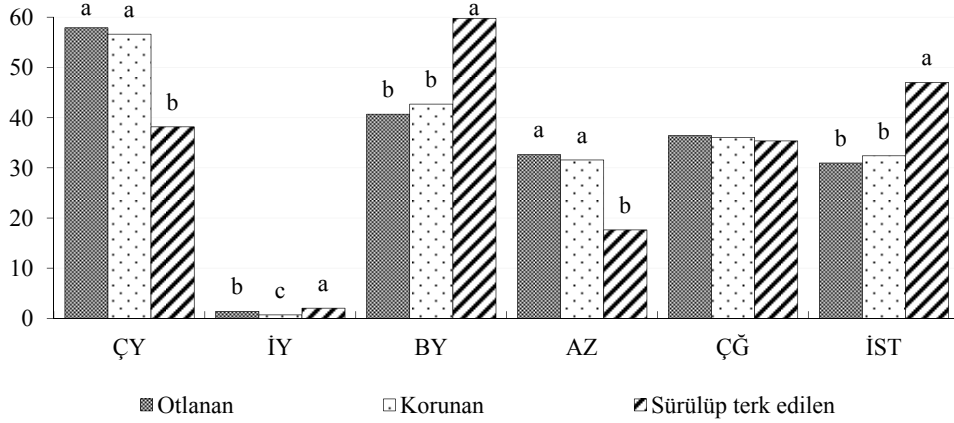
Gür ve Altın, 201; Bayraktar, 2012; Tuna ve ark., 2013) bitki ile kaplı alan oranları yüksek bulunduğundan, yöre meraları genel olarak sağlıklı sınıfta yer almaktadırlar.

3.3. Meraların benzerlik indeksleri

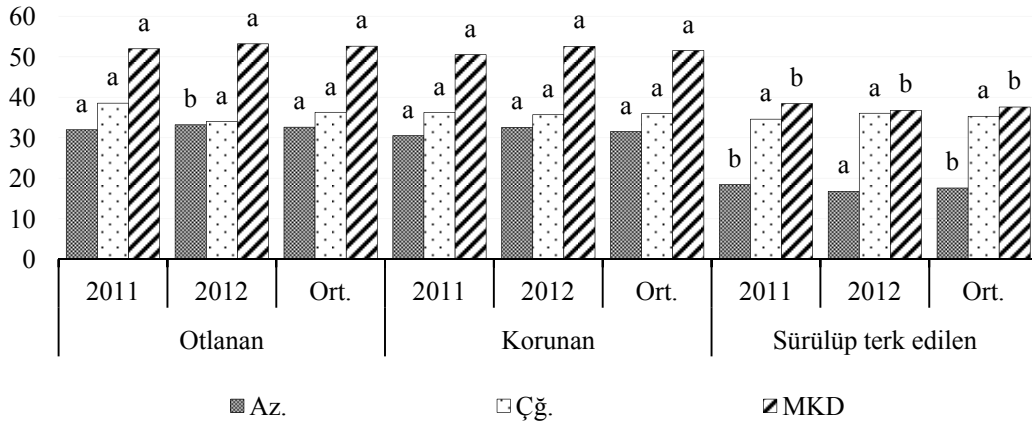
Meraların 2011 ve 2012 yılı ve bu yıllar ortalaması benzerlik indeksi oranları Şekil 6'da verilmiştir. Meraların botanik kompozisyonuna göre benzerlik indeksleri Meraların bitki örtülerinin benzerlik oranı iki yıllık ortalamalara göre sırasıyla otlatılan - korunan meralar

arasında % 67.67, otlatılan – sürülüp terk edilen meralar arasında % 58.20, korunan - sürülüp terk edilen meralar arasında ise % 39.65 olmuştur. Meralar arasında en yüksek benzerlik indeksi 2012 yılında otlatılan-korunan (% 72.41), en az ise 2011 yılında korunan-sürülüp terk edilenler arasında (% 38.84) tespit edilmiştir (Şekil 7).

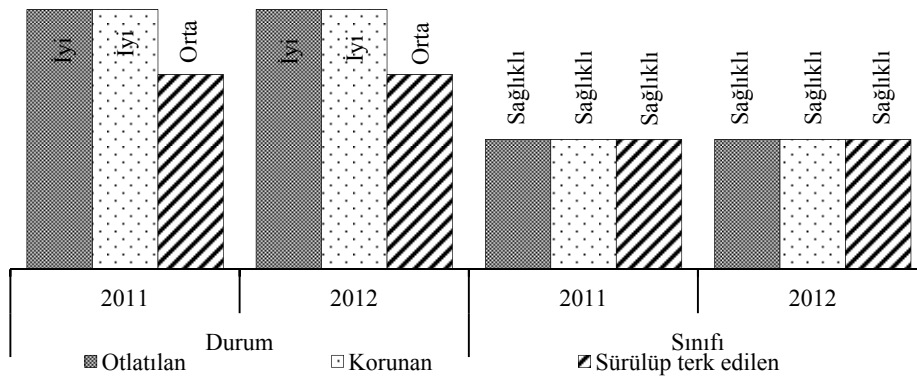
Benzerlik indeksi, farklı mera kesimlerinin birbirine benzeme oranını ifade etmektedir. Mera kesimleri arasında ortaya çıkan farklılık meraların kullanım farkı, faydalanma biçimi ve otlatma yoğunluğu ile botanik



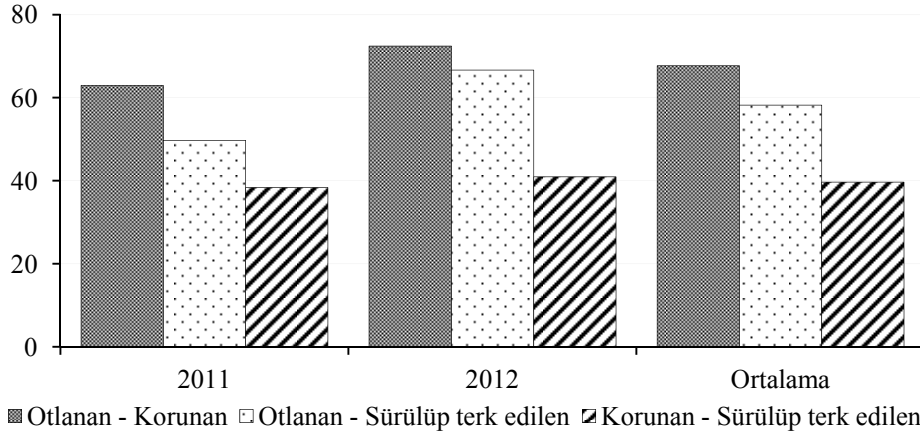
Şekil 4. Meralarda tanımlanan türlerin ömür uzunluğuna ve doruk tür özelliğine göre botanik kompozisyon (%)



Şekil 5. Meralarda azalıcı ve çoğalıcı türler oranı ile kalite dereceleri (%)



Şekil 6. Meraların durum ve sağlık sınıfları



Şekil 7. Meraların benzerlik oranları (%)

kompozisyonlarından kaynaklanmaktadır. Botanik kompozisyona etki eden bütün faktör benzerliğe de doğrudan etki etmektedir (Hofman ve Stanley, 1978).

Benzerlik indeksi % 100'e yaklaştıkça karşılaştırılan alanların aynı, bu değer küçüldükçe karşılaştırılan alanların farklı bitki topluluklarına ait oldukları anlaşılmaktadır (Okatan, 1987). Buna göre doğal bitki örtüleri arasındaki benzerlik, doğal bitki örtüleriyle sekonder oluşan bitki örtüleri arasındaki benzerlikten daha fazla olduğu belirlenmiştir. Nitekim ülkemizin değişik yörelerinde yapılan çalışmalarda (Koç 1995; Bakoğlu 1999; Koç ve ark., 2003) da benzer sonuçlar alınmış ve farklılığın temel sebebi olarak kullanım ve saha faktörleri arasındaki farklılığa dikkat çekilmiştir.

4. Sonuç

Sonuç olarak; Tekirdağ iline bağlı Karahisar köyünde bulunan otlatılan, korunan ve sürülüp terk edilen meralarda yapılan vejetasyon etütlerine göre; en fazla tür korunan en az sürülüp terk edilen merada bulunmuştur. Korunan ve otlatılan meranın bitki ile kaplı alanı birbirine yakın ve sürülüp terk edilen meranın ise daha az oranda bulunmuştur. Çok yıllık bitkiler en yüksek oranda korunan merada, bir yıllık ve iki yıllık bitkiler en yüksek oranda sürülüp terk edilen meralarda belirlenmiştir. Otlatılan ve korunan merada en fazla çoğalıcı türler, sürülüp terk edilen merada istilacı türler bulunurken azalıcı türler otlatılan ve korunan merada birbirlerine yakın oranda, sürülüp terk edilen merada ise diğer meraların yarısı oranına yakın bulunmuştur. İncelenen meralardan otlatılan ve korunan merada iyi, sürülüp terk edilen mera orta mera durumu sınıfında olduğu, meraların sağlık sınıfları ise sağlıklı olduğu, bu meraların ıslah edilebilmesi için uygun ıslah yöntemlerinin saptanması amacıyla yeni araştırmaların yürütülmesi gerektiği söylenebilir.

Teşekkür

Araştırmamıza ekonomik destek veren Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu ile çalışmalar süresince yardımlarını esirgemeyen Tez danışmanı Prof. Dr. Murat ALTIN'a teşekkür ederim (Proje No: 2010/01).

Kaynaklar

- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Altın, M., Tuna, C., Gür, M. 2007. Bir ıslah çalışmasının doğal mera ekosisteminin vejetasyonu üzerindeki bazı etkileri. Türkiye VII. Tarla Bit. Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Altın, M., Tuna C., Gür, M. 2010. Tekirdağ taban ve kıraç meralarının verim ve botanik kompozisyonuna gübrelemenin etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg., 2: 191-198.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011. Çayır ve Mera Yönetimi 2. Cilt (Genel İlkeler). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM yayımları. 84-88s, Ankara.
- Andiç, C 1985. Erzurum yöresi doğal çayır mera ve yayla vejetasyonlarında mevcut bitki türleri, bunların hayat formları ve çiçeklenme periyotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16: 85-104.
- Anonim, 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM, Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Nisan-2008, Ankara.
- Anonim, 2010. SPSS (Statistical Package For Social Sciences) for Windows copyright@spss,inc.
- Anonim, 2012. <http://www.tubives.com/index.php?sayfa=300>Erişim tarihi:10.06.2014.
- Anonim, 2014. Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları
- Babalık, A.A. 2008. Isparta yöresi meralarının vejetasyon yapısı ile toprak özellikleri ve topoğrafik faktörler arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi. S. D. Ü. Fen Bil. Enst., Isparta.
- Bakır, Ö. 1970. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Arazisinde Bir Mera Etüdü. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları No: 382, 123s., Ankara.
- Bakır, Ö., Açıkgöz, E. 1976. Yurdumuzda Yembitkileri Çayır Mer'a Tarımının Bugünkü Durumu, Geliştirme Olanakları ve Bu Konuda Yapılan Çalışmalar. Ankara Çayır Mer'a ve Zooteknik Araştırma Enstitüsü Yay. No: 61.
- Bakoğlu, A. 1999. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi (yayınlanmamış), Atatürk Ün. Fen. Bil. Enst., Erzurum.
- Bakoğlu, A., Koç, A. 2002. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması, bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14 (1): 37-47.
- Bayraktar, E. 2012. Taban ve Orman İçi Meralarda Bitki Örtülerinin Verimleri Tür Bileşimi ve Önemli Türlerin Bazı

- Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Çomaklı, B., Öner, T., Daşcı, M. 2012 Farklı kullanım geçmişine sahip mera alanlarında bitki örtüsünün değişimi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Der., 2(2): 75-82.
- Daşcı, M. 2002. Şekerli Beldesi (Narman-Erzurum) Yayla Vegetasyonunun Mevcut Durumu. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Edwards, G.R., Parsons, A.J., Newman, J.A., Wright, I.A. 1996. The spatial pattern of vegetation in cut and grazed grass/ white clover pastures. *Grass and Forage Science*, 51: 219-231.
- Erkovan, H.İ. 2000. Çiğdemlik Köyü (Bayburt) mera vejetasyonları mevcut durumu. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Ün., Fen Bil. Ens. Erzurum.
- Gökkuş, A., Altın, M. 1986. Değişik ıslah yöntemleri uygulanan meraların kuru ot ve ham protein verimleri ile botanik kompozisyonları üzerinde araştırmalar, *Doğa Tr. Tar. Or. Derg.*, 10: 333-342.
- Gökkuş, A., Koç, A. 1991. Alpin meralar: vejetasyon yapısı ve önemi. *Tarımda Kaynak Derg.*, 2: 43-47.
- Gökkuş, A. 1994. Sürülüp terkedilen alanlarda sekonder süksesyon. *Atatürk Üniv. No:787, Zir. Fak. No: 321, Aras. No: 197, Erzurum*, 61.
- Gür, M., Altın, M. 2011. Yörükler köyü doğal mera vejetasyonunun botanik kompozisyonu ve verim potansiyeli üzerinde bir araştırma. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 1(3):2008-2012, 2-15 Eylül 2011, Bursa.
- Hoffman, G.R., Stanley, L.D. 1978. Effects of cattle grazing on shore vegetation of fluctuating water level reservoirs. *J. Range Management*, 31: 412-416.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H. 2004. Range management: Principles and practices. Prentice Hall, New Jersey 607 p.
- Koç, A. 1995. Topoğrafya ile toprak nem ve sıcaklığının mera bitki örtülerinin bazı özelliklerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Koç, A., Gökkuş, A. 1996. Palandöken Dağlarında Kayak Pisti Olarak Kullanılan ve Nispeten Korunan Mera ile Otlatılan Meranın Bitki Örtülerinin Karşılaştırılması. Türkiye III. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 162-170, 17-19 Haziran 1996, Erzurum.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M. 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kong. 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır.
- Mut, H., Ayan, İ. 2011. Effects of Different Improvement Methods on Some Soil Properties in a Secondary Succession Rangeland. *J. of Biological and Environmental Science*, 5(13): 11-16.
- Nösberger J. Optz von Boberfeld, W. 1986. Grundfutterproduktion. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg.
- Okatan, A. 1987. Trabzon Meryemana Deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. T.C. TKB. OGM., Yay. No:664, Ankara.
- Şilbir, Y. Polat, T. 1996. Şanlıurfa İli Tektek Dağlarında korunan ve otlatılan alanlarda lup yöntemine göre bitki türleri ve bitki kompozisyonlarının belirlenmesi üzerinde bir çalışma. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kong. 90-97, 17-19 Haziran 1996, Erzurum.
- Tekeli, S., Mengül, Z. 1991. Orman içi merada topoğrafyanın botanik kompozisyona ve verim üzerine etkisi. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 139-149, 23-31 Mayıs 1991, İzmir.
- Tosun, F. 1968. Transekt metodu ile yapılan mera vejetasyonu çalışmalarında optimum numune intensitesinin tespiti üzerinde bir araştırma. Atatürk Ün., Ziraat Fakültesi Zirai Araştırma Enstitüsü, Araştırma Bülteni No: 27, 40 s.
- Tosun, F., Altın, A. 1981. Çayır-Mera-Yayla Kültürü Ve Bunlardan Faydalanma Yöntemleri. Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak., Yayın No: 1, Ders Kit. No: 1, Samsun, 229s.
- Tuna, C. 2000. Trakya Yöresi Doğal Mera Vejetasyonlarının Yapısı ve Bazı Çevre Faktörleri İle İlişkisi. Doktora Tezi, Trakya Üni. Fen Bil. Enst. Edirne.
- Tuna, C., Gür, M., Altın, M. 2013. Tekirdağ Yeşilsırt Köyü mera vejetasyonunun bazı floristik özellikleri. Ekoloji Sempozyumu 2-3 Mayıs 2013, Tekirdağ.
- Tubives 2012 <http://turkherb.ibu.edu.tr> Erişim Tarihi:20.09.2013.
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E., Çelik, N. 2003. Sekonder mera vejetasyonunda farklı ölçüm metodlarının karşılaştırılması ve mera durumunun belirlenmesi. *Uludağ Ün. Zir. Fak. Derg.*, 17(1): 65-77.
- Türker, A.H. 2005 Akdeniz Meralarının İdaresi "The Ecology and Management of Grazing Systems 1996 J. Hodgson & A.W. Illios 359-385 N.G. Seligman "Management of Mediterranean Grasslands" çevirisi.
- Uluocak, N. 1978. Kırklareli yöresi orman içi mera vejetasyonunun nitelikleri ve bazı kantitatif analizleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2407, Orman Fakültesi, Yayın No: 253. 116s, İstanbul.
- Uyanık, M., Kara, M.Ş., Gürbüz, B., Özgen Y. 2013. Türkiye'de bitki çeşitliliği ve endemizm. Ekoloji Sempozyumu 2013, Tekirdağ, http://www.agri.ankara.edu.tr/fcrops/10067_1380231979.pdf. Erişim Tarihi:15.05.2014.
- Wester, L. 1981. Composition of native grasslands in the San Joaquin Valley, California. *Madroño*, 28: 231-241.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 68-73
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.68-73](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.68-73)



Mardin Kızıltepe koşullarında ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin uygun ekim zamanlarının belirlenmesi

Yusuf Doğan^{a*}, Yeşim Toğay^b, Necat Toğay^b

^aMardin Artuklu Üniversitesi Kızıltepe Meslek Yüksekokulu 47000, Mardin, ^bYüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü 65080, Van

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

Geliş/Received 18/09/2014

Kabul/Accepted 29/01/2015

ÖZET

Bu araştırma farklı ekim zamanlarının ekmeklik buğdayda verim ve verim öğelerine etkilerini belirlemek için, Mardin Artuklu Üniversitesi Kızıltepe Meslek Yüksekokulu deneme tarlalarında 2011-12 ve 2012-13 buğday yetiştirme yıllarında yürütülmüştür. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş Nurkent, Cemre ve Karacadağ-98 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılarak çeşitler ana parsellere, ekim zamanları alt parsellere yerleştirilmiştir. Üç buğday çeşidi üç farklı ekim zamanında (10, 25 Kasım ve 10 Aralık) ekilmiştir. Çalışmada tane verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, bitki boyu, başak boyu, başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı incelenmiştir. En yüksek tane verimi 2011-12 ve 2012-13 yıllarında sırasıyla 413.3 kg/da ve 372.7 kg/da ile Cemre çeşidinde bulunurken, en düşük tane verimi 302.5 kg/da ve 300.8 kg/da ile Karacadağ-98 çeşidinden alınmıştır. Mardin koşullarında en uygun ekim zamanının 10 Kasım olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Ekmeklik buğday
Ekim zamanı
Verim
Verim komponentleri

Determining of suitable sowing time for bread wheats (*Triticum aestivum* L.) varieties in Mardin Kiziltepe conditions

ABSTRACT

This research was conducted at the experimental fields of Kiziltepe Vocational High School of Mardin Artuklu University in 2011-12 and 2012-13 years to determine effects of different sowing times applications on yield and yield components of bread wheat. Trial was established randomized complete block design in split plot arrangements with three replications by using three bread wheat varieties (Nurkent, Cemre and Karacadağ-98 cv.) as main plots and sowing times treatments as split plots. Three bread wheat cultivars were sown at three different sowing dates (November 10, 25 and 10 December). In the study were investigated the seed yield, biological yield, harvest index, plant height, spike height, seed number per spike and 1000-seed weight. As the highest grain yield per area was obtained at the Cemre cultivar as 413.3 kg/da and 372.7 kg/da the lowest seed yield was obtained at the Karacadağ-98 cultivar as 302.5 kg/da and 300.8 kg/da in years of 2011-12 and 2012-13 respectively. The most suitable sowing time was determined with November 10 in Mardin conditions.

Keywords:
Bread wheat
Sowing time
Yield
Yield components

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Buğday, hem dünyada hem de Türkiye'de ekiliş ve üretim açısından ilk basamaklarda yer alan önemli bir bitkidir. Türkiye'de buğdayın ekim alanı 75296000 dekar, üretimi 20 100 000 ton, Mardin ilinde ise 763340 da, üretim 291.105 tondur. Ülkemizde buğday verimi 266.95 kg/da

olup, Dünya ortalaması olan 279.18 kg/da'ya yakındır (TUİK, 2012).

Bu günlerde bitkisel üretim alanlarının genişletilme olanaklarının azalmasıyla birlikte yanlış kullanıma bağlı olarak birçok yerde bitkisel üretim hızlı bir şekilde azalmaktadır. Böylece üretim azalmakta ve gün geçtikçe çoğalan insan nüfusunun beslenmesi güçleşmektedir. Bu

yüzden bitkisel üretimin artırılmalıdır. Bu da birim alandan daha yüksek verim alınması ile mümkün olacaktır.

En uygun ekim zamanı bir çeşidin verim açısından durumunu ortaya koymada en belirleyici faktörlerden birisidir. Ekim zamanının uygunluğu, toprağa ekilen tohumlukların optimum düzeyde topraktan çıkmasını ve birim alanda en uygun bitki sayısının oluşmasına olanak sağlar. Değişik çevre koşullarına sahip bu ülkede, uygun ekim zamanının saptanması ve ekim zamanının birim alan tohum verimine olan etkisini tespit etmek için değişik yıllarda birçok çalışma yapılmıştır. Çalışma sonuçları göstermiştir ki ekim zamanı geciktikçe verimin düştüğü, erken ya da geç ekimin yer ve zamana bağlı olarak tane verimi üzerine değişik etki ettiği tespit edilmiştir (Yığıtoğlu, 1999). Buğday bitkisinde ekim zamanı yalnızca tohumun çimlenmesi, bitki büyümesi ve verim öğeleri üzerinde değil yabancı ot büyümesi üzerinde de buğday çeşitlerine göre farklı oranlarda (Çoruh ve Bulut, 2008) etki yapabilmektedir.

Mardin ve bölgesinde yoğun bir şekilde ekmeklik ve makarnalık buğday ekimi yapılmaktadır. Üreticiler değişik nedenlere bağlı olarak ikinci ürün olarak mısır hasadını geciktirebilmektedirler. Mısırdan sonra ekilecek buğday için ekim zamanını ya Aralık ayının ikinci yarısından sonra ya da Ocak ayı sonuna kadar erteleyebilmektedirler. Kızıltepe’de buğday için en uygun ekim zamanı çalışmasına rastlanmamaktadır. Değişik yıllar arasında iklim şartlarında oluşan farklılıklar ve ekilen çeşitlerin değişmesi bu yöndeki çalışmaların tekrarlanmasını gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ekim zamanından kaynaklanabilecek verim kayıplarının azaltılması için yöre çiftçilerine önerilebilecek en uygun zaman aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Açılan bu gerekçelere dayanarak, bu çalışmada bazı farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin, Mardin Kızıltepe şartlarında en uygun ekim zamanının belirlenmesi amaç edinilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2011-2012 ve 2012-2013 yıllarında olmak üzere iki yıl süreyle Mardin Artuklu Üniversitesi Kızıltepe Meslek Yüksekokulu deneme alanlarında yürütülmüştür.

Çizelge 1. Deneme alanının iklim verileri (Anonim, 2013)*

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi nem (%)		
	2011-12	2012-13	UYO	2011-12	2012-13	UYO	2011-12	2012-13	UYO
Ekim	17.1	19.0	18.3	15.6	65.4	36.2	36.6	44.6	46
Kasım	6.7	13.0	10.7	51.7	93.1	69.7	50.1	52.1	57
Aralık	5.8	5.2	5.3	37.5	192.5	106.9	48.6	66.4	67
Ocak	3.8	4.9	3.0	130.1	152.7	112.3	77.5	68.0	70
Şubat	2.7	6.6	4.0	101.2	105.4	108.2	59.0	71.0	66
Mart	6.1	9.1	8.0	77.8	53.7	96.8	64.9	52.1	61
Nisan	17.5	15.2	13.4	35.3	62.3	83.6	49.4	46.0	56
Mayıs	20.3	19.5	19.6	44.7	154.4	40.4	30.4	43.0	45
Toplam				493.9	879.5	662.7			
Ortalama	10.0	11.5	10.3				52.1	55.6	58.5

*Mardin Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır, UYO: Uzun yıllar ortalaması

Deneme Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parsellerde Deneme Desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çeşitler ana parsellere, ekim zamanları ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Denemede kullanılan çeşit ve özellikleri şu şekildedir; Nurkent (90-110 cm boyunda, beyaz başaklı ve kılçıklı, tane rengi beyaz, ekmeklik kalitesi iyi, orta geççi, soğuğa dayanması iyi, kurağa orta derecede ancak yüksek sıcaklığa karşı toleranslıdır), Cemre (100 - 105 cm boyunda, başak uzunluğu orta uzun, tane rengi beyaz olup, soğuğa dayanması orta iyi, kurağa dayanıklılığı ise iyidir, ekmeklik kalitesi çok iyi, bölgedeki un fabrikaları tarafından aranan bir çeşittir) ve Karacadağ-98 (90 - 100 cm boyunda, uç kısma doğru sivri bir yapıya sahip bir bitki olup başak yapısı sıkıdır. Koyu sarı tane renginde, ekmeklik kalitesi iyi bir çeşittir). Bu ekmeklik buğday çeşitleri Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (GATAE) tarafında tescil edilmiştir. Deneme, kuru tarım koşullarında kışlık olarak yürütülmüştür. Denemede tüm çeşitler 20 cm sıra aralığında, ekim normu 500 tohum/m² olacak şekilde ekim yapılmıştır. Her parsel 6 kg da⁻¹ fosfor gelecek şekilde TSP gübresi atılmıştır. Tüm uygulama yapılan parsellere yarısı ekimle birlikte diğer yarısı da sapa kalkma döneminde olacak şekilde 12 kg/da azot (Amonyum nitrat) elle serpmeye uygulanmıştır. Sulama yapılmamış, yabancı ot mücadelesi her iki yılda da parseller otlandıkça elle alınmıştır.

Ekim, 5 m x 1 m = 5 m²’lik parsellere elle ekilmiştir. Hasat sırasında parselin her iki yanından birer sıra ve başlardan ise 50 cm kenar tesiri olarak atıldıktan sonra bütün işlemler 4 m x 0.6 = 2.4 m² lik alan üzerinde yapılmıştır. Denemede, parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m boşluk bırakılmıştır. Ekim iki hafta aralıklarla 10 Kasım, 25 Kasım ve 10 Aralık 2011 ve 2012 tarihlerinde markörle açılan çizilere elle yapılmış, hasat çeşitlere göre değişmek üzere her iki yılda da Haziran ayının başlarında elle yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler uygun bir yerde harman olgunluğuna gelinceye kadar kurutulduktan sonra elle harmanlanmıştır.

Denemenin yürütüldüğü dönemi kapsayan aylara ait iklim verileri ile uzun yıllar ortalaması Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2013).

Denemin yapıldığı 2011-2012 ve 2012- 2013 yıllarına

ait aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. İlk yıl yıllık toplam yağış miktarı (493.9 mm) ikinci yıla göre az yağış (879.5 mm) almıştır. Bitkilerin çıkış döneminde birinci yıl yağış oranı ikinci yıl ve UYO’na göre düşük olmuştur. Kardeşlenme döneminde ikinci yıl ortalama yağış miktarı birinci yıl ve UYO’na göre düşük olmuştur. Başaklanma döneminde birinci yıl yağış oranı ikinci yıl ve UYO’na göre düşük olmuştur. İkinci yılda buğdayın hasat dönemine yakın Mayıs ayında (154.4 mm) fazla yağışlı olmasında dolayı buğday çeşitlerinde verim olumsuz etkilemiştir (Sürme hastalığı). Uzun yıllar ortalama değerleri incelendiğinde (662.7 mm) ilk yılda düşen toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasın göre daha az iken, ikinci yılda düşen toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasından yüksektir. Denemenin kurulduğu topraklar; alüviyal ana materyalli, düz ve düze yakın derin topraklardır. Tipik kırmızı renkli, killi tekstürlüdür. Tuz içeriği % 0.059, pH’sı 7.59, kireç oranı % 29.6, organik madde içeriği % 1.69, fosfor (57.8 ppm) ve potasyum (1.66 me/100 g) olarak ölçülmüştür.

Çalışmada çeşitlerin başak özellikleri için, her parselden rasgele alınan 10 ana saptaki ölçüm ve tartımlar; Genç ve ark. (1987)’a göre yapılmıştır. Elde edilen iki yıllık sonuçlar, hem yıllar ayrı bir şekilde hemde birleştirilerek varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan ($p<0.05$) çoklu karşılaştırma yöntemine göre test edilmiştir. İstatistiksel analizler Düzgüneş ve ark. (1987)’dan yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kışlık üç ekmeleklik buğday çeşidinde farklı ekim zamanlarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de başak

özelliklerine ait ortalamalar ve Duncan gruplandırılmaları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi ekim zamanları bakımından denemenin ilk yılında hasat indeksi değeri hariç, incelenen bütün özellikler % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çeşitler açısından varyans analiz sonucu incelendiğinde, ikinci yılda biyolojik verim ve hasat indeksi, iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda ise hasat indeksi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı birinci yılda, bin tane ağırlığı ve birim alan tane verimi ise ikinci yılda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, incelenen tüm öteki özellikleri ise 2011-12 ve 2012-13 yıllarında ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda % 1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçları yıl açısından değerlendirildiğinde başak boyu, bin tane ağırlığı, biyolojik verim ve hasat indeksi istatistiksel açıdan önemsizken diğer bütün özellikler istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim zamanı x çeşit interaksyonu incelendiğinde, birinci yılda birim alan tane verimi ve biyolojik verim, ikinci yılda bitki boyu, iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda ise bin tane ağırlığı % 5 düzeyinde önemli, ikinci yılda başak boyu, iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda başak boyu ve birim alan tane verimi değerleri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İncelenen diğer özellikler ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ekim zamanı x yıl, çeşit x yıl ve ekim zamanı x çeşit x yıl interaksyonları incelendiğinde bütün özellikler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 3’ten de görüldüğü üzere çeşitler bitki boyu açısından değerlendirildiğinde 2011-12, 2012-13 yıllarında ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek değerler sırasıyla 92.34, 80.22 ve 86.28 cm olarak Nurkent çeşidinden elde edilirken, Cemre çeşidi ile arasındaki fark

Çizelge 2. Buğday çeşitlerinin bazı özellikler üzerine ait varyans analiz sonuçları

	Yıllar	Bitki boyu	Başak boyu	Başakta tane sayısı	1000 tane ağırlığı	Tane verimi	Biyolojik verim	Hasat indeksi
Ekim zamanı	1. Yıl	**	**	**	**	**	**	
	2. Yıl	**	**	**	**	**	**	**
	Birleşik yıllar	**	**	**	**	**	**	**
Çeşitler	1. Yıl	*	**	**	*	**	**	*
	2. Yıl	**	**	**	*	*		
	Birleşik yıllar	**	**	**	**	**	**	
Yıl		**		**		**		
Ekim zamanı x çeşit	1. Yıl					*	*	
	2. Yıl	*	**					
	Birleşik yıllar		**		*	**		
Ekim zamanı x yıl								
Çeşit x yıl								
Ekim zamanı x çeşit x yıl								

* $P<0.05$, ** $P<0.01$ düzeyinde önemlidir

Çizelge 3. Farklı ekim zamanı uygulamalarında buğday çeşitlerinin verim ve verim öğelerinde oluşan gruplar ve ortalamalar*

Bitkisel Özellikler	Yıllar	Çeşitler			Ekim Zamanları		
		Nurkent	Cemre	Karacadağ-98	10 Kasım	25 Kasım	10 Aralık
Bitki boyu (cm)	2011-12	92.34 a	91.76 a	85.96 b	94.10 a	92.13 a	83.84 b
	2012-13	80.22 a	80.16 a	73.00 b	81.50 a	77.88 b	74.00 c
	Ortalama	86.28 a	85.96 a	79.48 b	87.80 a	85.01 b	78.92 c
Başak boyu (cm)	2011-12	7.36 b	8.62 a	6.85 b	8.26 a	7.76 a	6.81 b
	2012-13	7.15 b	8.12 a	6.96 b	7.85 a	7.47 b	6.91 c
	Ortalama	7.26 b	8.37 a	6.91 b	8.06 a	7.62 b	6.86 c
Başakta tane sayısı (tane/başak)	2011-12	34.93 b	37.15 a	31.15 c	37.22 a	34.87 ab	31.14 b
	2012-13	29.54 b	33.08 a	27.16 c	32.61 a	29.97 b	27.21 c
	Ortalama	32.23 b	35.12 a	29.16 c	34.91 a	32.42 b	29.17 c
Bin tane ağırlığı (g)	2011-12	32.37 b	35.82 a	36.05 a	37.03 a	34.48 b	32.73 b
	2012-13	31.52 b	34.74 a	35.73 a	36.02 a	34.12 b	31.85 c
	Ortalama	32.50 b	35.28 a	35.89 a	36.52 a	34.30 b	32.85 c
Birim alan tane verimi (kg/da)	2011-12	357.2 b	413.3 a	302.5 c	429.9 a	378.8 b	264.4 c
	2012-13	316.7 b	372.7 a	300.8 b	375.3 a	356.0 a	258.7 b
	Ortalama	336.9 b	393.0 a	301.6 c	402.6 a	367.3 b	261.6 c
Biyolojik verim (kg/da)	2011-12	901.9 b	1010.9 a	851.2 b	1074.8 a	964.0 b	728.8 c
	2012-13	823.1 ab	921.8 a	804.1 b	904.9 a	876.8 a	767.2 b
	Ortalama	862.5 b	966.4 a	827.6 b	939.9 a	918.6 a	748.0 b
Hasat indeksi (%)	2011-12	39.14 a	41.04 a	35.63 b	39.80	39.48	36.53
	2012-13	38.26	40.15	37.92	41.32 a	40.67 a	34.34 b
	Ortalama	38.70	38.37	36.77	40.56 a	40.08 a	33.21 b

*Aynı sırada aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p < 0.05$ ihtimal seviyesinde önemli değildir

istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük değerler ise Karacadağ-98 çeşidinden elde edilmiştir. Ekim zamanlarının bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, her iki yetiştirme sezonunda ve birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek değerler sırasıyla 94.10, 81.50 ve 87.50 cm olarak birinci ekim zamanı olan 10 Kasım tarihinde yapılan ekimlerden elde edilmiş olup birinci yılda 25 Kasım tarihinde yapılan ekimler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük değerler ise 10 Aralık tarihinde yapılan ekimlerden elde edilmiştir. Kırıl ve Çelik (2012), Tokat-Kazova koşullarında yaptıkları çalışmada çeşit ve ekim zamanlarının bitki boyu üzerine etkisinin önemli olduğunu, en uzun bitkilerin ikinci ekim zamanı olan 31 Ekim tarihinde ekilen bitkilerden elde edildiğini, Bayram ve ark. (2008), ekim zamanları geciktikçe bitki boyunun kısaldığını bildirmişlerdir.

Başak uzunluğu yönünden çeşitler incelendiğinde en uzun başak boyları her iki yetiştirme sezonunda ve birleştirilmiş ortalamalarda Cemre çeşidinden elde edilirken, en kısa başak Karacadağ-89 çeşidinden elde edilmekle beraber Nurkent çeşidi ile arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ekim zamanlarının başak uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde her iki yılda ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en uzun başak boyları 10 Kasım tarihinde yapılan ekimlerden elde edilmiş olup birinci yılda 25 Kasım tarihinde yapılan ekimler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük değerler ise 10 Aralık tarihinde yapılan ekimlerden elde edilmiştir. Ağırmatlıoğlu ve Öktem

(2008), Şanlıurfa koşullarında yaptıkları çalışmada en yüksek başak uzunluğunun 16 Kasım ve 7 Aralık tarihlerinde yapılan ekimlerden, en düşük değerlerin ise 30 Kasım ve 18 Ocak ekimlerinden elde edildiğini, başak uzunluğu bakımından çeşitler arasında da fark olduğunu bildirirlerken, Akgün ve ark. (2011), başak uzunluklarının ekim zamanlarından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

2011-12, 2012-13 yıllarında ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en fazla başakta tane sayısı değerleri sırasıyla 37.15, 33.08 ve 35.12 adet/bitki olarak Cemre çeşidinden elde edilirken, en düşük değerler Karacadağ-89 çeşidinden elde edilmiştir. Başakta tane sayısı, ekim zamanları açısından değerlendirildiğinde her iki yılda ve birleştirilmiş ortalamalarda en fazla başakta tane sayısı değerleri sırasıyla 37.22, 32.61 ve 34.91 tane/başak olarak birinci ekim zamanından elde edilirken, en düşük değerler üçüncü ekim zamanı olan 10 Aralık tarihindeki ekimlerden elde edilmiştir. Akgün ve ark. (2011), başakta tane sayısının çeşide, ekim zamanına ve yıllara göre değiştiğini, ekim zamanı geciktikçe başakta tane sayısının azaldığını bildirirlerken, Ağırmatlıoğlu ve Öktem (2008), başakta tane sayısı bakımından ekim zamanı ve çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu, erken ve geç yapılan ekimlerin başakta tane sayısını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Çeşitler bin tane ağırlığı yönünden ele alındığında, en yüksek değerler Karacadağ-89 çeşidinden elde edilmekle beraber Cemre çeşidi ile arasındaki fark istatistiksel yönden önemsiz bulunurken, en düşük değerler Nurkent çeşidinden elde edilmiştir. Ekim zamanlarının bin tane ağırlığı üzerine

etkisi incelendiğinde ekim zamanı geciktikçe bin tane ağırlığının azaldığı görülmüş olup, her iki yılda ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek bin tane ağırlığı birinci ekim zamanından (10 Kasım) elde edilmiştir. Çekiç ve ark. (2008)'de geciken ekimlerin bin tane ağırlığını azalttığını, Kırıl ve Çelik (2012), bin tane ağırlığı özelliği açısından çeşitler arasındaki farkın önemli olduğunu, ekim zamanları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olmakla beraber en yüksek bin tane ağırlığının birinci ekim zamanından (11 Ekim) alındığını ifade etmişlerdir.

Birim alan tane verimi özelliği açısından çeşitler incelendiğinde birinci yıl 302.5-413.3 kg/da , ikinci yıl 300.8-372.7 kg/da ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda 301.6 – 393.0 kg/da arasında değişmiş olup en yüksek değerler Cemre çeşidinden elde edilirken, Karacadağ-98 çeşidi en düşük değerleri vermiştir. Birim alan tane verimi özelliği ekim zamanları açısından ele alındığında birinci yıl 264.4-429.9 kg/da, ikinci yıl 258.7-375.3 kg/da ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda 261.6-402.6 kg/da arasında değişmiş olup en yüksek değerler birinci ekim zamanından (10 Kasım), elde edilmekle beraber ikinci yılda ikinci ekim zamanı ile arasındaki fark önemsiz bulunurken, en düşük değerler üçüncü ekim zamanından (10 Aralık) elde edilmiştir. Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da araştırmacılar benzer sonuçlar elde etmiş olup, çeşitler ve ekim zamanlarının verimi etkilediğini, geciken ekimlerin verim kayıplarına neden olduğunu ifade etmişlerdir (Çekiç ve ark., 2008; Bayram ve ark., 2008; Akgün ve ark., 2011; Kırıl ve Çelik, 2012).

Çeşitlerin biyolojik verim üzerine etkisi incelendiğinde hem denemenin birinci ve ikinci yılında hem de iki yıllık birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek değerler Cemre çeşidinden elde edilirken, en düşük değerler Karacadağ-98 çeşidinden elde edilmekle beraber Nurkent çeşidi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ekim zamanlarının biyolojik verim üzerine etkisi incelendiğinde birinci yılda en yüksek değer (1074.8 kg/da) 10 Kasım ekiminde, en düşük değer (728.8 kg/da) ise 10 Aralık'taki ekimden elde edilmiştir. İkinci yılda ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek değerler (904.9, 939.9 kg/da) birinci ekim zamanından elde edilmekle birlikte ikinci ekim zamanı ile arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bulut (2005) biyolojik verimin ekim zamanlarından etkilendiğini ve en yüksek biyolojik verimin kışlık ekimlerden elde edildiğini bildirmiştir.

Hasat indeksi özelliği yönünden çeşitler incelendiğinde

birinci yılda en yüksek hasat indeksi (% 41.04) Cemre çeşidinden elde edilmekle beraber Nurkent çeşidi ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. En düşük hasat indeksi (%35.63) Karacadağ-98 çeşidinden elde edilmiştir. İkinci yılda ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda hasat indeksinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Çalışmanın birinci yılında hasat indeksi ekim zamanlarından etkilenmezken, ikinci yılda ve iki yıl birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek hasat indeksi birinci ekim zamanından elde edilmekle beraber ikinci ekim zamanı ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük hasat indeksi üçüncü ekim zamanından elde edilmiştir. Bulut (2005), ekim zamanları geciktikçe hasat indeksinin azaldığını bildirmiştir.

Çizelge 4'den de izlendiği gibi çeşit x ekim zamanı interaksyonuna ait bitki boyu açısından en yüksek değer 84.6 cm ile Nurkent çeşidinin 10 Kasım ekimlerinde tespit edilmiş, Cemre ve 25 Kasım Ekimi ile istatistiki olarak aynı gruba girerken, en düşük değer ise 69.2 cm ile Kacadağ-98 çeşidinin 25 Kasım ekimlerinden elde edilmiştir. Aynı çizelgede çeşit x ekim zamanı interaksyonuna ait başak boyu açısından en yüksek değer 9.23 cm ile Cemre çeşidinin 10 Kasım ekimlerinde bulunurken, en düşük değer ise 6.80 cm ile Kacadağ -98 çeşidinin 10 Aralık ekimlerinde elde edilmiştir. Çeşit x ekim zamanı interaksyonuna ait birim alan tane verimi yönünden en yüksek değer 505.2 kg/da ile Cemre çeşidinden ve aynı grupta yer alan Nurkent çeşidinden 10 Kasım'da yapılan ekimlerde bulunurken, en düşük değer 251.4 kg/da ile 10 Aralık'ta ekilen Kacadağ-98 çeşidinden ve aynı grupta bulunan Cemre ve Nurkent çeşitlerinden elde edilmiştir. Biyolojik verim açısından ise çeşit x ekim zamanı interaksyonu en yüksek değeri 1227.0 kg/da ile Cemre çeşidinin 10 Kasım ekimlerinden elde edilirken, en düşük değer 626.3 kg/da ile Nurkent çeşidinin 10 Aralık ekimlerinde bulunmuştur (Çizelge 5).

4. Sonuç

Sonuç olarak, Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında yapılan bu çalışmada ele alınan özellikler göz önünde bulundurularak Mardin bölgesi için buğday yetiştiriciliği için bölgede yaygın olarak yetiştirilmesi gereken Cemre çeşidinin 10 Kasım 25 Kasım tarihleri arasındaki ekimin uygun olduğu bulunmuştur. 25 Kasım tarihinden sonra yapılacak ekimler verimde düşümlere neden olmakla birlikte genotipten genotipe değişebileceği ortaya konmuştur.

Çizelge 4. Farklı ekim zamanı uygulamalarının buğdayda bitki boyu ve başak boyu üzerine interaksyon etkisi *

Ekim zamanı	Bitki boyu (cm)			Başak boyu (cm)		
	Nurkent	Cemre	Karacadağ-98	Nurkent	Cemre	Karacadağ-98
10 Kasım	84.6 a	82.1 ab	77.0 bc	7.26 c	9.23 a	7.06 c
10 November						
2012-13						
25 Kasım	82.0 ab	82.4 a	69.2 e	7.23 c	8.16 b	7.03 c
25 November						
10 Aralık	74.0 cd	76.0 cd	72.0 de	6.96 c	6.96 c	6.80 c
10 December						

*Aynı sırada aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0.05 ihtimal seviyesinde önemli değildir

Çizelge 5. Farklı ekim zamanı uygulamalarının buğdayda birim alan tane verimi ve biyolojik verim üzerine interaksiyon etkisi *

		Birim alan tane verimi (kg/da)			Biyolojik verim (kg/da)		
	Ekim zamanı	Nurkent	Cemre	Karacadağ-98	Nurkent	Cemre	Karacadağ-98
	10 Kasım	452.8 ab	505.2 a	331.9 d	1042.0 ab	1227.0 a	955.5 abc
2011-12	25 Kasım	393.3 c	418.6 bc	324.3 d	1037.4 ab	723.3 bc	820.5 bc
	10 Aralık	225.8 e	316.3 e	251.4 e	626.3 c	782.5 bc	777.6 bc

*Aynı sırada aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p < 0.05$ ihtimal seviyesinde önemli değildir

Kaynaklar

- Ağırmatlıoğlu, A., Öktem, A. 2008. Farklı ekim zamanlarının buğdayda (*Triticum ssp.*) bazı başak özelliklerine etkisi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008 Konya.
- Akgün, İ., Altındağ, D., Kara, B. 2011. Isparta ekolojik koşullarında ekmeklik ve makarnalık bazı buğday çeşitlerinin uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 17: 300-309.
- Anonim, 2013. Mardin Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları.
- Bayram, M.E., Özseven, İ., Demir, L., Orhan, Ş. 2008. Doğu ve güney marmara bölgesinde buğday tarımında farklı yetiştirme tekniği çalışmaları. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya.
- Bulut, S. 2005. Ekim Zamanı ve Sıklığının Kırık Buğday Çeşidinde Bitki Gelişmesi ve Verim Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çekiç, C., Savaşlı, E., Dayıoğlu, R., Önder, O., Karaduman, Y., Avcıoğlu, R. 2008. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) ekim zamanı ve sıklığı ile kalite kriterleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya.
- Çoruh, İ., Bulut S. 2008. Farklı zamanlarda ekilen buğday çeşitlerinin yabancı otların kuru ağırlık, yoğunluk ve rastlama sıklıkları üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 14(3): 276-283.
- Genç, İ., Kırtok Y., Ülger A.C., Yağbasanlar, T. 1987. Çukurova koşullarında ekmeklik ve makarnalık buğday hatlarının başlıca tarımsal karakterleri üzerine araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu. Bildiriler: 71-82. 6-9 Ekim 1987, Bursa
- Düzgüneş, O., Kesici, T. Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, 381s, Ankara.
- Kıral, A. S., Çelik, A. 2012. Tokat- Kazova koşullarında ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum*) verim ve diğer özelliklerine ekim zamanının etkisi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 29(1): 75-79.
- TUİK, 2012. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü 2013, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (29.12.2013).
- Yiğitoğlu, D. 1999. Kahramanmaraş koşullarında farklı ekim zamanlarının buğdayın gelişme dönemleri, verim ve verim unsurları üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 74-85
ISSN: 1308-875 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: [10.7161/anajas.2015.30.1.74-85](https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.1.74-85)



Toprak sıcaklığı ve ısıl yayılımının belirlenmesi

İmanverdi Ekberli ^{a*}, Yıldız Sarılar ^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, ^bT.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çarşamba İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: iman@omu.edu.tr

Geliş/Received 12/06/2014

Kabul/Accepted 08/12/2014

ÖZET

Topraklardaki sıcaklık değişimi ve ısıl yayılım toprak mikro ikliminin oluşumuna, toprak özelliklerinin değişimi ve bitki gelişimi süreçlerine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Bu çalışma, Samsun ili Çarşamba ilçesinde çim örtüsü ile kaplı açık (I. deneme alanı) ve şeftali bahçesinde ağaçların gölgeleme yaptığı (II. deneme alanı) alanlarda yürütülmüştür. Deneme alanlarında toprakların yüzeyinden 100 cm'ye kadar her 10 cm derinliğinde 7⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ saatlerindeki günlük toprak sıcaklıkları 21 ağustos 19 Eylül 2011 tarihleri arasında ölçülmüştür. Ölçülen toprak sıcaklık değerlerinden faydalanarak; günlük sıcaklık değişimi ve bu değişime bağlı olarak amplitüt, ısıl yayılım katsayısı gibi ısıl özellikler, toprağın temel ısı taşınım denkleminin çözüme göre elde edilen teorik günlük sıcaklık değerleri ile ölçüm değerlerinin karşılaştırılması irdelenmiştir. I. ve II. deneme alanlarının 0-50 cm katmanlarındaki 7⁰⁰, 12⁰⁰ ve 18⁰⁰ saatlerinde ölçülen günlük sıcaklık değerleri sırasıyla 16.5-24.0; 21.0-34.0; 19.5-27.0°C ve 16.5-23.0; 19.0-27.5; 19.0-24.8°C ve 50-100 cm katmanlarında ise sırasıyla 19.1-23.0; 21.0- 25.5; 19.2-25.0°C ve 18.9-22.0; 19.2-24.5; 19.0-24.0°C arasında değişmektedir. Genel olarak her iki deneme alanında da toprakları yüzeye yakın katmanlarındaki sıcaklık değişimleri az olup, aşağı katmanlara doğru (>50 cm) inildikçe bu değişimler daha da azalmaktadır. Amplitüt değerleri I. deneme alanında toprak yüzeyinde 2.03-5.60°C, 10 cm'den derin katmanlarda ise 0.93-3.07°C arasında, II. deneme alanında ise sırasıyla 1.97-2.77°C ve 0.94-2.46°C arasında belirlenmiştir. Ortalama ısıl yayılım I. deneme alanında 10-100 cm toprak derinliğinde 0.0835-0.8830 cm² sn⁻¹; II. deneme alanında ise 0.2578-1.9692 cm² sn⁻¹ aralıklarında bulunmuştur. Toprağın ısı taşınım denkleminin çözüme göre hesaplanan sıcaklık değerleri ile ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata 0.015 - 0.089 aralığında belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Amplitüt
Isı taşınım denklemi
Isıl yayılım
Toprak sıcaklığı

The determination of soil temperature and thermal diffusivity

ABSTRACT

Changes in the soil temperature and thermal diffusivity conditions are one of the most important components of soil microclimate and have a considerable impact on changes in soil properties and plant development processes. This study is carried out in a field covered with grass (I. experimental field) and another field covered with peach trees (II. Experimental field) in Çarşamba district of Samsun. The soil temperatures of each 10 cm from soil surface to 100 cm depth were measured daily in the experimental fields at 7⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ hours between August 21 and September 19, 2011. Some thermal properties of soils such as; daily soil temperature changes and due to these changes heat diffusivity, amplitude, and comparison between theoretical soil temperatures estimated from the solution of heat transfer equation and daily measured soil temperatures were investigated. In the I. and II. experimental fields, daily soil temperatures measured at 0-50 cm soil depth at 7⁰⁰, 12⁰⁰ and 18⁰⁰ hours were 16.5-24.0; 21.0-34.0; 19.5-27.0°C and 16.5-23.0; 19.0-27.5; 19.0-24.8°C, respectively and that measured at 50-100 cm soil depth were 19.1-23.0; 21.0- 25.5; 19.2-25.0°C and 18.9-22.0; 19.2-24.5; 19.0-24.0°C, respectively. Generally, changes in soil temperatures were less near the soil surface and much less in deeper soil layers (>50 cm). Amplitude values in the I. experimental field were 2.03-5.60°C at the soil surface and between 0.90 and 3.07°C at the layers deeper than 10 cm, they were 1.97-2.77°C at the soil surface and between 0.94 and

Keywords:

Amplitude
Heat transfer equation
Soil temperature
Thermal diffusivity

2.46°C at the layers deeper than 10 cm in the II. experimental field. Mean heat diffusivity in 0-100 cm soil depth were determined between 0.0835 and 0.8830 cm² sec⁻¹ in the I. experimental field, and between 0.2578 and 1.9692 cm² sec⁻¹ in the II. experimental field. The relative error between soil temperatures estimated from the solution of heat transfer equation and daily measured soil temperatures were determined between 0.015 and 0.089.

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Toprak sıcaklığı toprak oluşum süreçlerine, kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve biyolojik değişimlerin şiddetine, bitki büyümesine ve gelişimine önemi düzeyde etki yapan faktörlerden biridir. Toprak sıcaklığındaki değişim toprağın su dengesine, azot dönüşümüne, termo-fiziksel özelliklerine de etki yapmaktadır. Bitkisel üretimde yüksek verim elde edilmesi toprak sıcaklığının optimum düzeyde olmasına bağlıdır. Toprak sıcaklığı, toprak özellikleri (hacim ağırlığı, nem, yüzeyde organik katmanın bulunması, taban suyu yüksekliği, toprak rengi vb.), topografya (eğim derecesi, yönü, yükseklik vb.) ve iklimsel özellikler (yağış, rüzgar, basınç vb.) gibi birçok çevresel faktörün etkisi altındadır.

Topraktaki sıcaklık değişimi, toprağın karbon (C) ve azot (N) mineralizasyonuna, bitkilerin vejetasyon süresine çok önemli düzeyde etki yapmaktadır (Wang ve ark., 2006; Guntinas ve ark., 2012; Krzysztow ve ark., 2014; Schütt ve ark., 2014; Guo ve ark., 2014). Aynı zamanda toprak sıcaklığı toprak rutubeti ile birlikte toprakların CO₂ üretimi ve emisyon potansiyeli üzerine de etkide bulunmaktadır (Li ve ark., 2013; Hassan ve ark., 2014). Farklı toprak sıcaklıklarında (15, 20, 25, 30 °C) yapılan çalışmada, toprak solunumu ve organik madde mineralizasyonunun sıcaklığa duyarlı olduğu ve toprak sıcaklığındaki artışla pozitif ilişki gösterdikleri belirlenmiştir (Ghee ve ark., 2013). Toprak yüzeyindeki mikro klima sıcaklık ve nem ile ilişkili olup, bitki gelişimi için önemli bir faktördür. Bu faktör toprak yüzeyine yakın bölgelerdeki biyolojik (çimlenme, bitki gelişimi vb.) ve hidrolojik (sızma, yüzeysel akış, erozyon vb.) süreçleri kontrol etmektedir. Toprak sıcaklığının ve nem içeriğinin yönetimi toprak yüzeyindeki mikro klimayı etkilemektedir. Bitki örtüsü toprak sıcaklığını ve nem içeriğini doğrudan etkilediğinden mikro klima üzerinde de etkili olmaktadır (Flerchinger ve Pierson, 1997). Bitki örtüsünün oluşturduğu gölgelemenin değişimi, toprak sıcaklığını ve nemini, CO₂ konsantrasyonunu, toprak solunumunu etkilemekte, dolayısıyla toprağın termal ve hidrolojik özelliklerini sınırlamaktadır (Tanaka ve Hashimoto, 2006).

Toprak sıcaklığının değişimi toprakların ısı özelliklerine bağlı olup (Arkhangel'skaya ve Umarova, 2008), toprakların hidro-fiziksel özelliklerine (Hopmans ve Dane, 1985), su geçirime katsayısına (Jaynes, 1990), hidrolik iletkenliğine (Constantz, 1982; Andry ve ark., 2009), toprak oluşum süreçlerine (Ponomoryov ve ark., 1984; Ekberli ve ark., 2002; Arkhangel'skaya ve ark., 2005) de önemli düzeyde etki yapmaktadır. Toprak sıcaklığı toprakta bitki atıklarının ayrışması, besin dönüşümü, mikrobiyal biyokütle oluşumu, enzim aktivitesi gibi süreçleri de etkilemektedir (Zibilske ve Makus, 2009; Terrence ve Hugh, 2011). Toprakların su-tuz rejiminin oluşumu da toprak sıcaklığının günlük, sezonluk ve yıllık değişimi ile ilişkilidir. Bu nedenle, farklı toprak özelliklerine sahip topraklarda sıcaklık değişiminin belirlenmesi güncel

konulardan biridir. Kontrol edilmesi zor, tahmini mümkün olan iklim koşulları toprak sıcaklığına önemli düzeyde etki yapan faktörlerdendir. Chow ve ark. (2011) meteorolojik verileri kullanarak 4 yıllık süre ile (2006-2009 döneminde) yaptıkları çalışmada, 0.5-3.0 m toprak derinliğindeki sıcaklığın kuru hava sıcaklığı ile orantılı (0.869 korelasyon katsayı ile); bağıl nem, yağış, güneş radyasyonu ve rüzgar hızı ile zayıf ilişkili (0.223, 0.136, 0.089, 0.033 korelasyon katsayı ile) olduğunu belirtmişlerdir.

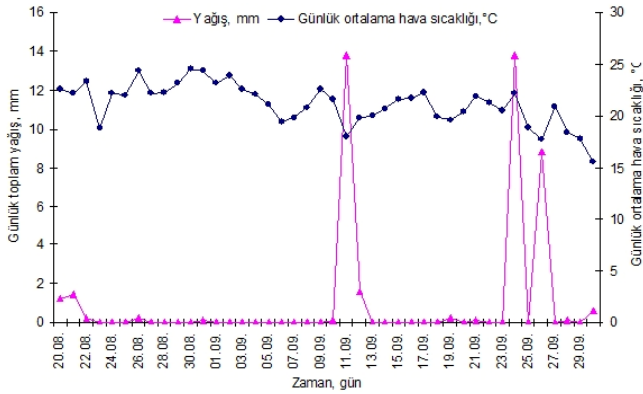
Toprak yüzeyinde ve aşağı katmanlarındaki sıcaklığın günlük ve yıllık değişimi, toprak özellikleri ile birlikte toprakların termo-fiziksel özelliklerine (ısısal yayılım, ısı iletkenliği, ısı kapasitesi vb.) bağlıdır (Gülser ve Ekberli, 2002; Gülser ve Ekberli, 2004; Ekberli ve ark., 2005; Ekberli, 2006a, 2006b; Gao ve ark., 2007; Önder ve ark., 2013). Tuz miktarı arttıkça, killi tınlı bünyeye sahip topraklarda ısısal yayılım artış göstermekte, nemin artması (≤% 40) durumunda ise tuzlu ve tuzsuz toprakların ısısal yayılım katsayıları arasındaki fark azalmakta, % 35-40 nem durumunda da yaklaşık olarak aynı olmaktadır (Tikhonravova, 2007). Gri orman topraklarında özgül ağırlık arttıkça, ısısal yayılım katsayısı da artmaktadır. Tarım makinelerinin etkisiyle pulluk katmanının sıkışması durumunda, %26'ya kadar olan toprak neminde ısısal yayılım katsayısı azalmakta, %26'dan fazla nem durumunda ise artmaktadır (Arkhangel'skaya, 2004). Tikhonravova ve Khitrov (2003), vertisol topraklarda ısısal yayılım katsayısı ile toprağın tanecik fraksiyonları, organik madde, özgül ağırlık ve gözeneklilik değerleri arasında önemli düzeyde (R²=0.81-0.96 ve P=0.95) çoklu regresyon ilişkileri elde etmişlerdir. Isısal yayılım, toprak derinliği, nem içeriği, zaman ve sıcaklık değişimine önemli düzeyde bağlı olmaktadır (Hinkel, 1997). Correia ve ark. (2012), ısısal yayılımın jeolojik oluşum süreçlerinde önemli faktör olduğunu, 26m toprak derinliğinde ısısal yayılımın 1.1×10⁻⁶ m²/sn⁻¹ ile 1.6×10⁻⁶ m²/sn⁻¹ (veya 0.011-0.016 cm²/sn⁻¹) arasında değiştiğini göstermişlerdir. Isı taşınımı denkleminin farklı başlangıç ve sınır koşullarındaki çözümüne bağlı olarak, ısısal yayılım katsayısının farklı yöntemlerle hesaplanması mümkün olmaktadır. Passerat de Silans ve ark. (1996) tarafından, ısı taşınımı denkleminin harmonik (HM), Laplace dönüşümü (LTM), Düzeltilmiş Laplace dönüşümü (CLTM) ve homojen olmayan toprak sisteminde Lettau yöntemi (NHS) ile (Lettau, 1954) elde edilen çözümüne bağlı olarak ısısal yayılım katsayıları belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Toprak yüzeyi ısı akışının tahmin edilmesinde ısısal yayılım önemli bir faktördür. Isısal yayılım toprak yüzeyi ısı akışının, dolayısıyla yüzey enerji dengesinin oluşumuna, hidrolojik, ekolojik ve atmosferik süreçlerle beraber etki yapmaktadır (Wang ve Bou-Zeid, 2012). Usowicz ve ark. (1996) tarafından, 4x430m alanda yapılan çalışmada, toprağın termal özelliklerinin değişimi klasik istatistik ve jeostatistik yöntemlerle analiz edilmiş, hacim ağırlığı ve su içeriğinin ısısal yayıma belirgin bir etkisi olduğu

gösterilmiştir. Toprakların ısısal yayınım katsayısı ısı iletkenliğiyle doğrusal, hacimsel ısı kapasitesiyle ters orantılıdır. Toprakların ısısal yayınım katsayısı yüksek olduğunda, günlük ve yıllık sıcaklık dalgaları toprak derinliğine daha fazla etki yapmakta ve aşağı katmanlarda sıcaklığın gecikmesi azalmaktadır.

Bu araştırmada, Samsun'un Çarşamba ilçesinde, çim örtüsü ile kaplı ve şeftali bahçesinde ağaçların gölgeleme yaptığı farklı iki alanda toprak sıcaklığının, sıcaklık değerlerine bağlı olarak ısısal yayınım katsayısının belirlenmesi; toprağın ısı taşınım denkleminin çözümüne bağlı olarak teorik sıcaklık değerlerinin bulunması ve deneysel sıcaklık değerleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Arazi çalışmaları Samsun ilinin Çarşamba ilçesinde 2011 yılının Ağustos-Eylül aylarında üretici arazisinde yapılmıştır. Araştırma yerinin denizden yüksekliği 6 m civarında olup, ılıman iklim özelliği taşımaktadır. Çarşamba ilçesinde ortalama yıllık yağış ve sıcaklık değerleri sırasıyla 600-936.9 mm ve 15 °C'dir. Deneme süresince toplam günlük yağış ve ortalama hava sıcaklığı Çarşamba Meteoroloji Meydan Müdürlüğünden elde edilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneme süresince günlük toplam yağış ve ortalama hava sıcaklığı (Çarşamba Meteoroloji Meydan Müdürlüğü, 2011).

Deniz etkisiyle yaz ve kış ayları arasında önemli derecede sıcaklık farkı görülmemektedir. Araştırmanın yürütüldüğü yerlerdeki hakim toprak grubu alüviyal büyük toprak grubuna girmektedir (Anonymous, 1984).

Çalışma iki farklı deneme alanında yürütülmüştür. Birinci deneme alanı (41°13'02.85" K ve 36°43'26.46" D koordinatlarında) çim örtüsü ile kaplı arazide, ikinci deneme alanı (41°13'04.54" K ve 36°43'28.85" D) ise şeftali bahçesinde ağaçların gölgeleme yaptığı alanda seçilmiştir. Deneme arazilerinde toprak sıcaklığı yüzey ve 100cm toprak profilinin her bir 10 cm katmanında cıvalı cam termometre ile her gün 7⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ saatlerinde ölçülmüştür (Sterling ve Jackson, 1986). İstatistik hesaplamalar MİNİTAB-32 paket programında yapılmıştır.

Deneme arazisi topraklarında tekstür Bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Black, 1957; Demiralay, 1993); pH 1:1 toprak-su oranında cam elektrolü pH-metre

ile (Bayraklı, 1987); elektriksel iletkenlik (EC) 1:1 toprak-su oranında elektriksel kondaktivite aleti ile (Richards, 1954); organik madde Walkley-Black yöntemine göre (Kacar, 1994); kireç (CaCO₃) Scheibler kalsimetresiyle (Allison ve Moodie, 1965); potasyum atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Kacar, 1994); fosfor Olsen ve Sommers (1982)'e göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Deneyel ve hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasında

$$T(x,t) = T_o + Ae^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \cos\left(-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \omega t\right) \quad \text{veya}$$

$$T(x,t) = T_o + \frac{A}{e^{x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}}} \cos\left(-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \omega t\right) \quad (1)$$

(burada, $T(x,t) = [T]$ -toprak katmanının x derinliğinde (noktasında) t anındaki sıcaklık; $T_o = [T]$ -toprak yüzeyinin ortalama sıcaklığı; $A = [T]$ -amplitüt; $a = [l^2][t^{-1}]$ -ısısal yayınım(difüzyon) katsayısı; $\omega = 2\pi / P = [t^{-1}]$ -açısal frekans; $P = [t]$ -periyottur) ve ısısal yayınım katsayısının belirlenmesinde

$$\text{ise } a = \frac{\pi}{P} [x / \ln(A(x) / A)]^2 \quad (2)$$

(burada, $A(x) = [T]$ - x derinliğindeki amplitüttür) ifadesi kullanılmıştır (Hillel, 1982, 1998; Nerpin ve Chudnovski, 1984; Cichota ve ark., 2004; Gülser ve Ekberli, 2002, Gülser ve Ekberli, 2004; Ekberli, 2006a, 2006b, 2010; Gao ve ark., 2007; Evett ve ark., 2012; Arkhangelskaya, 2014).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Deneme alanlarındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Deneme alanlarındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. I. deneme alanı toprağının 0-20 cm ve 20-40 cm katmanları siltli tın (SiL), toprak reaksiyonu hafif alkali, organik madde içeriği düşük, tuzsuz, orta kireçli, fosfor kapsamı düşük olup, potasyum kapsamı 0-20 cm katmanında iyi, 20-40 cm katmanında ise düşük olmaktadır. Araştırma toprağının 40-100 cm katmanı tınlı (L), toprak reaksiyonu orta derecede alkali, tuzsuz, kireçli, organik madde içeriği, potasyum ve fosfor miktarı düşüktür.

II. deneme alanı toprağının 0-20 cm ve 40-80 cm katmanları tınlı (L), 20-40 cm katmanı siltli tınlı (SiL), 80-100 cm katmanı ise kumlu tınlı (SL) bulunmuştur. Toprak reaksiyonu 0-40 cm katmanda hafif alkali, 40-100 cm katmanda orta derecede alkali, tüm katmanlarda organik madde miktarı düşük, tuzsuz, orta kireçli olup, potasyum miktarı 0-20 cm katmanında yüksek, 20-40 cm' de orta, 40-100 cm' de düşük; fosfor kapsamı ise 0-20 cm katmanında çok yüksek, 20-40 cm 'de düşük, 40-100 cm' de ise çok düşük olmaktadır.

Çizelge 1. I. deneme alanındaki toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik, cm	Kum %	Silt %	Kil %	pH	OM %	EC dS/m	Kireç %	K ₂ O kg/da	P ₂ O ₅ kg/da
0-20	27.32	50.07	22.61	7.99	1.43	1.06	9.55	53.57	3.91
20-40	27.37	50.62	22.01	7.84	1.10	0.78	10.02	27.80	2.76
40-60	34.38	45.72	19.9	8.22	0.75	0.73	9.97	22.56	0.87
60-80	42.44	40.04	17.53	8.16	0.69	0.75	9.80	20.93	0.81
80-100	40.76	41.83	17.41	8.07	0.57	0.84	10.01	20.42	0.67

Çizelge 2. II. deneme alanındaki toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik cm	Kum %	Silt %	Kil %	pH	OM %	EC dS/m	Kireç %	K ₂ O kg/da	P ₂ O ₅ kg/da
0-20	35.9	45.97	18.14	7.87	1.78	0.85	9.98	136.39	21.40
20-40	36.93	50.64	12.43	7.46	0.75	0.78	11.47	23.64	3.51
40-60	45.4	37.12	17.48	8.07	0.63	0.69	10.72	16.59	1.553
60-80	48.96	36	15.04	8.22	0.57	0.62	10.06	14.96	0.60
80-100	52.41	36.54	11.05	8.17	0.46	0.57	11.37	13.12	1.95

3.2. Deneme alanlarındaki topraklarda profil boyunca sıcaklık değişimleri

Deneme alanlarındaki topraklarda profil boyunca sıcaklık değişimleri Şekil 2' de verilmiştir. Çim örtüsü ile kapalı açık arazide yerleşen I. deneme alanı toprağının 0-50 cm katmanında 7⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ saatlerinde sıcaklık değerleri sırasıyla 16.5-24.0 °C; 21.0-34.0 °C; 19.5-27.0 °C, 60-100 cm katmanında ise sırasıyla 19.1-23.0 °C; 21.0- 25.5 °C; 19.2-25.0 °C arasında değişmektedir.

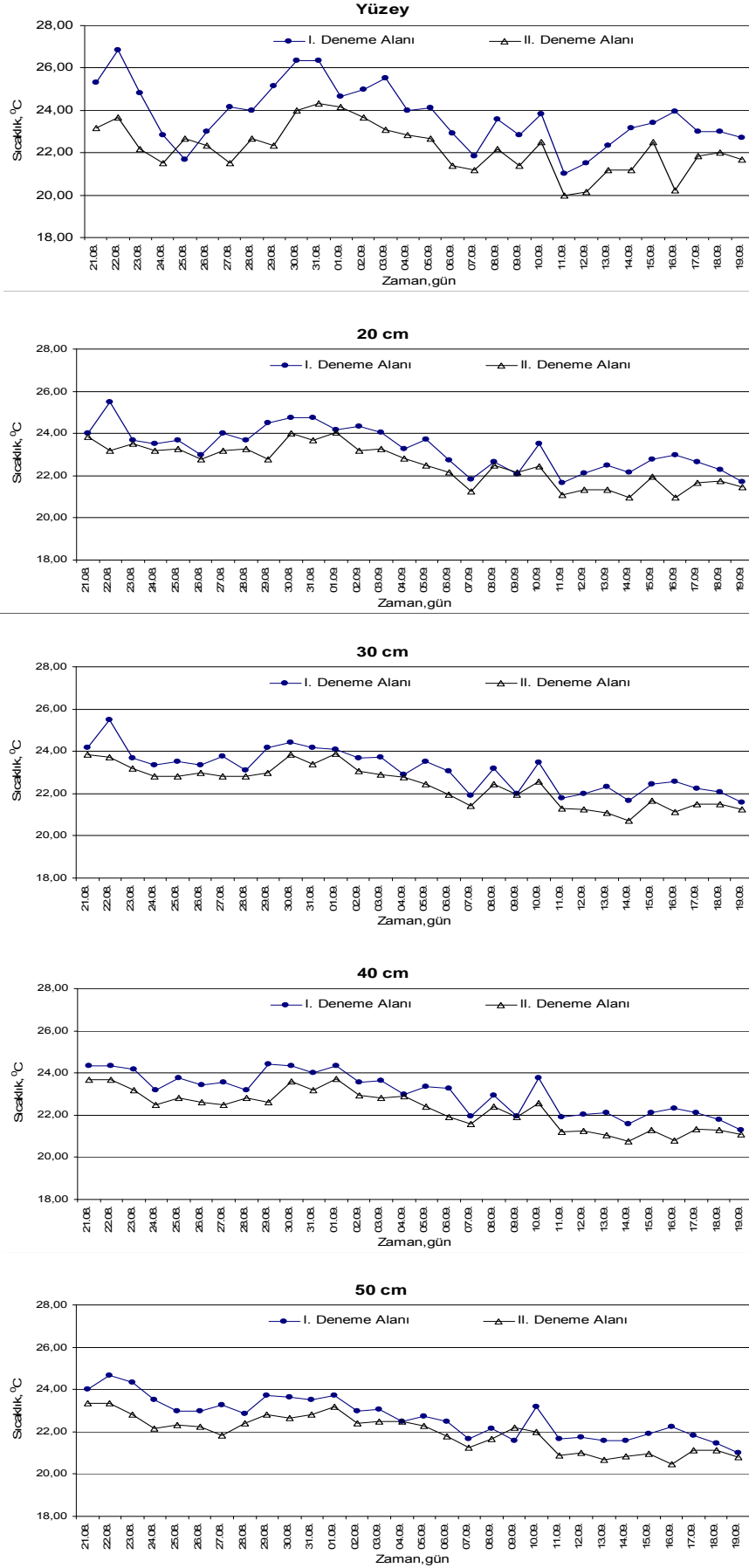
Şeftali bahçesinde ağaçların gölgeleme yaptığı arazide yerleşen II. deneme alanı toprağının 0-50 cm katmanında 7⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ saatlerinde sıcaklık değerleri sırasıyla 16.5-23.0 °C; 19.0-27.5 °C; 19.0-24.8 °C, 60-100 cm katmanında ise sırasıyla 18.9-22.0 °C; 19.2- 24.5 °C; 19.0-24.0 °C arasında değişmektedir.

Toprak yüzeyine enerji girişi daha fazla olduğundan, sıcaklık dalgalanmaları daha fazla olmaktadır. Genel olarak her iki deneme alanı topraklarının katmanlarındaki sıcaklık değişimleri dar aralıklarda olup, aşağı katmanlara doğru(>50 cm) bu değişimler daha fazla azalmaktadır. Sıcaklık değişimlerinin dar aralıkta olmasının nedeni, sıcaklığı etkileyen diğer faktörlerle (topraktaki fiziksel, kimyasal, biyolojik olaylar, iklim koşulu) beraber her iki deneme alanındaki toprak yapısının genellikle homojen olması, genel olarak ısı rejiminin dengeliliği, toprak oluşumu süreçlerinin sürekliliği olabilir. I. deneme alanı ile karşılaştırıldığında II. deneme alanındaki sıcaklık değerlerinin nispeten az olmasının nedenlerinden biride, gölgeleme, bitki (şeftali) köklerinin toprakta yaptığı mekanik etki sonucu toprak gözenekliliğinin artmasıdır.

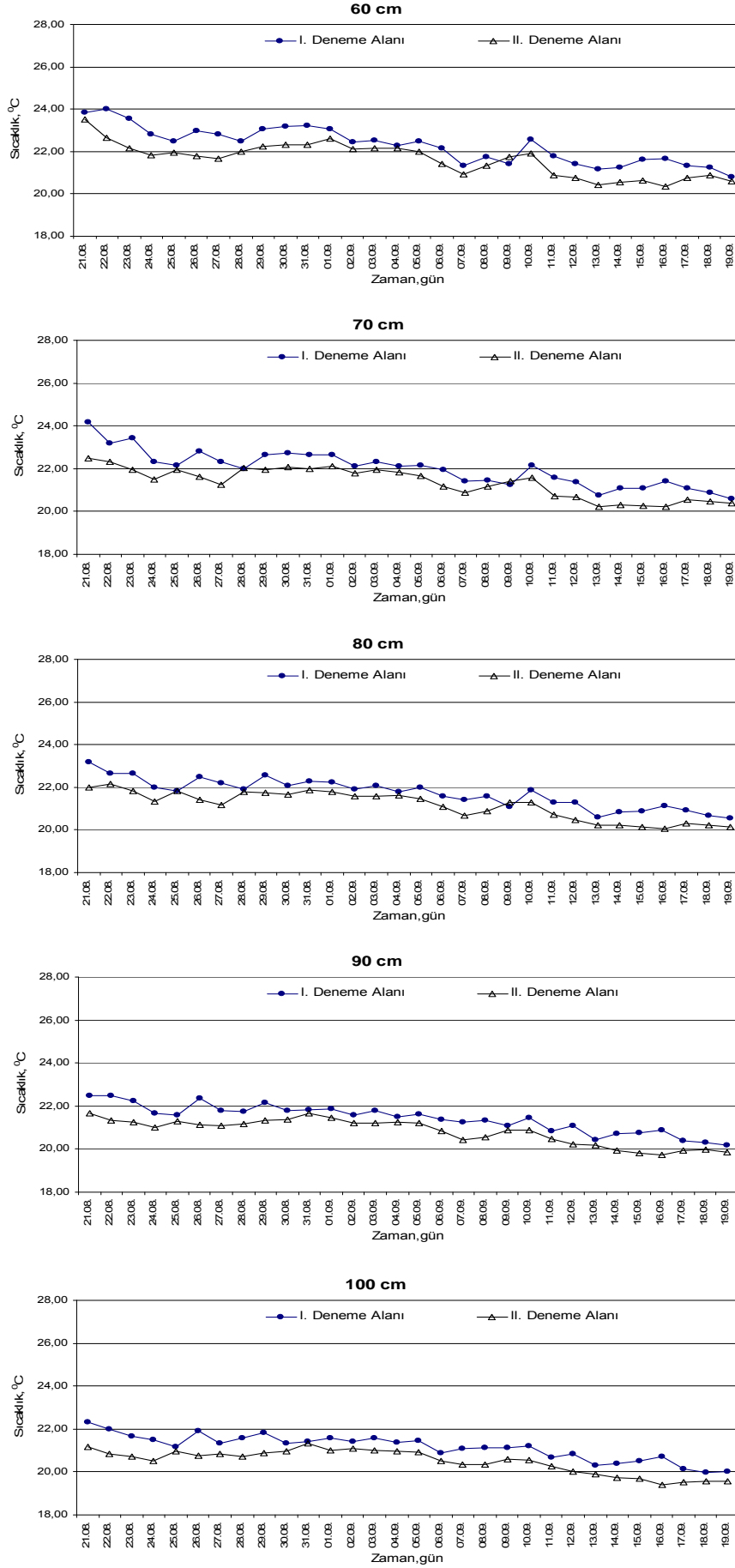
3.3. Isısal Yayınım Katsayısının Değerlendirilmesi

Araştırma döneminde deneme alanlarında toprak profili boyunca ölçülen sıcaklıklara göre belirlenmiş ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Ortalama sıcaklık değerlerinin hesaplama hatası (%0.512-1.744) düşük düzeydedir. Görüldüğü gibi, her iki deneme alanı topraklarının 0-50 cm katmanında ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri aşağı katmanlarla (60-100 cm) karşılaştırıldığında daha yüksektir. Siltli tınlı, tınlı ve kumlu tınlı bünyeye sahip olan araştırma topraklarının alt katmanlarında ısınma ve soğuma olaylarının çabuk gerçekleşmesi, rutubet değerlerinin artması (Gülser ve ark., 2003), sıcaklığın aşağı katmanlardaki değişiminin az olmasına sebep olan faktörlerden biridir. Toprak katmanlarının pratik olarak homojen olması, aşağı katmanlara gelen sıcaklık miktarının azlığı, gözenekliliğin nispeten fazla olması vb. aşağı katmanlarda sıcaklık değerleri arasındaki farkın düşük seviyede olmasına etki yapan faktörlerdendir.

Deneme alanlarında toprak profili boyunca amplitüt ve ısısal yayılım katsayılarının değerleri, sırasıyla $A = T_m - T_0$ ve (2) ifadeleri kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir. Isısal yayılım katsayısının değişimi amplitüt değerleri ile önemli düzeyde ilişkili olmaktadır. Toprak yüzeyinde amplitüt değerleri ölçüm saatlerinde I. deneme alanında 2.03-5.6 °C, ≥ 10 cm derinlikte ise 0.93-3.07°C aralığında değişmektedir. II. deneme alanında ise bu değişimler sırasıyla 1.97-2.77°C ve 0.94-2.46°C aralıklarında gerçekleşmiştir. Her iki deneme alanında aşağı katmanlarda ortalama sıcaklık değerlerinin ve sıcaklık değişiminin düşük olması amplitüt



Şekil 2. Deneme alanı topraklarının farklı derinliklerindeki sıcaklık değerleri



Şekil 2. Deneme alanı topraklarının farklı derinliklerindeki sıcaklık değerleri (devamı)

Çizelge 3. I. Deneme alanında toprak profili boyunca ortalama (T₀) ve maksimum (T_m) sıcaklık (°C) değerleri (21.08.-19.09.2011)

Derinlik (cm)	Zaman, saat														
	07:00				12:00				18:00						
	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m
0	19.47 ± 0.282	1.544	7.929	1.448	21.5	28.40 ± 0.495	2.713	9.552	1.744	34.0	23.41 ± 0.339	1.862	7.952	1.451	27.0
10	20.19 ± 0.264	1.448	7.172	1.310	23.0	26.93 ± 0.312	1.711	6.352	1.159	30.0	23.26 ± 0.274	1.503	6.462	1.179	26.0
20	20.66 ± 0.227	1.243	6.017	1.099	23.0	26.03 ± 0.262	1.440	6.253	1.141	29.0	23.14 ± 0.252	1.383	5.977	1.091	26.0
30	21.37 ± 0.215	1.179	5.512	1.007	23.0	25.25 ± 0.211	1.157	4.582	0.836	28.0	22.94 ± 0.222	1.217	5.305	0.968	25.5
40	21.37 ± 0.217	1.190	5.568	1.017	24.0	24.94 ± 0.192	1.055	4.230	0.772	26.5	22.86 ± 0.218	1.199	5.245	0.957	25.0
50	21.21 ± 0.197	1.078	5.082	0.928	24.0	24.30 ± 0.175	0.963	3.962	0.723	26.0	22.54 ± 0.244	1.341	5.949	1.086	25.5
60	21.01 ± 0.165	0.905	4.306	0.786	23.0	23.71 ± 0.149	0.821	3.462	0.632	24.8	22.16 ± 0.214	1.175	5.303	0.968	25.0
70	20.87 ± 0.158	0.868	4.159	0.759	23.0	23.31 ± 0.157	0.864	3.706	0.677	25.5	21.82 ± 0.189	1.040	4.765	0.87	24.0
80	20.71 ± 0.129	0.711	3.433	0.626	22.0	22.95 ± 0.132	0.726	3.163	0.577	24.0	21.50 ± 0.164	0.901	4.190	0.765	23.5
90	20.57 ± 0.107	0.588	2.858	0.521	21.5	22.46 ± 0.136	0.748	3.330	0.607	23.8	21.24 ± 0.156	0.858	4.038	0.737	23.0
100	20.47 ± 0.104	0.575	2.808	0.512	21.5	22.04 ± 0.125	0.685	3.107	0.567	23.2	20.93 ± 0.147	0.809	3.865	0.705	23.0
Ortalama	20.72 ± 0.188	1.030	4.986	0.910	22.7	24.57 ± 0.213	1.171	4.700	0.858	26.8	22.35 ± 0.220	1.208	5.368	0.980	24.9

Çizelge 4. II. Deneme alanında toprak profili boyunca ortalama (T₀) ve maksimum (T_m) sıcaklık (°C) değerleri (21.08.-19.09.2011)

Derinlik (cm)	Zaman, saat														
	07:00				12:00				18:00						
	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m	T ₀	σ	V _s %	P _s %	T _m
0	19.35 ± 0.254	1.390	7.184	1.312	22.0	24.73 ± 0.347	1.901	7.686	1.403	27.5	22.53 ± 0.268	1.472	6.533	1.192	24.5
10	20.26 ± 0.251	1.372	6.771	1.236	22.5	24.54 ± 0.249	1.368	5.573	1.017	27.0	22.72 ± 0.250	1.373	6.043	1.103	24.8
20	20.83 ± 0.241	1.321	6.342	1.158	23.0	24.13 ± 0.220	1.210	5.013	0.915	26.0	22.57 ± 0.221	1.214	5.378	0.981	24.5
30	21.12 ± 0.219	1.199	5.678	1.042	23.0	23.70 ± 0.188	1.032	4.353	0.794	25.0	22.39 ± 0.226	1.242	5.547	1.012	24.5
40	21.20 ± 0.195	1.069	5.043	0.921	23.0	23.47 ± 0.175	0.962	4.099	0.748	25.0	22.19 ± 0.218	1.195	5.384	0.983	24.5
50	20.95 ± 0.167	0.912	4.353	0.795	22.5	23.00 ± 0.171	0.937	4.073	0.743	24.5	21.87 ± 0.192	1.055	4.823	0.880	24.0
60	20.75 ± 0.152	0.836	4.183	0.763	22.0	22.57 ± 0.157	0.864	3.827	0.698	24.5	21.54 ± 0.177	0.973	4.516	0.824	24.0
70	20.56 ± 0.139	0.764	3.715	0.678	21.5	22.15 ± 0.130	0.716	3.232	0.59	23.0	21.35 ± 0.168	0.925	4.332	0.790	23.0
80	20.45 ± 0.129	0.711	3.476	0.634	21.5	21.95 ± 0.130	0.717	3.266	0.596	23.0	21.09 ± 0.150	0.823	3.902	0.712	22.5
90	20.27 ± 0.125	0.690	3.404	0.621	21.8	21.51 ± 0.121	0.668	3.105	0.566	22.5	20.71 ± 0.123	0.679	3.278	0.598	22.0
100	20.01 ± 0.113	0.619	3.093	0.564	21.5	21.06 ± 0.114	0.626	2.972	0.542	21.5	20.43 ± 0.121	0.664	3.250	0.593	21.5
Ortalama	20.52 ± 0.181	0.989	4.840	0.884	22.2	22.98 ± 0.188	1.000	4.291	0.783	24.5	21.76 ± 0.192	1.056	4.817	0.879	23.6

Burada, $\sigma = \sqrt{(T_0 - T_i)^2 / n - 1}$ - ortalama standart sapma; T_i - katmanlardaki sıcaklık, °C; $V = (\sigma / T_0) 100$ - varyans katsayısı, %; $P = V / \sqrt{n}$ - hata, %; n - gün sayısı

Çizelge 5. I. Deneme alanında toprak profili boyunca amplitütün (A, °C) ve ısısal yayınım katsayısının (a, cm²sn⁻¹) değişimi (21.08.-19.09.2011)

Derinlik (cm)	Zaman (saat)					
	07: 00		12:00		18:00	
	A	a	A	a	A	a
0	2.03	0.0000	5.60	0.0000	3.59	0.0000
10	2.81	0.0344	3.07	0.0101	2.74	0.0498
20	2.34	0.7198	2.97	0.0361	2.86	0.2813
30	1.63	0.6792	2.75	0.0647	2.56	0.2861
40	2.63	0.8672	1.56	0.0356	2.14	0.2173
50	2.79	0.8984	1.70	0.0639	2.96	2.4401
60	1.49	1.3680	1.09	0.0489	2.84	2.3823
70	1.43	1.4507	2.19	0.2020	2.18	0.7157
80	1.29	1.1315	1.05	0.0830	2.00	0.6796
90	0.93	0.4831	1.34	0.1439	1.76	0.5793
100	1.03	0.7895	1.16	0.1466	2.07	1.1988
Ortalama	1.86	0.8422	2.23	0.0835	2.52	0.8830

Çizelge 6. II. Deneme alanında toprak profili boyunca amplitütün (A, °C) ve ısısal yayınım katsayısının (a, cm²sn⁻¹) değişimi (21.08.-19.09.2011)

Derinlik (cm)	Zaman (saat)					
	07: 00		12:00		18:00	
	A	a	A	a	A	a
0	2.65	0.0000	2.77	0.0000	1.97	0.0000
10	2.24	0.1286	2.46	0.2580	2.08	1.2310
20	2.17	0.3640	1.87	0.0942	2.13	2.3840
30	1.88	0.2776	1.30	0.0572	2.21	2.4750
40	1.80	0.3887	1.53	0.1650	2.31	2.2939
50	1.55	0.3159	1.50	0.2415	2.43	2.0630
60	1.25	0.2317	1.93	1.0021	2.46	2.6516
70	0.94	0.1658	0.85	0.1276	1.45	1.8960
80	1.05	0.2714	1.05	0.2472	1.41	2.0795
90	1.53	0.9757	0.99	0.2781	1.29	1.6422
100	1.49	1.0962	0.44	0.1074	1.07	0.9755
Ortalama	1.69	0.4216	1.52	0.2578	1.89	1.9692

azalmasına önemli etki yapmaktadır. I. deneme alanı ile karşılaştırıldığında, II. deneme alanı toprağının aşağı katmanlarında sıcaklık değerleri düşük olduğundan amplitütün azalması genellikle daha fazladır.

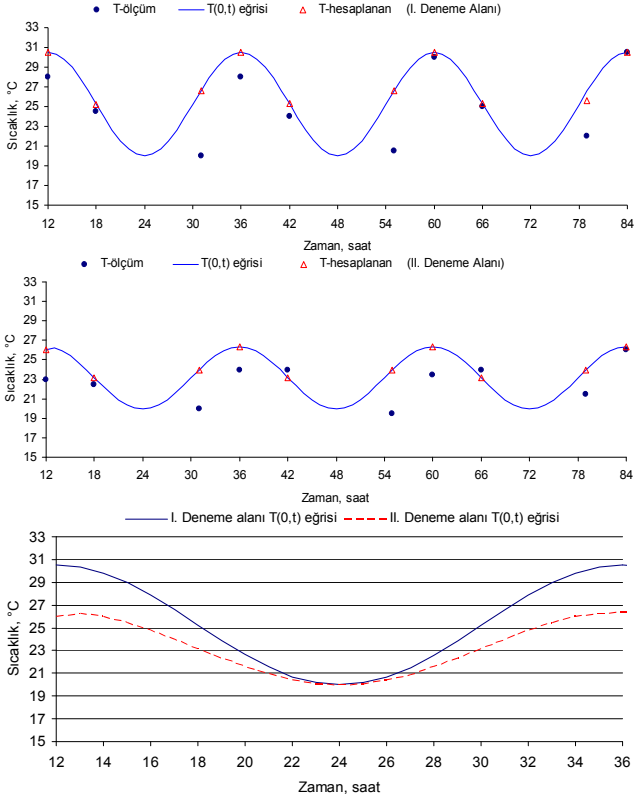
Isısal yayınım katsayısı değerlerinin saat 12⁰⁰'da diğer ölçüm zamanlarına göre düşük olmasının sebebi deneme alanlarında toprak profili boyunca maksimum sıcaklığın, dolayısıyla amplitütün yüksek olmasından (ısı akımının geçici olarak stabilize duruma yaklaşması) kaynaklanmış olabilir. Toprağın alt katmanlarındaki (>50 cm) sıcaklık genellikle yüzey katmanlarına göre daha az değişim gösterdiği için günün farklı zamanlarında ısısal yayınım katsayıları da üst katmanlara göre daha yüksek olmaktadır (Schachtschabel ve ark., 2001; Ekberli ve ark., 2011). II. deneme alanındaki sıcaklık değişiminin az olması, saat 18⁰⁰'da soğuma olayının hızla gerçekleşmesi, toprak rutubetinin fazlalığı ısısal yayınım katsayısının yüksek olmasına neden olmaktadır. Genel olarak, deneme topraklarının ısısal yayınım katsayıları sıcaklık değişimine ve başka iklimsel özelliklere, bitki örtüsüne, zamana, toprak

özelliklerine (önemli düzeyde fiziksel özelliklere) bağlıdır.

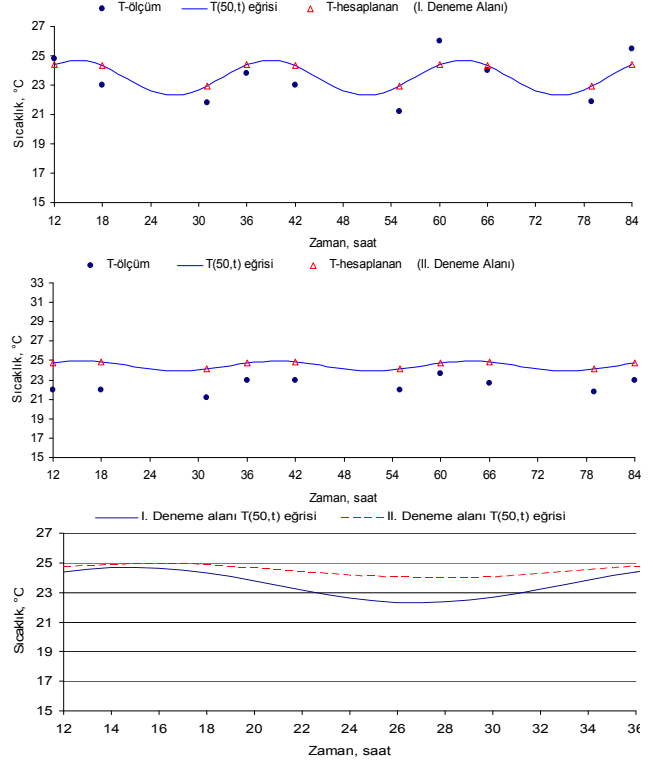
3.4. Teorik ve deneysel toprak sıcaklığı değerlerinin karşılaştırılması

Modelleme yönteminin kullanılmasında, modelin uygulanabilirliğinin tespiti açısından deneysel ve teorik değerlerin karşılaştırılması önemli aşamalardan biridir. Bu nedenle, 27.08-30.08.2011 tarihleri arasında 07⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ saatlerindeki günlük ortalama sıcaklık ve toprağın temel ısı taşınımı denkleminin (1) çözümünden elde edilen değerler kullanılarak, deneme alanlarında toprakların 0, 20, 50, 100 cm derinliklerinde ki deneysel ve teorik sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda, deneme alanlarındaki toprakların sıcaklık değişimini sürekli olarak ifade eden $T(x,t)$ eğrisi çizilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3-6 de gösterilmiştir.

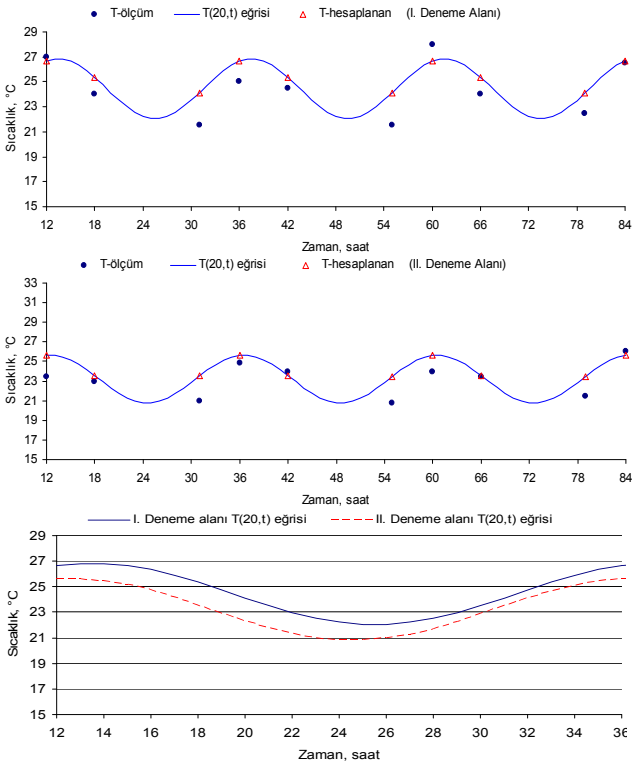
Şekil 3'den görüldüğü gibi, I. deneme alanı toprağının yüzeyinde (0 cm) sıcaklığın ölçüm değerleri 20.00-30.50 °C; hesaplanan değerler ise 25.27-30.50°C aralığındadır.



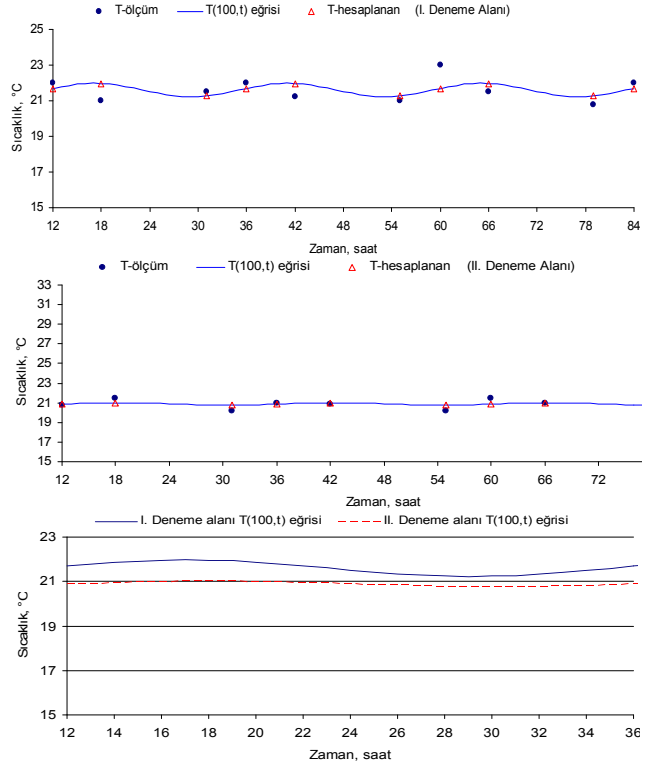
Şekil 3. Deneme alanı topraklarının yüzeyinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 5. Deneme alanı topraklarının 50 cm derinliğinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4. Deneme alanı topraklarının 20 cm derinliğinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 6. Deneme alanı topraklarının 100 cm derinliğinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

Ölçüm ve hesaplanan sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata $\left(\frac{|T_{ölç.} - T_{hes.}|}{T_{hes.}} \right)$ 0.089 olmaktadır. II. deneme alanında ise bu değerler sırasıyla 19.50-26.00 °C ve 23.16-26.36°C arasında değişmekte olup, ortalama nispi hata 0.088'dir. Bitki örtüsü II. deneme alanı toprağında ölçüm ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin nispeten dar aralıkta değişimine neden olmaktadır.

Diğer faktörlerle (yağışın miktarı, yoğunluğu ve dağılımı, toprak nemi, yüzeyde organik katmanların bulunması, taban suyu yüksekliği, toprak rengi, eğimin derecesi ve yönü, denizden yükseklik vb.) beraber (Dinç ve Şenol, 1997), ortalama sıcaklık, amplitüt, ortalama hava sıcaklığı ($\approx 25^\circ\text{C}$) ve ısısal yayılım, deneme alanları topraklarındaki sıcaklık değişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır.

I. deneme alanı toprağının 20 cm derinliğinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerleri sırasıyla 21.50-28.00°C ve 24.12-26.67°C; II. deneme alanında ise 20.80-26.00 °C ve 23.49-25.62°C aralığında değişmekte (Şekil 4), ölçüm ve hesaplanan sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata ise 0.056 ve 0.054 olmaktadır.

Deneme topraklarının 50 cm derinliğinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değişimleri çok az, 100 cm derinliğinde ise ihmal edilecek düzeyde az olarak (Şekil 5 ve 6), ortalama nispi hatalar 0.015-0.087 aralığında değişmektedir.

Görüldüğü gibi, toprak yüzeyinde ve toprağın alt katmanlarında periyodik sıcaklık dalgalarının belirlenmesi (1) çözümün kullanılması ile mümkündür. Toprak yüzey sıcaklığından farklı olarak, toprağın alt katmanlarındaki bu periyodik dağılımın belirlenmesinde asıl etkili olan faktörler katmana ait ortalama sıcaklık değeri, derinlik ve ısısal yayılım katsayısı olup, her katmanda sıcaklığın belirlenmesinde katmana ait sıcaklık amplitütü, katmanlarda ısısal yayılım katsayısının belirlenmesinde ise aynı yüzey ve her bir katmandaki sıcaklık amplitütü kullanılmaktadır.

Teorik sıcaklık değerleri ve ölçüm değerleri karşılaştırıldığında (1) ifadesinin kısa zaman (≤ 3 gün) aralığında toprak yüzeyi ve katmanlarında periyodik sıcaklık değişimlerini daha iyi ifade ettiği görülmektedir. Uzun zaman aralığında iklim koşulları gibi faktörler çözümün kullanılabilirliğini zorlaştırmaktadır (Lei ve ark., 2011). Genel olarak, toprak yüzeyine gelen ısının günlük olarak fazla değişim göstermesi nedeniyle sınır koşulu kesin olarak her zaman harmonik (sinüsoidal veya kosinüsoidal) olmayabilir. Bu nedenle, bu ve benzeri çalışmalar kuru veya kuruya yakın toprakta, ana materyal veya kayada, kapalı toprak alanında sıcaklığın yayılmasına yönelik olup, doğal koşullarda uygulanmaları sınırlıdır. Aynı zamanda topraktaki fazla nem (hacimsel ısı kapasitesi, ısısal yayılım, ısı iletkenliği vb. termodinamik faktörleri ve ısı transferini etkileyerek topraktaki sıcaklık olaylarını karmaşıklığa dönüştürmekte) ve donma sürecinde açığa çıkan gizli ısı denklemin çözümünde göz önüne alınmamıştır (Tihonov ve Samarskiy, 1972; Ekberli ve ark., 2011). Ayrıca, teorik çözümün daha da geliştirilmesi için, arazi çalışmaları ile ısı taşınım parametrelerinin deneysel olarak belirlenmesi ve teorik değerlerle karşılaştırılması gerekir.

4. Sonuç

Toprakların sıcaklık değişimi ve toprağın ısı taşınımı denkleminin başlangıç koşulsuz çözümüne dayanarak ısısal yayılım katsayısını belirlemek, hesaplanmış sıcaklık değerleri ve ölçüm değerlerini karşılaştırılmak için iki farklı deneme alanında sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Toprak yüzeyi sürekli olarak atmosfer olaylarının (yağmur, hava sıcaklığı, rüzgar vb.) etkisi altında bulunduğu ve spesifik adsorpsiyon yeteneğine sahip olduğundan, sıcaklık eğimi ($^\circ\text{C}/\text{cm}$) yüksek olup, sıcaklık değerleri geniş aralıkta ve sinüsoidal biçimde değişmektedir. Aşağı katmanlarda (> 50 cm) ise sıcaklığın değişim eğrisi doğrusallaşmaktadır. Toprak yüzeyinin kuru, gözeneklerin havayla dolu olması ısı iletiminin aşağıdan yukarıya doğru az olmasına, dolayısıyla bu katmanlarda sıcaklığın yüksek kalmasına neden olan bir faktördür. Toprakların 0-100 cm derinliğinde günlük ortalama maksimum sıcaklık değerleri ölçüm saatlerinde I. deneme alanında 22.7-26.8 °C, II. deneme alanında ise 22.2-24.5 °C aralığında değişmektedir.

I. deneme alanı toprağının 10-100 cm derinliğinde günlük ortalama ısısal yayılım katsayısı 0.0835-0.8830 $\text{cm}^2\text{sn}^{-1}$, II. deneme alanında ise 0.2578-1.9692 $\text{cm}^2\text{sn}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Sıcaklık eğiminin dengelenmesi durumunda (saat 12⁰⁰) deneme alanı topraklarında ısısal yayılım katsayısı düşüktür. ısısal yayılım katsayısı toprak nemine önemli düzeyde bağlı olduğundan, belirli bir maksimum değere sahip değildir.

Amplitüt değerleri aşağı katmanlara doğru azalmakta, I. deneme alanı toprağının yüzeyinde 2.03-5.60 °C, II. deneme alanında ise 1.97-2.77 °C olmaktadır. 0-100 cm derinlikte günlük ortalama amplitüt değerleri ise deneme alanları topraklarında sırasıyla 1.86-2.52 °C ve 1.52-1.89 °C olarak değişmektedir. Toprakların alt katmanlarında sıcaklık değişimlerinin az olması, amplitüt değerlerinin düşük olmasına neden olmaktadır.

Toprağın ısı taşınımı denkleminin çözümüne, deneysel sıcaklık değerleri ve ısısal parametrelere bağlı olarak elde edilen teorik sıcaklık değerleri ile ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata 0.015-0.089 aralığındadır.

Deneme alanı topraklarının sıcaklık değerlerinin optimum düzeyde tutmak için, malçlama, sulama, toprak yüzeyinin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi vb. yöntemlerle toprak sıcaklık rejiminin kontrolünün yapılması, dolayısıyla toprak sıcaklığının fazla artmasının önlenmesi gerekir. Toprak sıcaklığının bitki kök bölgesinde yaklaşık olarak homojen dağılması için, üst katmanlarda ısısal yayılım katsayısının artırılması, alt katmanlarda ise azaltılması gerekmektedir. Toprakların özgül ısısının (C_m , Joule/kgK veya kal/g °C) veya hacimsel ısı kapasitesinin (C_v , Joule/m³K veya kal/cm³ °C) belirlenmesi durumunda, ısısal yayılım katsayısı değerinden kullanılarak ısı iletkenlik katsayısının (λ , watt/m.K) belirlenmesi mümkündür.

Toprağın ısı taşınımı denkleminin çözümünün kısa zaman aralığında, dolayısıyla sıcaklığın günlük tahmininde daha iyi sonuç verebileceği mümkün gözükmemekte, teorik hesaplamada her bir katmanın ortalama sıcaklık ve ısısal yayılım katsayısı değerlerinin kullanılması gerekmektedir. Sıcaklığın farklı başlangıç ve sınır koşullarındaki değişimini göz önüne alınarak, teorik çözümün daha da

geliştirilmesi; teorik ve hesaplanan değerlerin detaylı olarak karşılaştırılması için sürekli ve kısa zaman aralıklarında sıcaklık değerlerinin belirlenmesi konusunda daha geniş araştırmaların yapılması gerekmektedir

Teşekkür

Yüksek Lisans tezinin bir kısmı olan bu araştırmanın yürütülmesine yapmış olduğu orijinal katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Coşkun GÜLSER'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. Carbonate. In: C. A. Black et al (ed). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy.. American Society Of Argon., Inc., Madison, Wisconsin, USA, 9:1379-1400.*

Andry, H., Yamamoto, T., Irie, T., Moritani, S., Inoue, M., Fujiyama, H. 2009. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality. *Journal of Hydrology, 373: 177-183.*

Anonymous, 1984. Samsun ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyacı raporu. Yayın No:23. Genel Yayın No:760, Ankara.

Arkhangel'skaya, T.A. 2004. Thermal diffusivity of gray forest soils in the Vladimir Opolie region. *Pocvovedeniye, 3: 332-342.*

Arkhangelskaya, T.A. 2014. Diversity of thermal conditions within the paleocryogenic soil complexes of the East European Plain: The discussion of key factors and mathematical modeling. *Geoderma, 213: 608-616.*

Arkhangel'skaya, T.A., Guber, A.K., Mazirov, M.A., Prokhorov, M.V. 2005. The temperature regime of soils in Vladimir Opol'e Region. *Pocvovedeniye, 7: 832-843.*

Arkhangel'skaya, T.A., Umarova, A.B. 2008. Thermal diffusivity and temperature regime of soils in large lysimeters of the experimental soil station of Moscow State University. *Pocvovedeniye, 3: 311-320.*

Bayraklı, F. 1987. Toprak ve bitki analizleri. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 17, Samsun.

Black, C.A. 1957. *Soil Plant Relationships.* John Wiley and Sons. Inc., New York, 332 pp.

Chow, T.T., Long, H., Mok, H.Y., Li, K.W. 2011. Estimation of soil temperature profile in Hong Kong from climatic variables. *Energy and Buildings, 43: 3568-3575.*

Cichota, R., Elias, E.A., de Jong van Lier, Q. 2004. Testing a finite-difference model for soil heat transfer by comparing numerical and analytical solutions. *Environmental Modelling & Software, 19: 495-506.*

Constantz, J. 1982. Temperature dependence of unsaturated hydraulic conductivity of two soils. *Soil Science Society of America Journal, 46: 466-470.*

Correia, A., Vieira, G., Ramos, M. 2012. Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology, 155(156): 7-11.*

Demiralay, İ. 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 143: 6-51, Erzurum.

Diñç, U., Şenol, S. 1997. Toprak etüd ve haritalama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:161, Ders Kitapları Yayın No: 50, Adana, 235 s.

Ekberli, I. 2006a. Determination of Initial Unconditional Solution of Heat Conductivity Equation For Evaluation of Temperature Variance in Finite Soil Layer. *J. of Applied Sci., 6(7): 1520-1526.*

Ekberli, İ. 2006b. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı

olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 179-189.*

Ekberli, I. 2010. The possibility of mathematical model application in evaluation of underground water's nourishment via infiltration. *International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality". May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey. pp. 793-801.*

Ekberli, İ., Gülser, C., Korkmaz, A., Özdemir, N., Aşkın, T., Mikayil, F. 2002. Toprak oluşum enerjisinin teorik incelenmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması. Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu. 18 – 20 Eylül, Antakya/Hatay, s. 489-494.

Ekberli, İ., Gülser, C., Özdemir, N. 2005. Toprakların termofiziksel özellikleri ve ısıl yayılım katsayısının değerlendirilmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 20(2): 85-91.*

Ekberli, İ., Gülser, C., Özdemir, N., 2011. Toprakta ısı taşınımının matematiksel modellenmesi. *Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 25-27 Mayıs 2011, Ankara, s. 237-243.*

Evett, S.R., Agam, N., Kustas, W.P., Colaizzi, P.D., Schwartz, R.C., 2012. Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates. *Advances in Water Resources, 50: 41-54.*

Flerchinger, G. N., Pierson, F.B. 1997. Modelling plant canopy effects on variability of soil temperature and water: model calibration and validation. *Journal of Arid Environments, 35: 641-653.*

Gao, Z., Bian, L., Hu, Y., Wan, L., Fan, J. 2007. Determination of soil temperature in an arid region. *Journal of Arid Environments, 71: 57-168.*

Ghee, C., Neilson, R., Hallet, P.D., Robinson, D., Paterson, E. 2013. Priming of soil organic matter mineralisation is intrinsically insensitive to temperature. *Soil Biology & Biochemistry, 66: 20-28.*

Guntinas, M.E., Leiros, M.C., Trasar-Cepeda, C., Gil-Sotres, F. 2012. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. *European Journal of Soil Biology, 48: 73-80.*

Guo, J., Yang, Y., Chen, G., Xie, J., Yang, Z. 2014. Carbon mineralization of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) soils under different temperature and humidity conditions. *Acta Ecologica Sinica, 34: 66-71.*

Gülser, C., Aşkın, T., Özdemir, N. 2003. Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampus topraklarının erozyona duyarlılıklarının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (1): 1-6.*

Gülser, C., Ekberli, İ. 2002. Toprak sıcaklığının profil boyunca değişimi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 17(3): 43-47.*

Gülser, C., Ekberli, I. 2004. A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. *J. of Applied Sci., 4(3): 418-423.*

Hassan, W., David, J., Farhat Abbas, F. 2014. Effect of type and quality of two contrasting plant residues on CO2 emission potential of Ultisol soil: Implications for indirect influence of temperature and moisture. *Catena, 114:90-96.*

Hillel, D., 1982. *Introduction to soil physics.* Academic Press, Inc. San Dieoga, California, USA, 364 pp.

Hillel, D. 1998. *Environmental soil physics.* Academic Press, New York, 771 pp.

Hinkel, K.M. 1997. Estimating seasonal values of thermal diffusivity in thawed and frozen soils using temperature time series. *Cold Regions Science and Technology, 26:1-15.*

Hopmans, J.W., Dane, J. H., 1985. Effect of temperature-dependent hydraulic properties on soil water movement. *Soil Science Society of America Journal, 49: 51-58.*

Jaynes, D.B. 1990. Temperature variations effect on field-measured infiltration. *Soil Science Society of America Journal, 54: 305-312.*

- Kacar, B. 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara., s. 89-98.
- Krzysztof, M., Bronisław, W., Szymanski, W., Muskala, P. 2014. Soil moisture and temperature variation under different types of tundra vegetation during the growing season: A case study from the Fuglebekken catchment, SW Spitsbergen. *Catena*, 116:10-18.
- Lei, S., Daniels, J. L., Bian, Z., Wainaina, N. 2011. Improved soil temperature modeling. *Environmental Earth Sciences*, 62(6): 1123-1130.
- Lettau, H.H. 1954. Improved models of thermal diffusion in the soil. *Trans. Am. Geophys. Union*, 35: 121-132.
- Li, L.-J., You, M.-Y., Shi, H.-A., Ding, X.-L., Qiao, Y.-F., Han, X.-Z. 2013. Soil CO₂ emissions from a cultivated Mollisol: Effects of organic amendments, soil temperature, and moisture. *European Journal of Soil Biology*, 55: 83-90.
- Nerpin, S.V., Chudnovskii, A.F. 1984. Heat and mass transfer in the plant-soil-air system. Translated from Russian. Published for USDA and National Sci. Found., Washington. D.S., by Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India, 355 pp.
- Olsen, S.R., Sommers, E.L. 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. *Methods of Soils Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties.* Editors: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, pp. 404-430.
- Onder, O., Ozgener, L., Tester, J.W. 2013. A practical approach to predict soil temperature variations for geothermal (ground) heat exchangers applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 62: 473-480.
- Passerat de Silans, A.M., Monteny, B.A., Lhomme, J.P. 1996. Apparent soil thermal diffusivity, a case study: HAPEX-Sahel experiment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 81: 201-216.
- Ponomoryov, D.G., Nadirov, F.D., Ekberov, İ.A. 1984. Toprağın ısı mübadelesi denklemi. *Azerbaycan SSC Bilimler Akademisinin Genel Dergisi*, XL (11): 86-90.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils. *U.S.Dept. Agr. Handbook*, 60: 105-106.
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.-H., Schwertmann, U., 2001. Toprak bilimi (Çevirenler: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.). Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, s. 349-361.
- Schütt, M., Borken, W., Spot, O., Stange, C.F., Matzner, E. 2014. Temperature sensitivity of C and N mineralization in temperate forest soils at low temperatures. *Soil Biology & Biochemistry*, 69: 320-327.
- Sterling, A.T., Jackson, R.D., 1986. Temperature. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods.* Agronomy Monograph No: 9, ASA, SSSA, Madison WI.
- Tanaka, K., Hashimoto, S. 2006. Plant canopy effects on soil thermal and hydrological properties and soil respiration. *Ecological Modelling*, 196: 32-44.
- Terrence, H.B., Hugh, A.L.H. 2011. Fine scale variability in soil extracellular enzyme activity is insensitive to rain events and temperature in a mesic system. *Pedobiologia*, 54: 141-146.
- Tihonov, A.N., Samarskiy, A.A. 1972. *Uravneniya matematicheskoy fiziki.* Nauka Press, Moscow, 735 s.
- Tikhonravova, P.I. 2007. Effect of the water content on the thermal diffusivity of clay loams with different degrees of salinization in the Transvolga region. *Pocvovedeniye*, 1: 55-59.
- Tikhonravova, P.I., Khitrov, N.B. 2003. Estimation of thermal conductivity in Vertisols of the Central Ciscaucasus region. *Pocvovedeniye*, 3: 342-351.
- Usovich, B., Kossowski, J., Baranowski, P. 1996. Spatial variability of soil thermal properties in cultivated fields. *Soil & Tillage Research*, 39: 85-100.
- Wang, C., Wan, S., Xing, X., Zhang, L., Han, X. 2006. Temperature and soil moisture interactively affected soil net N mineralization in temperate grassland in Northern China. *Soil Biology & Biochemistry*, 38: 1101-1110.
- Wang, Z.H., Bou-Zeid, E. 2012. A novel approach for the estimation of soil ground heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154-155: 214-221.
- Zibilske, L.M., Makus, D.J. 2009. Black oat cover crop management effects on soil temperature and biological properties on a Mollisol in Texas, USA. *Geoderma*, 149: 379-385.