

IJEMAR

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research

ISSN: 2667-5102

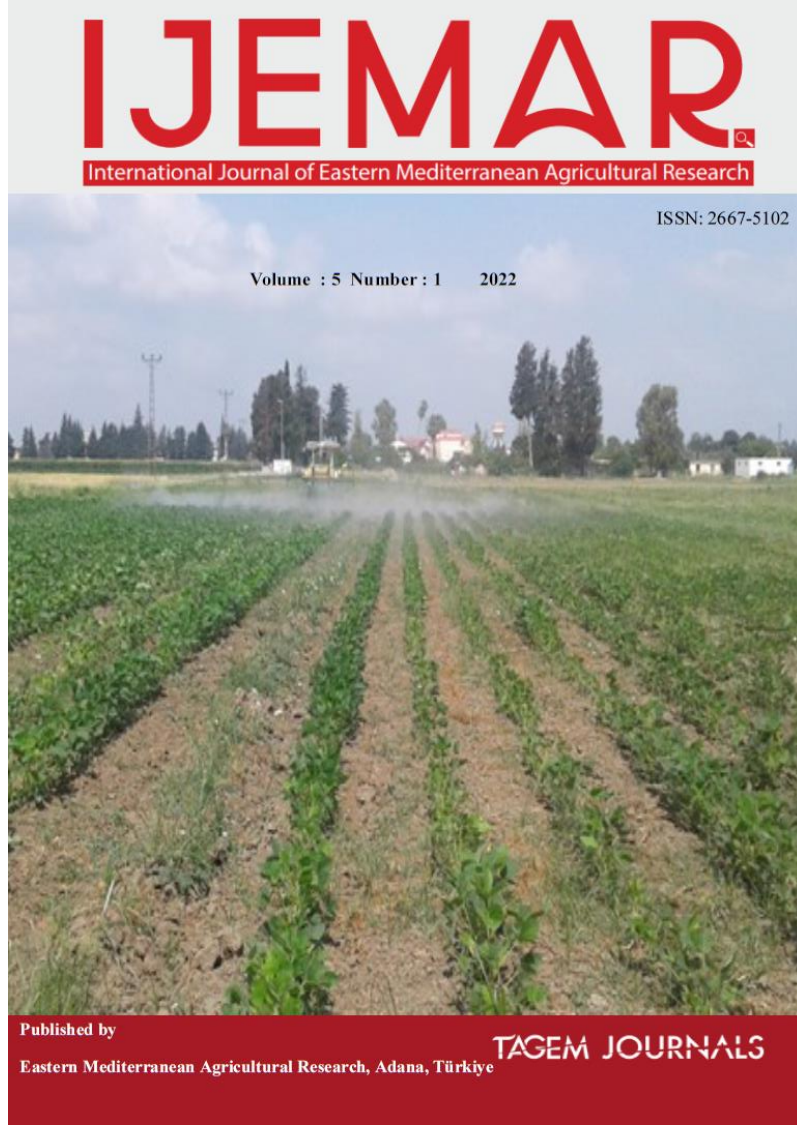
Volume : 5 Number : 1 2022



Published by

Eastern Mediterranean Agricultural Research, Adana, Türkiye

TAGEM JOURNALS



International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research

Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2022, Volume (Cilt):5, Number (Sayı):1

ISSN: 2667-5102

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

Dr. Abdullah ÇİL

EDITOR IN CHIEF- BAŞ EDİTOR

Dr. Mehmet Emin BİLGİLİ

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

eminbilgili@yahoo.com

EDİTÖR YARDIMCISI

Dr. Hilal YILMAZ

hilal.yilmaz@tarimorman.gov.tr

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

EDITORS-EDİTÖRLER

Dr. Uğur KARA

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

ugurvetkara@hotmail.com

Dr. Yasemin VURARAK

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

yasemin.vurarak@tarimorman.gov.tr

Dr. Celile Aylin OLUK

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

celileaylin.oluk@tarimorman.gov.tr

Dr. Meltem TÜRKERİ

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

meltem.turkeri@tarimorman.gov.tr

LANGUAGE EDITOR- DİL EDİTÖRÜ

Engin YÜCEL

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

engin.yucel@tarimorman.gov.tr

STATISTICS EDITOR- İSTATİSTİK EDİTÖRÜ

Dr. Hatice HIZLI

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

haticehizli@gmail.com

JOURNAL SECRETARY- DERGİ SEKRETERYASI

Ebru DUYMUŞ

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

ebruduymus@yahoo.com

EDITORIAL ADVISORY BOARD - BİLİMSEL DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU, Çukurova Üniversitesi, Adana, TÜRKİYE

Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, TÜRKİYE

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, TÜRKİYE

Prof. Dr. Gamze SANER, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

Doç. Dr. F. Bihter ZAIMOĞLU ONAT, Çukurova Üniversitesi, Adana, TÜRKİYE

Doç. Dr. Gönül CÖMERTPAY, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Doç. Dr. Hatun BARUT, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. İbrahim CERİT, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. İlker İNAL, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Uğur KARA, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Celile Aylin OLUK, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Ayşe Nuran ÇİL, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE



INFORMATION ABOUT JOURNAL

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research (IJEMAR) is a peer-reviewed journal.

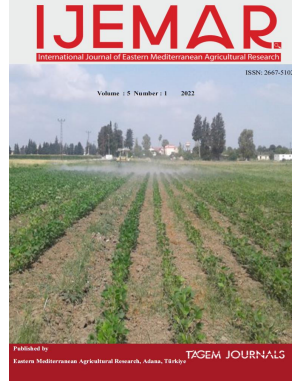
International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research is published one time in a year.

Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi (DATAEM) hakemli bir dergidir.

Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi yılda 1 kez yayımlanmaktadır.

**Correspondence Address (Dergi için Yazışma Adresi):
Dr. Mehmet Emin BİLGİLİ (Editor)**

Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, Adana-TÜRKİYE
eminbilgili@yahoo.com



ISSN: 2667-5102

The referees list (Hakem listesi) Year 2022, Volume 5, Issue 1 list of referees is given below.

2022 yılı, Cilt 5, Sayı 1'deki alfabetik sırayla hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir.

(in Degree and Alphabetical order /Unvan ve Alfabetik sıralı)

(Dr.) Hakem Adı Soyadı	Adres	e-mail
Abdullah ÖZKÖSE	Selçuk Üniversitesi	aozkose@selcuk.edu.tr
Durmuş BOLAT	Kırıkkale Üniversitesi	bolatdurmus@yahoo.com
Emin BOZKURT	Kırıkkale Üniversitesi	emineumran@gmail.com
Emine ARSLAN	Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü	emine.arslan23trm@gmail.com
Erkan SAY	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	erkan.say@tarimorman.gov.tr
Harun KAMAN	Akdeniz Üniversitesi	hkaman@akdeniz.edu.tr
Hasan ÖNDER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	hasanonder@gmail.com
Hatice HIZLI	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	haticehizli@gmail.com
Hilal YILMAZ	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	hilal.yilmaz@tarimorman.gov.tr
Mehmet Emin BİLGİLİ	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	mehmetemin.bilgili@tarimorman.gov.tr
Murat YILDIRIM	Kırıkkale Üniversitesi	muratyildirim@kku.edu.tr
Mustafa YORGANCILAR	Selçuk Üniversitesi	myorg@selcuk.edu.tr
Nur KOÇ KOYUN	Selçuk Üniversitesi	nurkoc@selcuk.edu.tr
Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	osmangokdogan@gmail.com
Sait AYKANAT	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	saitaykanat@hotmail.com
Servet TEKİN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	servettekin@ksu.edu.tr
Soner ÇANKAYA	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	sonercankaya@gmail.com
Yasemin VURARAK	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	yvurarak@gmail.com

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research
Ululararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2022, Volume (Cilt):5, Number (Sayı):1 ISSN: 2667-5102

CONTENTS (İÇİNDEKİLER)

REVIEWS (DERLEMELER)	Sayfalar
Ömer AKBULUT Bilimsel Araştırmalarda İstatistiksel Anlamlılığın Raporlanmasında Güncel Yaklaşımlar: Hatalar ve Doğrular <i>Current Approaches in Reporting Statistical Significance in Scientific Research: Errors and Truths</i>	1-19
İhsan EMİRALİOğLU, Ramazan ACAR Tohumculuk Açısından Priming Uygulamalarının Önemi <i>The Importance of Priming Applications For Seed Production</i>	20-36
RESEARCH ARTICLES (ARAşTIRMA MAKALELERİ)	
Mehmet Ali İSPİR, Ali AYBEK Kahramanmaraş İli Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği Sahasında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Ürün Sınıflandırılması <i>Product Classification by Using Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) Techniques in Kahramanmaraş Province Kartalkaya Left Bank Water Users Association</i>	37-57
Murat Güven TUğAÇ Kırsal Peyzajda CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Tarımsal Arazi Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi <i>Determination of Agricultural Land Suitability Classes with GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis in Rural Landscape</i>	58-76
Mehmet Emin BİLGİLİ, Hamza KUZU, Ali AYBEK Doğu Akdeniz Bölgesinde Mısır ve Pamuk Üretiminde İnsan ve Makina İş Gücü Gereksinimlerinin Belirlenmesi <i>Determination of Human and Machine Labor Requirements in Corn and Cotton Production in the Eastern Mediterranean Region</i>	77-84
Sibel KIZIL, Aziz Utku ÖNEL, Efsun Melike ÇEÇEN Kadavra Saklama Havuzundan İzole Mantar Türleri <i>Isolation of Fungus From The Cadaver Storage Pool</i>	85-91

Bilimsel Araştırmalarda İstatistiksel Anlamlılığın Raporlanmasında Güncel Yaklaşımlar: Hatalar ve Doğrular

Ömer AKBULUT^{1*}

¹ Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosüreç Mühendisliği Ana Bilim Dahı. Giresun, Türkiye.

¹ <https://orcid.org/0000-0002-8860-3513>

Sorumlu yazar: omer.akbulut@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.01.2022, Kabul Tarihi: 22.11.2022

To Cite: Akbulut, O. (2022). Bilimsel Araştırmalarda İstatistiksel Anlamlılığın Raporlanmasında Güncel Yaklaşımlar: Hatalar ve Doğrular. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1): 01-19

Özet

Bilimsel araştırma sürecinin önemli bir bölümünü istatistiksel düşünce ve veri analizi oluşturur. Veri analizi kapsamında en yaygın çıkarımsal istatistik yaklaşımı “Yokluk Hipotezi Anlamlılık Testi (YHAT)” sürecidir. Bu sürecin en son ürünü p-değeri. Bu yönüyle p çıkarımsal istatistiğın en çok kullanılan ve en ünlü ölçüsüdür. Araştırmacılar büyük çoğunlukla bulgularını p-değeri üzerinden yorumlamaktadır. Ancak gerek p-değeri rapor edilmesinde gerekse yorumlamasında önemli hatalar yapılmaktadır. Bu makalede önce tanımlayıcı istatistiklerin doğru rapor edilmesi ilkeleri ele alınmıştır. Sonra p-değeri sunum hataları örneklerle gösterilerek doğru yazım örnekleri verilmiştir. Bu değeri, üç ondalıkla ve olasılığın tam değeri olarak verilmesi önerilmiştir. Bilgisayar çıktılarından alınan $p=0.000$ değeri, $p<0.001$ şeklinde verilmesine özen gösterilmelidir. Araştırmacıların daha fazla hata yaptıkları durum, makalelerini doğrudan p-değeri üzerinden yorumlamaları ve yorumu hatalı yapmalarındır. Çalışmanın sonunda, p-değeri bakımından yapılan genel hatalar ve literatürde bu konuyu ele alan makalelerin sonuçları derlenerek verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: α hatası, istatistiksel anlamlılık, p-değeri, yokluk hipotezi anlamlılık testi

Current Approaches in Reporting Statistical Significance in Scientific Research: Errors and Truths

Abstract

Statistical thinking and data analysis constitute an important part of the scientific research process. The most common inferential statistical approach within the scope of data analysis is the “null hypothesis significance test, NHST” process. The final product of this process is the p-value. In this respect, p is the most widely used and famous measure of inferential statistics. Researchers mostly interpret their findings on the p-value. However, important errors are made both in reporting and interpreting the p-value. In this article, firstly, the principles of accurate reporting of descriptive statistics are discussed. Then, the presentation errors of the p-value were shown with examples and correct spelling examples were given. It has been suggested that the P-value be given as three decimals and the exact value of the probability. Care should be taken to give the $p=0.000$ value taken from the computer printouts as $p<0.001$. The situation where researchers make more mistakes is that they interpret the articles on the p-value alone and make the interpretation wrong. At the end of the article, the mistakes made in terms of p-value and the results of the articles dealing with this subject in the literature are compiled.

Keywords: α error, statistical significance, p-value null hypothesis significance test

1. Giriş

Birçok bilim dalında olduğu gibi, tarım ve mühendislik alanlarındaki bilimsel araştırmaların önemli bir kısmı, istatistiksel tahmin ve karar teorisine dayalı olarak yürütülmektedir. Araştırmaya esas olan problemin hipoteze dönüştürülmesi adımından, araştırma raporunun yazılması aşamasına kadar tüm aşamalar istatistiksel süreçlere dayalı olarak yürütülür. Hipotezleri kurma, araştırmayı tasarlama, veri toplama, verileri analiz etme, yorumlama ve sonuca ulaşma adımlarının her birinde istatistik yöntemlerin önemli bir işlevi vardır. Veri analiz sürecinin önemli yöntemlerinden biri “Yokluk (sıfır) Hipotezi Anlamlılık Testi (YHAT)” olarak bilinir. Bu kavram İngilizce literatürde “Null Hypothesis Significance Test (NHST)”, olarak ifade edilmektedir. Bu yöntem, hipotezlerin kurulması, hata olasılık düzeylerinin (α , β) belirlenmesi, uygun istatistik testin uygulanması, anlamlılık değerine dayalı bulguların yorumlanması adımlarından oluşur. Hipotez testi süreci, adım adım ve sıralı olmak üzere bir şablona bağlı olarak yürütülmektedir (Mark ve ark., 2016). Bu süreç yokluk ritüeli (null ritüel) olarak adlandırılmaktadır (Gigerenzer, 2004 ve 2018; Işık, 2014; Mark ve ark., 2016).

YHAT veya kısaca hipotez testi, sıfır hipotezinin (H_0) sorgulanması ve yanlışlanması, araştırma (karşıt) hipotezin (H_1) doğrulanması işlemidir. Örnekleme ait veriler kullanılarak yapılan bir hipotez testi aşağıda verilen dört karardan biri ile sonuçlanır. (Kartal, 2006; Gürkan, 2007; Dahiru, 2008; Meurs, 2016; Cengiz ve Terzi, 2018, Yıldız ve ark., 2020; Şenyay, 2021; Göksöz, 2021) Bu dört sonuçtan ikisinde karar doğru iken diğer iki durum Tip I hata (α hatası) ve Tip II hata (β hatası) ile sonuçlanabilir. Bu durumlar,

1. Durum: H_0 gerçekte doğrudur. Test sonucunda H_0 kabul edilmiştir (Karar doğru $1-\alpha$).
2. Durum: H_0 gerçekte doğrudur. Fakat test sonucunda H_0 reddedilmiştir (Tip I hata, α).
3. Durum: H_0 gerçekte yanlıştır. Fakat test sonucunda H_0 kabul edilmiştir (Tip II hata, β).
4. Durum: H_0 gerçekte yanlıştır. Test sonucunda H_0 reddedilmiştir (Karar doğru $1-\beta$).

Bu sonuçlar birçok literatürde (Dahiru, 2008; Işık, 2014; Meurs, 2016; Cengiz ve Terzi, 2018; Yıldız ve ark., 2020; Şenyay, 2021; Göksöz, 2021) Tablo 1’deki gibi özetlenmektedir.

Tablo 1. YHAT Olası Sonuçlarının Matris Gösterimi

		Gerçek Durum	
		H_0 Doğru	H_1 Doğru
Test Sonucu	H_0 Kabul	$1-\alpha$ Doğru karar	β Hatası II. Tip hata
	H_1 Kabul	α Hatası I. Tip hata	$1-\beta$ Doğru karar

Bu kararların dayanak noktası önsel (a priori) istatistiksel anlamlılık düzeyi alfa “ α ” olasılığı ve örneklem verilerin istatistiksel analizi ile üretilen “p” olasılığıdır. Anlamlılık düzeyine, önemlilik düzeyi veya kısaca önemlilik te denir. YHAT sürecinde, $p < \alpha$ ise sonuç istatistiksel olarak “anlamlı” olarak nitelendirilir.

Çıkarımsal istatistiğin uygulandığı hemen hemen tüm bilimsel çalışma alanlarında, YHAT tekniği kullanılmaktadır. Araştırma bulgularının raporlanmasında YHAT sürecinin önemli bir ağırlığı mevcuttur. Bu sürecin son ürünü p-değeri’dir. Araştırmacılar çıkarımsal bulgularını p-değerinin sonucuna göre yorumlamakta ve doğru bir yaklaşım olmamakla birlikte $p < 0.05$ olasılığına ulaşmayı hedeflemektedir.

Tarım, biyoloji, sağlık, mühendislik bilimleri alanlarında yayınlanan araştırma makalelerinde YHAT çıkarımsal istatistik tekniği yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Çıkarımsal istatistiğin en yaygın ölçüsü anlamlılık düzeyi olarak adlandırılan p-değeri olmakla

birlikte, bir olasılık olan p-değerinin gerek rapor edilmesinde gerekse yorumlanmasında önemli hatalar yapılmaktadır. Bu nedenle, özellikle p-değerinin tanım, anlam ve yorumlanması hakkında literatürde farklılıklar bulunmaktadır. Bu makalenin amaçları; 1) YHAT sürecinin son ürünü p-değerinin sunumunda ve yorumunda yapılan hataları derlemek, 2) Araştırma sonuçlarının rapor edilmesinde, söz konusu kapsamda yapılabilecek olası hataların giderilmesinde araştırmacılara, hakemlere ve ilgili alan editörlerine güncel bilgiler sunarak, makalelerin en az hata ile yayınlanmasına katkıda bulunmaktır.

Ayrıca bilimsel yazımlarda tanımlayıcı istatistikler bazen hatalı olarak yazılmaktadır. Bazı yayınlarda örneklem büyüklüğü bilgisi eksik verilmektedir. Bu bakımdan, makalenin ilave bir amacı ise tanımlayıcı istatistiklerin doğru sunumunun yapılarak, makalenin ilk bölümünde de tanımlayıcı istatistiklerin doğru sunum şekilleri ele alınmıştır.

2. Tanımlayıcı İstatistiklerin Sunumu

Veri analizinin en çok kullanılan tanımlayıcı istatistik ölçüleri; ortalamalar, oranlar ve katsayılardır. Veriler sayı doğrusu üzerinde çok noktada (sürekli değişkenlerde sonsuz) değer alırken ortalama, oran, katsayı gibi ölçülerin her biri örnekleme bağılı olarak sayı doğrusu üzerinde bir noktada değer alabilir. Bu nedenle bu ölçülere yer veya konum ölçüsü denir. Yer ölçüleri, parametreleri için nokta tahminleridir. Bir diğer grup tanımlayıcı istatistik ölçüleri, standart sapma (standart deviation, S) ve standart hata (standart error, Se) ölçüleridir. Bu ölçülerin kaynağı verilerdeki değişkenlik, istatistiksel anlamıyla “varyasyon”dur. Varyasyonun ölçüsü ise varyanstır. Varyans değişkene (özelliğe) ait verilerin merkezden uzaklıklarını ölçen karakteristik bir ölçüdür. Varyansın pozitif karekökü ise standart sapmadır. Gerek varyans, gerekse standart sapma örneklem büyüklüğünden bağımsızdır. Ayrıca varyans, istatistik analiz ve tahmin teorisinde sağlam bir ölçüdür. Bu nedenlerle hipotez testi ve tahmin sürecinin temel kaynağı ve dayanağı varyasyondur.

Örneklemeden hesaplanan ölçüler, parametreleri için tahminler olup, tahminler istatistik olarak ta adlandırılmaktadır. Ortalama oran ve katsayı gibi istatistik ölçüleri standart sapma veya standart hataları ile birlikte verilmelidir. Örneğin ortalama ölçüsü standart sapması ($\bar{X} \pm S$) veya standart hatası ($\bar{X} \pm Se$) ile birlikte sunulur. Ortalamanın yanında “standart sapma mı yoksa standart hata mı verilmelidir?” sorusu araştırmacıların sıkça karşılaştıkları bir durumdur. Standart sapma varyansın (pozitif) karekökü olup, nokta tahmini yapılan özelliğin değişkenliğinin ölçüsüdür. Standart hata ise, nokta tahmininin ne kadar sapmalı tahmin edildiğini gösterir. Standart hata örneklem büyüklüğünün karekökü ile ters orantılı değişir. Yani $Se = S/\sqrt{n}$ olup, örneklem sayısı büyüdükçe küçülür. Eğer araştırmacı ortalama oran gibi nokta

tahminlerini ne kadar sapmalı tahmin ettiğini vurgulamak istiyor ise standart hata (Se) ölçüsünü kullanır. Diğer durumda, yani araştırmacı özelliğin değişkenliğini vurgulamak istiyor ise nokta tahmininin yanına standart sapma ölçüsünü yazmalıdır. Gözlemsel olarak normal dağılımlı verilerde, verilerin %95'i $\bar{X} \pm 2S$ %99.7'si $\bar{X} \pm 3s$ aralığında yer alır. Bu şekilde standart sapma sunulduğunda verilerin değişim aralığı da büyük ölçüde tanımlanmış olur.

Standart sapmanın ve standart hatanın kullanım tercihi, bilim alanlarına göre farklılık gösterir. Örneğin mühendislik alanında daha çok yer ölçüsü ve onun hatası yani ($\bar{X} \pm Se$) kullanılırken sağlık bilimlerinde yer ölçüsü dağılımı ile yorumlanır. Bu nedenle sağlık bilimlerinde daha yaygın istatistikler standart sapması ile birlikte sunulur ($\bar{X} \pm S, p \pm S_p ; b \pm S_b gibi$) ve yorumlanır.

İstatistiksel bulgular sunulurken dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır. Bunlardan bazıları, ortalama, oran gibi istatistikler ile birlikte S veya Se mutlaka verilmelidir. İstatistikler ve standart sapma veya hataları istatistikle aynı duyarlılıkta yazılmalıdır. Standart sapma veya standart hata istatistikten daha az hassas yazılamaz. Örneğin ortalama ve standart sapma iki ondalıkla 20.74 ± 3.26 , tek ondalıkla 20.7 ± 3.3 şeklinde aynı ondalık düzeyinde yazılır. Daha az tercih edilmekle birlikte standart sapma veya standart hata ortalama için verilen ondalıktan bir basamak daha fazla (Örneğin: 20.7 ± 3.26) yazılabilir.

Yüzdeler (%) değerlerinin ondalık sayısının yazımında örneklem büyüklüğü esas alınır. Oran değeri yazılırken eğer $n < 100$ ise yüzdeler tam sayı, n, 100-1000 arasında ise yüzdeler tek ondalıkla, $n > 1000$ ise yüzdeler iki ondalıkla yazılmalıdır. Örneğin % olarak oran değerleri $n=75$ ise %45, $n=458$ ise %35.2, $n=1405$ ise %68.13 şeklinde yazılmalıdır (Anon, 2021).

Hipotez testi sürecinin önemli bir unsuru ise örneklem büyüklüğüdür. Bilimsel çalışmalarda tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistikler sunulurken örneklem büyüklüğü mutlaka belirtilmelidir. Çünkü örneklem büyüklüğü (n), araştırmanın tanımlayıcı istatistiklerinin tahminine ve çıkarımsal istatistiklerin sonucuna çok etkili bir bilgidir. Örneklem büyüdükçe örneklemde elde edilen ölçü (ortalama, oran, katsayı vd.) popülasyondaki değerine (parametre) yaklaşır. Bu durum istatistiğe, parametresinin kararlı bir tahmini olma özelliği kazandırır. Bilimsel makalelerde sıkça karşılaşılan bir kavram hatası ise parametre kelimesinin özellik (değişken) ile eş anlamlı kullanılmasıdır. Parametre ortalama, oran vb. bir ölçünün popülasyondaki değeri olup, özellik ile eş anlamlı kullanılmamalıdır. Örneğin “çalışmada sütte pH parametresi incelenmiştir” ifadesi hatalıdır. Ayrıca çıkarımsal istatistiğin p-değeri gibi testin gücü ve güven aralığı ölçüleri de örneklem büyüklüğünden büyük ölçüde etkilenmektedir.

3. Çıkarımsal İstatistik Ölçüleri

Yukarıda ifade edildiği gibi veri analizi, diğer ifade ile çıkarımsal istatistiğin en yaygın yöntemlerinden biri YHAT'dir. Bu bağlamda çıkarımsal istatistiğin en yaygın kullanılan ölçüleri, önsel (a priori) olasılık "Alfa (α)" ve YHAT sürecinin son ürünü olan "istatistiksel anlamlılık (p)" olasılık değerleridir. İstatistik alanında bilişim teknolojisinin yaygın kullanımı sonucu bu kavramların yazım ve sunumunda güncellemeler söz konusudur. Ayrıca bu kavramların yorumunda önemli hatalar yapılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle bu kavramların tanımları yapılmış ve devamında da söz konusu kavramlarının rapor edilmesinde yapılan hatalı veya eksik yazılımlar değerlendirilmiştir. Ek olarak, istatistiksel anlamlılık p-değerinin yorumunda yapılan hatalara yer verilmiştir.

3.1 Alfa (α) Nedir?

Araştırma sürecinde hipotezlerin kurulması aşamasında ön görülen Tip I hata düzeyi " α " olasılığıdır. Yanlış pozitif olarak da adlandırılan bu hata olasılığı için "kesme değeri" adı verilen 0.05 (genellikle) değeri kullanılır. Bu değer 1925 yılında R. Fisher tarafından istatistiksel anlamlılığın "eşik değeri (kesme değeri)" olarak önerilmiştir (Lehman, 1993; Lu ve Belitskaya-Levy, 2015). Neyman ve Pearson tarafından 1930'lu yıllarda (1930-1933) "hipotez testi" tekniği istatistik literatürüne kazandırılmıştır (Lehman, 1993). Fisher ve Neyman-Pearson'un bu teorileri daha sonra birleştirilerek YHAT (NHST) olarak (Mark ve ark., 2016) yaklaşık 100 yıllık bir süredir veri analizinde kullanılmaktadır. Bu hata oranı veya olasılığı, testin ön görülen anlamlılık düzeyini (significance level) ifade eder. Diğer bir kavram ise, önsel hata adı verilen " α " değeri, veri analizinden önce, hatta araştırmanın örneklem büyüklüğü belirleme aşamasında belirlenir. Bu hatanın değeri, genellikle 0.05 alınmakla birlikte bazı durumlarda 0.01 nadiren ise 0.10 olarak alınır. Mühendislik ve sağlık alanlarında daha duyarlı ve hassas çalışmalar için gerekli örneklem büyüklüğünü belirlemede bu olasılık 0.01 olması önerilir. Araştırmanın metod bölümünde kısa bir cümle ile "istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alındı" şeklinde ifade edilir. Bu ifade ile α için kesme değerinin 0.05 olarak alındığı anlaşılır.

Kesme veya eşik değeri $\alpha = 0.05$, Fisher'in önerdiği zamandan günümüze kadar değiştirilmeyen bir sınır değerdir. Ancak Piana (2019) Wallach'a atfen 0.05 eşik değerinin yanlış doğru hipotezden ayırma özelliğini kaybetmiş olabileceğini ve 0.05'in

düşürülebileceğini, hatta bu eşiğin kullanımının terk edilmesinin yararlı olabileceğini vurgulamaktadır. Ayrıca Consonni ve Bertazzi (2017), yeni bir yaklaşım olarak, makalelerin istatistiksel analiz bölümünde “istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alındı” cümlesine artık yer verilmemesini önermektedirler. Bu değer makale tasarımında öngörülen güçte (espected power) örneklem büyüklüğünü belirlemede kullanılan bilgi olarak rapor edilmesi açıklayıcı olabilir. Ancak makalenin metot bölümünde bu bilginin istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak verilmesinin bir katkısı yoktur.

3.2 İstatistiksel Anlamlılık p Nedir?

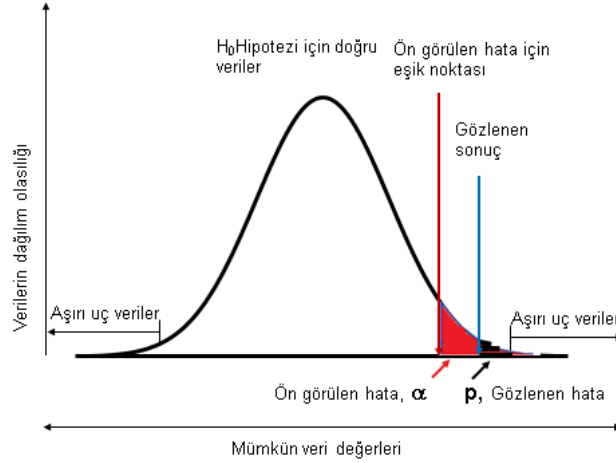
İstatistiksel anlamlılık p-değeri, örneklem verilere YHAT veya diğer istatistiksel testlerin uygulamasının bir ürünüdür. Bilimsel makalelerde istatistiksel anlamlılık değeri kısaca “p” veya “P” ile sembolize edilmektedir (Consonni anad Bertazzi, 2017). Enformel olarak p-değeri belirli bir istatistiksel model altında verilerin istatistiksel bir özetinin (örneğin karşılaştırılan iki ortalama arasındaki fark gibi) gözlemlenen verilere eşit veya daha uçta olma olasılığıdır (Wasserstein ve Lazar 2016). Burada daha çok tercih edilen model sıfır hipotezidir. Bu nedenle çoğu istatistiksel çıkarım, makalenin başında anlatılan YHAT’ne dayanmakla birlikte diğer ilgili modellere de dayanabilir (Consonni anad Bertazzi, 2017).

Olasılık yazımıyla p-değeri $P(V|H_0)$ şeklinde ifade edilen şartlı olasılık olarak tanımlanabilir. Burada V araştırma verilerinden elde edilen değer olmak üzere p, H_0 ’ın geçerli olduğu varsayıldığında V’nin elde edilme olasılığıdır (Cohen, 1994; Yıldırım ve Yıldırım, 2011; Işık, 2014; Vidgen ve Yasseri, 2016; Startz, 2019). Örneğin bir çalışmada $p=0.02$ bulunmuş ise aynı şartlarda, aynı büyüklükte örneklem kullanıldığında örneklemelerin p kadar yüzdesi H_0 hipotezi değerinde veya daha uçta olabilir (Erkuş, 2017; Erkan, 2018). Gigerenzer (2004) bu olasılığı, “anlamlılığın tam seviyesi” olarak adlandırmıştır.

Araştırmacılar YHAT sürecinde, p-değerinin α değerinden düşük olması yönünde bir beklentiye sahiptir. Çünkü $\alpha=0.05$ alındığında $p < \alpha$ olması durumunda istatistiksel anlamlılık araştırmacıyı Işık (2014)’ın da belirttiği gibi “aynı araştırmanın, benzer özelliklerdeki örneklemelerde tekrarlanması halinde, elde edilen ilişki ya da farka ilişkin istatistik test değerlerinin %5’inden daha azı, gözlenen bulgulardan daha uçlarda (düşük ya da yüksek) bir sonuç verecektir” sonucuna götürür. Bu sonuç elde edildiğinde araştırmacı H_0 ’ni ret ederek önermesi (iddiası) H_1 için destek sağlamış olur.

Özet olarak ifade etmek gerekirse α , veri analizi öncesinde karar verilen olasılık değeri, p ise veri analizinin ürettiği anlamlılığın tam seviyesi olan olasılık değeridir. YHAT sürecinde

$p < \alpha$ ise sonuç istatistiksel olarak anlamlı olarak nitelendirilir. Eşik değeri α , ve p 'nin konumu şekilsel olarak aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Normal Dağılımlı Verilerde α ve p Değerlerinin Şekilsel Gösterimi

Bu açık tanımlamaların yanında, bazı yayınlarda ise p -değerinin yaygınlığı ve önemi vurgulanmaktadır. Örneğin Cohen'in (1994) makalesinin başlığı "Dünya $p < 0.05$ 'in etrafında dönüyor, The earth is round $p < 0.05$ " şeklindedir. Bu makale aynı zamanda ironik bir eleştiri de içermektedir. Nuzzo (2014) p -değerinin en yaygın istatistik ölçü olduğunu bildirmektedir. Bokai ve ark. (2019) ise p -değerini bilimsel yayınların en ünlü terminolojisi olduğunu ifade etmişlerdir. İstatistik tabanlı araştırmaların çoğu hipotezlerin kurulması ile başlayan YHAT sürecinin sıralı birçok işlemlerden sonra p istatistiğinin elde edilmesi ve yorumlanması ile sonuçlandırılır. Bu süreçte p -değeri için Leek ve Peng (2015) " p -değeri istatistiksel analizde buzdağının görülen ucudur" ifadesini kullanmaktadır.

Bu yükseltici ifadelerin yanında YHAT ve p için literatürde son 20 yılda özellikle son 10 yılda çok tartışmalı makaleler yayınlanmıştır (Cohen, 2011; Nuzzo, 2014; Lu ve Belitskaya-Levy, 2015; Aschwanden, 2016; O'Leary, 2021). Bu bağlamda Nuzzo (2014) makalesini "istatistiksel geçerliliğin 'altın standardı' olan p değerleri, birçok bilim insanının sandığı kadar güvenilir değildir" ifadesine odaklanmıştır. Cohen (2011) tarafından yayımlanan makalede, p -değeri ve onun tıp literatüründe yanlış kullanımını kaleme almıştır. Lu ve Belitskaya-Levy (2015) tarafından " p hakkındaki tartışma" başlıklı makalelerinde konuyu irdelemişlerdir. Araştırmacılar istatistiksel anlamlılık p -değerinin araştırmalarında hipotezleri test etmek için kabul edilebilir bir çıkarımsal istatistik olduğunu belirterek, bir çalışmanın bilimsel değerini yargulamak için yalnızca tek bir p -değerine güvenmek, p -değerinin kötüye kullanılması olarak yorumlamışlardır. Yazarlar p -değerlerinin sınırlılığını, değişkenliğini doğru anlaşılmasını dikkate alarak, araştırma bulgularını tek bir p -değerine dayalı değil, ilişkili başka ölçülerinde

verilmesi gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Murtaugh (2014) p-değerinin içsel tanımından çok, yorumunun hatalı yapıldığını vurgulamıştır. Yazar p-değeri yerine önerilen diğer bazı çıkarımsal ölçülerde de (güven aralığı gibi) benzer yorum hatalarının yapılabileceğine dikkat çekmiştir. Türkçe literatürde konuyu irdeleyen az sayıda olsa da bazı yayınlar mevcuttur. Bu bağlamda Yıldırım ve Yıldırım (2011) birçok yayında, hatta temel başucu kitaplarında bile, p'nin hatalı tanımlandığını ve yorumlandığını bildirmektedir. Başka bir yayında Kılıç (2011) eleştirel makalesini “Neyin peşindeyiz? Kutsal p-değerinin mi yoksa klinik önemliliğin mi?” başlığı altında bir makale kaleme almıştır. Makalede araştırmacıların klinik anlamlılığı veya farksızlığı göz ardı ederek bulgularını daha çok $p<0.05$ üzerine yoğunlaştıkları vurgulanmaktadır. Kanık (2014) ve Akoğlu (2015) p-değerinin yorumlanmasında yapılan hataları eleştirel yaklaşımla düşünce yazısı bağlamında ele almışlardır. Kanık (2014) “P değeri dedikleri” başlıklı makalesinde p-değerinin yorumunda yapılan hatalara ve yazarların, hakemlerin ve editörlerin makalelerde p-değerini anlamlı ($p<0.05$) bulma yönünde zorlayıcı girişimlerde bulunduğu dikkat çekmiştir. Akoğlu (2015) ise ironi yaparak örneklendirdiği makalesinde yeterli büyüklükte bir örneklem ile çok küçük farklılıkların bile istatistiksel olarak önemli “anlamlı” olacağını vurgulayarak p-değerinin “anlam” kelimesi ile ifade edilmesinin de hatalı olduğunu bildirmiştir. Her iki yazar bilimsel makalelerde p-değerinin değil, onun yerine etki büyüklüğü, güven aralığı gibi diğer çıkarımsal ölçülerin yorumlanması gerektiğini vurgulamışlardır.

Aschwanden, (2016) “İstatistikçiler üzerinde anlaşabilecekleri bir şey buldu: P değerlerini kötüye kullanmayı durdurmanın zamanı geldi” başlıklı makalesinde Amerikan İstatistik Derneği'nin (ASA) istatistiksel anlamlılık p değerleri üzerinde bir fikir birliği oluşturmak için 26 uzmanının katıldığı toplantıda uzmanların p-değeri konusunda yorum ve görüşlerini derlemiştir. Aschwanden (2016), p-değerinin tanımı ve yorumunun uzman görüşlerine göre tartışmalı olduğunu vurgulamıştır. Aschwanden (2016) makalesini Michigan Üniversitesi biyoistatistik uzmanı Roderick Little'nin p-değerine araştırmacıların bakışını ifade eden ironik bir şiir ile sonlandırmıştır. Söz konusu şiirin bir mısraının özeti literatüre “ $p<0.05$ publish, else perish; $p<0.05$ ise yayımla değilse yok ol” şeklinde geçmiştir.

O'Leary (2021), hipotez testine eleştirel bir yaklaşımla yayınladığı makalesinde, YHAT sürecini bir p avcılığı olarak niteleyerek 0.05 eşik alınarak, $p=0.051$ anlamsız; $p=0.049$ anlamlı kabul edilmesini eleştirerek bu bağlamda universal bir eşğin olamayacağını ifade etmiştir. Yazar istatistik anlamlılığı p-değerine indirgenmesinin doğru olmadığını vurgulayarak p-değerinin yanında etki büyüklüğü ve güven sınırları ile desteklenmesinin gerekliliğini

vurgulamıştır. Bütün bu tartışmaların sonucu olsa gerek Temel ve Uygulamalı Sosyal Psikoloji Dergisi (Basic and Applied Social Psychology) editörleri makalelerde hipotez testi ve p-değerinin kullanımını yasaklama yoluna gitmişlerdir (Tramifow ve Marks, 2015; Wasserstein ve Lazar, 2016).

Anlamlılık düzeyi p-değerinin bilimsel araştırmalardaki konumu ve yorumu konusunda eleştirel nitelikte yukarıda atıf yapılan makalelerin dışında daha çok sayıda yayın mevcuttur. Bu eleştirel düşünceleri şimdilik öteleyerek p-değerinin sunumunda yapılan hatalar ele alınacaktır.

3.3 P-değeri Nasıl Rapor Edilmelidir?

Veri analiz sonucunda ulaşılan p-değeri geleneksel yazımda $p < 0.05$, $p < 0.01$ veya $p < 0.001$ şeklinde yazılmakta idi. Günümüzde çoğu yazılımlar istatistiksel anlamlılık p-değerini gerçek değeri ile sunmaktadır. Genel bir kural ve APA standardı olarak (APA, 2010) p-değeri, gerçek değeri ile en az iki veya üç ondalıkla yazılmalıdır. Bu nedenle p-değeri makalede rapor edilirken olasılığın gerçek değeri ile (örneğin $p = 0.026$ gibi) yazılmalıdır. Bu değer $p < 0.05$ olarak yazılması da doğru olmakla birlikte $p = 0.026$ yazılımı tercih edilmelidir. Çünkü $p < 0.05$ yazılımı durumunda bir miktar bilgi kaybı söz konusudur (Greenland ve ark., 2016).

Ancak p-değerinin çok küçük olması durumunda istatistiksel yazılımlar p-değerini $p = 0.000$ olarak sunmaktadır. P değeri sıfırdan büyük, birden küçük bir olasılık olduğuna göre, p hiçbir zaman 0.000 değerinde olmayacaktır. Ancak istatistiksel paket programlar sonuçları genellikle üç ondalıkla yuvarlayarak sundukları için anlamlılık sonucu 0.000 olarak sunulmaktadır. Yani 0.00002 gibi çok küçük bir p-değeri çıktıda 0.000 olarak ifade edilmektedir. Bu 0.0002 değerinin 0.2×10^{-4} olarak yazılımı da yazım ve anlatımda kolaylık sağlamayacağı için $p = 0.00002$ olasılığının doğru yazılımı $p < 0.001$ şeklinde olmalıdır. Bununla birlikte son yıllarda etki faktörü yüksek popüler bazı dergilerde yayınlanan makalelerde p-değerinin çok küçük olduğu durumda p-değeri üslü olarak örneğin $p = 2.8 \times 10^{-5}$ şeklinde gerçek değeri ile rapor edilmektedir (Lamont ve ark., 2021; Fang ve ark., 2021; Sun ve ark., 2021).

Anlamlılık düzeyi p-değerinin rapor edildiği makalelerde yaygın bir hata da tablolarda gerçek değeri ile ($p = 0.014$ veya $p = 0.003$ gibi) veya p-değerinin çok küçük olması durumunda $p < 0.001$ olarak ifade edilen değer $p < 0.05$ şeklinde kısıtlanmasıdır. Yani tabloda p-değerinin gerçek değeri ($p = 0.014$ gibi) yazılmalı ve bu değer bulgular, tartışma hatta özet bölümlerine aynı şekilde raporlanmalıdır.

Bir diğer yaygın hatalı durum, p-değerinin gerçekteki değerinin ne olduğu rapor edilmeden, tablo ve metin içinde $p < 0.05$ veya $p > 0.05$ eşik değerinin kullanılmasıdır. Eğer sonuç

çok sayıda grubun ortak bir bulgusu ise (örneğin Duncan, veya SNK çoklu karşılaştırma testleri gibi) ancak bu durumda $p < 0.05$ veya $p < 0.01$ şeklinde rapor edilebilir. Diğer durumlarda yukarıda vurgulandığı gibi p-değerinin gerçek değeri rapor edilmelidir. Bu bilgiler ışığında bazı istatistiksel anlamlılık (olasılık) değerlerinin doğru yazılımı aşağıdaki Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2. İstatistiksel Anlamlılık p-değerinin Hatalı ve Doğru Yazım Örnekleri

Değişken	Analiz Çıktısı Olasılık Değeri	Doğru Yazım	Hatalı Yazım	Hatalı Yazım Nedeni
X1	0.0000025	$p < 0.001$ veya $p = 2.5 \times 10^{-6}$	$p = 0.000$	Olasılık sıfır olmaz
X2	0.000	$p < 0.001$	$p = 0.000$	Olasılık sıfır olmaz
X3	0.003	$p = 0.003$	$p < 0.01$	Bilgi kaybı, eski yazım şekli
X4	0.042	$p = 0.042$	$p < 0.05$	Bilgi kaybı, eski yazım şekli
X5	0.087	$p = 0.087$	$p > 0.05$	Bilgi kaybı, eski yazım şekli

Ayrıca tablolarda p-değerinin hesaplanmasında kullanılan örneklem büyüklüğü, kullanılan dağılım veya test, dağılımın test istatistiği (z , t , F , χ^2) tabloda veya başka bir şekilde rapor edilmemiş ise p-değeri metin içine yazılırken, test istatistiği ve serbestlik derecesi (sd) ile birlikte yazılmalıdır. Yani eğer analiz t dağılımı ile yapılmış ise bu istatistiksel bulgu “ $t_{(sd)} = \dots$; $p = \dots$ ” formatında yazılmalıdır. Örneğin t dağılımı kullanılarak 25 örneklem büyüklüğü ($sd = 25 - 1 = 24$) ile test istatistiği $t = 2.104$ ve $p = 0.023$ elde edilmiş ise bu bulgu makale metninde [$t_{(24)} = 2.104$; $p = 0.023$] şeklinde yazılmalıdır. Ki-Kare testi için benzer şekilde [$\chi^2_{(sd)} = \dots$; $p = \dots$] yazılmalıdır. F dağılımı pay $v1$, ve payda $v2$ şeklinde iki serbestlik derecesine sahip olacağı için [$F_{(v1, v2)} = \dots$; $p = \dots$] formunda yazılması gerekir. Yani 4 bağımsız grup ve her grupta 5’er gözlem kullanılarak elde edilen veriler F dağılımı ile analiz edilmiş olsun. Burada F test istatistiği 4.254 ve $p = 0.017$ elde edilmiş ise bu bulgu [$F_{(3, 16)} = 4.254$; $p = 0.017$] şeklinde yazılır.

4. P-Değerinin Yorumlanması

Anlamlılık değeri p , büyüklüğü ve büyüklüğü ile birlikte taşıdığı anlam esas alınarak iki farklı boyutta yorumlanmaktadır.

4.1 P-değerinin Sayısal Büyüklüğüne Göre Yorumlanması

P-değerinin büyüklüğüne göre yorumlanmasında literatürde kabul görmüş standart bir uygulama mevcuttur. Araştırmacılar bu standarda göre bulgularını yorumlarken genelde hata yapmazlar. Kabul görmüş APA stiline göre p-değerinin büyüklüğü dikkate alınarak anlamlılık düzeyi “üç yıldız işaret” (asteriks) sistemi kullanılarak aşağıda Tablo 3’te verildiği gibi yorumlanır (Leahey, 2005; APA, 2010; Kul, 2014; Akbulut ve ark., 2015).

Tablo 3. P-değerinin Büyüklüğüne Göre Yorumlanması

p-değeri	Yorumu	Asteriks (İşaret)
$0.01 \leq p < 0.05$	İstatistiksel anlamlı.	*
$0.001 \leq p < 0.01$	Yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı.	**
$p < 0.001$	Çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı.	***
$0.05 \leq p < 0.10$	Sınırdan anlamlılık veya anlamlılık eğilimi var.	+
$p > 0.10$	İstatistiksel anlamlılık yoktur.	NS: not significant

Anlamlılık düzeyi p-değerinin aldığı bu büyüklük değerlerinin işaretli (asteriks kullanarak sunum) sunumunda daha az hata yapılmaktadır. İstatistik analizinin yapıldığı makalelerde “*” asteriksi istatistiksel anlamlılığın düzeyini göstermek için kullanılır. Yıldız asteriksi bazen testin türünü, (örneğin Mann Whitney U*, Friedman** gibi) göstermek amacıyla veya açıklama işareti olarak kullanılmaktadır. Özetle “*” işareti istatistiksel anlamlılık düzeyi için kullanılır. Başka bir durumu açıklamak amacıyla kullanılmamalıdır.

P-değeri hangi büyüklükte ve düzeyde olursa olsun, büyük ölçüde örneklem büyüklüğüne bağlı olduğu dikkatten kaçırılmamalıdır. Aynı büyüklükteki bir fark veya katsayı için, örneklem büyüklüğü arttıkça test istatistiği büyür ve “p” olasılığı küçülür. Örneğin populasyon ortalaması 165 ve örneklem ortalaması 171.5, standart sapması 26.5 olan çalışmada aynı örneklem ortalaması ve standart sapma için sağ kuyrukta tek ortalamanın hipotez testi için farklı örneklem büyüklükleri için test istatistikleri ve p değerleri aşağıdaki gibi (Tablo 4)

şekillenir. Burada $n=25$ için $t = \frac{171.5-165}{\frac{26.5}{\sqrt{25}}} = \frac{6.5}{5.30} = 1.226$ ve $p=0.112$ elde edilir. Bu olasılık

düzeği yorumlandığında bulgu anlamsız olarak nitelendirilir. Aynı olay için örneklem 10 kat artırılarak 250 olduğunda p-değeri 0.00007 olarak hesaplanır ve 25 örneklem ile 6.5 birimlik fark istatistiksel olarak anlamsız bulunurken aynı büyüklükteki fark 250 birimlik örneklemde $p=0.00007$ değeriyle çok çok anlamlı konuma gelir. Örneklem büyüklüğüne bağlı p değerlerinin değişimi Tablo 4’den izlenebilir. Tablo 4’de verildiği gibi, istatistiksel

anamlılığın yorumlanmasında p değerlerinin örneklem sayısı ile yakından ilişkili olduğu dikkatten kaçırılmamalıdır.

Tablo 4. Aynı Dağılımlı Örneklerde p-Değerlerinin Örneklem Büyüklüğüne Göre Değişimi

Uygulama	n	S	Se	Fark	t	p
1	25	26.5	5.30	6.5	1.226	0.116
2	50	26.5	3.75	6.5	1.734	0.045
3	100	26.5	2.65	6.5	2.453	0.008
4	250	26.5	1.676	6.5	3.878	0.00007
5	1000	26.5	0.84	6.5	7.757	1.07254E-14
Kitle Ortalaması =165		Örneklem Ortalaması =171.5		Fark=6.5		

4.2 P-değerinin Anlam Yorumlanmasında Yapılan Hatalar

P-değerinin tanımında yaşanan tartışmalar p-değerinin anlam yorumlanmasında hatalara neden olmuştur. Bu bağlamda yazılan makalelerin bazıları yukarıda 3.2 numaralı “İstatistiksel Anlamlılık p Nedir?” başlığı altında özetlenmiştir. Makalenin bu kısmında literatür ışığında p-değerinin yorumlanmasında yapılan hatalar ele alınacaktır.

İstatistiksel anlamlılık p-değerinin tanımı incelendiğinde tanımın Tip I hatanın ve gözlenen bulgunun ortaya çıkma olasılığına vurgu yaptığı görülür. Halbuki araştırmacıların esas amacı, ilgilenilen değişkenler arasında olası bağıntıların varlığını ve bu bağıntıların gücünü anlamak ve açıklamaktır (Işık 2014). Yani aslında amaç, kısa ifade ile “etki büyüklüğü” değerini anlamaktır. Ancak istatistiksel anlamlılık p bu konuda bilgi vermediği gibi, araştırmacıları fark veya ilişkilerin önemsenecek düzeyde olup olmadığı sorusundan da uzaklaştırır (Işık 2014).

İstatistiksel anlamlılığın hatalı yorumlarından bir diğeri şu şekilde özetlenebilir. Araştırmacılar p-değerini α değerinden küçük bulmaları durumunda, doğru bir öneri ortaya koydukları ve iddialarını doğruladıkları düşüncesine sahip olmalarıdır. Tersinde ise araştırmacı yaptığı işin herhangi bir değere sahip olmadığı ve boşuna emek harcadığı duygusunu yaşamaktadır. Halbuki her iki düşüncede eksiktir ve hatalı yorumdur.

İlk durumda ($p < \alpha$), yani H_1 hipotezinin kabul edilmesi bu bulgunun kesin doğru olduğu anlamına gelmez. Örneğin istatistiksel anlamlılık değeri $p=0.04$ olması durumunda sıfır hipotezi H_0 , reddedilir. Ancak bu kitleden aynı şartlarda ve büyüklükte 100 örneklemden 4’ünde sıfır hipotezinde ifade edilen durum geçerli olabilecektir. Yani araştırma hipotezi H_1

doğrulandığında araştırmacı p düzeyinde H_0 ile ifade edilen sonuçlara ulaşabilecektir. Şüphesiz bilimsel doğrulamalar kesin sonuçlar değildir. Yeni doğru üretilinceye kadar kabul gören geçici doğrulardır. Araştırma hipotezinin doğrulanması bu hipotezinde yanlışlanabilir olması ilkesini değiştirmez yani her teori yanlışlanabilme özelliğine sahiptir. Bilimsel gelişmelerin sürekliliği de bu ilkeye dayanır.

Diğer durumda ($p > \alpha$), genellikle $p > 0.05$ gibi bir sonuca ulaşmak araştırmacıda faydasız bir iş yapma, yanlış bir araştırma tasarlama duygusu oluşturmaktadır. Erkuş (2017), bu durumu “yokluk hipotezinin reddedilememesinin dayanılmaz ağırlığı” tanımını ile açıklamıştır. Araştırmacılar $p > 0.05$ bulgusuna ulaştıklarında ‘yanlış araştırma tasarladım’ düşüncesine kapılmaktadır. Bu düşünce aşağıdaki nedenlerden dolayı doğru değildir. Çünkü:

- $p > \alpha$ durumu gerçekten sonucun anlamsız olduğunu göstermez. Belki ulaşılan sonucun hatasının yüksek olabileceğini gösterir. Bununla birlikte p-değerinin anlamsız bulunması ($p > \alpha$), çalışmada bazı olası çevre etkilerinin kontrol edilememesinden veya örneklem hacminin yeterli büyüklükte olmamasından veya etki büyüklüğünün çok küçük tasarlanmış olmasından kaynaklanabilir. Çalışma daha kontrollü ve gerekli ve yeterli örneklem ile yürütüldüğünde daha gerçekçi sonuçlar bulunulabilecektir.
- Etkinin, farkın veya ilişkinin anlamsız bulunması daha sonra aynı konuda yapılacak çalışmalarda araştırmacılara bilgi ve deneyim sunar. Ayrıca araştırmacı yaptığı çalışma ile en azından ilgili konuyu tartışılabilir konuma getirmiştir.
- Araştırma sonucunun istatistiksel anlamsız ($p > 0.05$) durumunda, araştırmacı araştırmanın yanlış tasarladığı düşüncesi ile yayınlamaz veya dergi editörleri bu tip makaleleri yeni bir şey bulunmadı gerekçesi ile ret ederler. Böylece aynı konuda hep $p < 0.05$ bulgusuna ulaşan çalışmalar literatüre girer. Bu durum hem “tekrarlanabilirlik krizine; replicability crisis” hem de daha sonra yapılacak Meta Analiz çalışmalarında hatalı sonuca ulaşılmasına neden olur.

P-değerinin yorumlanmasında yapılan bir diğer hata, küçük p-değerinin, daha büyük bir etkiye işaret ettiği yönündeki algı veya yorumlamadır. P, etki büyüklüğü konusunda bilgi vermez. Birçok araştırmacı p-değerinin çok küçük olması durumunda daha büyük bir etki büyüklüğünü anlamlı buldukları şeklinde yorumlamaktadırlar. P-değerinin aldığı sayısal değer örneklem büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Örneklem büyüklüğü arttıkça p-değeri küçülür küçük farklılıklar veya ilişkiler anlamlı çıkar. Yani çok büyük örneklem ile çok küçük farklılıklar dahi istatistiksel olarak anlamlı bulunabilir. P-değeri etkinin veya farkın olup olmadığını gösterir, ancak bunların büyüklüğü veya derinliği hakkında bilgi vermez. Etkinin

derinliği için “etki büyüklüğü” ölçüsünü belirlemek ve p-değerinin doğru yorumlanması için p-değerinin yanında raporlamak gereklidir.

P-değerinin çok küçük olması farklılığın veya ilişkinin biyolojik, teknik veya klinik anlamlı olduğunu göstermez. Biyolojik teknik veya klinik farklılığın anlamlı olup olmadığı etki büyüklüğü ile anlaşılır. Buradaki yanlış istatistiksel anlamlılığın etki büyüklüğü gibi algılanmasıdır. Bu nedenle istatistiksel anlamlılık ile birlikte etki büyüklüğü rapor edilmeli ve yorumlanmalıdır. Ayrıca önsel olasılık α , rapor edilmeden yani 0.05 eşik değeri kullanılmadan p-değerinin büyüklüğü ve tespit edilen farklılık veya ilişki katsayılar ile birlikte yorumlanabilir. Yani p-değerinin tek başına “anamlı bulundu” veya “anlamsız bulundu” şeklindeki kesin ve tekil yargılardan kaçınılmalıdır.

P-değeri tekil olarak yorumlandığında p-değerinin küçüklüğü nispetinde H_0 hipotezine karşı kanıtlar güçlenir. P-değeri yeterince küçükse H_0 hipotezi ret edilerek yerine H_1 hipotezi ikame edilebilir.

P-değerinin anlamlı bulunması olayın tüm tekrarlarında aynı sonucun bulunmasını garanti etmez ve tekrarlarda p-değerini öngörmek için kullanılamaz. Bir araştırma için elde edilen p-değeri o örneklem için geçerlidir. Ayrıca düşük güce sahip testler ile hesaplanan p- değerlerinin değişkenliği yüksektir. İstatistiksel anlamlılığın değişkenliğine neden olan bir diğer etken örneklemin küçük olmasıdır (Kabasakal 2019).

P-değerinin sunumu ve özellikle yorumlanması konusunda yapılan hataları Goddman (2008), 12 madde ile özetlerken, Greenland ve ark. (2016) ise bilimsel makalelerde anlamlılık değeri p için hatalı yorumları 18 başlık altında, güven aralığı ve testin gücü istatistikleri için yanlış yorum hatalarını 7 alt başlık da olmak üzere toplam 25 alt başlık altında irdelemişlerdir.

P-değerinin yanlış yorumlanmasında özet ve daha ileri bilgilere ulaşmak isteyen araştırmacılara (Goddman, 2008; Greenland ve ark., 2016; Wasserstein ve Lazar, 2016; Mark ve ark., 2016; Gao, 2020; Balkin ve Lenz, 2021) tarafından yayınlanan makalelerin incelenmesi önerilir.

5. Sonuç

Bilimsel çalışmalarda Yokluk Hipotezi Anlamlılık Testinin (YHAT) kullanımı çok yaygındır. YHAT sürecinin son ürünü anlamlılık seviyesi olarak adlandırılan p-değeridir. P-değeri istatistik biliminin en ünlü kavramıdır. Veri analizine dayalı çalışmalarda verilere ait tanımlayıcı istatistiklerin konum ve değişim ölçüleri ile birlikte doğru sunumu önemlidir.

Tanımlayıcı istatistikler örneklem büyüklüğü n ve S veya S_e ölçüleri ile birlikte verilmeli, Konum ve değişim ölçüleri aynı ondalık düzeyinde sunulmalıdır.

YHAT dayalı araştırmalarda önsel hata düzeyi, Fisher (1925) tarafından yapılan önermesinden günümüze, $\alpha=0.05$ olarak kullanılmaktadır. YHAT sonucunda $p<\alpha$ durumunda sonuç anlamlı olarak yorumlanmaktadır. Araştırmaya özgü p-değerinin sunumunda ve yorumunda önemli hatalar yapılmaktadır. Geleneksel olarak anlamlı bulunan p-değerinin raporlanması $p<0.05$ veya $p<0.01$ iken güncel yazımda p-değerinin gerçek değeri ile ve en az üç ondalıkla sunulması (Örneğin $p=0.036$ gibi) önerilmektedir. P-değerinin gerçek $p=0.00$ veya $p; 0.000$ şeklinde verilmesi son derece hatalı olup bu yazımlardan kaçınılmalıdır.

P-değerinin büyüklük olarak rapor edilmesinin yanında p-değerinin yorumlanmasında önemli hatalar yapılmaktadır. P-değerinin enformel tanımı için istatistik uzmanları farklı tanımlar yapmakta ve p-değerinin yorumu oldukça tartışmalıdır. Bununla birlikte p-değerinin yorumlanması aşağıdaki ilkeler doğrultusunda yapılmalıdır.

P-değerine mutlak doğru olarak bakmak hatalı bir yorumdur. P-değeri yokluk hipotezi ile ifade edilen durumun hangi olasılıkla gerçekleşebileceğini ifade eder. Keza $p<0.05$ araştırmanın doğru tasarlandığının ölçüsü olmadığı gibi, $p>0.05$ durumu araştırmanın hatalı tasarlandığını göstermez. Araştırmalarda $p<0.05$ durumu değerli olduğu kadar $p>0.05$ durumu da bilgi vericidir. Yani $p<0.05$ ise araştırma yayınlanabilir, $p>0.05$ ise bulgular yayınlanamaz duygusundan kaçınılmalıdır. Ayrıca $p<0.05$ durumu üzerinde aşırı yoğunlaşarak, p-değerine taşıdığı anlamdan daha fazla anlam yüklenmemelidir.

Araştırmacılar araştırma sonuçlarının $p<0.05$, yani anlamlı bulunması, yönünde eğilim göstermektedir. Bilimsel periyodiklerde genellikle $p<0.05$ bulgusuna ulaşan araştırmalar yayınlanmakta, diğer durum kabul görmemektedir. Bu durum literatürde bulguların tekrarlanabilirlik özelliğini kısıtlamakta, özellikle meta analiz çalışmalarında, yanlılığa neden olmaktadır.

P-değerinin küçük bulunması etkinin büyük olduğu anlamına gelmez, p-değeri etkinin olup olmadığı konusunda bilgi verir. Araştırma sonunda, fark, ilişki, katsayı vb. ölçüler için bulunan istatistiksel anlamlılık sonuçların teknik, klinik veya ekonomik anlamlı olduğu anlamına gelmez. Teknik, ekonomik veya klinik anlamlılık etki büyüklüğü ölçüsü ile belirlenir.

Bütün bu tartışmalara rağmen p-değeri istatistiksel çıkarımın önemli bir özeti olarak hala kullanılmaktadır. Daha güçlü alternatif çıkarım ölçüsü veya ölçüleri geliştirilinceye kadar bu ölçü kullanılacaktır. Ancak p-değerinin gerek yazımında gerekse yorumunda araştırmacıların yukarıda açıklanan hususları dikkate almaları önerilir.

Genel bir sonuç olarak araştırma raporlarının çıkarımsal istatistiği olarak p olasılığı tek başına verilmemelidir. Ayrıca yorumları p-değerinin anlamlılığı üzerine odaklamaktan

kaçınılmalıdır. Çünkü p düşünül­düğü ve ünlü oldu­ğu kadar güvenilir bir ölçü de­ğildir. Makalelerde p ile birlikte etki büyüklüğü (d), güven aralığı (CI), ve testin gücü (1-β, power) gibi istatistikler de rapor edilmelidir. P-değerinin yanında rapor edilmesi gereken bu çıkarımsal istatistik ölçüleri ve bu ölçülerin güçlü ve zayıf yönleri bir başka çalışma ile Türkçe literatüre kazandırılmalıdır.

Kaynaklar

- Akbulut, Ö., Yıldız, N., & Orhan, H. (2015). İstatistik Analizlerde Temel Formüller ve Tablolar. Aktif Yayınevi s:8-9.
- Akoğlu, H. (2015). <https://acilci.net/kategori/egitim-yonem/akademi/istatistik-ve-metodoloji/P-degeri-ve-Guven-araliklari-anlatilmaz-yasanir>. Erişim 15.12.2021.
- Anonim. (2021). Guidelines for Reporting Statistics.<https://slideplayer.com/slide/6366206/> Erişim 4 Eylül 2021.
- APA. (2010). American Psychological Association. (2010). Publication Manual of the American Psychological Association (6th Ed.). Washington, D.C.
- Aschwanden, C. (2016). Statisticians Found One Thing They Can Agree On: It's Time To Stop Misusing P-Values. Five Thirty Eight. 17 Haziran 2016 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 25 Temmuz 2016.
- Balkin, R.S., & Lenz S. A. (2021). Contemporary Issues in Reporting Statistical, Practical, and Clinical Significance in Counseling Research. *Journal of Counseling & Development*, 99: 227-237
- Vidgen, B., & Yasserli, T. (2016). P-Values: Misunderstood and Misused. *Frontiers in Physics*, 4(6): 1-5.
- Bokai, W., Zhirou, Z., Hongyue, W., Xin, M T, & Changyong, F. (2019). The p-value and model specification in statistics, *General Psychiatry*,32(3): e100081.
- Cengiz, M.A. & Terzi, Y. (2018). Hipotez Testleri Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, Samsun.
- Cohen, H.W. (2011). P values: use and misuse in medical literature. *American Journal of Hypertension*, 24(1):18-23.
- Cohen, J., (1994). The earth is round (p<0.05). *American Psychologist*, 49(12): 997-1003.
- Consonni, D., & Bertazzi P.A. (2017). Health significance and statistical uncertainty. The value of P-value. *La Medici­ana del lavoro*, 108(5): 327-331.
- Dahiru T. (2008). P – value, a true test of statistical significance? A cautionary note. *Annals of Ibadan Postgraduate Medicine*, 6(1):21-26.
- Erkan, D.Ö. (2018). Güç analizi, etki büyüklüğü, p-değeri ve ötesi Akdeniz Üniversitesi İstatistik Danışma Birimi. Erişim: <http://akhadyek.akdeniz.edu.tr/>.
- Erkuş, A. (2017). Denence Testi ve H₀ Denencesinin Reddedilememesinin Dayanılmaz Ağırlığı, *Düşünce yazısı-Opinion paper İlköğretim Online*, 16(4), dy: 12-16. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>
- Fang C., Dong Xu, D., Su J., Dry J.R., & Bolan Linghu, B. (2021). DeePaN: deep patient graph convolutional network integrating clinico-genomic evidence to stratify lung cancers for immunotherapy *npj Digital Medicine* 4:14. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00381-z>
- Gao, J. (2020). P-values – a chronic conundrum. *BMC Medical Research Methodology*. 20:167. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-01051-6>
- Gigerenzer, G. (2004). Mindless statistics. *The Journal of Socio-Economics*, 33:587–606.

- Gigerenzer, G. (2018). Statistical rituals: The replication delusion and how we got there. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 1(2): 198–218.
- Goodman, S. (2008). A Dirty Dozen: Twelve P-Value Misconceptions. *Seminars in Hematology*, 45(3):135-140.
- Göksöz, F. (2021). Hipotez Testleri I. Bölüm https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/117324/mod_resource/content/1/10 Erişim tarihi: 23.08.2021
- Greenland, S.J., Rothman, K.J., Carlin, J.B., Poole, C., Goodman S.N., & Altman, D.G., (2016). Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. *European Journal of Epidemiology*, 31:337–350.
- Gürkan, A. (2007). Klinik Peridontoloji araştırmalarında bağımsız iki grup ortalamasının karşılaştırılmasında örnek genişliği, istatistiksel güç ve anlamlılık. *EÜ Dış Hekimliği Fak. Dergisi*, 28: 123-134.
- Işık, İ. (2014). Yokluk hipotezi anlamlılık testi ve etki büyüklüğü tartışmalarının psikoloji araştırmalarına yansımaları. *Eleştirel Psikoloji Bülteni*, 5:55-80
- Kabasakal, C. (2016). P-değeri hakkında 3 yaygın yanlış. *BioMedya.com* Erişim tarihi: 18.10.2021.
- Kanık, E.A. (2014). P değeri dedikleri. <http://mestacon.tumblr.com/post/80738519327/p-degeri-dedikleri>. Erişim: 15.12.2021.
- Kartal, M. (2006). Bilimsel Araştırmalarda Hipotez Testleri, Nobel Dağıtım Ankara.
- Kılıç, S. (2011). Neyin peşindeyiz? Kutsal p-değerinin mi (istatistiksel önemlilik) yoksa klinik önemliliğin mi? *Journal of Mood Disorders*, 1:46-48.
- Kul, S. (2014) İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P-değeri ve Güven Aralığı Nedir? *Türk Toraks Derneği Dergisi*, 11-13. DOI:10.5152/pb.2014.003.
- Leahey, E. (2005). Alphas and Asterisks: The development of statistical significance testing standards in sociology, *Social Forces*, 84 (1): 1-24.
- Leek, J.T., & Peng, R.D. (2015) Statistics: P values are just the tip of the iceberg. *Nature*. 520 (612). Doi: 10.1038/520612a.
- Lehmann, E. L. (1993). The Fisher, Neyman-Pearson theories of testing hypotheses: One theory or two? *Journal of the American Statistical Association*, 88(424): 1242-1249.
- Lu, Y., & Belitskaya-Levy, I. (2015). The debate about p-values. *Shanghai Archives Psychiatry*, 27 (6): 381-385.
- Mark, D.B., Lee, K.L., & Jr Harrell, F. E. (2016). Understanding the role of P values and hypothesis tests in clinical research. *JAMA Cardiology*, 1(9):1048-1054. Doi:10.1001/jamacardio.2016.3312
- Meurs, J. (2016). The experimental design of postmortem studies: the effect size and statistical power. *Forensic Science Medicine & Pathology*, 12:343–9 Doi 10.1007/s12024-016-9793-x
- Murtaugh, P.A. (2014). In defense of P values *Ecology*. *Ecological Society of America*, 95(3): 611–617.
- Nuzzo, R. (2014). Scientific method: Statistical errors. *Nature*, 506:150–152.
- O’Leary, T.J. (2021) Rigor, Reproducibility, and the P value (Commentary). *The American Journal of Pathology*, 191(5): 806-808.
- Piana, R. (2019). <https://ascopost.com/issues/july-25-2019/is-it-time-to-reevaluate-the-p-value-in-biomedical-research/> Erişim tarihi: 6 Eylül 2021.
- Startz, R. (2019). Not p-Values, Said a Little Bit Differently. *Econometrics*, 7(1):11; doi:10.3390/econometrics7010011
- Sun, P., Lu, Q., Li, Z., Qin, N., Jiang, Y., Ma, H., Jin, G., Yu, H., & Dai J. (2021). Assessment of prognostic prediction models for gastric cancer using genomic and transcriptomic profiles. *Elsevier Publ. Meta Gene* 28 100890.

- Szucs, D., & Ioannidis, J. P. A. (2017). When Null Hypothesis Significance Testing Is Unsuitable for Research: A Reassessment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11:390-410. doi: 10.3389/fnhum.2017.00390
- Şenyay, L. (2021). Hipotez Testleri ve Güven Aralıkları. Ders Notu (9. Bölüm) Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İzmir. <https://pdf4pro.com> Erişim tarihi: 24.9.2021.
- Tramifow, D., & Marks M. (2015). Editorial. *Basic and Applied Social Psychology*,37: 1-2.
- Wasserstein, R.L, & Lazar, N.A. (2016). Editorial. The ASA's statement on P-values: context, process, and purpose. *The American Statistician*,70(2): 129-133.
- Yıldırım, H.H., & Yıldırım, S. (2011). Hipotez Testi, Güven Aralığı, Etki Büyüklüğü ve Merkezi Olmayan Olasılık Dağılımları Üzerine İlköğretim Online, 10(3): 1112-1123, [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., & Bircan, H. (2020). İstatistiğe Giriş (14. Basım) Kültür ve Eğitim Vakfı Yayınevi, Erzurum.

Tohumculuk Açısından Priming Uygulamalarının Önemi

İhsan EMİRALİOĞLU^{1*} Ramazan ACAR²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-3131-4083>

²<https://orcid.org/0000-0002-3347-6537>

*Sorumlu yazar: emiralihsan@gmail.com

Geliş Tarihi: 15.03.2022, Kabul Tarihi: 31.03.2022

To Cite: Emiralioğlu, İ., ve Acar, R. (2022) Tohumculuk Açısından Priming Uygulamalarının Önemi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1):20-36.

Özet

Tohumluk kullanımı tarımın başlangıcından bu yana tarımsal faaliyetlerin en temel unsurlarının başında yer almaktadır. Ancak bazı tohumlar çimlenme problemi yaşamakta ya da iyi çimlenme ve gelişme gösterebilmek için bazı özel koşullara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle etkin çimlenme koşullarının sağlanabilmesi için bazı tohumluklar çimlenme öncesinde ön uygulamalara ihtiyaç duyar. Priming adı verilen bu ön tohum uygulamalarının birçok farklı şekli vardır. Bu uygulamalar bitki türüne ve çeşidine göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle özellikle sert tohumluluk özelliği gösteren, çimlenme problemleri yaşanan ya da daha küçük tohumlu bitkilerde en iyi çimlenme koşullarını bilinmesi tohumculuk açısından son derece önemlidir. Bu makalede primingin ne demek olduğu ve priming yöntemlerinin yanında bazı özel seçilmiş tohumluklarda uygulanan priming yöntemleri özet olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tohumluk, Priming, Çimlenme, Uygulama

The Importance of Priming Applications For Seed Production

Abstract

The use of seeds has been one of the most basic elements of agricultural activities since the beginning of agriculture. However, some seeds have germination problems or need some special conditions in order to germinate and develop well. For this reason, some seeds need preliminary applications before germination in order to provide effective germination conditions. There are many different forms of these pre-seed applications called priming. These applications differ according to the plant type and variety. For this reason, it is extremely important to know the best germination conditions for plants with hard seeds, germination problems or smaller seeds. In this article, what priming means and priming methods applied in some specially selected seeds are summarized as well as priming methods.

Keywords: Seed, priming, germination, application

1. Giriş

İnsanoğlu, tarımın başlangıcından itibaren bitki yetiştiriciliği için tohum kullanmaya ve tohumların kendilerine has bazı özelliklerini fark etmeye başlamıştır. Bunun sonucunda birçok bitki tohumunun kolay ve homojen bir şekilde çimlenmediğini gözlemlemiştir. Yunan Theophrastus (yaklaşık MÖ 372–287) tohum fizyolojisini araştırmış ve çimlenme sürecinin geçici olarak kesintiye uğrayabileceğini öne sürmüştür (Evenari ve ark. 1984). Romalı doğa bilimci Gaius Plinius Secundus tarafından bildirildiği gibi, baklagil tohumlarının ekimden önce ön hidrasyonu, çimlenme oranını artırmak ve çimlenmeyi senkronize etmek için ilk kez Romalı çiftçiler tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Birkaç yüzyıl sonra, bu teknikler Fransız ziraatçı Olivier de Serres'e (1539-1619) göre çok çeşitli türler için de kullanılm alanı bulmuştur (Evenari ve ark. 1984). Ekim öncesi muamelenin bir sonucu olarak nihai çimlenmeyi etkileme olasılığı, 1970'lerde çok sayıda ekilebilen bitki türü için çok çeşitli ampirik yöntemlerin gelişmesine de yol açmıştır (Khan ve ark., 1981).

Tohum kalitesini etkileyen en önemli faktörler arasında; hasat öncesi ana bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi ve sonrası patojenik etkiler, hasat sırasındaki mekanik hasarlar, hasat sonrası ise depolama koşulları (depo sıcaklığı, tohum nemi, oksijen) gelmektedir. Ayrıca tohumun kalitesi saflık, canlılık, güç, nem içeriği ve genetik özelliklerine de bağlıdır. Bu özellikler tohumun üretim esnasında yapılan gübreleme, sulama, ilaçlama, uygun ekim ve hasat zamanı, hasadın yapılış şekli, tohumları kurutma şekli, sınıflandırma ve depolama gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Herhangi birinden kaynaklanan yetersizlik, tohumun istenen kalitede olmasını engelleyecektir. Tohumda hasat öncesi yapılan bu işlemler kadar hasat

sonrasında yapılan işlemler de tohumun canlılığını korumak, çıkış ve çimlenme gücünü artırmak ve depo ömrünü uzatmak için büyük önem taşımaktadır (McDonald, 1999; Okçu, 2005; Kaya, 2008).

Bitkisel üretimde iyi ürün ve yeterince verim elde edebilmenin en temel unsuru kaliteli tohumluk üretiminden geçmektedir. Kaliteli bir tohumluk, iyi bir çimlenme ile yüksek verimli ve istenilen standartta ürün elde edilmesinde önemli bir başlangıç sağlar. Kaliteli bir tohumluk kullanılmamış ve yeteri kadar tohum çimlenmesi sağlanamamışsa diğer tüm üretim faktörleri doğru yapılsa bile verimli bir ürün elde edilmesi mümkün olamamaktadır. Verimli bir üretim gerçekleştirilebilmesi, birim alandan istenilen sayıda bitki elde edilecek kadar çimlenmenin sağlanabilmesi ve çimlenen fidelerin hızlı ve sağlıklı bir şekilde büyümelerine bağlıdır. Tohumlarda çimlenmeyi etkileyen önemli konulardan bir tanesi de “dormant” tohumlardır. Dormant tohum kabuğu; yonca türleri (*Medicago* ssp.), üçgüller (*Trifolium* ssp.) ve diğer baklagiller (*Fabaceae*) de görülürken, gazları geçirmeyen “testa” ise kahve (*Gymnocladus dioica* Lyabanî yulaf (*Avena* ssp.), dişbudak (*Fraxinus* ssp.) ve bazı çam türleri (*Pinus* ssp.)’nde görülür (Soya ve Geren, 1999).

Çimlenmenin sıcaklık, nem, toprak tuzluluğu, kaymak tabakası gibi çevresel faktörlerden etkilenmesi (Kantar ve Elkoca, 1998) bir taraftan tohumdan kaynaklanan bazı faktörler (genetik yapı, tohum olgunluğu, sert kabuklu türler, tohum büyüklüğü) homojen çimlenmeye ve çıkışa engel olmaktadır (McDonald, 2000). Bu nedenle çimlenmede bitkilerin istediği ideal şartların tespit edilmesi ve her bitki türü için en uygun çimlenme ortamının sağlanması verimliliği artırıcı bir faktör olacaktır (Elkoca, 2007).

Olumsuz çevre faktörlerine veya doğrudan tohum kalite ve yapısına bağlı olarak çimlenme ve çıkış esnasında yaşanabilecek sorunları en aza indirmek, kısa sürede homojen fide çıkışı ve kuvvetli bir fide gelişimi sağlamak ve stres şartlarına dayanıklılığı artırmak amacıyla ekim öncesinde tohuma yapılan ön çimlendirme uygulamaları genel anlamda “Priming” olarak adlandırılmaktadır (Khan, 1992; Parera ve Cantliffe, 1994; Heydecker ve Gibbins, 1978). Priming, ekim öncesinde tohuma yapılan çeşitli uygulamalar olup, çimlenme için gerekli metabolik aktiviteyi başlatacak, ancak kök çıkışına imkân tanımayacak seviyedeki kontrollü su alımı olarak tanımlanmaktadır (Heydecker ve Gibbins, 1978).

2. Çimlenmeyi Etkileyen Faktörler

2.1. Su

Su, tohumda çimlenmenin başlaması ve çimlenen genç bitkilerin büyümesi için ilk ihtiyaç duyduğu faktördür. Topraktaki osmotik potansiyel bulunan tuzların varlığı suya bağlıdır. Çimlenme ortamında yüksek tuz bulunması ortamda nem düşük olduğunda çimlenmeye olumsuz etki yapabilmektedir. Bazı tohumlar bünyelerinde çimlenmeyi engelleyici madde bulundurmaları ve müsilaçlı madde ile kaplı olmaları nedeniyle yıkanmaya gerek duymaktadırlar (Hartmann ve ark., 1990).

2.2. Sıcaklık

Çimlenmenin zamanını ve süresini belirleyen diğer önemli etkenlerden birisidir. Dormansinin kontrolünde doğrudan ilişkilidir. Düşük sıcaklıklarda çimlenme oranı genellikle düşüktür. Ilıman iklimdeki bitkilerin tohumları optimum 24-30 °C'de çimlenirken, 4.5-40 °C arasında geniş sıcaklık aralığında çimlenebilme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca bu kuşaktaki bitkilerin tohumlarının çimlenebilmesi için tür ve çeşide göre değişen belli sürelerde düşük sıcaklıkta (3-4 °C) katlamaya tabi tutulmaları gerekmektedir (Hartmann ve ark., 1990).

2.3. Oksijen

Çimlenme ortamı ve embriyo arasındaki gaz alışverişi hızlı ve üniform çimlenme için çok önemlidir. Oksijen çimlenen tohumların solunum sürecinde rol oynamaktadır. Oluşan metabolik aktivite miktarı arttığında oksijen alımı da artmaktadır. Ortamda aşırı su olduğunda oksijen birikimi sınırlanmaktadır (Hartmann ve ark., 1990).

2.4. Işık

Yapılan araştırmalarda bazı bitkilerde dormansiye uyarırken, bazı bitkilerde bu etkiyi kaldırdığı belirlenmiştir. Tohumlarda ışığa tepkinin temel mekanizmasının, kimyasal olarak aktif bir pigment olan fitokron ile ilişkili bir durum olduğu yapılan çalışmalar sonucu saptanmıştır. Kırmızı ve kızıl ötesi ışınların marul ve *Arabidopsis* tohumlarında GA biyosentezi üzerine etki gösterdiği belirlenmiştir (Georghiou ve ark., 1982; Yamaguchi ve ark., 2002). Yapılan çalışmalarda suda bir süre bekletilen tohumların kırmızı ışığa maruz bırakıldıklarında çimlenme oranlarında artış olduğu, kızıl ötesi ışığın ise engelleyici etki yaptığı belirlenmiştir. Bitkilerde tohum kabuğu ve embriyonun ışığa hassasiyet gösteren sensör özelliğinde oldukları, bunların uzaklaştırıldıklarında ışığın etkisinin kaybolduğu saptanmıştır (Hartmann ve ark., 1990).

3. Priming ve Uygulamaları

Çimlenmedeki en son fizyolojik aktivite kök çıkışı olup, kök çıkışı faaliyeti için tohum yüksek su içeriğine ihtiyaç duymaktadır. Priming uygulamaları tohumda bulunan depo maddelerinin parçalanmasını sağlayan enzimleri aktive ederek depo maddelerinin optimum şekilde kullanımını sağlamaktadır (Demir ve ark., 1994). Priming uygulamasından sonra tohumlar yıkanmakta, kurutulmuş tohumlar hemen ekilebileceği gibi ekim zamanına kadar depolanabilmekte ve depolandıktan sonra ekildiklerinde tohum uygulaması yapılmamış olanlara kıyasla daha hızlı ve üniform çıkış gösterebilmektedirler (Elkoca, 2007).

4. Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Priming Yöntemleri

Tohumların çimlenme gücünü artırmak, çevresel stresleri azaltarak verimliliği artırmak amacıyla çeşitli tohum hazırlama yöntemleri geliştirilmiştir. Çimlendirme uygulamalarının verimliliği, büyük ölçüde bitki türlerine, türler arasındaki çeşit farklılığına ve seçilen uygulamaya göre farklılık gösterebilir. Yaygın olarak kullanılan bazı priming yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

4.1. Hidropriming

Hidropriming, tohumların ekimden önce saf suda ıslatılması ve yeniden kurutulmasına dayanan en basit tohum hazırlama yöntemidir. Su dışında ek kimyasal maddelerin kullanılmaması, bu yöntemi düşük maliyetli ve çevre dostu uygulama olarak ön plana çıkartır. Hidropriming yönteminin dezavantajı tohumların kontrolsüz su alımıdır. Hidropriming sırasında tohumlar, tohum dokusunun yapısına bağlı olarak su alım miktarında değişiklik göstermektedir (Taylor ve ark., 1998). Ayrıca bu yöntemde, tohumlarda eşit olmayan şekilde su aldıklarında metabolik aktivasyonda farklılıklar oluşabilir ve böylece senkronize bir çıkış sağlanamayabilir (McDonald, 1999). Bu durumda hidropriming yönteminde sınırlayıcı faktörler olarak göz önüne alındığında, tohum tarafından istenen seviyede su alımını ve üniform çimlenmeyi sağlamak için uygulama süresinin, ortam sıcaklığının ve su hacminin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Tüm bu zorluklara rağmen, nohut, mısır (Rahman ve ark. 2011), buğday (Basra ve ark. 2002), kanola (Omid ve ark. 2009), ayçiçeği (Kaya ve ark. 2006), çeltik (Goswami ve ark., 2013), kırmızı biber (Patade ve ark. 2012) ve makarnalık buğday (Fercha ve ark., 2013) gibi birçok farklı türde hem optimal hem de stres koşulları altında tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerinde hidropriming yönteminin faydalı etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

4.2. Osmoprining

Osmoprining, tohumların potasyum nitrat (KNO_3), potasyum klorür (KCl), polietilen glikol (PEG) veya sodyum klorür ($NaCl$) gibi kimyasallar içeren çözeltilerde ıslatılması şeklinde yapılan uygulama yöntemidir (Fercha ve ark., 2014). Osmoprining uygulamasında, su alımını düzenlemek ve çimlenmeyi kontrol etmek için çoğunlukla polietilen glikol veya tuz çözeltisi (Anosheh ve ark., 2011) potasyum klorür (KCl), potasyum nitrat (KNO_3), sodyum klorür ($NaCl$), hidrofosfat (KH_2PO_4), magnezyum sülfat ($MgSO_4$), potasyum fosfat (K_3PO_4), kalsiyum klorür ($CaCl_2$) ve potasyum kullanılır. Osmoprining, daha hızlı ve tek tip çimlenme sağlamada ve ortalama çimlenme süresinin azalmasında başarılı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Osmoprining özellikle küçük tohumlarda başarılı bir şekilde uygulanırken, soya fasulyesi (Helsel ve ark., 1986) ve tatlı mısır (Bennett ve Waters, 1987) gibi büyük tohumlu bitkilerde etkisinin azaldığı belirlenmiştir.

4.3. Hormoprining

Hormoprining uygulamasında, tohum çimlenmesinde, tohum metabolizması üzerinde doğrudan etkisi olabilen bitki büyüme düzenleyicileri kullanılır. Hormoprining için yaygın olarak, absisik asit, oksinler, giberellinler, kinetin, etilen, poliaminler ve salisilik asit (SA) gibi bitki büyüme düzenleyicileri kullanılır. Gibberellic asit (GA_3) ve PEG (Polyethylene Glycol) hazırlama, fotosentetik özellikleri, antioksidan sistemi, fide oluşumunu ve ağır metalle kirlenmiş toprakta beyaz yonca tohumlarının çimlenmesinde olumlu katkı sağlamıştır (Galhaut ve ark., 2014).

4.4. Diğer priming uygulamaları

Biyoprimeleme, tohumun bakterilerle aşılınması ile yapılan çimlendirme uygulamasıdır (Callan ve ark. 1990). Kimyasallarla yapılan priming uygulamasında farklı kimyasal çözeltilerle oluşturulan solüsyonlar tohuma uygulanmaktadır. Nutripriming, tohumların saf su yerine bazı besin maddelerini içeren solüsyonlarla ıslatılmasıyla uygulanan bir tekniktir. Bu yöntemin amacı, tohum kalitesini, çimlenme parametrelerini ve fide oluşumunu iyileştirmek için biyokimyasal avantajları ile birlikte besinsel etki elde etmektir (Farooq ve ark., 2012). Çinko (Zn) ile tohum hazırlama; nohut ve buğdayın verimliliğini (Arif ve ark., 2007), çeltiğin çimlenmesini ve erken fide büyümesini (Abbas ve ark., 2014), düşük kök bölgesi sıcaklıklarına maruz bırakılan mısır fidesinin gelişimini ve kök büyümesini (Imran ve ark., 2013) iyileştirmiştir. Bazı beslenme teknikleri, tohum şirketleri tarafından tohum üretimi ve yetiştiriciler için hazırlama sürecinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

5. Priming Uygulamalarının Tarımsal Üretimdeki Yeri

Priming uygulamaları pek çok bitki türünde, özellikle düşük sıcaklık gibi uygun olmayan koşullarda, çimlenme-çıkış oranını ve hızını artırmakta ve buna bağlı olarak, kısa sürede istenilen sıklıkta fide tesisinin sağlanmasına imkan tanımaktadır (Zheng ve ark., 1994). Priming uygulanmış tohumlar, uygulanmamış tohumlara kıyasla daha geniş sıcaklık aralığında çimlenebilmekte (Bray, 1995) ve oksijen eksikliğine daha az hassasiyet göstermektedirler (Corbineau ve Come, 1989). Farklı priming uygulamalarının nohut bitkisinin çimlenme performansı üzerindeki etkilerini araştıran Elkoca (2006) priming uygulanmayan kontrol grubunda 40.8 gün olan toplam sıcaklık isteğinin priming uygulamalarında önemli bir azalışla 10.5-22.7 gün arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Priming uygulamaları pek çok bitki türünün tohumlarında enzim seviyesini artırmasına rağmen (Smith ve Cobb, 1992; Sung, 1993), buğdayda osmopriming uygulamasının kök çıkışı ile ilişkili olan enzimlerde azalışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Tohum yaşlanması tohumun biyolojik değerini düşürerek stres şartlarına dayanıklılığı ve çimlenme oranını azaltmaktadır. Ancak, priming uygulaması yaşlanmanın tohum üzerindeki bu olumsuz etkilerini de hafifletmektedir (Elkoca, 2007). Priming uygulamasının tarla şartlarında nohut, mısır ve çeltikte fide tesisi, bitki gelişimi ve buna bağlı olarak tohum verimini artırdığı bildirilmektedir (Harris ve ark., 1999). Nem stresi koşullarında, farklı priming uygulamalarının nohutta kök ve sürgün gelişimini priming uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla 2-3 kat artırdığı ve priming uygulanmış fidelerde amilaz, sukroz sintaz ve sukroz fosfat sintaz aktivitesinin önemli artış gösterdiği belirlenmiştir (Kaur ve ark., 2002).

Priming uygulamasının hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağladığına ilişkin araştırma sonuçları da rapor edilmektedir. Priming uygulamasının maş fasulyesi (*Vigna radiata*) üzerindeki etkisi ile ilgili yapılan çalışmada (Rashid ve ark. 2004), priming uygulanan tohumların daha hızlı ve yüksek oranda çıkış yapmalarının yanı sıra, priming uygulanmış bitkilerde sarı mozaik virüs hastalığı semptomlarında önemli bir azalış gösterdiğini (belirti görülme sıklığı priming uygulanmayanlarda %70, uygulananlarda %14) ve buna bağlı olarak tohum veriminde %400'e varan artış sağlandığını saptamışlardır. Benzer şekilde, nohutta priming uygulaması gövde çürüklüğü (*Sclerotium rolfsii*) hastalığının şiddetini azaltmış ve priming uygulanmayan şartlara kıyasla verimde %33'lük artış sağlamıştır (Musa ve ark., 2001). Diğer taraftan, priming uygulaması nohutta yeşil kurt zararını azaltmıştır (Harris ve ark., 1999). Araştırmacılar, priming uygulamalarında hastalık ve zararlılara karşı ortaya çıkan bu

dayanıklılığın erken fide çıkışı ve buna bağlı olarak kuvvetli fide ve bitki gelişiminden kaynaklanmış olabileceğine vurgu yapmışlardır. Priming uygulanan tohumlardan meydana gelen fidelerde hızlı ve kuvvetli bir kök gelişimi meydana gelmekte (Danneberger ve ark., 1992), hızlı ve derin kök sistemi oluşturan bitkiler ise özellikle kurak şartlarda daha verimli olmaktadır (Singh ve ark., 1988). Priming uygulaması ayrıca baklagillerde kök nodül oluşumunu artırmaktadır (Musa ve ark., 2001; Elkoca 2006)

Priming uygulanmış tohumlarda genellikle çimlenme oranı ve çimlenme homojenliği daha fazla olmaktadır. Gelişmiş ve düzgün bir fide çıkışı, bitkilerin daha sonraki gelişme dönemlerine de olumlu katkı sağlamaktadır (Galhaut ve ark., 2014). Şeker pancarında olduğu gibi hızlı bir çıkış ve fide gelişimi, kültür bitkilerinin yabancı otlara karşı rekabetini artırmada fayda sağlamıştır (Jalali ve Salehi, 2013). Maş fasulyesinde, priming uygulamalarından kaynaklanan daha hızlı bir fide oluşumu, toplam verimde %45'e varan bir artış meydana getirmiştir (Rashid ve ark., 2004).

Bazı priming uygulamalarının tohumda çimlenme özellikleri, tane verimi ve ekmeleklik buğdayın çeşitli agromorfolojik özellikleri incelenmiştir. Yaygın olarak yetiştirilen Adana-99 ve Panda ekmeleklik buğday çeşitleri ile yapılan çalışmada Adana-99'un tohumları ve Panda buğday çeşitleri, (1) damıtılmış su, (2) 100 ppm indol-3-asetik asit (IAA), (3) %2,5 potasyum klorür (KCl), (4) %1 potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), (5) %10 polietilen glikol (PEG-6000) veya (6) giberellik asit (GA3, sadece saha deneyleri için kullanılır) ile uygulamaya tabi tutulmuş ve her iki çeşidin de tohumları tarla koşullarında iki farklı tarihte ekilmiştir. PEG, IAA ve distile su uygulamaları tohum çimlenme yüzdesini artırdığı, fide çıkış yüzdesi ve fide büyüme hızı, PEG, KCl ve hidropriming uygulamalarının olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Çalışmada kullanılan farklı priming uygulamaları arasında PEG, KCl ve hidropriming en etkili uygulamalar olarak tespit edilmiştir. (Toklu ve ark., 2015)

Çimlenmesi geç ve zor olan küçük embriyolu bazı sebze tohumlarının olumsuz toprak koşullarında çimlenmelerini iyileştirmek ve homojen fide çıkışını sağlamak amacıyla yapılan çalışmalarda, havuç başta olmak üzere kereviz, pırasa, soğan ve maydanoz gibi sebze tohumlarının ekim öncesi bazı tohum uygulamaları sonunda özellikle düşük ve yüksek toprak sıcaklıklarında hem çimlenme hem de çıkış oranlarının arttığı, hem de erken ve homojen fide çıkışı sağlandığı belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada 273 g/L, -10 bar'lık osmotik basınca sahip PEG-6000 ve 70g/L, -20 bar'lık osmotik basınca sahip KH_2PO_4 15 °C'de 10 gün süre ile havuç tohumlarında yapılan uygulamada çimlenme oranlarında artış belirlenmiştir (Duman, 2006).

Çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine farklı NaCl konsantrasyonlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesi, çıkış yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı değerlerinde düşüş olduğu; ortalama çimlenme süresi, ortalama çıkış süresi ve kuru maddedeki Na⁺ ve Cl⁻ değerlerinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tolan ve ark., 2017). Nohut geveninde çeşitli tohum kabuğu inceltme yöntemlerinin sert tohumluk üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda nohut geveninde sert tohumluk etkisini azaltmak için mekanik aşındırma yöntemi ve sıcak uygulamaları veya her ikisinin kombinasyonlarının en iyi yöntem olduğu tespit edilmiştir. (Efe ve Ünal, 2019)

Mekanik ve asit uygulamasının, üç çeşit CMV (*Astragalus cicer*) ve Laramie medic tohumunun sert tohumunu büyük ölçüde azalttığı, tohumların soğukta veya oda sıcaklığında sekiz aylık depolanması da CMV'nin (*Astragalus cicer*) sert tohumunu azalttığını, bununla birlikte, depolama süresi ile sert tohum arasındaki etkileşimin olup olmadığını araştırmak için daha fazla çalışma gerektiğini belirtmişlerdir (Kimura ve Islam, 2012).

Kanolada tuz stresini azaltmak için yapılan çalışmada SA (Salisikasit) ve AsA (askorbikasit) priming uygulamalarının, çeşitli tuz stres seviyelerinde çimlenme özelliklerini artırdığı, böylece tuz stresinin olumsuz etkisini azalttığı görülmüştür. Priming uygulamaları arasında, 0.5 mM SA/AsA konsantrasyonlarında, çimlenmenin önemli ölçüde iyileştiği, çimlenme süresinin hızlandığı tespit edilmiş olup, bu durumun neticesinde bitkinin fide oluşumunu artıracak ve sağlıklı bir büyüme periyodu geçireceği bilinmektedir (Erkoyuncu ve Yorgancılar, 2020).

Priming uygulamalarının tohum çimlenme aşaması ve erken fide büyümesi üzerindeki etkisine yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğu, bitki yetiştirme odalarında veya kontrollü seralarda yürütülmüştür. Priming uygulamalarının verimliliğe etkisini tespit etmek için daha uzun süreli çalışmalar yapılması gerekmektedir (Khan ve ark., 1983). Çeltikte priming uygulamalarının verim artışına katkı sağladığına ilişkin yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Shah ve ark., 2013). Mısır (Muhammed ve ark., 2015, Priya ve ark. 2011), bamya (Sharma ve ark. 2014) ve şeker pancarı (Muhammed ve ark., 2015) için de verim artışına dair umut verici veriler elde edilmeye başlanmıştır (Jalali ve ark. 2013). Janecko ve diğerleri tarafından yapılan çalışmalarda, priming uygulamaları nicel parametreler üzerindeki etkisinin yanı sıra, hasat edilen bitkilerin kalitesini de iyileştirebileceği düşünülmektedir (Janeczko ve ark., 2015).

Priming uygulaması neticesinde elde edilen fidelerin çevresel kısıtlamalara karşı dirençlerinde artmalar olduğunu göstermiştir. Çizelge 1’de bitki türleri üzerinde stres direncinin iyileştirilmesi üzerine priming uygulamalarının etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar verilmiştir. Elde edilen sonuçların fide dönemine ait olduğuyetişkin döneminde etkisini kaybetmekte olduğu belirtilmiştir. Çevresel kısıtlamalara karşı priming uygulamalarının etkileri çeşit ve tür bazında detaylı olarak çalışıldıktan sonra en uygun yöntemin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Çizelge 1. Bitki türleri üzerinde stres direncinin iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar

Çevresel kısıtlama	Bitki türleri	Priming Yöntemi	Referans
Tuzluluk	<i>Brassica napus</i>	Halopriming, PEG	Omidi ve ark., 2009;Kubala ve ark., 2015
	<i>Helyanthus annuus</i>	BİN ₃	Kaya ve ark., 2006
	<i>Triticum durum</i>	Askorbik asit	Fercha ve ark. 2014
	<i>Medicago sativa</i>	PEG	Yacoubi ve ark., 2013
	<i>Zea mays</i>	Kum Uygulaması	Zhang ve ark., 2007
	<i>Triticum aestivum</i>	Nitroprussid; ABA + SA; Biopriming; Askorbik asit; KCl +CaCl ₂	Duan ve ark., 2007; Farooq ve ark., 2009; Fallahi ve ark., 2013; Fercha ve ark., 2014; Islam ve ark., 2015
	<i>Raphanus sativus</i>	Biopriming	Kaymak ve ark., 2009
	<i>Gossypium arvensi</i>	Potasyum	Shaheen ve ark., 2016
Kuraklık/su stresi	<i>Oryza sativa</i>	Poliaminler; KH ₂ PO ₄	Farooq ve ark., 2009; Goswami ve ark., 2013
	<i>Zea mays</i>	Üre; KNO ₃	Anosheh ve ark., 2011
	<i>Vigna radiata</i>	BABA	Jisha ve ark., 2016
	<i>Triticum aestivum</i>	Askorbik asit; Silikon	Farooq ve ark., 2013; Ahmed ve ark., 2016
	<i>Brassica napus</i>	Hidropriming; PEG	Ge ve ark., 2014; Kubala ve ark., 2015
	<i>Glycine max.</i>	Ozmotik şartlandırma	Posmyk ve ark., 2001
	<i>Cicer arietinum</i>	Osmo/hidropriming	Kaur ve ark., 2002
Soğutma ve düşük sıcaklıklar	<i>Vigna radiata</i>	Hidropriming/prolin	Posmyk ve ark., 2007
	<i>Zea mays</i>	Kitosan; Besin hazırlama	Guan ve ark., 2009; Imran ve ark., 2013
	<i>Glycine max.</i>	Osmopriming	Sun ve ark., 2011
	<i>Oryza sativa</i>	Salisilik asit	Muhammad ve ark., 2015
	<i>Beta vulgaris</i>	Osmopriming	Khan ve ark., 1983
	<i>Spinacia oleracea</i>	Osmopriming	Chen ve ark., 2012
	<i>Nicotiana tabacum</i>	Putresin	Xu ve ark., 2011
Yüksek sıcaklıklar	<i>Lactuca sativa</i>	Hidropriming	Schwember, ve ark., 2010
	<i>Daucus karota</i>	PEG	Nascimento ve ark., 2013

Çevresel kısıtlama	Bitki türleri	Priming Yöntemi	Referans
Ağır metaller	<i>Trifolium repens</i>	PEG	Galhaut ve ark., 2014
	<i>Poa pratensis</i>	PEG, Giberellinler	Lespinay ve ark., 2010
Biyotik stresler	<i>Zea mays</i> (<i>Phythium ultimum</i>)	Biopriming	Callan ve ark., 1990
	<i>Brassica napus</i> (<i>Verticillium</i>)	Biopriming	Müller ve ark. 2008
	<i>Vigna radiata</i> (Sarı mozaik virüsü)	Çiftlik hazırlamada	El-Araby ve ark., 2006
	<i>Solanum Lycopersicum</i> (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Metil jasmonat	Król ve ark., 2015
	<i>Brassica rapa</i> (Çift sarmallı DNA virüsü)	Biopriming	Kalischuk ve ark., 2015

6. Sonuç ve Değerlendirme

Priming uygulamaları, insanlık tarafından çok eski zamanlarda fark edilerek önceleri amatörce uygulanmış yöntemler olmasına rağmen bilimsel çalışmaların artmasıyla birlikte son yüzyılda tohum çimlenmesi üzerinde ve daha sonraki süreçte olan etkilerinin önemi daha iyi fark edilmeye başlanmıştır. Bu yöntemlerin verim üzerine etkileri anlaşıldıkça tohum şirketlerinin de ilgisini çekmiş ve uygulamaya aktarılma süreci hızlanmıştır.

Çeşitli makale, yayın ve araştırmalardan derlenen bilgilere göre priming yöntemlerinin gelişme süreci ve seçilmiş bazı bitkilerin yetiştirilmesinde hangi yöntemlerin daha aktif kullanıldığına ilişkin bilgiler mevcuttur. Bu yöntemler birçok bitki türünde etkin olarak fayda sağlamış ve çimlenmeyi üniform hale getirmiştir. İyi bir ürün elde edebilmenin de başlangıç aşaması kaliteli tohumluk kullanılması ve üniform çimlenme sağlanmasından geçmektedir. Ancak kullanılacak tohum çok iyi tanınması ve en ideal çimlenme şartlarının bilinmesi gerekmektedir. Ancak bilindiği gibi bazı tohumlar sert tohumluluk, dormansi v.b. sebepler dolayısıyla özel işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Priming yöntemleri genellikle kontrollü şartlarda yapılan uygulamalardır. Uygulama sonucunda genellikle olumlu yönde fide gelişimi sağlansa da arazi şartlarındaki süreç ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Tohumluk üretimi ve akabinde verimli bir hasat sezonu gerçekleştirilmesi için kullanılan türün ve tür içerisindeki farklı çeşitlere ait en iyi çimlenme yönteminin bilinmesi son derece önemlidir. Bu nedenle tür ve çeşit geliştirilmesi için ülke şartlarında daha fazla araştırma

yapılması ve yapılan çalışmaların uygulamaya aktarılabilmesi son derece önemlidir. Ayrıca bazı priming yöntemlerinin bitki gelişme evresine olumlu katkı sağladığına yönelik araştırma sonuçları elde edilmiştir. Özellikle hızlı fide gelişimini teşvik eden uygulamalar yabancı otlarla mücadelede kültür bitkilerini daha rekabetçi hale getirmektedir. Bazı priming uygulamaları sonucunda da hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığın arttığına dair yapılan çalışmalarda olumlu ve ümit verici sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle tür ve çeşit bazında en başarılı priming yöntemlerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Priming yöntemleri konusunda yapılacak çalışmalar tohumculuğa ve tarımsal üretime katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abbas, S. Q., Hassan, M. U., Hussain, B., Rasool, T., & Ali, Q. (2014). Optimization of Zinc seed priming treatments for improving the germination and early seedling growth of *Oryza sativa*. *Advancements in Life Sciences*, 2(1): 31-37.
- Ahmed, M., Qadeer, U., Ahmed, Z.I., & Hassan, F.U. (2016). Improvement of wheat (*Triticum aestivum*) drought tolerance by seed priming with silicon. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62:299-315.
- Anosheh, H. P., Sadeghi, H., & Emam, Y. (2011). Chemical priming with urea and KNO₃ enhances maize hybrids (*Zea mays* L.) seed viability under abiotic stress. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 14(4): 289-295.
- Arif, M., Waqas M., Nawab, K., & Shahid, M. (2007). Effect of seed priming in Zn solutions on chickpea and wheat. *African Crop Science Conference Proceedings*. pp:237-240. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique <http://dx.doi.org/10.5772/64420> 35
- Basra, S. M. A., Zia, M. N., Mehmood, T., Afzal, I., & Khaliq, A. (2002). Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Pakistan Journal of Arid Agriculture*, 5(2):11-16.
- Bennett, M. A., & Waters Jr, L. (1987). Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(1):45-49.
- Bray, C.M., (1995). Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: Kigel, J., Galili, G. (ed.) *Seed Development and Germination*. pp:767-789. Marcel Dekker, New York.
- Callan, N. W., Mathre, D., & Miller, J. B. (1990). Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence damping-off in sh-2 sweet corn. *Plant Disease*, 74: 368-372.
- Chen, K., Fessehaie, A., & Arora, R. (2012). Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: possible role in stress tolerance. *Plant Science*, 183:27-36.
- Corbineau, F., & Come, D. (1989). Effects of priming on the germination of *Valerianella olitoria* seeds in relation with temperature and oxygen. *Acta Horticulturae*, 267:191-197.
- Danneberger, T. K., McDonald, M. B., Geron, C. A., & Kumari, P. (1992). Rate of germination and seedling growth of perennial ryegrass seed following osmoconditioning. *HortScience*, 27(1): 28-30.

- Demir, I., Ellialtıoglu, S., & Tipirdamaz, R. (1994). The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. *Acta Horticulturae*, 362:205-212.
- Duan, P., Ding, F., Wang, F., & Wang, B. S. (2007). Priming of seeds with nitric oxide donor sodium nitroprusside (SNP) alleviates the inhibition on wheat seed germination by salt stress. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 33(3): 244-250.
- Duman, İ. (2006). Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Dergisi*, 56(4):447-453.
- Efe, B., & Ünal, S. (2019). Nohut Geveninde (*Astragalus cicer*) Sert Tohumluğun Azaltılması İçin Çeşitli Tohum Kabuğu İnceltme Metotları. II. Uluslararası Tarım Kongresi, Ankara
- El-Araby, M. M., Moustafa, S. M. A., Ismail, A. I., & Hegazi, A. Z. A. (2006). Hormone and phenol levels during germination and osmopriming of tomato seeds, and associated variations in protein patterns and anatomical seed features. *Acta Agronomica Hungarica*, 54(4): 441-457.
- Elkoca, E. (2006). Priming: Ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1): 113-120.
- Erkoyuncu, M.T., & Yorgancılar, M. (2020). Tuz stresine maruz bırakılan kanola (*Brassica napus L.*)’da priming uygulamalarının (salisilik asit ve askorbik asit) çimlenme üzerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4): 3109-3121.
- Evenari, M. (1984). Tohum fizyolojisi: Antik çağlardan 20. yüzyılın başlarına kadar olan tarihi. *Botanik İnceleme*, 50(2): 119-142.
- Fallahi, J., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., Behdani, M. A., Shajari, M. A., & Amiri, M. B. (2013). Influence of seed nitrogen content and biofertilizer priming on wheat germination in salinity stress conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(6): 791-801.
- Farooq, M., Wahid, A., & Lee, D. J. (2009). Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31(5): 937-945.
- Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. (2012). Micronutrient application through seed treatments: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1): 125-142.
- Farooq, M., Irfan, M., Aziz, T., Ahmad, I., & Cheema, S. A. (2013). Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 199(1): 12-22.
- Fercha, A., Capriotti, A. L., Caruso, G., Cavaliere, C., Gherroucha, H., Samperi, R., Stampachiacchiere, S., & Laganà, A. (2013). Gel-free proteomics reveal potential biomarkers of priming-induced salt tolerance in durum wheat. *Journal of Proteomics*, 91: 486-499.
- Fercha, A., Capriotti, A. L., Caruso, G., Cavaliere, C., Samperi, R., Stampachiacchiere, S., & Laganà, A. (2014). Comparative analysis of metabolic proteome variation in ascorbate-primed and unprimed wheat seeds during germination under salt stress. *Journal of Proteomics*, 108: 238-257.
- Galhaut, L., de Lespinay, A., Walker, D. J., Bernal, M. P., Correal, E., & Lutts, S. (2014). Seed priming of *Trifolium repens L.* improved germination and early seedling growth on heavy metal-contaminated soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(4): 1-15.
- Ge, F. W., Tao, P., Zhang, Y., & Wang, J. B. (2014). Characterization of AQP gene expressions in *Brassica napus* during seed germination and in response to abiotic stresses. *Biologia plantarum*, 58(2): 274-282.
- Georghiou, K., C.A. Thanos, T.P. Tafas, K. Mitrakos. 1982. Tomato seed germination. osmotic pretreatment and far red inhibition. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 33, No. 5, pp. 1068-1075.

- Goswami, A., Banerjee, R., & Raha, S. (2013). Drought resistance in rice seedlings conferred by seed priming: role of the anti-oxidant defense mechanisms. *Protoplasma*, 250:1115-1129.
- Guan, Y. J., Hu, J., Wang, X. J., & Shao, C. X. (2009). Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Journal of Zhejiang University Science B*, 10(6): 427-433.
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P., & Sodhi, P. S. (1999). On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35(1): 15-29.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., & Davies Jr, F. T. (1990). *Plant propagation. Principles and practices*. Plant propagation. Principles and practices, (Ed. 5). Prentice-Hall International, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. p:647
- Helsel, D. G., Helsel, Z. R., & Minor, H. C. (1986). Field studies on osmoconditioning soybeans. *Field Crops Research*, 14: 291-297.
- Heydecker, W., & Gibbins, B. M. (1978). The 'priming' of seeds. [Conference paper]. *Acta Horticulturae (Netherlands)*. no. 83.
- Imran M, Mahmood A, Romheld V, & Neumann G. (2013) Nutrient seed priming improves seedling development of maize exposed to low root zone temperatures during early growth. *European Journal of Agronomy*, 49:141-148.
- Islam, F., Yasmeen, T., Ali, S., Ali, B., Farooq, M. A., & Gill, R. A. (2015). Priming-induced antioxidative responses in two wheat cultivars under saline stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(8): 1-12.
- Jalali, A. H., & Salehi, F. (2013). Sugar beet yield as affected by seed priming and weed control. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(2): 281-288.
- Janeczko, A., Dziurka, M., Ostrowska, A., Biesaga-Koscielniak, J., & Koscielniak, J. (2015). Improving vitamin content and nutritional value of legume yield through water and hormonal seed priming. *Legume Research*, 38(2):185-193.
- Jisha, K. C., & Puthur, J. T. (2016). Seed priming with BABA (β -amino butyric acid): a cost-effective method of abiotic stress tolerance in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Protoplasma*, 253(2): 277-289.
- Kalischuk, M. L., Johnson, D., & Kawchuk, L. M. (2015). Priming with a double-stranded DNA virus alters *Brassica rapa* seed architecture and facilitates a defense response. *Gene*, 557(2): 130-137.
- Kantar, F., & Elkoca, E. (1998). Kültür bitkilerinde tuza dayanıklılık. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1): 163-174.
- Kaur, S., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2002). Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regulation*, 37(1): 17-22.
- Kaya, G. (2008). Tohum uygulamaları (priming)'nin tohum yağ asitleri kompozisyonuna etkisi ve tohum kalitesi ile ilişkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2).
- Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., & Kolsarıcı, Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4): 291-295.
- Kaymak, H. Ç., Güvenç, İ., Yaralı, F., & Dönmez, M. F. (2009). The effects of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds under saline conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(2): 173-179.
- Khan, A.A. Peck, N.H., & Samimy C. (1981). Seed osmoconditioning: physiological and biochemical changes. *Israel Journal of Botany*;29:133-144.

- Khan, A.A., Peck, N.H., Taylor, A.G., & Samimy, C. (1983). Osmoconditioning of beet seed to improve emergence and yield in cold soils. *Agronomy Journal*, 75:788-794.
- Khan, A. A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, 13(1): 131-181.
- Kimura, E., & Islam, M.A. (2012). Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science*, 5 (2): 38-50.
- Król, P., Igielski, R., Pollmann, S., & Kępczyńska, E. (2015). Priming of seeds with methyl jasmonate induced resistance to hemi-biotroph *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato via 12-oxo-phytodienoic acid, salicylic acid, and flavonol accumulation. *Journal of Plant Physiology*, 179: 122-132.
- Kubala, S., Wojtyła, Ł., Quinet, M., Lechowska, K., Lutts, S., & Garnczarska, M. (2015). Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmopriming improvement of *Brassica napus* germination under salinity stress. *Journal of Plant Physiology*, 183: 1-12.
- Lespinay, A., Lequeux, H., Lambillotte, B., & Lutts, S. (2010). Protein synthesis is differentially required for germination in *Poa pratensis* and *Trifolium repens* in the absence or in the presence of cadmium. *Plant Growth Regulation*, 61(2): 205-214.
- McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Science & Technology*, 27: 177-237.
- McDonald, M.B. (2000). Seed Priming. In: Black, M., Bewley, J.D. (ed.) *Seed Technology and Its Biological Basis*. pp:287-325. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R., & Günter, N. (2015). Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize. *Journal of Plant Nutrition*, 38(12): 1803-1821.
- Musa, A. M., Harris, D., Johansen, C., & Kumar, J. V. D. K. (2001). Short duration chickpea to replace fallow after aman rice: the role of on-farm seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. *Experimental Agriculture*, 37(4): 509-521.
- Müller, H., & Berg, G. (2008). Impact of formulation procedures on the effect of the biocontrol agent *Serratia plymuthica* HRO-C48 on *Verticillium wilt* in oilseed rape. *BioControl*, 53(6): 905-916.
- Nascimento, W. M., Huber, D. J., & Cantliffe, D. J. (2013). Carrot seed germination and respiration at high temperature in response to seed maturity and priming. *Seed Science & Technology*, 41(1): 164-169.
- Okçu, G. (2005). Sebze tohumlarında çimlenmeyi artırmak amacıyla yapılan bazı tohum uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2): 64-68.
- Omid, H., Khazaei, F., Hamzi Alvanagh, S., & Heidari-Sharifabad, H. (2009). Improvement of seed germination traits in canola (*Brassica napus* L.) as affected by saline and drought stresses. *Plant Ecophysiology*, 3:151-158.
- Parera, C. A., & Cantliffe, D. J. (1994). Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, 16(16): 109-141.
- Patade, V. Y., Khatri, D., Manoj, K., Kumari, M., & Ahmed, Z. (2012). Cold tolerance in thiourea primed capsicum seedlings is associated with transcript regulation of stress responsive genes. *Molecular Biology Reports*, 39(12): 10603-10613.
- Posmyk, M. M., Corbineau, F., Vinel, D., Bailly, C., & Côme, D. (2001). Osmoconditioning reduces physiological and biochemical damage induced by chilling in soybean seeds. *Physiologia Plantarum*, 111(4): 473-482.
- Posmyk, M. M., & Janas, K. M. (2007). Effects of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in *Vigna radiata* L. seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29(6): 509-517.

- Priya, P., Patil, V. C., & Arvind Kumar, B. N. (2011). Effect of seed priming practices on growth, yield and economics of maize (*Zea mays* L.) based cropping systems under rainfed conditions in Northern Karnataka. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2(3): 502-508.
- Rahman, M. M., Ahammad, K. U., & Alam, M. M. (2011). Effect of soaking condition and temperature on imbibition rate of maize and chickpea seeds. *Research Journal of Seed Science*, 4(2): 117-124.
- Rashid, A., Harris, D., Hollington, P., & Ali, S. (2004). On-farm seed priming reduces yield losses of mungbean (*Vigna radiata*) associated with mungbean yellow mosaic virus in the North West Frontier Province of Pakistan. *Crop Protection*, 23(11): 1119-1124.
- Schwember, A. R., & Bradford, K. J. (2010). A genetic locus and gene expression patterns associated with the priming effect on lettuce seed germination at elevated temperatures. *Plant Molecular Biology*, 73(1): 105-118.
- Shah, Z., Haq, I. U., Rehman, A., Khan, A., & Afzal, M. (2013). Soil amendments and seed priming influence nutrients uptake, soil properties, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) in alkali soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59(2): 262-270.
- Shaheen, H. L., Iqbal, M., Azeem, M., Shahbaz, M., & Shehzadi, M. (2016). K-priming positively modulates growth and nutrient status of salt-stressed cotton (*Gossypium hirsutum*) seedlings. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(6): 759-768.
- Sharma, A. D., Rathore, S. V. S., Srinivasan, K., & Tyagi, R. K. (2014). Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Scientia Horticulturae*, 165: 75-81.
- Singh, P., Singh, D. P., Kumar, A., Chaudhary, B. D., & Thakural, S. K. (1988). Response of mungbean-blackgram hybrids under water stress conditions. In: *Mungbean. Proceedings of the Second International Symposium*, Bangkok, Thailand, November 1987 pp. 263-271.
- Smith, P. T., & Cobb, B. G. (1992). Physiological and enzymatic characteristics of primed, re-dried, and germinated pepper seeds. *Proceedings of the International Seed Testing Association*, 20(3): 503-513.
- Soya, H., & Geren, H. (1999). Tohumluk. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 56/2, E.Ü. Offset Basımevi, İzmir
- Sun, H., Li, L., Wang, X., Wu, S., & Wang, X. (2011). Ascorbate–glutathione cycle of mitochondria in osmoprimed soybean cotyledons in response to imbibitional chilling injury. *Journal of Plant Physiology*, 168(3): 226-232.
- Sung, F. (1993). Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science & Technology*, 21: 97-105.
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., Bradford, J.K., Burris, J.S., & Mishra, M.K. (1998). Seed enhancements. *Seed Science Research*, 8:245-256.
- Toklu, F., Baloch, F. S., Karaköy, T., & Özkan, H. (2015). Effects of different priming applications on seed germination and some agromorphological characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 1005-1013.
- Tolan, T., Uzun, S., Murat Kardeş, Y. , Orman, D., Özaktan, H. & Uzun, O., (2017). Çayır üçgülü genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine nacl konsantrasyonlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2): 220-226.
- Xu, S., Hu, J., Li, Y., Ma, W., Zheng, Y., & Zhu, S. (2011). Chilling tolerance in *Nicotiana tabacum* induced by seed priming with putrescine. *Plant Growth Regulation*, 63(3): 279-290.

- Yacoubi, R., Job, C., Belghazi, M., Chaibi, W., & Job, D. (2013). Proteomic analysis of the enhancement of seed vigour in osmoprimed alfalfa seeds germinated under salinity stress. *Seed Science Research*, 23(2): 99-110.
- Zhang, C. F., Hu, J., Lou, J., Zhang, Y., & Hu, W. M. (2007). Sand priming in relation to physiological changes in seed germination and seedling growth of waxy maize under high-salt stress. *Seed Science & Technology*, 35(3): 733-738.
- Zheng, G. H., Wilen, R. W., Slinkard, A. E., & Gusta, L. V. (1994). Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. *Crop Science*, 34(6): 1589-1593.

Kahramanmaraş İli Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği Sahasında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Ürün Sınıflandırılması

Mehmet Ali İSPİR¹, Ali AYBEK^{2*}

¹Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kahramanmaraş, Türkiye.

²KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0003-3099-3907>

²<https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>

*Sorumlu yazar: aaybek@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.05.2022, **Kabul Tarihi:** 17.11.2022

To Cite: İspir, M.A., Aybek, A. (2022). Kahramanmaraş İli Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği Sahasında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Ürün Sınıflandırılması. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1):37-57.

Özet

Çalışmada, 2014 yılında Kahramanmaraş ili Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği sahasında en fazla yetiştirilen ürünlerin uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada ele alınan ürün desenleri Landsat, Spot-5 ve Spot-6 uydu görüntüleri kullanılarak kontrolsüz ve kontrollü sınıflama şeklinde yapılmıştır. Ayrıca, Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliğinden ve İlçe Tarım Müdürlüğünden alınan üretici beyanlarıyla araştırma sahasındaki zemin kontrol edilmiş, kontrollü sınıflandırma ile parsel bazında mısır-ayçiçeği, mera, hububat, sarımsak, boş tarla ve tarım dışı alanlar belirlenmiştir. Hata matrisi kullanılarak 150 nokta üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda Landsat-8'in 92. gün ve 172. gün uydu görüntüsünden genel sınıflandırma doğruluğu %82 ve %91 elde edilirken, genel Kappa istatistikleri ise sırasıyla %72 ve %86 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama teknikleri, ürün sınıflandırması, uydu görüntüsü

Product Classification by Using Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) Techniques in Kahramanmaraş Province Kartalkaya Left Bank Water Users Association

Abstract

The aim of the study is to classify the most grown crops in Kahramanmaraş province Kartalkaya Left Bank Water Users Association's fields in 2014 using remote sensing (UA) and geographic information systems (GIS) techniques. The product patterns discussed in the study were made in the form of uncontrolled and controlled classification using Landsat, Spot-5 and Spot-6 satellite images. In addition, the soil in the research area was checked with the manufacturer's declarations received from Kartalkaya Left Bank Water Users Association and District Agriculture Directorate, and corn-sunflower, pasture, cereal, garlic, empty fields and non-agricultural areas were determined on the basis of parcels with controlled classification. As a result of the evaluation made over 150 points using the error matrix, the general classification accuracy was obtained from Landsat-8's 92nd day and 172nd day satellite images of 82% and 91%, while the general kappa statistics were determined as 72% and 86%, respectively.

Keywords: Geographic information systems, remote sensing techniques, product classification, satellite image

1. Giriş

Türkiye'nin ekonomik ve sosyal gelişmesinde önemli bir paya sahip olan tarım sektörünün sürdürülebilmesi öncelikle bilinçli ve doğayla barışık tarım uygulamalarıyla gerçekleşebilmektedir. Ayrıca, tarımın devamlılığında ekonomik, ekolojik ve toplumsal açıdan etkin bir planlanmanın yapılması ve elde edilen/edilecek verilerin de etkin bir şekilde kayıt altına alınması önemlidir. Ele alınacak sürdürülebilir tarımsal planlamalarda mülkiyet bilgilerinin yanında tarımsal alanların kullanım şekli de yapılacak planlamaların sağlıklı yürütülmesi açısından gereklidir.

Türkiye'de işlenen tarım arazileri, çayır ve meraların kadastral kayıtları yapılmakta, Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen çiftçi kayıt sistemine bağlı destekleme uygulamaları ile üreticiler desteklenmektedir. Arazi bilgilerine ait veriler tapu kayıtları doğrultusunda, bitki türlerine ait veriler ise çiftçi beyanına göre oluşturulmaktadır. Tarımsal destekleme ödemeleri kayıtları, hangi ürünün ne kadar alanda ekildiği bilgisini içermektedir. Fark ödemesi ve benzeri tarımsal desteklemelere esas olmak üzere Tarım ve Orman İl ve İlçe

Müdürlüklerinde görev yapan teknik personel tarafından tarım arazilerinde tespitler yapılmaktadır. Ancak bu şekilde yapılan parsellerde yapılan tespitlerin maliyeti ise yüksek olmaktadır. Günümüzde tarımsal üretim girdilerinin çevreye olan etkileri ve girdi maliyetlerinin azaltılması yönündeki baskılar gelişen teknolojiyle birlikte gittikçe artmaktadır. Bu baskı, tarım arazilerinin fiziksel ve coğrafi değişkenlikleri, tekdüze olmayan toprak, ürün ve çevre faktörleri, girdilerin çevreye etkisi ve maliyetlerinin yükselmesi karşısında artan bir yoğunluk göstermektedir. Hassas tarım, girdilerin etkin kullanımıyla ekonomikliği sağlamayı ve bu yolla çevreye olan etkilerini azaltmayı öngörmektedir. Bu durum aynı zamanda ürün kalitesinde de tekdüzeliğin sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir (Vatandaş ve ark., 2005). Uzaktan algılama sözcüğü fiziksel değinimde bulunmaksızın herhangi bir platformdan ve uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak tanımlanır (Lillesand ve Kiefer, 1987; Lillesand ve ark., 2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal verilerin toplandığı, görüntülediği, analiz edildiği, grafik ve veri tabanı bilgilerinin ilişkisel olarak kullanılabilirdiği, istenen bilgiye sorgulama yoluyla erişimin sağlandığı bilgisayar destekli sistemlerdir. CBS, farklı bilgi kaynaklarından gelen verileri entegre ederek yönetim, planlama ve analiz problemlerinin çözümüne katkıda bulunur. CBS, nesnelere ve olayları görüntülemek, analiz etmek, işlemek, sorgulamak ve haritalamak için gerekli tüm araçları içermektedir. Son yıllarda sıkça sözü edilen uzaktan algılama (UA) ve CBS, Türkiye için yeni bir teknoloji olmalarına rağmen, özellikle kurumların ilgili araştırma grupları, üniversiteler ve özel kuruluşlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kaynak kullanımı etkinliği açısından parselde ekili ürünlerin izlenmesi oldukça önemlidir. Tarım toprakları, işletme arazileri ve bu arazilerin kullanımının tespit ve takibi, bu konuda karşılaşılan sorunların çözümünde ilk ve en önemli adımı oluşturacaktır. Tarım sektörüne yapılan kaynak transferi uygulamalarında arazide tespit çalışmaları oldukça güçtür. Ürün tespit çalışmaları köylerde çiftçi bazında beyan esasına göre yapılmaktadır. Yapılan tespitlerin kadastro personeli tarafından doğrulanmıyor olması nedeniyle yanlışlar meydana gelmektedir. Bu nedenle arazide yapılan tespit çalışmalarının uzaktan algılama (UA) yöntemiyle kontrolü daha gerçekçi tespitler için büyük önem arz etmektedir (Aydın, 2011). Uydu teknolojilerindeki gelişmeler, çalışma yapılacak alana yönelik çok bantlı uydu görüntülerinde çeşitlilik sağlamıştır. Bunun yanı sıra araştırmacılar için ücretsiz veya düşük bedel ile uydu görüntülerine ulaşma her geçen gün artmaktadır. Bu konuda Türkiye'nin (Özel ve Yıldırım, 1992; Peştemalcı ve ark., 1995; Mermer ve ark., 2002; Bolca ve ark., 2003; Avcı

ve Döker, 2005; Genç ve Bostancı, 2007; Özşahin, 2010; Aydoğdu ve ark., 2011; Türker ve Özdarıcı, 2011; Kurucu, 2014) farklı bölgelerinde farklı ürün desenlerinin sınıflandırmalarını uydu görüntüleriyle yapmış ve öneriler sunmuştur.

Çalışmada, 2014 yılında Kahramanmaraş ili Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği sahasında en fazla yetiştirilen ürünlerin uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak en az işgücüyle parsel bazında ürün desen sınıflandırılma ve ürünlerin kadastro parselleri ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Araştırma, Kahramanmaraş iline bağlı Pazarcık ilçesinde Sol Sahil Sulama Birliği Sahasında (372384-374498 E ile 370000-372353 N; deniz seviyesinden yükseklik ortalama 550-600 m) yer alan 179 000 dekar alanda yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alan Akdeniz iklimi ile karasal iklimin geçiş kuşağında yer almakta ve alanda sulu tarım yapılmaktadır. Ayrıca, çalışma alanının güney kısmında, toprakların aluviyallerin yayılım gösterdiği bazı alanlarda taban suyunun yüksek olmasından dolayı drenaj yetersizliği mevcuttur (Coşkan, 2000). Çalışma alanının toprak nem rejimi Xeric, sıcaklık rejimi ise Thermic'dir. Aluviyal ve koluviyal topraklardan oluşmaktadır (Gündoğan, 1998).

2.2. Kullanılan Uydu Görüntüleri

Çalışmada Landsat-8, Spot-5 ve Spot-6 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Ayrıca, farklı fenolojik dönemlerde bitki örtüsünü sınıflandırmak ve kadastral parseller ile karşılaştırmak amacıyla 5 adet Spot uydu görüntüsü kullanılmıştır. Çalışma alanına ait 2014 yılı Landsat-8 uydu görüntüleri <http://earthexplorer.usgs.gov> adresinden, Spot-5 ve Spot-6 uydu görüntüleri ise <http://ugip.tarbil.com> adresinden üye olunarak temin edilmiştir. Çalışmada mavi (blue), kırmızı (red), yeşil (green), yakın kızılötesi (near infrared) bantları bulunan 10 adet görüntü kullanılmıştır. Her bir uydu görüntüsü 180 x 180 km'lik bir alanı kapsamakta olup, UTM WGS 84 Zone 37 projeksiyon sisteminde yer almaktadır. NASA ve US Geological Survey (USGS) arasındaki iş birliği ile geliştirilmiş Landsat-8 Uydusunda Operational Land Imager (OLI) ve Termal Kızılötesi Sensör (TIRS) kamera sistemi bulunmaktadır. Uyduda yer alan sensörler multispektral bantda 30 m, termal bantda 100 m, pankromatik bantda 15 m

yersel çözünürlüğe sahip görüntüleme yapmaktadır (Şimşek, 2016). Çalışmada kullanılan Landsat-8 ve Spot uydu görüntülerine ilişkin bilgiler Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan Landsat ve Spot uydu görüntüleri

Uydu adı	Görüntü adı	Path / Row	Çekim yılı	Yılın günü
Landsat-8	LC81740342014012LGN00	174/034	2014	012
Landsat-8	LC81740342014044LGN00	174/034	2014	044
Landsat-8	LC81740342014092LGN00	174/034	2014	092
Landsat-8	LC81740342014124LGN00	174/034	2014	124
Landsat-8	LC81740342014140LGN00	174/034	2014	140
Landsat-8	LC81740342014172LGN00	174/034	2014	172
Landsat-8	LC81740342014204LGN00	174/034	2014	204
Landsat-8	LC81740342014220LGN00	174/034	2014	220
Landsat-8	LC81740342014236LGN00	174/034	2014	236
Landsat-8	LC81740342014268LGN00	174/034	2014	268
Spot-5	S5_0109		2014	009
Spot-5	S5_0510		2014	130
Spot-6	S6_0713		2014	194
Spot-6	S6_0803		2014	215
Spot-6	S6_1006		2014	279

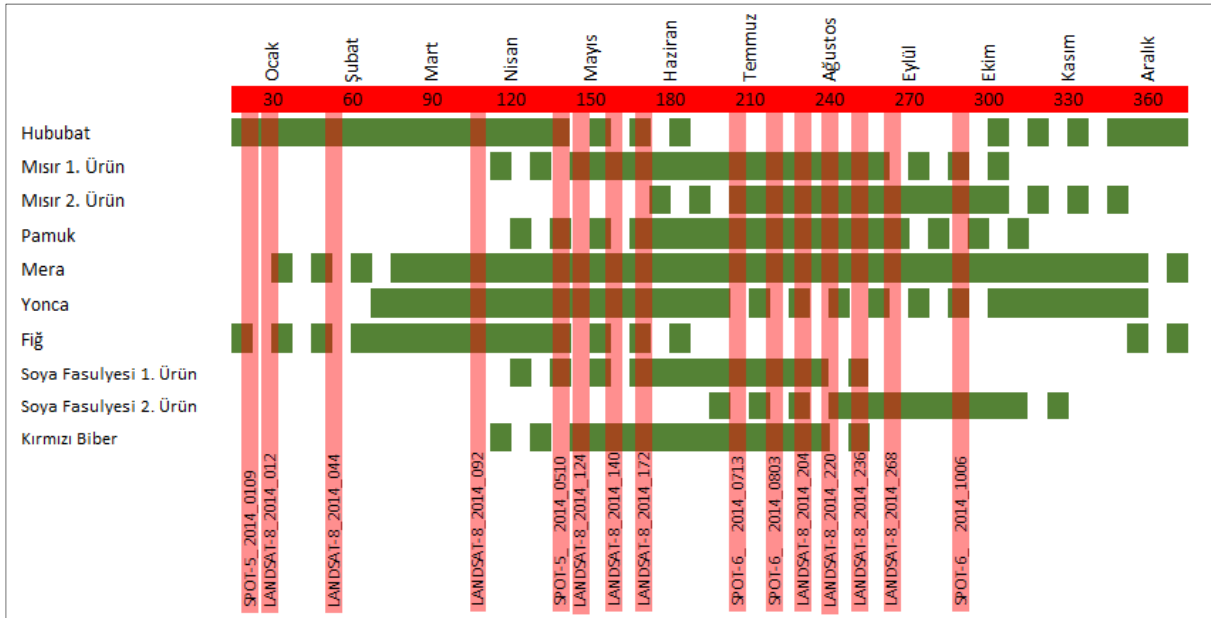
2.3. Kadastro Altlıkları, Mesaha Cetvelleri ve Çiftçi Kayıt Sistemi Ürün Bilgileri

Çalışma alanında parsel sayısını belirlemek, vektör tabanlı tematik harita oluşturmak ve karşılaştırmaları yapmak için Kahramanmaraş ili Pazarcık ve Dulkadiroğlu ilçelerine ait kadastro parselleri kullanılmıştır. Ayrıca, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü arasındaki protokole istinaden Genel Müdürlük bünyesindeki Tarım Bilgi Sisteminden (TBS) belirli aralıklarla güncellenen kadastro parselleri temin edilmiştir. ITRF 96 Datumu GRS 80 Elipsoidi UTM 3° projeksiyonunda üretilen kadastro altlıkları Coğrafi WGS 84 web servisinden temin edilmiştir.

Sulama hizmeti alan çiftçilerin ettikleri ürün beyanlarını içeren 2014 yılı Mesaha cetvelleri Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliğinden temin edilmiş ve Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği paftaları ArcGIS programı ile sayısallaştırılmıştır. Ayrıca, üreticilerin ettikleri ürün beyanlarını içeren 2014 yılı çiftçi kayıt sistemi (ÇKS) verileri İl Tarım ve Orman Müdürlüğünden temin edilmiştir.

2.4. Arazi Çalışmaları

Çalışma konusu olan 10 ürünün (hububat, 1.ürün mısır, 2. ürün mısır, pamuk, mera, yonca, fiğ, 1.ürün soya fasulyesi, 2. ürün soya fasulyesi, kırmızıbiber) fenolojik dönemleri ve arazi üzerinde bitkilerin toprağı örtme oranları parsel bazında kayıt altına alınarak fotoğraflanmıştır. Ayrıca bölgede yaygın olarak yetiştiriciliğı yapılan bitkilerin yeşil dönemleri ve temin edilen uydu görüntü skalası Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Bölgede yaygın yetiştirilen bitkilerin yeşil dönemleri ve uydu görüntü skalası

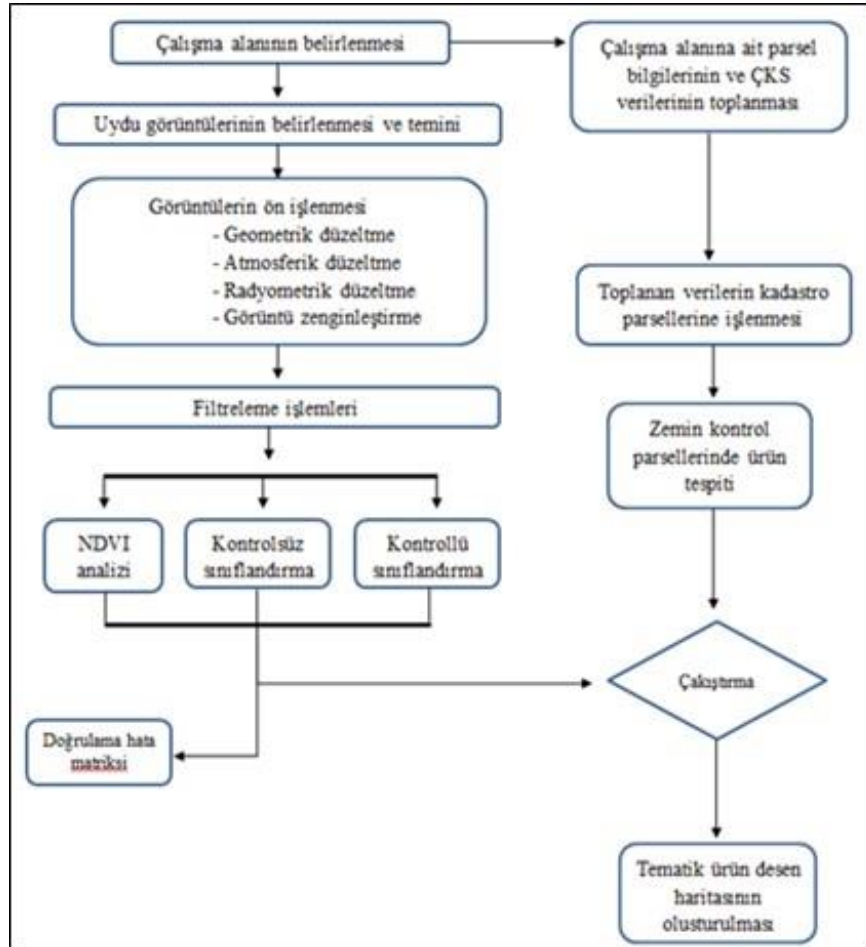
2.5. Kullanılan Yazılımlar

Uzaktan algılama işlemlerinin tamamı ERDAS IMAGINE 2014 yazılımı ile, Spatial analizler ise ArcGIS10.1 ve QGIS 2.14 ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada görüntü zenginleştirme, filtreleme, kontrolsüz/kontrollü sınıflandırma, karşılaştırma ve haritalama yapılmıştır (Jensen, 2005). Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan uzaktan algılama işlem ve yöntemlerin akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.

2.6. Yöntem

Çalışmada uydulardan elde edilen görüntülere ön işleme uygulaması yapılmış ve daha sonra NDVI görüntülerine dönüştürülmüştür. Farklı aylardaki NDVI görüntüleri üzerine arazide ürün desen tespiti yapılmış ve parseller çakıştırılarak söz konusu ürünlerin NDVI değişim değerleri belirlenmiştir. Her bir ürünün aylara göre farklılık gösteren NDVI

değerlerinin belirlenmesinden sonra, bu değerlerin farklılıkları baz alınarak görüntülerin paralel çizgiler halinde dijitalize edilerek raster tabanlı tematik ürün desen haritası oluşturulmuş ve daha sonra raster tabanlı tematik harita kadastro parselleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada Kontrolsüz (Unsupervised) ve Kontrollü (Supervised) sınıflama yapılarak ürün desenleri kadastro parselleri bazında belirlenmesi sağlanmıştır. Çalışmada uydu görüntüleri kullanımında uzaktan algılama işlemleri akış diyagramı Şekil 2’de gösterilmiştir. Çalışmada kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri doğruluğunu değerlendirmek için doğruluk analizi yapılmıştır. Doğruluk analizi için Evsahibioğlu (1993), Tarhan (2004) ve Caf (2019) dikkate alınmıştır. Ayrıca, Kappa katsayısı hesaplanması ve değerlendirmesi için Cohen (1960) ve Kılıç (2015) tarafında önerilen yöntem kullanılmıştır.



Şekil 2. Uydu görüntüleri kullanımında uzaktan algılama işlemleri akış diyagramı

3. Bulgular

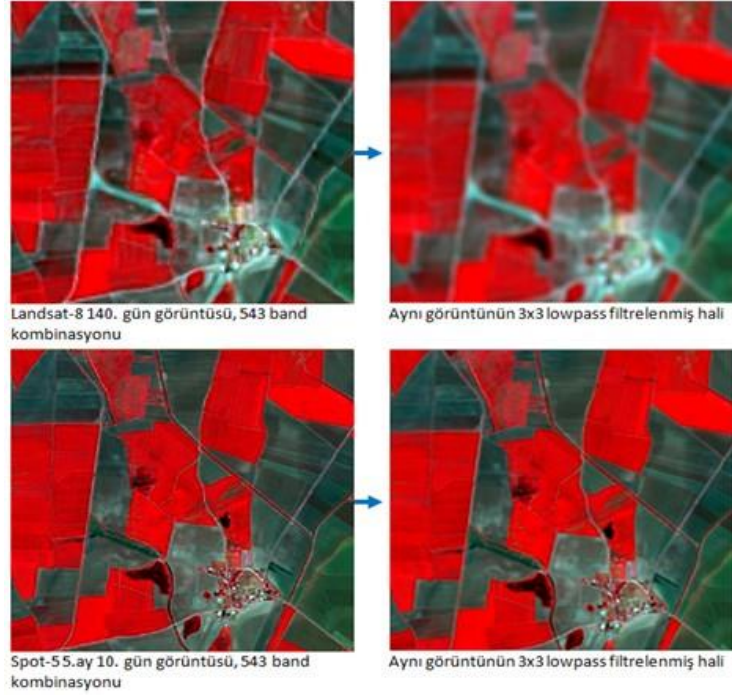
3.1. Görüntülerin Ön İşlenmesi ve Görüntü Zenginleştirilmesi

Çalışmada 2014 yılının farklı zamanlarında alınan uydu görüntüleri arasındaki çok küçük geometrik uyumsuzlukları ortadan kaldırmak için elde edilen iki görüntü Jensen (2005)'e göre yer kodlama (georeferencing) işlemiyle geometrik olarak eşleştirilerek görüntülerin ön işlenmesi yapılmıştır.

Landsat uydu görüntüleri çeşitli spektral bantlardan oluşmakta, bantların görüntü dalga boyları ve yersel çözünürlükleri farklılıklar içermektedir (Çizelge 2). Görüntü zenginleştirmenin amacı; bir görüntüdeki özellikler arasındaki ayırt edilebilirliği yükselterek görüntünün yorumlanma kabiliyetini artırmaktır. Landsat-8 uydu görüntülerinde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 9 nolu bantlar ERDAS IMAGINE 2014 yazılımı ile birleştirilerek tek bir veri seti haline getirilmiştir. Daha sonra 30 m yersel çözünürlüğe sahip bu görüntü 8 nolu bant ile keskinleştirme yapılarak 15 m yersel çözünürlüğe sahip görüntü elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında Landsat ve Spot uydu görüntüleri 3x3 alçak geçiren filtreleme (low-pass filter) ile görüntü zenginleştirme gerçekleştirilmiştir. Kadastro parselinde yer alan ürün bilgisine yönelik çalışma yapılacağından görüntülerde filtreleme işlemleri yapılmış ve sınıflandırmaya etki edecek küçük farklılıklar giderilmiştir (Şekil 3).

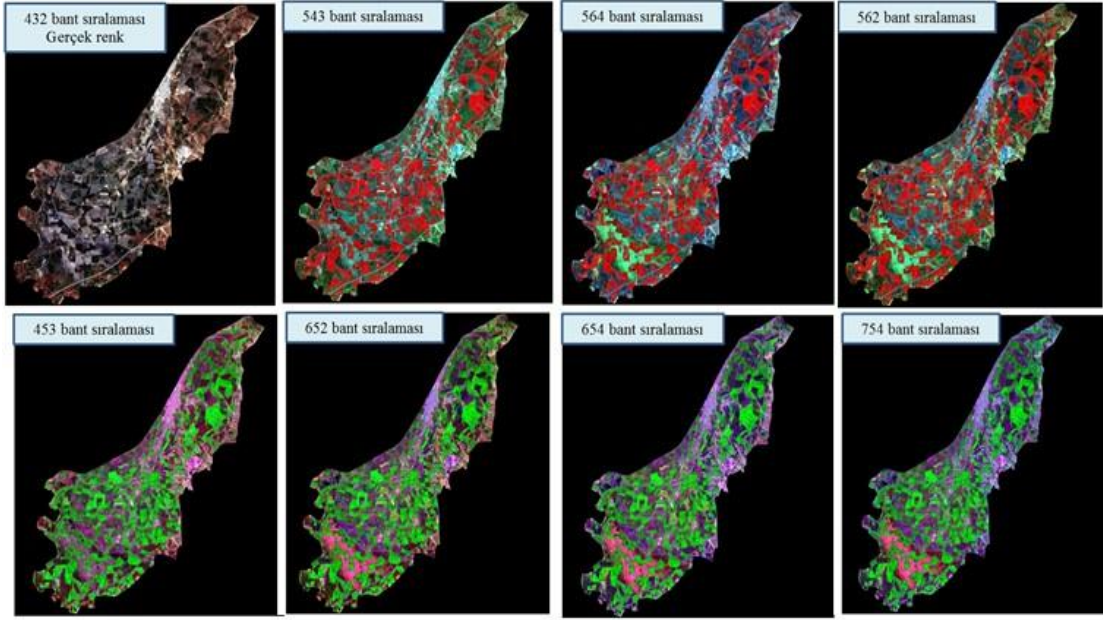
Çizelge 2. Landsat-8 uydu görüntüsünde yer alan bantlar ve yersel çözünürlükleri

Bantlar	Dalga boyları (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1: Kıyı aerosoller	0.43-0.45	30
Bant 2: Mavi	0.45-0.51	30
Bant 3: Yeşil	0.53-0.59	30
Bant 4: Kırmızı	0.64-0.67	30
Bant 5: Yakın kızılötesi (NIR)	0.85-0.88	30
Bant 6: SWIR 1	1.57-1.65	30
Bant 7: SWIR2	2.11-2.29	30
Bant 8: Pankromatik	0.50-0.68	15
Bant 9: Sirüs	1.36-1.38	30
Bant 10: Termal kızılötesi (TIRS) 1	10.60-11.19	100x(30)
Bant 11: Termal kızılötesi (TIRS) 2	11.50-12.51	100x(30)

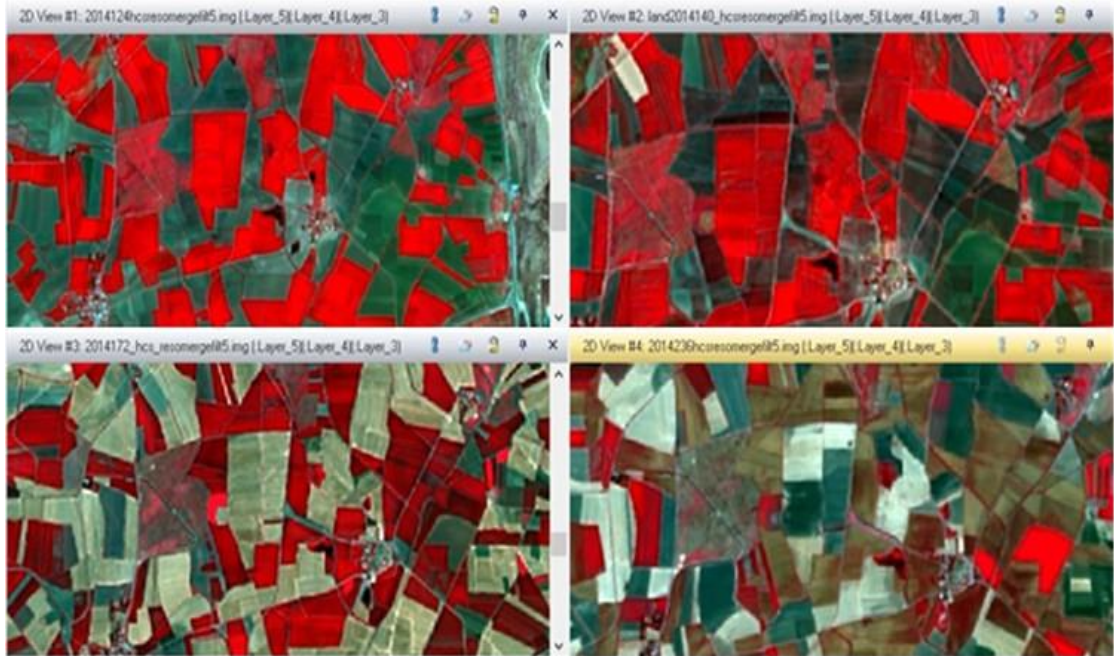


Şekil 3. Görüntü filtreleme sonuçları

Landsat-8'in 140. gün uydu görüntüsünde görüntü birleştirme, zenginleştirme ve filtreleme işlemleri tamamlandıktan sonra değişik bant kombinasyonları elde edilmiştir (Şekil 4). Çalışmada 432 bant kombinasyonunda gerçek renk görüntüsü elde edilmiştir. Ayrıca, Klorofil içeren bitkiler 543, 564, 562 bant kombinasyonunda kırmızı renk ile ayrışmasına rağmen, 453, 652, 654, 754 bant kombinasyonlarında ise yeşil renkle ayrışmıştır (Şekil 4). Klorofil içeren bitkiler kırmızı renkte olmak üzere, 543 bant kombinasyonunda farklı tarihli uydu görüntülerin birlikte gösterimi Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Landsat-8 140. gün uydu görüntüsü farklı bant kombinasyonları

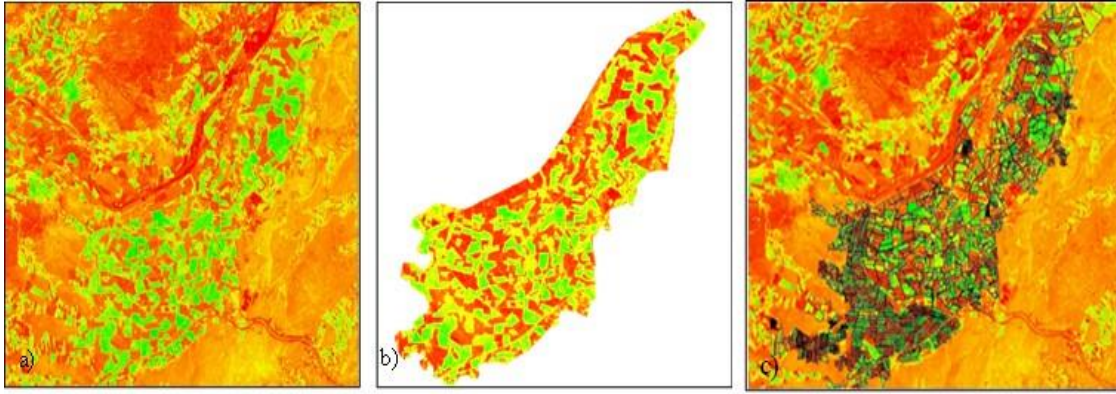


Şekil 5. Farklı tarihli uydu görüntülerin birlikte gösterimi

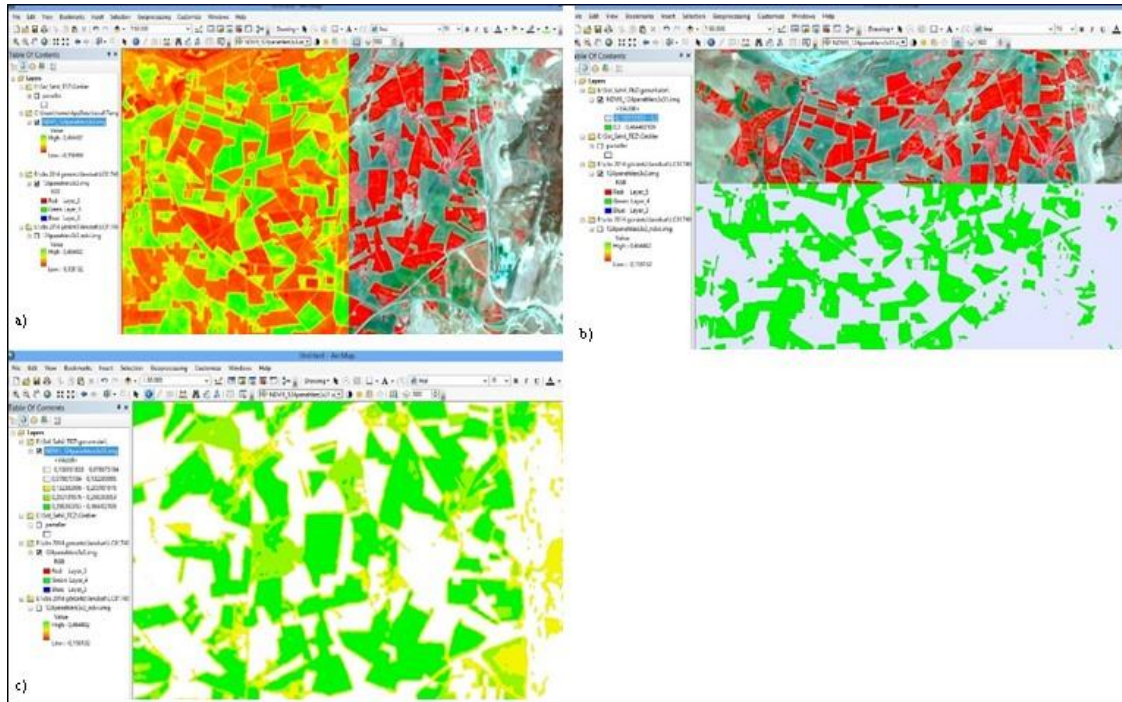
3.2. NDVI Analizleri

Nisan ayının 3. haftasına ait Landsat-8 uydu görüntüsünde NDVI indeks görüntüsü Şekil 6a'da, Nisan ayının 1. haftasına ait Spot-6 uydu görüntüsünde NDVI indeks görüntüsü ise Şekil 6b'de yer almaktadır. NDVI indeks görüntülerindeki yüksek biyokütle aktivitelerine sahip bitki alanları yeşil renkli olarak gösterilmiştir. NDVI indeks görüntüsünün ERDAS IMAGINE

yazılımı ile oluşturulmuş ve NDVI görüntüsü ile parsellerin çakıştırılma sonucu Şekil 6c'de gösterilmiştir. Bu işlem sırasında NDVI bitki indeksinin yaygın tanımına uygun olarak NIR-RED/NIR+RED formülü uygulanmıştır. NDVI görüntüsü ile 543 bant kombinasyonlu uydu görüntüsünün karşılaştırması yapılmıştır (Şekil 7a, b, c). Çalışmada, NDVI görüntüsünde biyokütle aktivitelere sahip bitki alanları yeşil renk ve tonlarında ve kırmızı renk tonlarında gösterilmiştir.

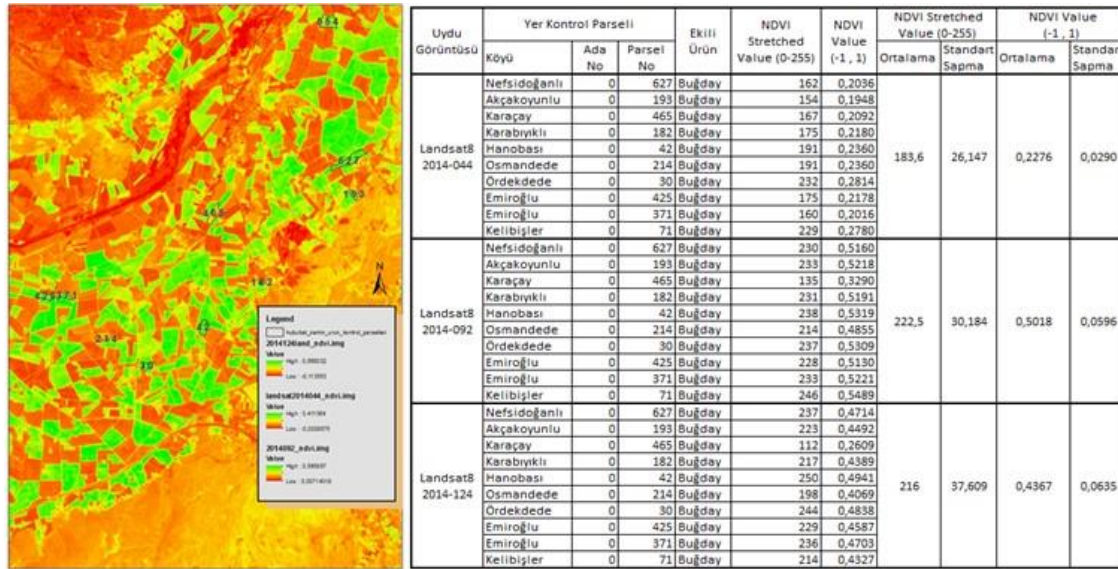


Şekil 6. Nisan ayı 3. haftasına ait Landsat-8 uydu görüntüsü (a), Nisan ayı 1. haftasına ait Spot-6 uydu görüntüsünün NDVI indeksi (b), NDVI görüntüsü ile parsellerin çakıştırılması (c)



Şekil 7. NDVI görüntü karşılaştırması

Hububat tespit parsellerinin Landsat-8 124. gün uydu görüntüsünden oluşturulan NDVI görüntüsünde (Şekil 8) bitkilerin canlı olduğu dönemler tespit edildiğinde, yüksek biyokütle aktivitelerine sahip bitkilerin NDVI değerinin yüksek çıktığı ve işlenen/işlenmeyen toprak yüzeylerinde ve su yüzeylerinde düşük çıktığı belirlenmiştir. Yüksek biyokütle aktivitelerine ve toprak yüzeyi örtme yüzdesine sahip bitkilerin NDVI indeks değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Ancak bitki tür ayrımında bu durum tek başına yeterli olmamaktadır. Hububat tespit parsellerinin görüntülerinden hesaplanan NDVI değerleri Şekil 8’de verilmiştir.

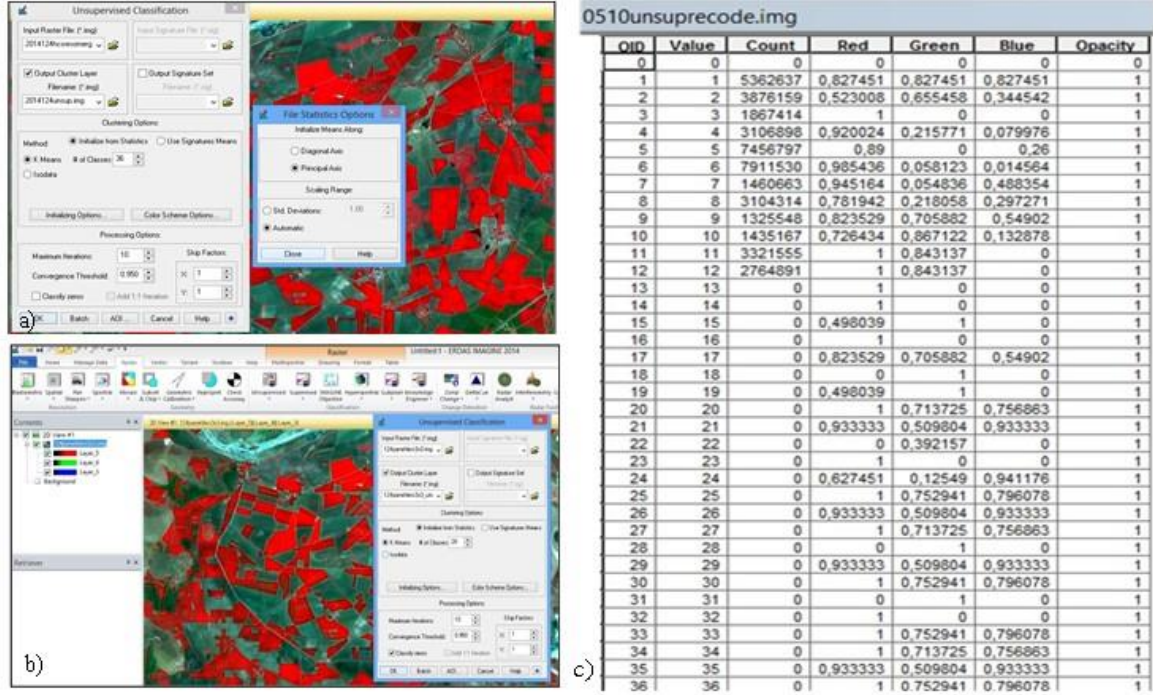


Şekil 8. Hububat tespit parsellerinin NDVI görüntüsünde gösterimi ve hesaplanan NDVI değerleri

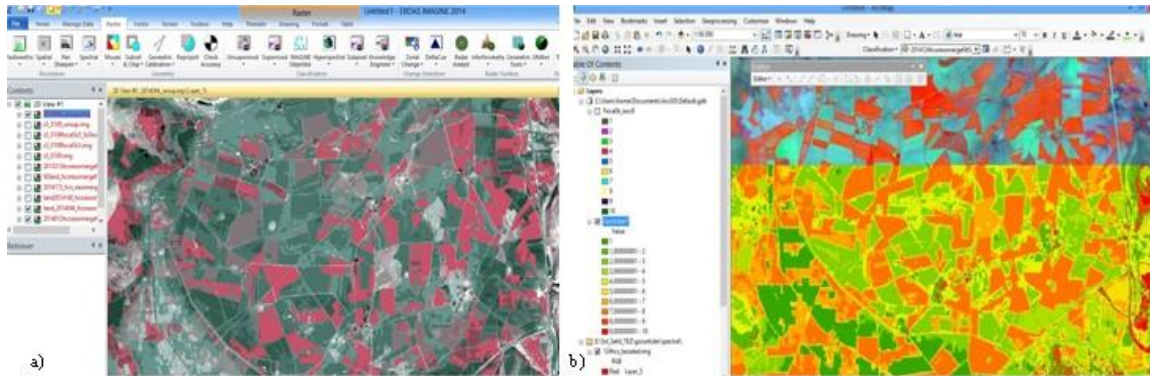
3.3. Kontrolsüz Sınıflandırma

Çok bantlı uydu görüntülerinin isodata algoritmasına dayalı olarak kontrolsüz sınıflandırılmaları sonucu 36, 20, 10 ve 8 farklı sınıftan oluşan arazi örtüsü sınıfları belirlenmiştir. Oluşan tematik sınıfın gerçekte hangi tür arazi örtüsüne karşılık geldiği konusunda çeşitli yer referanslarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu noktada ÇKS verileri, Sol Sahil Sulama Birliği mesaha cetveli ve yer kontrol parsel verileri ile sınıflara karşılık gelen arazi örtüsü ismi verilmiştir. 36 ve 26 sınıftan oluşan kontrolsüz sınıflandırma işlemi sırası ile Şekil 9a ve Şekil 9b’de gösterilmektedir. 36 sınıftan oluşan kontrolsüz sınıflandırmada her sınıf için yazılımın otomatik olarak tanımladığı bant değerleri Şekil 9c’de yer almaktadır.

KontROLSÜZ sınıflandırma sonucu oluşturulan tematik görüntü Şekil 10a'da gösterilmektedir. KontROLSÜZ sınıflandırma sonucu oluşturulan tematik görüntünün 543 bant kombinasyonundaki uydu görüntüsü ile birlikte gösterimi Şekil 10b'de yer almaktadır.



Şekil 9. KontROLSÜZ sınıflandırma (a,b) ve sınıf değerleri (c)

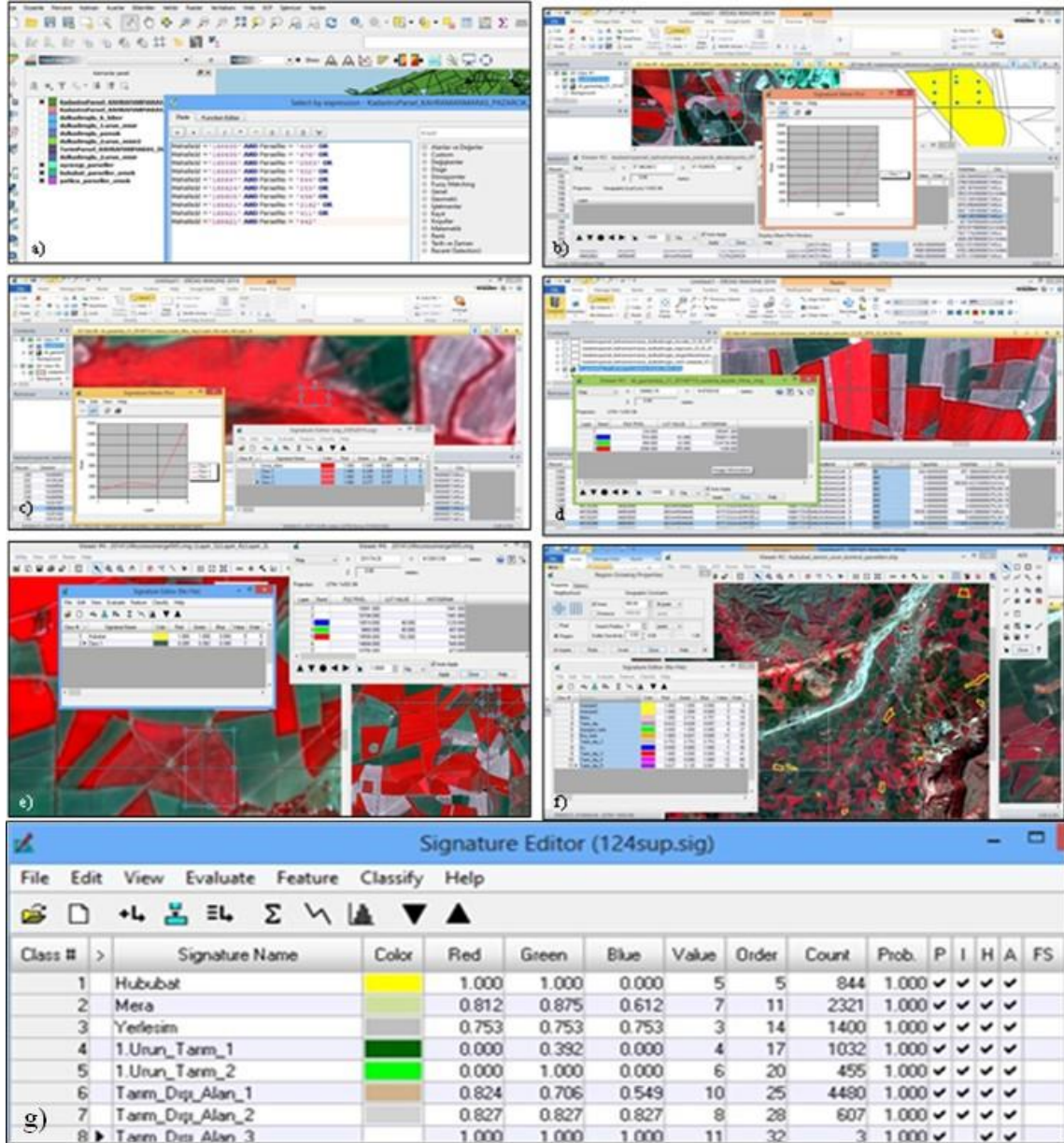


Şekil 10. KontROLSÜZ sınıflandırma ile oluşturulan tematik görüntü

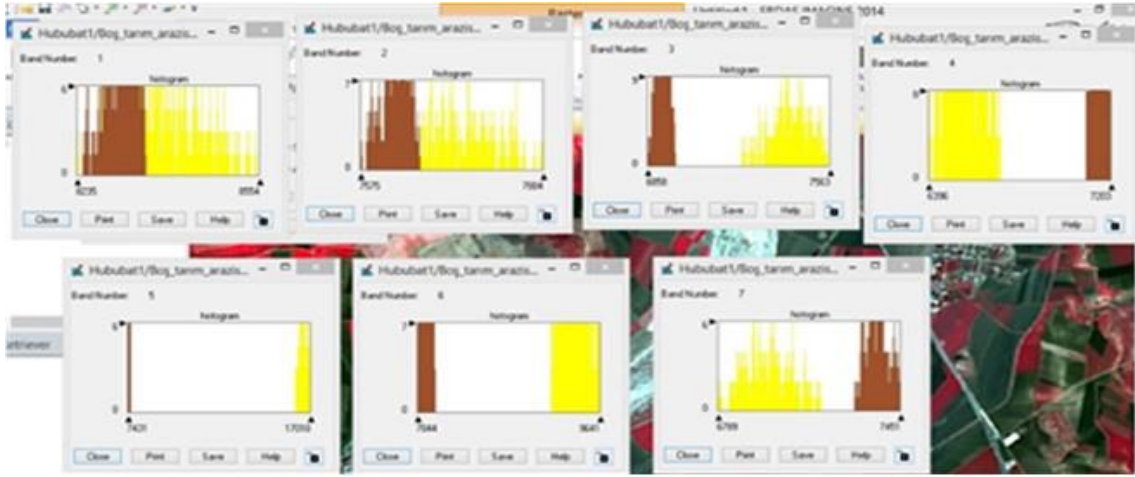
3.4. Kontrollü Sınıflandırma

Çok bantlı uydu görüntülerinin Maximum Likelihood Classification algoritmasına dayalı olarak kontrollü sınıflandırılmaları sonucu 12, 10, 8, 5 ve 4 farklı sınıftan oluşan arazi örtüsü sınıfı belirlenmiştir. ÇKS verileri, Sol Sahil Sulama Birliği mesaha cetveli ve yer kontrol parsel verilerinden faydalanılarak çalışma alanı uydu görüntülerinde her pikselin olasılık değerine

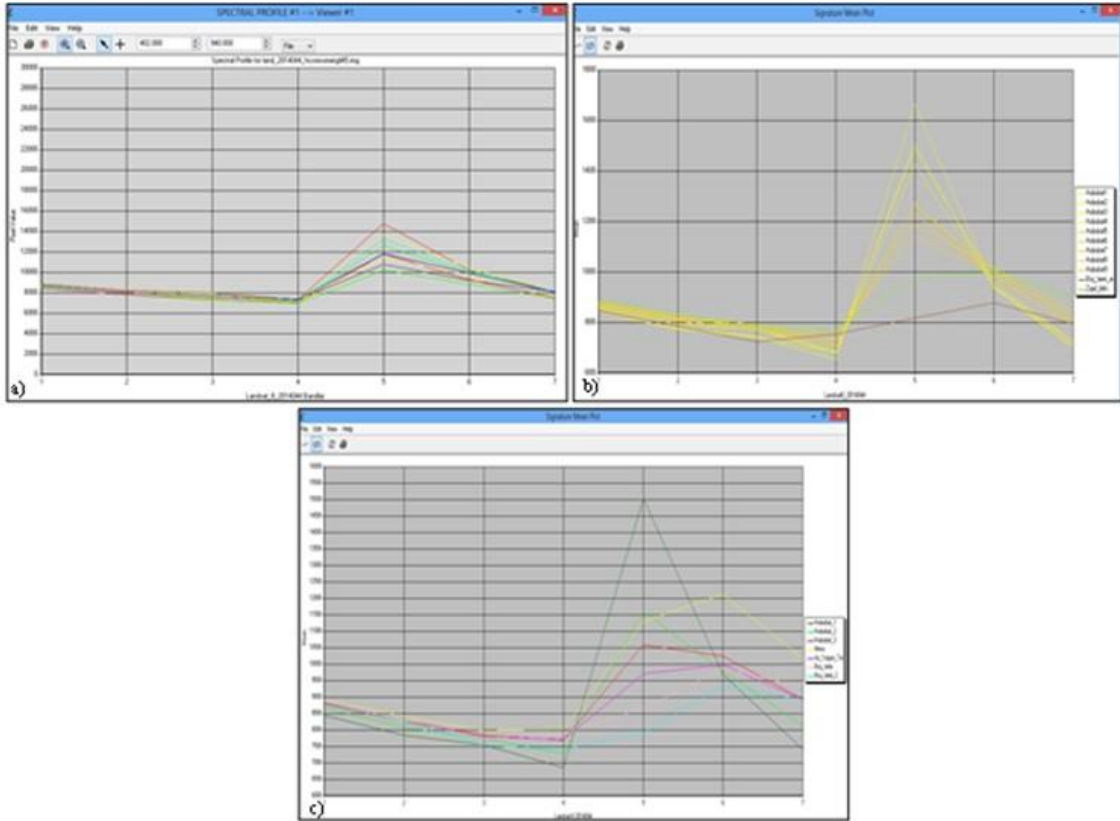
göre en çok benzer olduğu sınıfa atanması sağlanmaya çalışılmıştır. Öncelikle yer kontrol parsellerinin uydu görüntüleri ile karşılaştırılması (Şekil 11a) ve imza toplanması (Şekil 11b, c, d, e, f) yapılmıştır. Bu aşamadan sonra oluşturulan bant değerleri Şekil 11g’de farklı bantlarda histogram değerleri Şekil 12’de, yansıma değerleri örnekleri ise Şekil 13’de gösterilmektedir.



Şekil 11. Yer kontrol parsellerinin uydu görüntüleri ile karşılaştırma (a), imza toplanması (b, c, d, e, f) ve oluşturulan sınıflarda bant değerler örnekleri (g)



Şekil 12. Kontrollü sınıflandırmada farklı bantlarda histogram değerleri

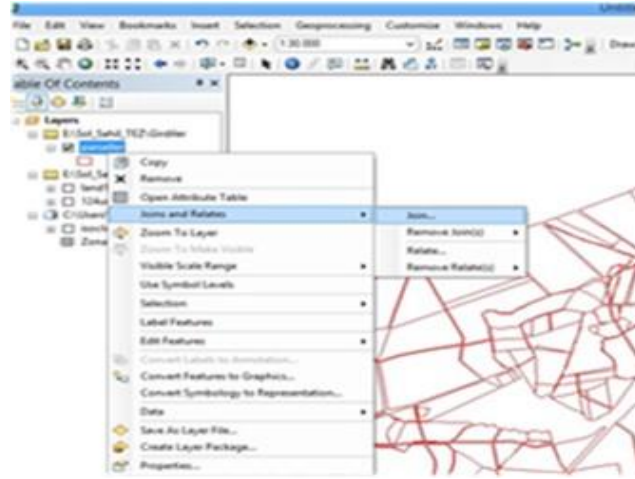


Şekil 13. Sınıfların aldığı yansıma değerleri örnekleri

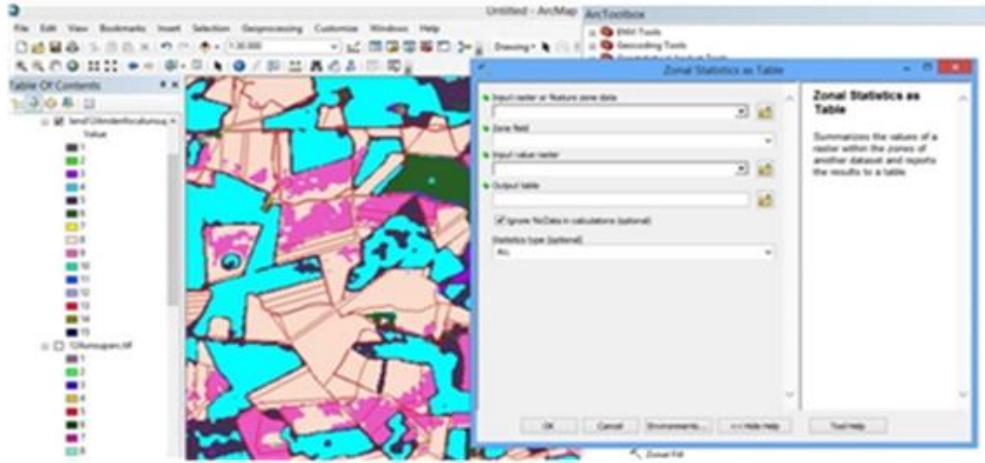
3.5. Kontrollü Sınıflandırma Sonuçlarının Kadastral Parseller ile Çakıştırılması

Araştırma konusu çalışma sahasında İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne (ÇKS verileri) ve Sol Sahil Sulama Birliğine (mesaha cetvelleri) beyan edilen ürün bilgileri kadastral verilere işlenerek vektör katman oluşturulmuştur (Şekil 14). Oluşturulan katman bilgilerinde her parsel için benzersiz (IlceID, MahalleID, AdaNo, ParselNo) olmak kaydıyla join işlemi yapılmıştır.

Kontrollü sınıflandırma sonucu oluşan sınıflar parsel bazında olmak üzere tematik görüntü üretilmiştir (Şekil 15).



Şekil 14. Üretici beyanlarının parsellere Arcgis yazılımı ile işlenmesi



Şekil 15. Kontrollü sınıflandırma sonucu oluşturulan tematik görüntü

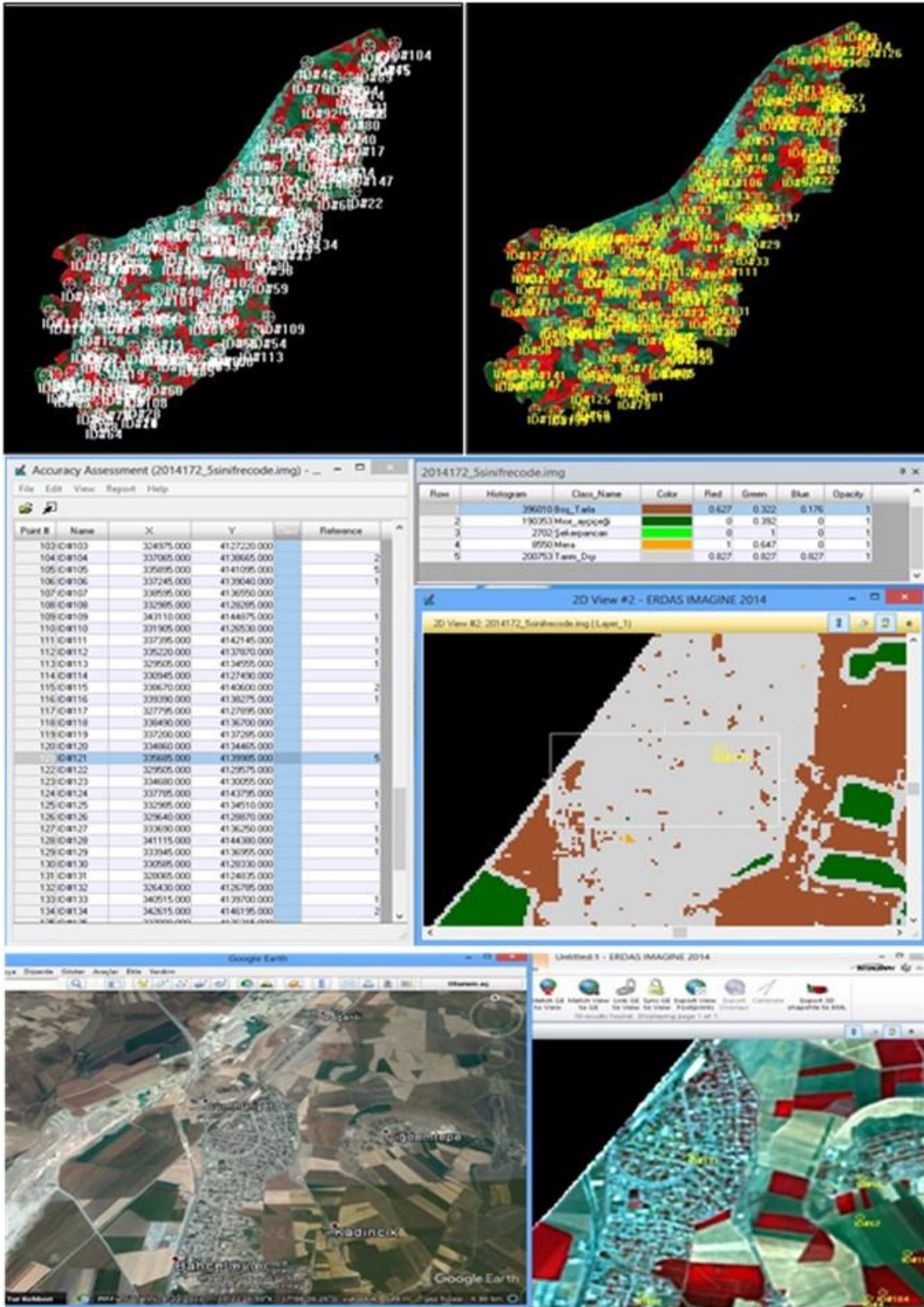
3.6. Doğruluk Analizleri

Doğruluk analizi, eğitim alanı olarak ayrılan bölgeler dışında kalan test alanlarına ilişkin piksel değerlerinin, referans kabul edilen, haritalar ya da arazi hakkında kesin bilgi veren bir kaynakla istatistiksel olarak karşılaştırma ilkesine dayalı bir kontrol yöntemidir. Hatalar, piksellerin yanlış sınıflandırılmasından dolayı oluşmaktadır (Ayhan ve ark., 2003).

Doğruluk analizinin yapılmasına yönelik araştırma alanında rastgele 150 nokta belirlenmiştir. Bu noktaların sınıflandırılmış orijinal görüntülerde karşılık geldikleri sınıflar belirlenmiş, ERDAS IMAGINE 2014 yazılımında doğruluk yüzdeleri ve Kappa değerleri

hesaplatılmıştır. Doğruluk analizi kontrol noktalarının araştırmada ele alınan çalışma alanı genelinde gösterimi Şekil 16'da yer almaktadır.

Hata matrisi kullanılarak 150 nokta üzerinden yapılan değerlendirmelerde; Landsat-8 92. gün görüntüsünde genel sınıflandırma doğruluğu %82, genel Kappa istatistikleri %72 olarak bulunmuştur. Landsat-8 uydusunun 92. gün ve 172. gün görüntüsü doğruluk analizi sonuçları izelge 3'de verilmiştir. Landsat-8 172. gün görüntüsünde genel sınıflandırma doğruluğu %91, genel Kappa istatistikleri %86 olarak bulunmuştur.



Şekil 16. Doğruluk analizi kontrol noktalarından görünüm

Çizelge 3. Landsat-8'in 92. ve 172. gün görüntüsü doğruluk analizi sonuçları

92.gün					
Ürünler/alanlar	Referans sayısı	Sınıflandırma sayısı	Doğru sınıflandırma sayısı	Doğru sınıflandırma yüzdesi (%)	Doğruluk yüzdesi (%)
Mera	3	9	1	33.33	11.11
Hububat	62	50	50	80.65	100.00
Sarımsak	1	1	1	100.00	100.00
Boş tarla	68	60	58	85.29	96.67
Tarım dışı alan	16	30	13	81.25	43.33
Toplam	150	150	123		
Genel sınıflandırma doğruluğu = % 82.00					
Genel Kappa istatistikleri = % 72.66					
172. gün					
Boş tarla	79	74	72	91.14	97.30
Mısır-Ayçiçeği	41	36	36	87.80	100.00
Şekerpancarı	0	0	0	---	---
Mera	2	2	2	100.00	100.00
Tarım dışı alan	28	38	27	96.43	71.05
Toplam	150	150	137		
Genel sınıflandırma doğruluğu = % 91.33					
Genel Kappa istatistikleri = % 86.18					

4. Öneriler

Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda düşünülen öneriler sırasıyla; (i) Sadece tarımda arazilerin mülkiyet bilgilerinin değil kullanım şeklinin de bilinmesi ve yapılacak planlamaların sağlıklı yürütülmesi açısından önemlidir. Arazilerin kullanım şekillerinin belirlenmesinde uydu görüntülerinin kullanımı yapılacak planlamaların etkinliğini artıracaktır. (ii) Üreticiler, her ne kadar arazilerinin değişik bölümlerinden farklı miktarlarda ürün aldıklarını veya farklı toprak yapısına sahip olduklarını bilseler de, bu bilgiyi üretime dönük olarak değerlendirememektedirler. Bu nedenle geleneksel olarak, büyüklüğü ne olursa olsun bir bütün olarak ele alınan tarlada yetiştirilen bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre ve ilaç gibi girdileri de hep aynı miktarda uygulamaktadırlar. Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan analizler ile parsel içerisinde değişken düzeyli girdi kullanımı olanakları artacaktır. (iii) Tarım politikalarının daha etkin bir biçimde uygulanabilmesi için parsel bazında ürün deseninin izlenmesi, belirlenmesi ve tarımsal istatistik değeri taşıyan verilerin elde edilmesi uydu görüntüleri kullanılarak yapılan bu çalışmalar ile yaygınlaşabilecektir. (iv) Günümüzde çevre kirliliği ve çevre koruma kavramlarının öneminin arttığı göz önüne alınarak, üreticilerin parsel bazında girdi kullanımları ile parsel bazında verilen devlet desteklemeleri ve kaynakların etkin olarak kullanılabilmesi için hassas tarım yöntemlerinin yaygınlaştırılması önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkacaktır. (v)

Kullanıcıların veriye ulaşma kolaylığı dikkate alınarak geniş alanlarda Landsat uydu görüntüleri ile sağlıklı sonuç alındığı görülmekle birlikte, parseller küçüldükçe yüksek spektral çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri ile çalışılması başarı oranını arttıracaktır. (vi) Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından uzaya gönderilen ve araştırmacıların kullanımına sunulan Sentinel gözlem uydularının sağladığı verilerle de benzer araştırmaların artacağı düşünülmektedir. (vii) Oluşturulan haritaların üreticiler tarafından üretim girdilerinin kullanımında ve İl Müdürlükleri tarafından da tarımsal ürün beyanlarının hızlı ve kolay biçimde kontrolü ve ürün/beyan farklılıklarının tespitinde altlık olarak kullanılabilir şeklinde sunulabilir.

Teşekkür

Desteklerinden dolayı, Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Kartalkaya Sulama Birliği Başkanlığına teşekkür ederiz. Bu makale Mehmet Ali İSPİR'e ait YÖKSİS 517044' nolu Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Aydın, H. (2011). Tarımda uzaktan algılamanın kullanım olanakları ve çukurova örneğinden hareketle tarımsal desteklemeler açısından genel bir değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 74s.
- Ayhan, E., Karlı, F. & Tunç, E. (2003). Uzaktan algılanmış görüntülerde sınıflandırma ve analiz, Harita Dergisi, 70 (130): 32-46.
- Aydoğdu, M., Akçar, H. T. & Çullu, M. A. (2011). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama kullanılarak çiftçi kayıt sistemi verilerinin analizi ile pamuk ve mısır primlerinin ödenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Antalya.
- Avcı, S. & Döker, M. F. (2005). Ömerli Havzası-İstanbul'da mekânsal değişimin uzaktan algılama metodları ile belirlenmesi. Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı 27-29 Nisan 2005, İzmir.
- Bolca, M., Kurucu Y. & Altınbaş, Ü. (2003). Batı anadolu bölgesi 2002 yılı pamuk ekili alanlarının ve ürün rekoltesinin uzaktan algılama tekniği kullanılarak belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2): 89-96.
- Caf, D. (2019). Bir durum çalışması: Tarımsal ürünlerin uzaktan algılama ile tespiti. Journal of Agriculture, 2(2): 80-91.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales, Educational and Psychological Measurement, 20:37-46.
- Coşkan, P. K. (2000). Kahramanmaraş Narlı Ovası topraklarının fiziksel, kimyasal, mineralojik özelliklerinin belirlenmesi ve olası tarımsal uygulama etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Evsahibioğlu, N. A. (1993). Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Uzay Bilimleri Teknolojisi Bölümü. Uzaktan algılama temel eğitimi kurs notları, 3-7 Mayıs, Gebze.
- Genç, L. & Bostancı, Y. B. (2007). TROİA Milli Parkı Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 27-41.

- Gündoğan, R. (1998). Land use interpretations at the taxonomic category level for Kahramanmaraş Province. Proceedings of Int. Sym. On Arid Region Soils, (Ed. Yeşilsoy, M.Ş.). Menemen-İzmir, Turkey.
- Jensen J. R. (2005). Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective (3rd ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 526p.
- Kılıç, S. (2015). Kappa Testi, Journal of Mood Disorders, 5(3): 142-144.
- Kurucu, Y. (2014). Ege Bölgesi pamuk ekili alanlarının tarım parselleri ve cks verileri ile ilişkilendirilmesi parsel düzeyinde verim bölgeleri öznitelik bilgilerinin belirlenmesi, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü CBS Daire Başkanlığı Raporu, Ankara. s20-40.
- Lillesand, T. M. & Kiefer R. W. (1987). Remote Sensing and Image Interpretation, New York. USA. 721p.
- Lillesand, T. M, Kiefer, R. W. & Chipman, J. (2014). Remote Sensing and Image Interpretation. New York. USA. 556p.
- Mermer, A., Ünal, E., Doğan H. M., Peşkircioğlu M., Yıldız, H., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Arpak, Ş., Yerdelen, A., Aydoğmuş, O., Güneş, N. & Göker, B. (2002). Bazı illerde pamuk ekim alanlarının uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, 11(1-2): 131-141.
- Özel, M. & Yıldırım, H. (1992). Türbüt Projesi. 1. Yıl 1991 Raporu. Tübitak Marmara Araştırma Merkezi. Kocaeli.
- Özşahin, E. (2010). İskenderun Akaçlama Havzasında (Hatay) arazi örtüsünün zamansal değişimi. International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, (5/2): 1296-1320.
- Peştemalcı, V., Dinç, U., Yeğinli, İ., Kandırmaz, M., Çullu, M.A., Öztürk, N. & Aksoy, E. (1995). Acreage estimation of wheat and barley field in the province of Adana, Turkey. International Journal of Remote Sensing, 16(6):1075-1085.
- Şimşek, F. F. (2016). Uzaktan algılama tekniği ile tarım arazilerinde çiftçi ürün beyanlarının kontrolü, Harran Ovası örneği. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya. 94s.
- Tarhan, Ç. (2004). Planlamada uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi disiplinleri entegrasyonu: Urla ve Balçova örnekleri. İYTE Şehir ve Bölge Planlama Bölümü.
- Türker, M. & Özdarıcı, A. (2011). Field-based crop classification using SPOT4, SPOT5, IKONOS and Quick Bird imagery for agricultural areas: a comparison study. International Journal of Remote Sensing, 32(24): 9735-9768.
- Vatandaş, M., Güner, M. & Türker, U. (2005). Hassas Tarım Teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, s347-365.

Kırsal Peyzajda CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Tarımsal Arazi Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi

Murat Güven TUĞAÇ¹

¹Toprak Gübre ve Su kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5941-5487>

Sorumlu yazar: mgtugac@gmail.com

Geliş Tarihi: 28.06.2022, Kabul Tarihi: 15.12.2022

To Cite: Tuğaç, M. G. (2022). Kırsal Peyzajda CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Tarımsal Arazi Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1): 58-76

Özet

Doğal kaynakların kıt ve hassas olduğu günümüzde tarımsal verimliliğin artırılması için arazi kaynaklarının doğru kullanılması gerekir. Arazi kaynaklarının etkin değerlendirilmesi için ekolojik koşullar dikkate alınarak arazilerin kullanım uygunluğunun belirlenmesi ve alan kullanım tercihlerinin yapılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Analizi ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri birleştirilerek tarımsal arazi uygunluğu belirlenmiştir. Kriterlerin birbirlerine göre göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) uygulanmıştır. CBS teknikleri ile kriterlerin birleştirilmesinde ağırlıklandırılmış doğrusal kombinasyon modeli uygulanarak tarımsal uygunluk sınıfları oluşturulmuştur. Arazi uygunluk analizi için toprak, topografya, iklim ve su kaynakları ana kriterler olarak belirlenmiş ve bu kriterlere bağlı 18 alt kriter değerlendirilmiştir. Çalışma alanı, tarımsal kullanım için tuzluluk, erozyon, drenaj, kireçlilik ve toprak derinliği gibi kısıtlar sebebiyle orta derece uygun (% 59.6) sınıftadır. Arazi uygunluk haritaları, temel altlık veriler olarak değerlendirildiğinde gıda güvenliği, tarımsal planlama ve sürdürülebilir arazi yönetimi konularında önemli katkılar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Arazi uygunluk, Çoklu kriter analizi; CBS, AHS

Determination of Agricultural Land Suitability Classes with GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis in Rural Landscape

Abstract

Today, where natural resources are scarce and sensitive, land resources must be used correctly in order to increase agricultural productivity. For the effective utilization of land resources, it is important to determine the suitability of the land for use and to make land use preferences by considering ecological conditions. In this study, agricultural land suitability was determined by combining Multi-Criteria Decision Analysis and Geographic Information Systems (GIS) techniques. The Analytical Hierarchy Process (AHP) was applied to determine the relative importance weights of the criteria with respect to each other. Agricultural suitability classes were created by applying the weighted linear combination model to combine the criteria in the GIS environment. For the land suitability analysis, soil, topography, climate, and water resources were determined as the main criteria and 18 sub-criteria related to these criteria were evaluated. The study area is in a moderately suitable (59.6%) class for agricultural use due to constraints such as salinity, erosion, drainage, calcareousness, and soil depth. When land suitability maps are evaluated as basic base data, they can make important contributions to food safety, agricultural planning, and sustainable land management.

Keywords: Land suitability, Multi-criteria analysis; GIS, AHP

1. Giriş

Arazi, en değerli doğal kaynaklarından birisi olarak sürdürülebilir kullanımı son derece önemlidir. Hızlı nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve iklim değişikliği arazi üzerindeki baskıyı arttırarak tarımsal üretim üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Bu durum, kaynakların optimum kullanılarak verimliliğin arttırılması ve sürdürülebilirliğine dayalı bir yaklaşımın geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Arazi uygunluk değerlendirmesi, belirli bir ürünün yetiştirilmesi için arazi kullanım planlamasının en önemli aşamalarından biridir (Akıncı ve ark., 2013). Arazi değerlendirme, arazinin farklı kullanımlar için potansiyelini belirlemek ve sürdürülebilir bir kullanım oluşturmak için tasarlanmıştır (George, 2005). Bu süreçte, belli bir amaç için arazi performansı fiziksel, ekonomik ve sosyal yönüyle değerlendirilir (Nguyen vd., 2015; Herzberg, 2019). Ürünün alansal kullanım uygunluğu, arazi kullanım gereksinimleri ve toprak/arazi özelliklerinin bir fonksiyonudur. Arazi özelliklerinin ürün gereksinimlerini karşılama düzeyinin artması potansiyel uygunluk seviyesini de arttırmaktadır (FAO, 1985).

Mekansal uygunluk sürecinde iklim, toprak, topografya, su kaynakları ve bitki örtüsü gibi çok sayıda kriter birlikte değerlendirilmektedir. Günümüzde, bu parametrelerin analizinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) tarımsal arazi uygunluğu ve uygun yer seçimi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Akıncı ve ark., 2013; Sarkar ve ark., 2014; Dedeoğlu ve Dengiz, 2019). ÇKKV, aynı zamanda Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) olarak da adlandırılır ve doğru arazi kullanım kararlarının alınması için arazi uygunluk potansiyeli belirlenir (Nurda ve ark., 2020).

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), karmaşık yapıdaki problemleri çözmek için hiyerarşik bir yapı kullanan çok kriterli bir değerlendirme yaklaşımıdır (Saaty, 1980). Bu teknik, parametrelerin ikili karşılaştırmasından elde edilen öncelik değerlerine dayanan bir ölçüm teorisidir ve en iyi alternatif kararın seçiminde hem nicel hem de nitel faktörler dikkate alınır (Romano ve ark., 2015). Çok kriterli yapının çözümlenmesinde ana özellikler ayrı olarak gruplandırılıp her grup kendi içinde alt kriterlere sahip olabilir. Bu süreç, hedefler, kriterler, alt kriterler ve diğer alternatiflerden oluşan çok seviyeli bir hiyerarşik yapıyı kullanır (Memarbashı ve ark., 2017; Babalola, 2018). Karar probleminin hiyerarşik bir yapı içerisinde ele alınması sayesinde değerlendirme homojenlik kazanmakta ve problem daha küçük parçalara ayrılarak çözüm kolaylaştırılmaktadır (Saaty ve Vargas 2001). AHS, arazi kullanım türleri için karar vermedeki tutarsızlıklar belirlenerek yapılan değerlendirmelerin geliştirilmesi ve doğru arazi uygunluk haritalarının üretilmesinde bir mekansal karar destek sistemi sağlayabilir.

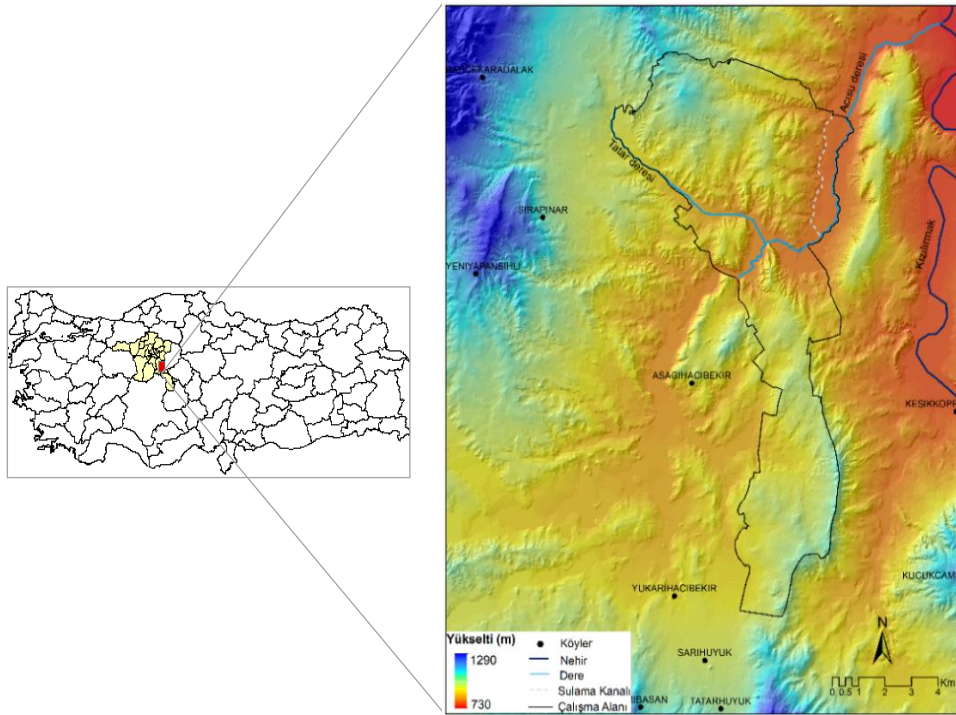
ÇKKA kapsamında, parametrelerin göreceli önemine göre mekânsal uygunluk değerlendirilir. Arazi uygunluk değerlendirmelerinde, ÇKKA ve CBS tekniklerinin birleştirilmesi ile karar destek metodolojisinin güçlendirilmesi ve mekânsal uygunluk haritalarının oluşturulması önemli ölçüde kolaylaşır (Malczewski, 2006). CBS ortamında farklı veri katmanlarının birleştirilmesinde Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (ADK) metodu yaygın olarak kullanılmaktadır (Ceballos-Silva ve Lopez-Blanco, 2003; Zolekar ve Bhagat, 2015; Herzberg ve ark., 2019; Tercan ve Dereli, 2020). ADK metodu ile farklı skala özelliklerine sahip kriterler standardize edilerek ortak bir skala ölçeğinde birleştirilir (Eastman, 1995; Malczewski, 1999). Böylece, arazi uygunluk indeksi elde edilerek arazi uygunluk sınıfları oluşturulur.

Bu çalışmada, ÇKKA ve CBS teknikleri kullanılarak toprak, topoğrafya, sulama ve iklim kriterlerinin değerlendirilmesi ile arazinin tarımsal uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Uygunluk değerlendirmesi çerçevesinde uygulanan metodolojinin aşamaları ve kriter etkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma, Ankara İli, Bala İlçe sınırlarında yer alan Bala Tarım İşletmesi arazilerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı, Ankara İline 92 km ve Bala İlçe merkezine 23 km mesafede yer alırken konum olarak $33^{\circ} 14' 45''$ - $33^{\circ} 21' 20''$ doğu boylamları ile $39^{\circ} 19' 39''$ - $39^{\circ} 30' 58''$ kuzey enlemleri arasındadır. Alanın deniz seviyesinden olan yükseltisi ortalama 855 m ve alansal büyüklüğü 8.285 ha'dır. İşletme arazileri, kuzeyde Büyük Boyalık Köyü ve Karakeçili İlçesi; batıda Sırıpınar, Aşağı ve Yukarı Hacıbekir Köyleri; doğu da Kesikköprü, Acısu Çayı ve Küçükcamili Köyü, güneyde Sarıhüyük ve Tatarhüyük Köyleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Yarı kurak iklimin hakim olduğu alanda yıllık ortalama sıcaklık 11.5°C ve yıllık yağış miktarı 380 mm'dir (MGM, 2021).



Şekil 1. Çalışma alanı

Alanın fizyografik yapısını alüvyal, dik kayalık yamaçlar, parçalanmış yamaçlar ve tepelik alanlar oluşturmaktadır. Çalışma alanı, düz- düze yakın eğimli taban araziler ile kısmen düze yakın ve yer yer çok dik eğimli olmakla birlikte genel olarak hafif ve orta eğime sahip dalgalı araziler olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Taban araziler, alanın kuzey-batı ucundan güneye doğru akan Tatar Çayı ile kuzey-doğu uç noktasından güneye doğru yönelen Acısu

Çaylarının aktivitesi ile oluşan düz-düze yakın eğimli arazileri kapsamaktadır. Dalgalı topografyaya sahip araziler, kuzeyden güneye doğru homojen bir şekilde yayılım göstermektedir. Alan içinde tepe ve sırtların bulunduğu kısımlarda erozyon nedeniyle aşınma meydana gelmiştir. Bu topoğrafik yapı içinde yer alan serileri; dik-çok dik eğimli alanlar, orta-hafif eğimli alanlar ve kayalık alanlar kapsamaktadır. Alanın jeolojik yapısı, kuzeyinde bulunduğu Tuz Gölü Havzasının jeolojisi ile ilişkili olarak oligo-miyosen, miyosen, poliyosen ve kuvarterner yaşlı formasyonlardan oluşmaktadır. Ana malzemeler çoğunlukla kalker, alüvyon, marn, alçıtaşı ve çakıldan oluşmaktadır (MTA, 1981).

Çalışma alanı toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 1996) göre 2 ana toprak ordosu (entisoller, aridisoller) ve 23 farklı toprak serisini içermektedir (Arcak, 1992). Eğimin azaldığı yerlerde topografik yapıya uygunluk göstererek derin profilli topraklar, alanın kuzeydoğu ve kuzeybatı kısımlarında %20'ye ulaşan eğimli alanlarda ise erozyon ile aşınmış olan genelde sığ topraklar bulunmaktadır. Sığ ve eğimli kısımlardaki araziler yer yer sel yarınmaları ile kesilmiş ve bu yarınmalar bazı alanlarda dar küçük vadecilikler oluşturmuştur. Konglomera teraslarından oluşan fizyografik ünite çalışma alanının kuzey, batı ve orta-doğusunda göze çarpmaktadır. Bu alanlar %2-30 eğimli ve sığ toprak derinliğine sahiptir. Kolüviyal araziler, yüksek rakımlı arazilerin eteklerinde, %2-12 arasında değişen eğimli alanlarda ve orta derin profilli topraklar da yer almaktadır. Alüviyal alanlar ise düz ve düze yakın eğimli taban arazileri kapsamaktadır.

Çalışma alanı tarım arazileri, mera, ağaçlık, meyve bahçesi, çıplak ve kayalık alanlar gibi farklı arazi kullanım ve arazi örtüsü birimlerini içermektedir. Alanının %69.5'ini tahıl, yem bitkileri ve yağ bitkilerinden oluşan kuru tarım alanları (5.760 ha), %5.1'ini sulu tarım (420 ha), %12.4'ünü çayır-mera (1.025 ha), %11.1'ini tarım dışı alanlar (918 ha) ve %2.0'sini ağaçlık ve bahçe arazisi (162 ha) oluşturmaktadır. Tarımsal üretimi yapılan ürünler buğday, arpa, yonca, ayçiçeği, mısır, korunga ve fig'dir. Hayvansal üretimde süt sığırcılığı, koyunculuk, kümes hayvancılığı ve arıcılık faaliyetleri yapılmaktadır.

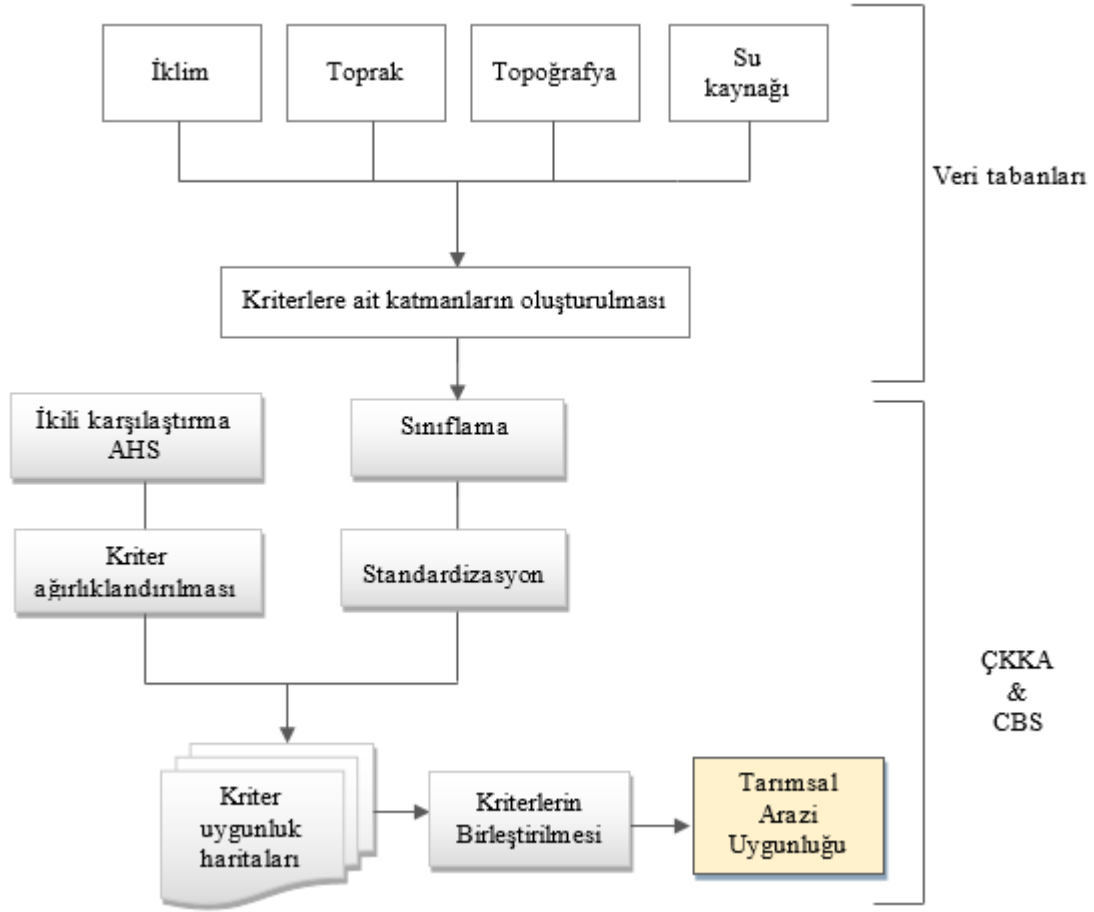
2.2. Veri Kaynakları

Çalışmada kullanılan ana veri kaynaklarını toprak, topoğrafya, iklim, uydu görüntüsü ve hava fotoğrafları oluşturmaktadır. Toprak veritabanı, 1:16.000 ölçekli detaylı toprak etüt haritasından elde edilen fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini içermektedir (Arcak, 1992). 1/5000 ölçekli topografik haritalardan üretilen sayısal yükseklik modelinden eğim ve baki katmanları elde edilmiştir. Toprak kimyasal özellikleri (pH, organik madde, tuzluluk, kireç, kation değişim kapasitesi, değişebilir sodyum yüzdesi, jips) ve iklim (yağış, sıcaklık)

verilerinin enterpolasyonunda Ters Ağırlıklı Mesafe (IDW) yöntemi kullanılmıştır. Bu teknik ile gerçek değeri belirlenen noktalardan değeri bilinmeyen noktalar tahmin edilerek alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Veri katmanları 10 m hücresel çözünürlüklü grid veri formatında üretilmiştir. Alanın parsel haritası, hava fotoğrafı ve Landsat uydu görüntüsünden elde edilmiştir. Bütün sayısal veriler CBS ortamında oluşturulmuştur.

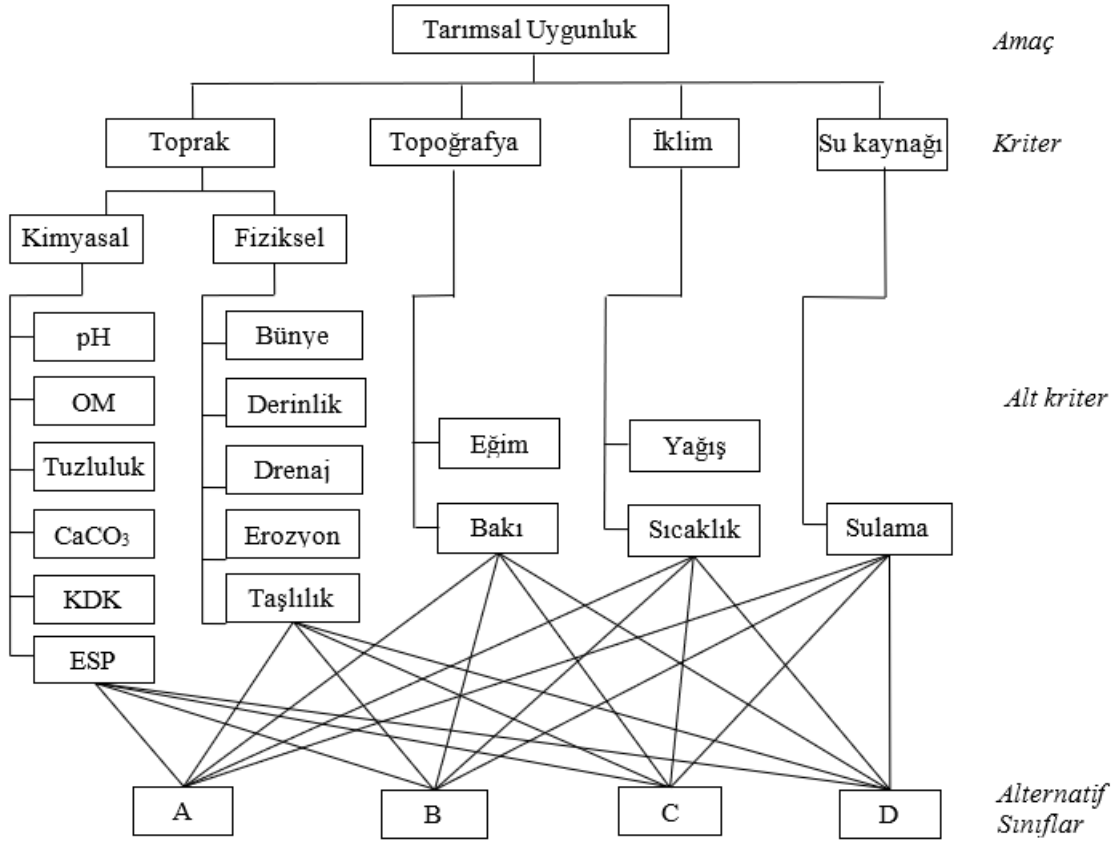
2.3. Çok Kriterli Karar Verme Analizi

Arazi uygunluk analizi, ürün gereksinimlerinin ve arazi özelliklerinin bir fonksiyonudur. Bu nedenle arazi özelliklerinin ürün gereksinimlerini ne derece karşılandığının belirlenmesi gerekir (FAO, 1976). Birden çok faktörün değerlendirmeye alındığı alansal yönetim çözümlerinde ÇKKA yöntemi birden fazla nitelik veya kritere göre çeşitli alternatifler arasından en iyi çözümün belirlenmesinde etkilidir. Arazinin belirli bir amaç için uygunluğunu değerlendirme süreci, araziye etkileyen faktörlerin kapsamlı bir analizini gerektirir. Ürünün gelişmesine doğrudan etkileyen ekolojik faktörler ile kısıtların belirlenerek alansal uygunluk için karar verme süreçleri uygulanır. Bu çalışmada uygulanan metodoloji ile ilgili takip edilen süreç Şekil 2’de verilmiştir.



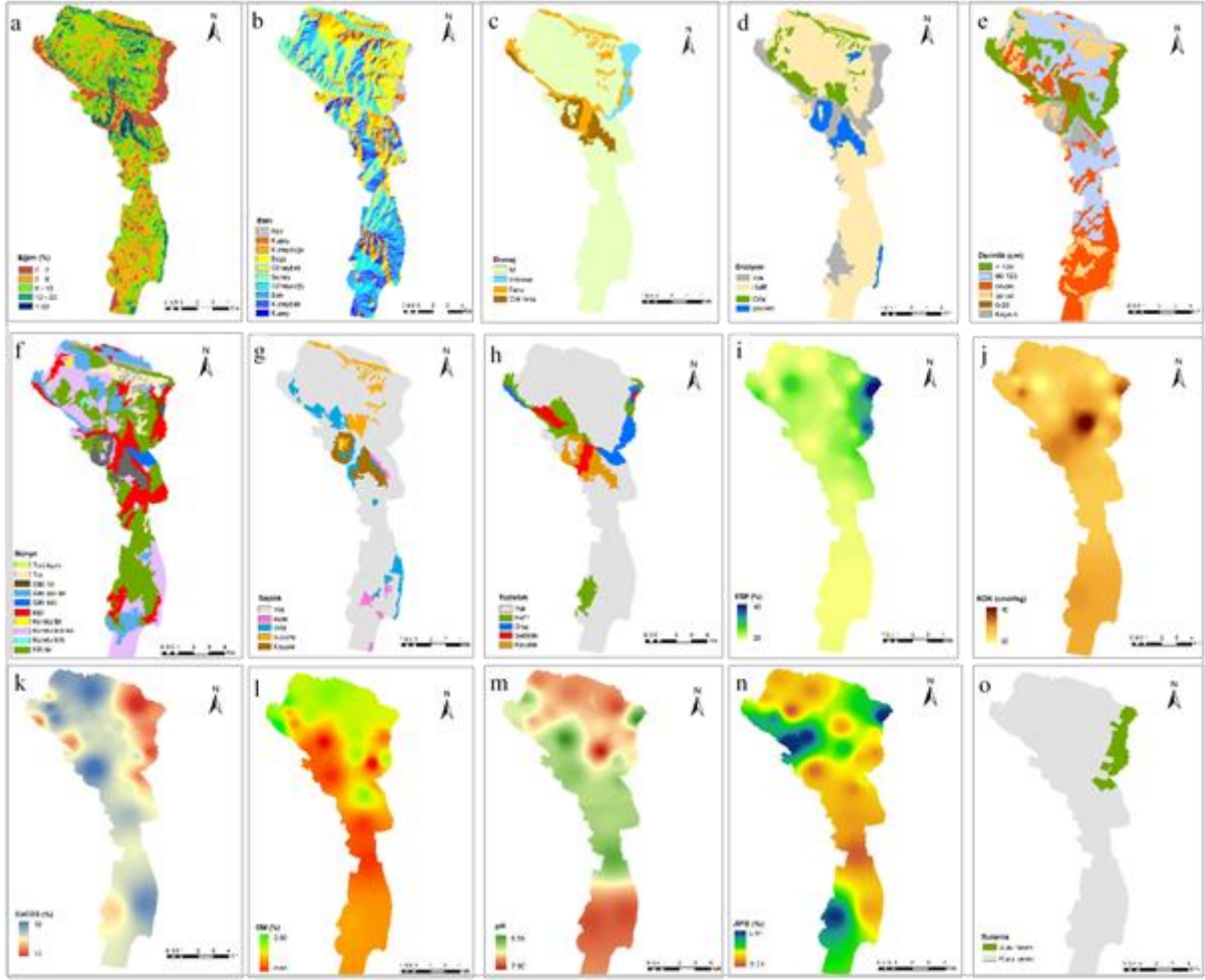
Şekil 2. Tarımsal arazi uygunluğu metodoloji akış şeması

Tarımsal alan kullanımı için ekolojik ihtiyaçların belirlenmesi ve arazi uygunluğunun bir ölçüsü olarak modele girdi oluşturulması için kriter, alt kriter ve kısıtların belirlenmesi gerekir. Bir karar verme sürecinde, model içinde seçilen kriterler ana kriterler altında gruplanarak alt kriterler olarak belirlenir. Değişkenlerin birleşik sınıflandırması ile amaca göre göreceli bir hiyerarşik yapının ve model aşamalarının oluşması sağlanmaktadır. Bu çalışmada, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan çok seviyeli bir hiyerarşik yapı kullanılmıştır (Şekil 3). Bu aşamalar; (I) hedeflenen alan kullanımının belirlenmesi, (II) alan kullanımı ile bağlantılı olarak ana kriterlerin seçilmesi, (III) ana kriterlere bağlı alt kriterlerin belirlenmesi, (IV) alternatif uygunluk sınıflarının oluşturulmasıdır. Belirlenen amaç fonksiyonuna bağlı olarak arazi özelliklerinin seçiminde uzman görüşleri büyük önem taşımaktadır.



Şekil 3. Arazi uygunluk değerlendirmesinin hiyerarşik yapısı (Saaty, 1994)

Tarımsal arazi uygunluğunun değerlendirilmesinde; toprak, topoğrafya, iklim ve su kaynakları olmak üzere dört ana ekolojik kriter belirlenmiştir. Amaç fonksiyonuna bağlı olarak ana kriterlerin gruplandırılarak çok sayıda kriter kullanımı sebebiyle modelin daha efektif kılınması amaçlanmıştır. Ana kriterlere bağlı olarak 18 adet alt kriter model girdisi olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda değerlendirmeye alınan kriterler; toprak derinliği, bünye, taşlılık, erozyon, drenaj, organik madde (OM), kireç (CaCO₃), toprak reaksiyonu (pH), tuzluluk, katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir sodyum yüzdesi (ESP), eğim, bakı, sıcaklık, yağış ve sulama'dır (Şekil 4). Kısıtlayıcı faktörler alanda değiştirilemeyen arazi özelliklerini; kayalık, aşınmış alanlar, sel yarıntıları, bataklık gibi kalıcı olumsuz sınırlamaları içerir.



Şekil 4. Kriter dağılım haritaları (a-eğim, b-bakı, c-drenaj, d-erozyon, e-derinlik, f-bünye, g-taşlılık, h-tuzluluk, i-ESP, j-KDK, k-CaCO₃, l-organik madde, m-pH, n-jips, o-sulama)

Kriter haritaları alan içinde dağılımları gösterirken alan kullanımına bağlı olarak her bir kriter kendi içinde çok uygun (A), orta uygun (B), az uygun (C) ve uygun değil (D) olarak alternatif uygunluk sınıflarına ayrılmıştır. Bu seviyeler, kriter haritalarını oluşturmak için bir temel olarak kullanılmıştır. Sınıflara ait sınır değerlerinin belirlenmesinde uzman görüşleri ve literatür bilgileri değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tarımsal arazi uygunluğu kriter sınıf değerleri (Sys, 1993; Dinç ve Şenol 2001)

Ana kriter	Alt kriter	Sınıflar			
		Çok uygun (A)	Orta uygun (B)	Az uygun (C)	Uygun değil (D)
Topoğrafya	Eğim (%)	<2	2-6	6-12	12>
	Bakı	F, G, GD, GB	D, B	KD, KB	K
Toprak	Derinlik (cm)	>90	90-50	50-25	<25
	Bünye	L, SiL, SiCL, SiCL, SCL	SC, C<%45, SiC	C>%45, SL, LS	S
	Taşlılık	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli
	Erozyon	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli
	Drenaj	İyi	Yetersiz	Fena	Çok fena
	OM (%)	>4	4-2	2-1	<1
	CaCO ₃ (%)	<10	10-20	20-40	>40
	Jips (%)	0-5	5-10	10-25	>25
	pH	6.1-7.8	7.9-8.4, 6.0-5.6	8.5-9.0, 5.5-4.5	>9.0, <4.5
	KDK (me/100g)	<10	10-20	20-30	>30
	ESP (%)	0-10	10-20	20-40	>40
	Tuzluluk	<0.15% EC,<4 dS.m ⁻¹	0.15-0.35% EC,4-8 dS.m ⁻¹	0.35-0.65% EC,8-16 dS.m ⁻¹	>0.65% EC,>16 dS.m ⁻¹
	Su kaynağı	Sulama	Sulu tarım	Kuru tam	Tarım dışı
	İklim	Sıcaklık (°C)	15-30	10-15, 30-40	5-10, 40-50
Yağış (mm)		>600	600-400	400-250	<250

L:tn, SiL:siltli tn, Si:silt, CL:killi tn, SiCL:siltli killi tn, SCL:kumlu killi tn, SC: kumlu killi, SiC:siltli killi, C:killi, SL:kumlu tn, LS:tnlı kum, S:kum, f:düz, g:güney, gd:güneydoğu, gb:güneybatı, d:doğu, b:batı, kd:kuzeydoğu, kb:kuzeybatı, k:kuzey

2.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Değerlendirme yapılan alan kullanımı için kriterlerin göreceli önemine ilişkin bir dizi ikili karşılaştırma yapılarak kriterlerin ağırlıklandırılması sağlanır. Her bir kriter için ağırlık değerlerinin belirlenmesi sürecinde, kriterlerin önemi dikkate alınır (Saaty, 1980). Kriterlerin belirlenmesi ve kriterlerin göreceli önemliliği literatür ve uzman görüşlerine göre değerlendirilmiştir. AHS tercih ölçeğine göre parametrelerin ağırlıklarını belirlemek için bir kriterin diğerine göre önemine dayalı ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. N faktörün ikili karşılaştırma matrisi A aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$A = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ k_{m1} & k_{m2} & \dots & k_{mn} \end{bmatrix}$$

A, k_{ij} elemanlı $n \times n$ matrisini temsil eder, i ve j seçilen faktörlerdir. Bu matris matematiksel olarak $c_{ij} = 1/c_{ji}$ olarak da ifade edilir. Bir faktörün diğerine göre göreceli önemine ilişkin bir yargıyı ifade eden sayısal değerler, her bir faktör için atanır (Çizelge 2).

Çizelge 2. AHS tekniği ikili karşılaştırma skalası

Önem derecesi	Tanım
1	Eşit önem
3	Bir faktörün diğerine göre orta derecede önemi
5	Kuvvetli önem
7	Çok kuvvetli önem
9	Aşırı önem
2,4,6,8	Ara değerler

Ölçek, “1” eşit önem derecesini gösterirken, “9” bir faktörün diğerine göre aşırı önemli olduğunu göstermektedir. Satır kriterinin sütun kriterinden daha az önemli olduğu durumlarda ters (karşıt) değerler (1/3, 1/5, 1/7 ve 1/9) kullanılır. Örneğin, toprak derinliği bitki kök gelişimi açısından önemli bir parametre olarak kendi içinde puanlanırken 90 cm'den derin topraklara sığ topraklara göre 9 puan verilmiştir. Kriter ağırlıkları, ikili karşılaştırma (A) matrisi oluşturduktan sonra matrisin normalleştirilmiş ana özvektörünü tanımlanarak ağırlıkları türetmek mümkündür.

$$B = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$x_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i=1}^n k_{ij}}$$

B matrisi'nde, x_{ij} , normalize edilmiş değer, k_{ij} , matrisin i satırı j sütunundaki değeri ve $\sum_{i=1}^n k_{ij}$ ise A matrisinden j sütununa göre k_{ij} 'nin toplamıdır. Ağırlıkların son vektörü, her bir olasılığın birincil amaca yönelik göreceli önemini gösterir. B matrisi'nden, kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi türetilir:

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Burada, w_i , i kriterinin ağırlığı, x_{ij} , B matrisi'nde j satırına göre x_{ij} 'nin toplamı ve n kriter sayısıdır. Kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşittir. Ağırlıklar, niteliklerin göreceli önemini temsil eder (Malczewski, 2000; Eastman, 2003).

2.5. Matris tutarlılığının doğrulanması

AHS aşamalarında, karar vericiler tarafından oluşturulan matrisin tutarsızlıklarının tanımlanması ve hesaplanması gerekir (Saaty, 1980). Tutarlılık ilişkisi (CR), aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$CR = CI/RI$$

Eşitlikte, CI tutarlılık indeksi ve RI rastgele indeksidir. Böylece, tutarlılık koşulları değerlendirilerek mantıksal tutarsızlığın ölçülmesi sağlanır. Tutarlılık indeksinin (CI) hesaplanmasında ise aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$$

Eşitlikte, λ_{max} tercih matrisinin en büyük özvektörü ve n kriter sayısıdır. Saaty (1977) tarafından tesadüfi indeksin (RI) hesaplanması için farklı n tane sıra içeren kare matrislerin ortalama tutarlılığını gösteren tesadüfi değerlere ilişkin bir çizelge oluşturmuştur (Çizelge 3). Bu değer, derecelendirmelerin rastgele atanma olasılığını gösterir ve her bir kriter için göreceli öneminin ağırlığı hesaplanır. Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterirken, CR değerinin 0.10' dan büyük olması ya AHS' deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir (Saaty, 1980).

Çizelge 3. Rastgele indeks (RI) değerleri (Saaty, 1980)

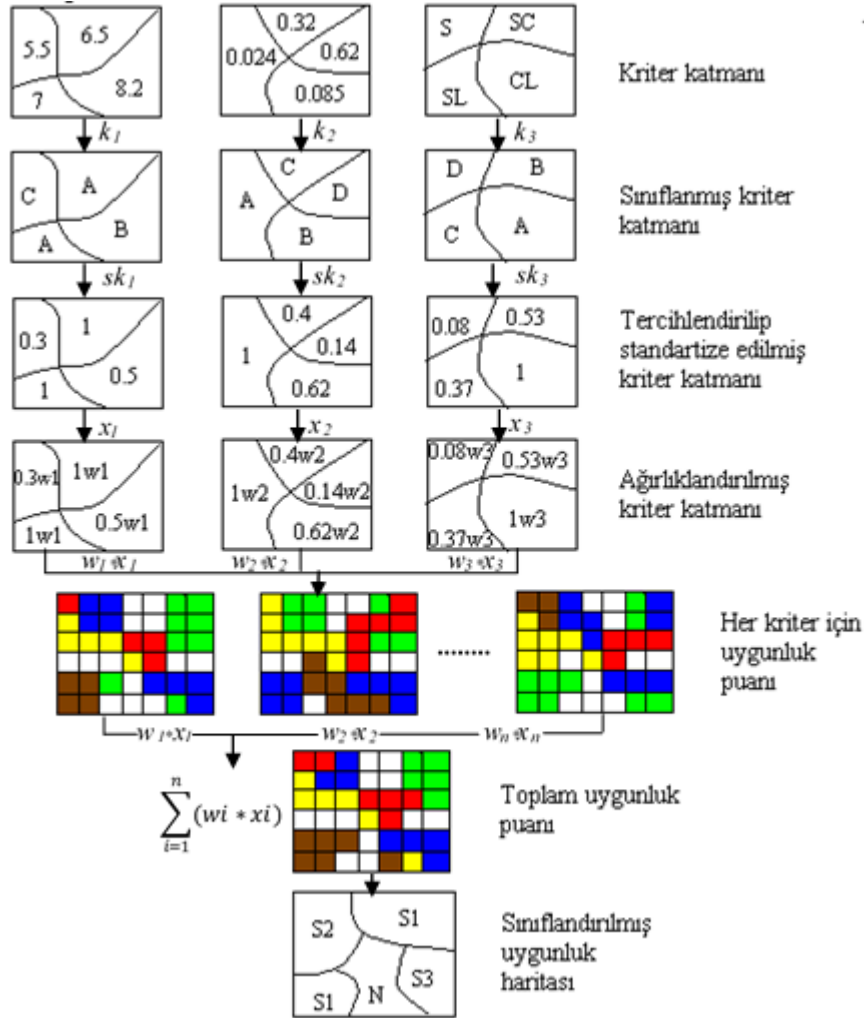
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

2.6. CBS ile arazi uygunluk haritasının oluşturulması

Tarımsal uygunluk analizi; amaca göre kriterlerin seçimi, sınıflandırma, standardizasyon, ağırlıklandırma ve kriterlerin birleştirilmesi aşamalarını içerir (Şekil 5). AHS ile birlikte kriter haritalarının birleştirilmesi ile elde edilen sonuç haritası bir indeks değeri ile tanımlanır. Uygunluk indeksinin oluşturulmasında farklı kriter haritaları kullanıldığından herbir alt kriter için ortak bir değer skalası oluşturulması gerekir. Bunun için kriter sınıfına (sk) 0 ile 1 arasında değer atanarak standardize (x) edilir (Malczewski, 2004). Bu işlem sonucunda, çok uygun olan sınıflar 1 değerini alırken tarım yapılmasının mümkün olmadığı sınıflar 0 değerini alır.

CBS teknikleri ile çok sayıda kriterin birleştirilmesinde Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (ADK) metodu kullanılmıştır. ADK, ağırlıklı ortalama kavramına dayanan mekansal çok nitelikli karar verme analizidir (Zhang ve ark., 2013; Chivasa ve ark., 2019). Her arazi birimi

veya raster hücrenin uygunluk puanı her kriter için elde edilen uygunluk puanının her bir özneliğe verilen önem ağırlığının doğrusal kombinasyonundan hesaplanmıştır.



Şekil 5. Arazi uygunluk değerlendirme aşamaları

Bu yöntemde, her kriter haritasının her hücresi için standartize değerinin ağırlıklandırılması ile elde edilen değerler toplanır. ADK ile arazi uygunluk sınıfları aşağıda verilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$S = \sum_{i=1}^n (w_i * x_i) * 100 * \prod_{j=1}^m c_j$$

Eşitlikte, S hücredeki sonuç rasterinin uygunluk değeri, w_i i-inci kriterin ağırlığı, x_i i-inci kriter haritasının standartlaştırılmış değeri, n kriter sayısı toplamı, m kısıt sayısı toplamı, c_j kısıt harita katmanıdır. Tarımsal uygunluk haritası, 0 ile 100 arasında indeks değerine ve 10 m mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Hüresel (raster) veri formatında elde edilen uygunluk haritası, FAO (1976) arazi uygunluk sınıflandırmasına göre çok uygun (100-85), orta uygun (85-60), az

uygun (65-40) ve uygun değil (40-0) olarak dört sınıfa ayrılmıştır. Ayrıca kayalık, aşınmış araziler, bataklık gibi tarımdışı sınırlayıcı arazi özellikleri uygunluk analizi dışında bırakılmış sınıflama aşamasında uygun olmayan sınıflar içerisine dahil edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması ve alansal verimliliğin artırılması için seçilen örnek alanda tarımsal arazi uygunluk değerlendirmesi yapılmıştır. Arazinin kullanım uygunluğunun belirlenmesinde CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi uygulanmıştır. Tarımsal arazi uygunluğu için belirlenen ekolojik kriter ve alt kriterlerin etki ağırlıkları AHS ile belirlenmiştir. Model yapısı içerisinde ana kriterlere bağlı 18 alt kriter belirlenmiştir. Bu kapsamda; fiziksel toprak özellikleri (toprak derinliği, bünye, yüzey taşlılığı, erozyon, drenaj), kimyasal toprak özellikleri (organik madde, kireç, pH, tuzluluk, KDK, ESP), topoğrafya (eğim, bakı), iklim (sıcaklık, yağış) ve sulama kriterleri değerlendirmeye alınmıştır.

Hiyerarşik yapıya bağlı olarak oluşturulan uygunluk modeli üç aşamalı kriter seviyesine sahiptir. Bu kapsamda; ana kriter (K1) ve ana kriter ağırlığı (w_1), toprak kriterine bağlı alt gruplar (AK2) ve ağırlıkları (w_2) ile ana kriter ve gruplara bağlı alt kriter (AK3) ve ağırlıkları (w_3) yer almıştır (Çizelge 4). Ana kriter ağırlıkları içinde 0.467 ağırlık değeriyle toprak en yüksek ağırlığa sahiptir. Toprak kriterini topoğrafya (0.277), su kaynakları (0.160) ve iklim (0.095) kriterleri takip etmişlerdir. Ana kriter matrisinin CR değeri 0.011 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Tarımsal arazi uygunluğu için kriter ağırlıkları

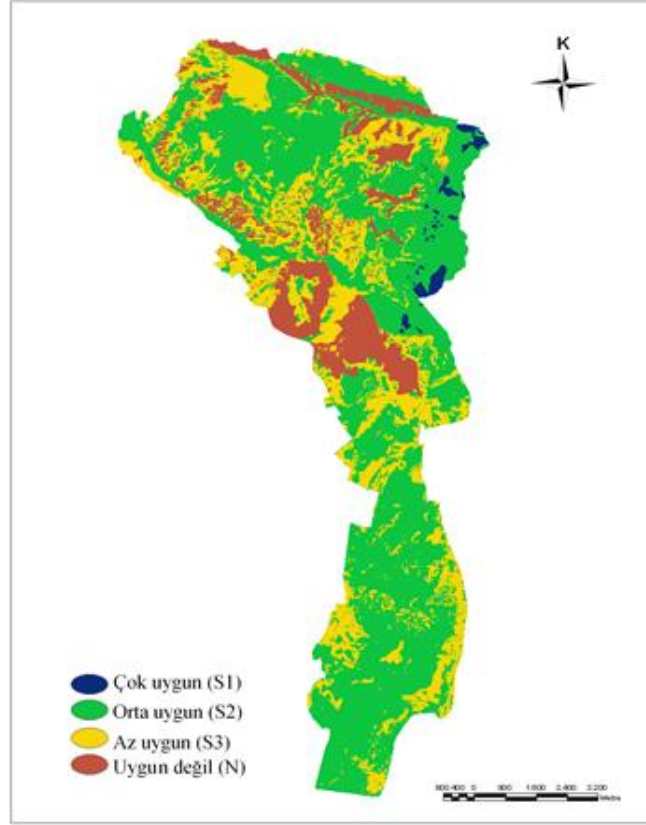
Ana Kriter (K1)	w_1	AK2	w_2	AK3	w_3
Toprak	0.467	Fiziksel	0.667	Bünye	0.423
				Derinlik	0.338
				Drenaj	0.119
				Erozyon	0.074
				Taşlılık	0.046
		Kimyasal	0.333	KDK	0.320
	Tuzluluk			0.234	
	pH			0.160	
	ESP			0.117	
	OM			0.078	
	CaCO ₃			0.055	
	Jips			0.037	
	Eğim			0.800	
Topoğrafya	0.277	Bakı	0.200		
		Sıcaklık	0.333		
İklim	0.095	Yağış	0.667		
		Sulama	1.000		
Su kaynağı	0.160				

Toprak kriterleri fiziksel ve kimyasal özellikler olarak iki alt grupta toplanmıştır. Toprak fiziksel parametreleri içerisinde yer alan Bünye, 0.423 ağırlık oranı ile en yüksek ağırlığa sahiptir. Bu kriteri, Derinlik (0.338), Denaj (0.119), Erozyon (0.074) ve Taşlılık (0.046) kriterleri takip etmişlerdir. Toprak kimyasal özellikleri içerisinde yer alan kriterler ağırlıklarına göre KDK (0.320), Tuzluluk (0.234), pH (0.160), ESP (0.117), OM (0.078), CaCO₃ (0.55) ve Jips (0.037) olarak yer almışlardır. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait matrislerin CR değerleri 0.027 ve 0.036 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ana kriter olan topoğrafik ana katmanı içerisinde eğim ve bakı kriterlerinin ağırlık değerleri sırasıyla 0.800 ve 0.200 olarak belirlenmiştir.

Uygunluk haritasına göre tarımsal kullanım açısından alanın %1.1'i (92 ha) çok uygun, %59.6 (4.935 ha) orta uygun, %24.6 (2.038 ha) az ve %14.7'si (1.220 ha) uygun değildir (Şekil 6). Uygun (S1) sınıftaki arazilerde, tarımsal kullanımın gerçekleştirilmesi için önemli bir engel yoktur ya da var olan küçük sınırlılıklar üretkenliği veya karlılığı azaltacak düzeyde değildir. Bu sınıftaki alanlar arazinin %1.1 ile en düşük kısmı oluşmaktadır. Bu araziler, vadi tabanında yer alan % 0-2 eğime sahip düz ve düze yakın alüviyal alanlardır. Bu alanlar çok derin toprak yapısına sahip olup, killi tın ve siltli tın tekstürdedir. Bu sınıfta sınırlayıcı toprak özelliklerinden erozyon ve taşlılık sorunu bulunmamaktadır. Ancak çalışma alanında tarımsal kullanıma uygunluk açısından S1 sınıfındaki alanların çok fazla oranda bulunmayışı dikkati çekmektedir. Bu durum, alanın AKK sınıflamasına göre I. sınıf arazilerin bulunmaması ile benzerlik göstermektedir (Arcak, 1992). Özellikle, alüviyal alanlarda ciddi drenaj ve tuzluluk sorununun olması bu sınıfa giren alanların miktarını düşürmüştür.

Orta derecede uygun (S2) sınıfındaki araziler arazi kullanım ve yönetimini engelleyen çeşitli sınırlılıkları içermektedir. Bu sınırlılıklar üretkenliği ve karlılığı belli oranda azaltıp girdileri arttırmamasına rağmen bu araziler tarımsal açıdan önem taşımaktadır. Bu sınıf çalışma alanında en yaygın alana (% 59,6) sahip sınıftır. Bu sınıfa giren topraklarda yoğun bir tarımsal faaliyet yapılmaktadır. Bu arazilerde eğim %0-6 arasında değişmektedir. İşletme arazilerinin tümü kireçli ve çok kireçlidir ve toprakların büyük bir kısmında kireç oranı %20'nin üzerinde bulunmaktadır. Bu durum bitki besin elementlerinin yararlığını etkilemektedir. Bitki yetiştiriciliğini orta derecede sınırlayan faktörler arasında ağır tekstür sebebiyle yavaş-orta geçirgenlik ve tuzluluk sayılabilir. Alanın ortasında bulunan alüvyon topraklar da genellikle sulu tarım yapılmaktadır. Bu topraklar da hafiften şiddetliye kadar değişen tuzluluk, alkalilik, drenaj ve toprak geçirgenliği sorunları mevcuttur. Tuzluluk alkalilik ve drenaj yetersizliği, tarım alanlarının üretkenliğini azaltan hatta aşırı düzeylerde tamamının verimsizleşmesine yol

açan önemli sınırlayıcı faktörlerdir. Bu özelliklere bağlı olarak drenaj sorunlu alanlarda hafiften şiddetli dereceye kadar değişen tuzlu alanlar oluşmuştur. Sulama da kullanılan suyun tuzlu olması taban arazilerdeki tuzluluk sorunu üzerinde olumsuz etki yaratmıştır.



Şekil 6. Tarımsal arazi uygunluk sınıf haritası

Tarımsal üretim için az uygun (S3) olan araziler ciddi sınırlılığa sahiptir. Bu kısıtlar üretkenliği ve karlılığı azaltırken, gerekli olan girdileri arttırmaktadır. Bu girdiler ise ancak belli sınırlar içinde karşılanabilirler. Ayrıca bu araziler sürekli sınırlayıcı faktörler içeren ve kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde alınması gereken önlemlerin arttığı ve uygulaması güç koruma önlemleri gerektiren arazilerdir. Çalışma alanı arazilerinin %24,6'sı S3 sınıfında olup sığ toprak profiline sahip ve eğimleri %6-20 arasında değişmektedir. Bu sınıfa giren alanlarda orta derecede erozyon ve taşlı alanlar mevcuttur.

Tarımsal açıdan uygun olmayan (N) alanlarda geri döndürülemeyecek çok ciddi sınırlılıklar bulunduğundan bu alanlar için çok büyük maliyetler söz konusudur. Alanın %14,7'sini kapsayan bu araziler %20'den fazla eğime sahip dik ve çok dik eğimli arazilerdir. Bu tip alanlarda şiddetli erozyon ile toprak sağlığı görülmektedir ve kültür bitkilerinin yetiştirilmesini engelleyecek düzeyde şiddetli ve düzeltilmesi zor sürekli sınırlayıcı faktörler

söz konusudur. Ayrıca, bu alanlarda toprak örtüsü bulunmayan kaya ve taşlarla kaplı araziler ile derin sel yarınlarının (galiler) temsil ettiği kültür dışı araziler ile eğimin fazla toprak derinliğinin sığ ve çok sığ olması nedeniyle yer yer yüzeye çıkmış ana materyal ve ana kayalar yer almaktadır. Bu alanların doğal bitki örtüsü içinde muhafaza edilerek koruyucu önlemler alınması gerekmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, tarımsal alanların planlanmasında sürdürülebilirlik ve uygunluk kavramları temel alınarak ekolojik özelliklerin en iyi şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. ÇKKA ile bu karmaşık yapının çözümlenmesi ve doğru kararların alınmasını sağlamaktadır. Arazi kullanım planlaması öncesinde; arazinin mevcut kaynaklarının değerlendirilmesi, arazi potansiyellerinin ortaya çıkarılması, arazi kullanım alternatiflerinin geliştirilmesi ve doğru plan kararlarının verilmesinde arazi değerlendirme çalışmaları önem taşımaktadır. Bu kapsamda; alanın fiziki, sosyal, ekonomik koşullarının bir arada değerlendirilmelidir. Alanın değerlendirilmesinde farklı arazi kullanımları için ekolojik ihtiyaçlarının farklılık göstermesinden dolayı arazi özellikleri ile uyumluluğunun karşılaştırılması ve en optimum alanın seçilmesi gerekir. Bu değerlendirme yerel şartları ön planda tutan bir biçimde yapılmalıdır.

İklim, toprak ve topoğrafya gibi ekolojik kriterler Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yaklaşımı ve AHS ile CBS ortamında birleştirilerek arazi uygunluğunun belirlenmesinde etkin olarak kullanılmıştır. Arazi uygunluğu için AHS ile farklı parametrelerin göreceli önemini tanımlanarak CBS teknikleri ile birlikte karar verme sürecine entegre edilmiştir. Kriter seçimi ve ikili karşılaştırma ile kriter ağırlıklandırmasında uzman görüşleri önem taşımaktadır.

Çalışma alanında, sınırlayıcı faktörler olarak orta ve şiddetli derecede tuzluluk ve alkalilik, yetersiz ve kötü drenaj, toprak derinliğinin yetersizliği, orta derecede eğimle birlikte şiddetli su ve rüzgâr erozyonu sayılabilir. Bu sınırlayıcı faktörlerin varlığı tarımsal faaliyetleri ve ürün seçimini kısıtlamaktadır. Ciddi sınırlılıklara sahip sorunlu arazilerde tarımsal verimlilikten daha önemli olan koruma-kullanma dengesinin iyi bir biçimde sağlanmasıdır. Erozyon riski taşıyan alanların ağaçlandırılması, tuzluluk ve drenaj problemlerinin çözümlenmesi için uygun bir drenaj sistemi oluşturularak taban suyu seviyesinin bitki kök derinliğinin altına düşürülmesi ve öncelikle tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilmesi gerekmektedir.

Arazi uygunluk haritaları mevcut ve gelecekteki planlama çalışmalarında altlık veri olarak çok faydalı kullanılabilir. Arazi kullanım kararlarının verilmesinde, verimliliğin

artırılmasının yanısıra arazinin koruma ve kullanma dengesinin gözetilerek alansal sürdürülebilirliğinin sağlanması öncelik taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YÖKSİS 170336 nolu Doktora Tezinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Akıncı, H., Ozalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97:71–82.
- Arcak, Ç. (1992). Bala tarım işletmesi topraklarının detaylı toprak etüt ve haritalaması. *Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü*, Sayı:18, Ankara.
- Babalola, M. A. (2018). Application of GIS-based multi-criteria decision technique in exploration of suitable site options for anaerobic digestion of food and biodegradable waste in Oita City, Japan. *Environments*, 5 (7): 77; doi:10.3390/environments5070077
- Ceballos-Silva, A., & Lopez-Blanco, J. (2003). Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. *Agric. Syst.* 77 (2): 117–136.
- Chivasa, W., Mutanga, O., & Biradar, C. (2019). Mapping land suitability for maize (*Zea mays* L.) production using GIS and AHP technique in Zimbabwe. *South African Journal of Geomatics*, 8(2):265-281.
- Dedeoğlu, M., & Dengiz, O. (2019). Generating of land suitability index for wheat with hybrid system approach using AHP and GIS. *Computers and Electronics in Agriculture* 167(105062):1-15.
- Dinç, U., & Şenol, S. (2001). Toprak etüt ve haritalama. Çukurova üniversitesi zırrat fakültesi genel yayın no: 161, ders kitapları yayın no: A-50, ÇÜ Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi; 3.baskı, Adana, Türkiye.
- Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, A.K., & Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria/multiobjective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61 (5): 539–547.
- Eastman, J. R. (2003). IDIRISI Kilimanjaro guide to GIS and image processing. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA, pp: 305.
- FAO. (1976). A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* 32. FAO, Rome.
- FAO. (1985). Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. *FAO soils bulletin*:55, Rome.
- FAO. (1993). Guidelines for land-use planning. *FAO development series I*. FAO, Rome.
- George, H. (2005). An overview of land evaluation and land use planning at FAO. FAO (ed.). Rome, Italy: FAO.
- Herzberg, R., Pham, T. G., Kappas, M., Wyss, D., & Tran, C. T. M. (2019). Multi-criteria decision analysis for the land evaluation of potential agricultural land use types in a hilly area of central Vietnam. *Land*, 8(6): 90; <https://doi.org/10.3390/land8060090>.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision Analysis*. John Wiley & Sons Inc., New York.

- Malczewski, J. (2000). On the use of weighted linear combination method in gis: common and best practice approaches, *Transactions in GIS*, 4(1): 5-22. <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00035>.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning*, 62(1): 3-65.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7): 703-726.
- Memarbashi, E., Azadi, H., Barati, A. A., Mohajeri, F., Van Passel, S., & Witlox, F. (2017). Land-Use Suitability in Northeast Iran: Application of AHP-GIS Hybrid Model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6, (12): 396. doi:10.3390/ijgi6120396
- MGM. (2021). Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim veritabanı, Erişim tarihi: 22.06.2021. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>
- MTA. (1981). Paşadağ dolaylarının jeolojisi ve petrol olanakları Maden Teknik ve Arama Enstitüsü Genel Direktörlüğü. MTA Derleme, No:7641.
- Nguyen, T. T., Verdoodt A, Van Y T, Delbecque N, Tran TC, & Van Ranst E. (2015). Design of a GIS and multi-criteria based land evaluation procedure for sustainable land-use planning at the regional level. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200:1-11.
- Nurda, N., Noguchi, R., & Ahamed, T. (2020). Change Detection and Land Suitability Analysis for Extension of Potential Forest Areas in Indonesia Using Satellite Remote Sensing and GIS. *Forests*, 11(4): 398; doi:10.3390/f11040398.
- Romano, G., Dal Sasso, P., Trisorio Liuzzi, G., & Gentile, F. (2015). Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of Southern Italy. *Land Use Policy*, 48: 131–143.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling method for priorities in hierarchical structure. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3): 234-281.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Mc Graw Hill Inc., New York, ISBN: 0070543712, pp: 287.
- Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Inform Journal on Applied Analytics*, 24(6): 19-43.
- Saaty, T. L. & Vargas, L.G. (2001) *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Sarkar, A., Ghosh, A., & Banik, P. (2014). Multi-criteria land evaluation for suitability analysis of wheat: a case study of a watershed in eastern plateau region, India. *Geo-spatial Information Science*, 17(2): 119-128.
- Soil Survey Staff. (1996). *Keys to Soil Taxonomy*. USDA Natural Resources Conservation Services. Seventh Edition. U.S. Government Printing Office, Washington D. C.
- Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J. & Beernaert, F. (1993). *Land evaluation, Part 3: Crop requirements*. Agricultural Publications 7. General Admin. Develop. Coop., Brussels.
- Tercan, E., & Dereli, M. A. (2020). Development of a land suitability model for citrus cultivation using GIS and multi-criteria assessment techniques in Antalya province of Turkey. *Ecological Indicators* 117, 106549.
- Zhang, X., Fang, C., Wang, Z., & Ma, H. (2013). Urban construction land suitability evaluation based on improved multi-criteria evaluation based on GIS (MCE-GIS): Case of New Hefei City, China. *Chinese Geographical Science*, 23(6): 740-753.
- Zolekar, R. B., & Bhagat, V. S. (2015). Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118: 300–321.

Doğu Akdeniz Bölgesinde Mısır ve Pamuk Üretiminde İnsan ve Makina İş Gücü Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Mehmet Emin BİLGİLİ¹, Hamza KUZU*², Ali AYBEK³

¹Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye
^{2,3}KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4191-0540>

²<https://orcid.org/0000-0001-8585-4467>

³<https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>

*Sorumlu yazar: kuzuhamza@hotmail.com

Geliş Tarihi: 17.11.2022, **Kabul Tarihi:** 01.12.2022

To Cite: Bilgili, M. E., Kuzu, H., Aybek, A. (2022). Doğu Akdeniz Bölgesinde Mısır ve Pamuk Üretiminde İnsan ve Makina İş Gücü Gereksinimlerinin Belirlenmesi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1): 77-84

Özet

Günümüzde, tarımsal üretimde arz ve talep güvenliği ile nihai tüketiciye uygun satın alma ortamı sağlamak adına, üretim girdi maliyetlerinin birçok yönüyle azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi için mısır ve pamuk üretiminde birim alandaki insan ve makina iş gücü gereksinimleri belirlenmiştir. Mısır üretiminde insan ve makina iş gücü gereksinimleri; toprak işleme ve ekim için İİG (insan iş gücü gereksinimi) 12.2 h/ha, MİG (makina iş gücü gereksinimi) 10.9 h/ha, bakım işleri için İİG 74.2 h/ha, MİG 4.3 h/ha, hasat ve harman işleri için İİG 3.9 h/ha, MİG 2.9 h/ha olarak belirlenmiştir. Pamuk üretim sürecinde ise İİG ve MİG değerleri sırasıyla 12.3 h/ha, 11.2 h/ha 292.4 h/ha, 9.1 h/ha ve 366.7 h/ha, 3.7 h/ha olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Akdeniz Bölgesi, insan iş gücü, makina iş gücü, mısır, pamuk

Determination of Human and Machine Labor Requirements in Corn and Cotton Production in the Eastern Mediterranean Region

Abstract

Nowadays, studies are carried out to reduce many aspects of production input costs in order to provide security of supply and demand in agricultural production and a suitable purchasing environment for the final consumer. In this study, the values of human and machine labor in the unit area of corn and cotton production were determined for the Eastern Mediterranean Region. Human and machine labor values used in corn production; for tillage and planting as İİG (human labor requirement) 12.2 h/ha, MİG (machine labor requirement) 10.9 h/ha, for maintenance works as İİG 74.2 h/ha, MİG 4.3 h/ha, for harvesting and threshing works as İİG 3.9 h/ha, MİG 2.9 h/ha, in the cotton production process, the processes and the values of İİG and MİG were determined as 12.3 h/ha, 11.2 h/ha 292.4 h/ha, 9.1 h/ha and 366.7 h/ha, 3.7 h/ha, respectively.

Keywords: Eastern Mediterranean region, human labor, machine labor, corn, cotton

1. Giriş

Artmaya devam eden dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyara ulaşacağı ve bu nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için tarımsal üretimin %50 arttırılması gerektiği bildirilmiştir (FAO, 2022). Toplumlar; beslenme, barınma ve giyim gibi gereksinimlerini giderebilmek amacıyla uzun yıllardır doğanın ana kaynaklarını kullanarak kültüre aldığı bitkilerin tarımsal üretimlerini gerçekleştirmektedirler (Uğurluay, 2019). Tarımsal üretim, temel ihtiyaçları karşılamanın yanında diğer sektörlere hammadde sağlama, istihdam olanakları oluşturma ve dışa bağımlılığı önleme gibi ekonomi yönünden de faydalar sağlamakta (Sabancı ve ark., 2010), tarım işletmeleri açısından ise işletme şartları ve imkânlarına göre iklim, toprak, su, bitki ve insan iş gücü gibi kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlayarak işletmelerin üretim miktarını ve verimliliğini arttırmaktadır (Gündoğmuş, 1998). Verimliliğin ölçüsü, bir işçi veya herhangi bir tarım makinası açısından ele alındığında, belirli bir zamanda elde edilen mal ve hizmetlerin miktarıdır ve bu ölçü genellikle ha/adam-saat, ha/makina-saat veya saat/ha olarak ifade edilmektedir. Burada esas olan zamandır ve zamanın en iyi şekilde kullanımı verimliliği doğrudan arttırıcı özelliştir (Sındır, 1999).

İşletmelerin tarımsal üretim faaliyetlerinde, toplam üretim giderleri içerisinde insan ve makina iş gücü giderleri önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle insan ve makina iş gücü kullanımına ait değerlerin bilinmesi, tarımsal üretimde girdi kullanımının kontrol altına

alınması ve işletmelerin daha iyi planlama çalışmaları yapması açısından önemli olmaktadır (Çanakcı ve Akıncı, 2009). İyi bir planlama stratejisi ise işletmenin, bünyesindeki üretim faktörlerini en iyi şekilde kullanarak ürün verimini ve işletme gelirini koruyabilmesini sağladığından, yetiştirilen ürünler için ayrı ayrı girdi miktarını ortaya koymak gerekir (Gündoğmuş, 1998). Tarım işletmelerinde başarılı bir üretimin en önemli koşullarından birisi, üretim işlemlerinin zamanında yapılmasıdır. Kısa ve uzun dönem işletme planlaması sayesinde verilecek doğru kararlar önemli ölçüde işlemlerin zamanında yapılabilmesi için çalışmaya elverişli olacağı tahmin edilen zamana bağlıdır. Zamanında yapılmayan işlemler doğrudan veya dolaylı olarak verimde bir azalış veya insan ve makina iş gücü ihtiyacında bir artış meydana getirecek ve bu da sistem (güç kaynağı, alet/makina, insan, zaman) maliyetlerinin artmasına neden olacaktır (Sındır, 1999). Türkiye’de ve diğer ülkelerde konuya ilişkin olarak bölgesel veya ürün deseni baz alınarak önceki yıllarda bazı çalışmalar yapılmıştır (Çolak ve Erdoğan, 1991; Yılmaz, 1996; Özkan ve Kuzgun, 1997; Gündoğmuş, 1998; Yılmaz ve ark., 2005; Esengün ve ark., 2007; Çanakcı ve Akıncı, 2009; Khambalkar ve ark., 2010; Hamedani ve ark., 2011; Kordkheili ve ark., 2013; Rao ve Qaim, 2013; Singh ve ark., 2019). Bu çalışmaların kapsamının genişletilmesi, alandaki verilerin güncellenmesi, zaman içerisindeki değişimlerin takip edilebilmesi ve geleceğe yönelik gerçekçi planlamaların yapılabilmesi için önemlidir.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi’nde (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye) bulunan tarım işletmelerine uygulanan anket yoluyla mısır ve pamuk üretiminde birim alandaki insan ve makina iş gücü gereksinimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yer alan Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerinde yürütülmüştür. İnsan ve makina işgücü (h/ha) gereksinimleri; tüm bölgeyi temsil edecek şekilde toplam 165 tarım işletmesinde yüz yüze anket yapılarak elde edilmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yıllara göre ortalama mısır ve pamuk üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri sırası ile Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerler, ele alınan 5 ilin ortalamaları belirlenerek verilmiştir.

Bölgede son beş yılda mısır için; üretim alanları yaklaşık 28 000-36 000 ha arasında, üretim miktarları yaklaşık 280 000-380 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise yaklaşık 10-11 ton/ha arasında değiştiği Çizelge 1’de verilmiştir. Pamuk için ise; üretim alanları yaklaşık

12 600-20 000 ha arasında, üretim miktarları yaklaşık 66 000-110 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise yaklaşık 5-5.5 ton/ha arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ortalama mısır üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri (TÜİK, 2022)

Yıllar	Ekilen alan (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton/ha)
2017	36 008	378 910	10.52
2018	29 523	318 577	10.79
2019	27 888	278 077	9.97
2020	29 484	318 078	10.79
2021	30 929	331 431	10.72
Ortalama*	30 766	325 015	10.56

*Bölgedeki 5 ilin 5 yıllık verilerinin ortalamasıdır.

Çizelge 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ortalama pamuk üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri (TÜİK, 2022)

Yıllar	Ekilen alan (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton/ha)
2017	18 861	97 603	5.17
2018	19 793	109 660	5.54
2019	19 057	95 642	5.02
2020	12 632	66 356	5.25
2021	13 564	71 655	5.28
Ortalama*	16 782	88 183	5.25

*Bölgedeki 5 ilin 5 yıllık verilerinin ortalamasıdır.

Mısır ve pamuk bitkilerinin her birisi için tarımsal üretimde yapılan işlemler bazında, kullanılan alet/girdi, işlem zamanı ve sayısı dikkate alınarak iş gücü gereksinimleri (h/ha) insan iş gücü (İİG) ve makina iş gücü (MİG) gereksinimi olarak belirlenmiştir. İnsan iş gücü değerlendirilmesinde erkek iş gücü birimi kullanılmıştır (Bilgili, 2008).

3. Bulgular ve Tartışma

Mısır üretiminde yapılan işlemler ve belirlenen iş gücü gereksinimleri Çizelge 3'te, pamuk üretiminde yapılan işlemler ve belirlenen iş gücü gereksinimleri ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Mısır bitkisi için iş gücü gereksinimi; toprak işleme ve ekimde İİG 12.2 h/ha, MİG 10.9 h/ha, bakım işlemlerinde; İİG 74.2 h/ha, MİG 4.3 h/ha, hasat işlemlerinde İİG 3.9 h/ha, MİG

2.9 h/ha ve toplamda ise İİG 90.3 h/ha, MİG 18.1 h/ha olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Pamuk bitkisi için iş gücü gereksinimi; toprak işleme ve ekimde İİG 12.3 h/ha, MİG 11.2 h/ha, bakım işlemlerinde; İİG 292.4 h/ha, MİG 9.1 h/ha, hasat işlemlerinde İİG 366.7 h/ha, MİG 3.7 h/ha ve toplamda ise İİG 671.4 h/ha, MİG 24.0 h/ha olarak saptanmıştır (Çizelge 4).

Mısır üretiminde; Dilay (2021) İç Anadolu Bölgesi için İİG 120 h/ha, MİG 24.31 h/ha değerlerini bildirmiştir. İş gücü değerlerinin bu çalışmada belirlenen değerlerden yüksek olmasının nedeni toprak özellikleri ve uygulanan işlem sayısından kaynaklanabilir.

Pamuk üretiminde; Yılmaz ve Gül (2016) Antalya ili için İİG 539.5 h/ha ve MİG 30.6 h/ha, Güneş (1993), Çukurova Bölgesi için İİG 639.9 h/ha ve MİG 29.6 h/ha değerlerini bildirmişlerdir. Akdeniz Bölgesinde yürütülen bu çalışmalarda elde edilen değerler, bu çalışmadaki değerlere yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Mısır üretiminde yapılan işlemler ve iş gücü gereksinimleri

Yapılan işlemler	Kullanılan alet/girdi	İşlem zamanı ve (sayısı)	İş gücü gereksinimi (h/ha)	
			İİG	MİG
Toprak işleme/ekim				
Derin Sürüm	Pulluk	Mart (1)	2.8	2.8
İkileme	Gobledisk	Şubat-Mart (3)	4.6	4.6
Tapan Çekme	Tapan	Mayıs (4)	2.2	2.2
Ekim+Gübreleme	Mibzer	Nisan-Mayıs (1)	1.3	1.3
Ekim	Yardımcı	Nisan-Mayıs (1)	1.3	0.0
Toplam			12.2	10.9
Bakım işleri				
Gübreleme	Gübre Dağıtıcı	Mayıs-Temmuz (1)	0.5	0.5
Gübreleme	Yardımcı	Mayıs-Temmuz (1)	0.5	-
Çapalama	Çapa makinası	Haziran (2)	3.1	3.1
Çapalama	El çapası	Haziran (1)	49.4	-
İlaçlama	Pülverizatör	Ağustos (1)	0.7	0.7
Sulama	Karık sulama	Mayıs-Ağustos (5)	20.0	-
Toplam			74.2	4.3
Hasat ve harman				
Hasat	Bıçerdöver	Eylül-Ekim (1)	1.0	1.0
Hasat	Yardımcı	Eylül-Ekim (1)	1.0	-
Nakliye	Kamyon	Eylül-Ekim (1)	1.9	1.9
Toplam			3.9	2.9
Genel Toplam			90.3	18.1

Çizelge 4. Pamuk üretiminde yapılan işlemler ve iş gücü gereksinimleri

Yapılan işlemler	Kullanılan alet/girdi	İşlem zamanı ve (sayısı)	İş gücü gereksinimi (h/ha)	
			İİG	MİG
Toprak işleme/ekim				
Derin sürüm	Pulluk	Kasım-Aralık (1)	2.7	2.7
İkileme	Gobledisk	Aralık-Şubat (3)	4.3	4.3
Tapan çekme	Tapan	Mart-Nisan (5)	3.1	3.1
Ekim+Gübreleme	Mibzer	Ekim-Nisan (1)	1.1	1.1
Ekim	Yardımcı	Nisan (1)	1.1	-
Toplam			12.3	11.2
Bakım işleri				
Gübreleme	Santrifüjlü gübre dağıtma mak.	Mart-Haziran (2)	1.3	1.3
Gübreleme	Yardımcı	Mart-Haziran (2)	1.3	-
Seyreltme	El ile	Nisan-Mayıs (1)	39.6	-
Çapalama	Çapa makinası	Mayıs-Haziran (5)	4.7	4.7
Çapalama	Kazma	Mayıs-Temmuz (3)	171.5	-
Ot temizliği	El ile	Ağustos-Eylül (1)	24.5	-
Sulama	Karik sulama	Haziran-Ağustos (4)	43.3	-
İlaçlama	Pülverizatör	Mayıs-Ağustos (5)	3.1	3.1
İlaçlama	Yardımcı	Mayıs-Ağustos (5)	3.1	-
Toplam			292.4	9.1
Hasat ve harman				
Hasat	El ile	Eylül-Ekim (2)	363.0	-
Nakliye	Kamyon	Eylül-Ekim (2)	2.6	2.6
Sap kesme	Parçalama makinası	Kasım (1)	1.1	1.1
Toplam			366.7	3.7
Genel Toplam			671.4	24.0

4. Sonuç

Çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi koşullarında mısır yetiştiriciliği için toplam iş gücü gereksinimi; İİG 90.3 h/ha, MİG 18.1 h/ha olarak, pamuk yetiştiriciliği için ise İİG 671.4 h/ha, MİG 24.0 h/ha olarak belirlenmiştir. Tarım işletmelerinin, geleceğine yönelik yapacağı ekonomik analizlerde önemli bir üretim faktörü olan iş gücü miktarını bilme ve etkin kullanma konusunu dikkate alması gerekmektedir. Bu gibi çalışmalar, tarım işletmelerinin gelecek üretim planlamasını yaparken onlara önemli bir rehber olabilecek veri tabanı sağlayacaktır. Hem veriye ulaşırken zaman ve emek olarak kolaylık oluşturacak hem de bu veriler sayesinde daha

iyi bir planlama ile etkin bir iş gücü kullanımı sağlayacaktır. Bu da girdi maliyetlerini daha kontrol edebilir hale getirecek ve işletme gelirini yükseltmeye yardımcı olabilecektir.

Kaynaklar

- Bilgili, M.E. (2008). Çukurova Bölgesinde 2008 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Çanakçı, M. & Akıncı, İ. (2009). Antalya İli Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Uygulanan Tarımsal İşlemler ve İnsan İşgücü Kullanımı. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 5 (2): 193-202.
- Çolak, A. & Erdoğan, D. (1991). Tarla Bitkileri Tarımında İnsan İşgücü Gereksiniminin, Mekanizasyon Açısından Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1207, Ankara.
- Dilay, Y. (2021). Mısır Tarımında Enerji Bilançosunun Belirlenmesi (*Zea Mays L.*). Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (27): 583-587.
- Esengün, K., Gündüz, O. & Erdal, G. (2007). Input-Output Energy Analysis in Dry Apricot Production of Turkey. Energy Conversion and Management, 48: 592-598.
- FAO (2022). FAO's Plant Production and Protection Division. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2447en>
- Gündoğmuş, E. (1998). Ankara İli Akyurt İlçesi Tarım İşletmelerinde Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum L.*) Üretiminin Fonksiyonel Analizi ve Üretim Maliyetinin Hesaplanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 251- 260.
- Güneş, E. (1993). Çukurova'da Pamuk Üretimi, Üretim Maliyeti, Fiyat Oluşumu ve Pazarlaması Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hamedani, S. R., Shabani, Z. & Rafiee, S. (2011). Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. Energy, 36 (5): 2367-2371.
- Khambalkar, V., Pohare, J., Katkhede, S., Bunde, D. & Dahatonde, S. (2010). Energy and economic evaluation of farm operations in crop production. Journal of Agricultural Science, 2 (4):191-200.
- Kordkheili, P.Q., Kazemi, N., Hemmati, A. & Taki, M. (2013). Energy input-output and economic analysis for soybean production in Mazandaran province of Iran. Elixir Agriculture, 56: 13246-13251.
- Özkan, B. & Kuzgun, M. (1997). Ana ve İkinci Ürün Susam Üretim Maliyeti ve Geliri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1): 25-40.
- Rao, E.J. & Qaim, M. (2013). Supermarkets and agricultural labor demand in Kenya: A gendered perspective. Food Policy, 38: 165-176.
- Sabancı, A., Başçetinçelik, A., Özgüven, F., Öztürk, H.H. & Say, S.M. (2010). Tarım Makinaları 1 (Editör: S.M. SAY). Nobel Yayınevi, Adana, 193s.
- Sındır, K. (1999). Tarımda Makine Seçimi ve Ortak Kullanım Modelleri. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Daire Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No:10.
- Singh, P., Singh, G. & Sodhi, G.P.S. (2019). Energy auditing and optimization approach for improving energy efficiency of rice cultivation in south-western Punjab, India. Energy, 174: 269-279.
- TÜİK (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr> (Erişim tarihi: 08.11.2022)

- Uğurluay, S. (2019). Kırıkhan'da Turuncu Havuç Hasadı, İşgücü Gereksinimi ve Hasat Maliyeti. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 235-242.
- Yılmaz, İ. (1996). Antalya İlinde Serada Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliğinde Girdi Kullanımı ve Üretim Maliyetleri, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (4): 155-164.
- Yılmaz, İ., Akçaöz, H. & Özkan, B. (2005). An Analysis of Energy Use and Input Costs for Cotton Production In Turkey, *Renewable Energy*, 30: 145-155.
- Yılmaz, Ş.G. & Gül, M. (2016). İşletmelerde Pamuk Üretim Tekniği ve Girdi Kullanım Durumu: Antalya İli Örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (5): 384-394.

Isolation of Fungus From The Cadaver Storage Pool

Sibel KIZIL^{1*}, Aziz Utku ÖNEL², Efsun Melike ÇEÇEN³

^{1,2,3}University of Kırıkkale, Faculty of Veterinary, Department of Microbiology, Kırıkkale, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0003-0697-3092>

²<https://orcid.org/0000-0003-4596-7461>

³<https://orcid.org/0000-0002-3237-9073>

Corresponding author*: sibelozkok@hotmail.com

Geliş Tarihi: 19.11.2022, **Kabul Tarihi:** 19.12.2022

To Cite: Kızıl, S., Önel A. U., Çeçen, E. M. (2022). Fungus isolation and identification from the cadaver storage pool. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 5(1):85-91.

Abstract

Fungi made from samples taken from the ambient air of the cadaver storage pool and anatomy laboratory containing formaldehyde, *Purpureocellium lilacinum*, *Penicillium verrucosum*, *Aspergillus flavus*, *Trichophyton verrucosum*, *Trichophyton tonsurans*, and *Fusarium spp.* isolated and identified. In these cases, those grown formaldehyde fungi, which are used for the fixation of cadavers and the preservation of their structures, show that they should be constantly controlled in the cadaver pools. In addition, it is emphasized that the detected fungal agents may pose a risk in terms of health due to their zoonotic character.

Keywords: Animal, cadaver, formaldehyde, storage, zoonotic fungi.

Kadavra Saklama Havuzundan İzole Mantar Türleri

Özet

Formaldehit içeren kadavra tanklarından ve anatomi laboratuvarının ortam havasından alınan örneklerden yapılan mantar analizleri sonucunda *Purpureocellium lilacinum*, *Penicillium verrucosum*, *Aspergillus flavus*, *Trichophyton verrucosum*, *Trichophyton tonsurans* ve *Fusarium spp.* izole ve identifiye edilmiştir. Bu olgu ile birlikte anatomi eğitiminde kullanılan kadvraların fizyasyonu ve yapılarının korunması için kullanılan formaldehitin, fungisidal etkinliğinin, havuzlarda sürekli kontrol edilmesi gerekliliğini göstermektedir. Ayrıca

tespit edilen mantar etkenlerinin zoonotik karakterde olması yönüyle sağlık açısından risk teşkil edebileceği de vurgulanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Formaldehit, hayvan, kadavra, saklama, zoonotik mantar.

1. Introduction

Formaldehyde is a simple aldehyde with the molecular formula CH_2O , discovered by British chemist August Wilhelm Von Hofmann in 1867. It is a colorless gas at room temperature, a chemical with flammable properties with an irritating odor (Elshaer and Mahmoud, 2017). Formaldehyde is a highly reactive component that is widely used in medicine, agriculture, and industrial processes as a disinfectant for killing bacteria and fungi, and is used in the fixation of cadavers in the field of anatomy, preservation of the cadaver's structure intact and fixation of tissues (Tişler and Zagorc-Končan, 1997; Ünsaldı and Çiftçi, 2010; Yu et al., 2015). Formaldehyde can prove to be toxic in any ways upon repeated exposure through inhalation or absorption through skin contact. The toxicity of formaldehyde is clinically seen with dermatitis in the contact area, irritant effects on the nasal, oral and pharyngeal mucosa, and mutagenic or carcinogenic effects, and causes bronchial asthma, ocular irritation, corneal clouding, leukaemia, congenital malformations and skin allergy (Kapoor and Sharma, 2020).

Animal cadavers are an essential teaching tool in the education of anatomists and veterinary students. Formaldehyde is widely used in anatomy applications in the fixation of cadavers, due to its antioxidant activity, protection of human and animal cadavers, and prevention of microbial growth. The most common problem with the fixation of animal cadavers with formaldehyde is the growth of microorganisms on the surface of the skin and organs (Al Aiyan et al., 2018). In some studies, it has been proven that some fungal agents can reproduce despite formaldehyde solution; *Aspergillus sydowii* HUA strain by Yu et al. (2015); in another study by Yu et al. (2014), *Aspergillus nomius* SGFA1 strain and *Penicillium chrysogenum* SGFA3 strain by Minemura et al. (Minemura et al., 2015). *Aspergillus oryzae* isolated and identified several formaldehyde-tolerant microorganisms, including *Trichoderma spp.* by Sawada et al. (Sawada et al., 2006), and *Paecilomyces spp.* by Kondo et al. (2008).

The aim of this study was to investigate zoonotic fungi in cadaver storage pools kept for use in veterinary anatomy courses.

2. Materials and Methods

2.1. Sample

In our study, swab samples were taken from cadaver storage pool with sterile swabs on the growth of formaldehyde solution (14 %) in the cadaver storage pool at the anatomy laboratory.

2.2. Isolation and Identification

In addition, to examine the environment of the anatomy laboratory, Sabouraud Dextrose Agar (SDA) media were kept open for approximately 10 minutes in suitable places (Afshari et al., 2013; Rostami et al., 2016; Sahab et al., 2019). The suspicious specimens brought to the microbiology laboratory were inoculated into SDA medium and incubated in an oven at 25°C (Walsh et al., 2018). The incubated samples were examined on the 7th and 14th days. Colonies, where growth occurred in the media were determined macroscopically. Macroscopic morphologies of fungal colonies growing on SDA were examined both from the surface and reverse (Figure 1).

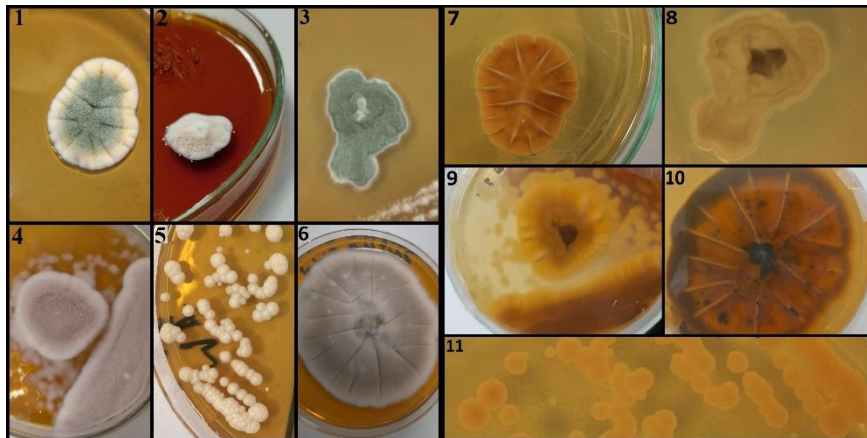


Figure 1. Surface macroscopic morphology of fungal agents grown on SDA medium 1. *Aspergillus flavus* 2. *Fusarium*spp. 3. *Penicillium verrucosum* 4. *Purpureocellium lilacinum* 5. *Trichophyton verrucosum* 6. *Trichophyton tonsurans*. Reverse macroscopic morphology of fungal agents grown on SDA medium 7. *Aspergillus flavus* 8. *Penicillium verrucosum* 9. *Purpureocellium lilacinum* 10. *Trichophyton tonsurans* 11. *Trichophyton verrucosum*

Samples from fungal colonies were transferred onto a clean slide and examined microscopically using lactophenol cotton blue (Figure 2).

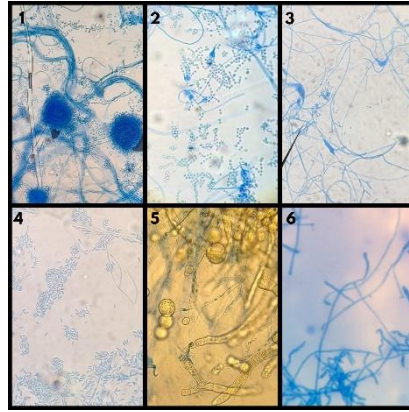


Figure 2. Microscopic images of fungal agents with X400 and X1000 magnification. 1. *Aspergillus flavus* 2. *Fusarium spp.* 3. *Purpureocellium lilacinum* 4. Microscopic images of *Purpureocellium lilacinum* with X1000 magnification. Microscopic images of fungal agents with X400 magnification. 5. *Trichophyton verrucosum* 6. *Penicillium verrucosum* 7. *Trichophyton tonsurans*.

Isolated fungal species were identified (Kidd et al., 2016; Samanta, 2015; Walsh et al., 2018).

3. Results and Discussion

Purpureocellium lilacinum, *Penicillium verrucosum*, *Fusarium spp.* and *Trichophyton verrucosum* were identified from the cadaver pool. *Trichophyton tonsurans* were identified from the ambient air. It was determined that the agent isolated from both the cadaver pool and the ambient air was *Aspergillus flavus*.

Purpureocellium lilacinum, (formerly *Paecilomyces lilacinus*) is isolated from soil, rotting vegetation, insect, nematodes, and laboratory air (as a contaminant) and it causes keratitis, endophthalmitis, subcutaneous infection, osteomyelitis, pneumonia in immunocompromised patients and invasive sinusitis in the immune-sufficient and diabetic state in humans and other vertebrates (Kidd et al., 2016; Luangsa-Ard et al., 2008; Walsh et al., 2018). The *Fusarium* species are opportunistic pathogens that spread in aquatic and other organisms worldwide, causing hyalo hifomycosis, mycotic keratitis, onychomycosis, and infectious cause in aquatic animals such as sea horses, dolphins and aquatic animals (Cafarchia et al., 2020; Kidd et al., 2016; Sáenz, 2020). *Aspergillus flavus* is a species that is distributed worldwide and is found in normal soil and many materials. In humans and animals, it causes otitis, keratitis, acute and chronic invasive sinusitis, and those with pulmonary and systemic infection in immunocompromised patients (Kidd, 2016).

Ochratoxin A, which is nephrotoxic, carcinogenic, genotoxic, and immuno toxic for humans and animals, is produced by *Penicillium verrucosum*. Pathogenic *Penicillium* species are rare in humans, but they can cause otomycosis, endocarditis, and mycotic keratitis. *Trichophyton tonsurans* is an anthropophilic fungus species that spread worldwide and causes *tinea capitis* and *tinea gladiatorial* in humans (Kidd, 2016; Samanta, 2015). *Trichophyton verrucosum*, which causes ring worm in cattle, is a zoophilic fungus. Infection in humans occurs as a result of direct contact with cattle or infected fomites and is usually observed on the scalp, beard, and exposed areas of the body (Kidd, 2016). Bovine ring worm causes economic losses due to its unfavourable impact on animal development, meat, and milk production as well as leather quality. Due to the high zoonotic character of the disease, farmers and their families, veterinarians, artificial insemination operators and technicians, as well as everyone working in this region are at risk of infection (Agnetti et al., 2014).

4. Conclusions

Although different methods are preferred for the fixation and preservation of cadavers that are used extensively in Veterinary Anatomy application courses, the fixation method with formaldehyde is widely used. However, because formaldehyde is a volatile gas at room temperature, it loses its effectiveness as sublimation, and therefore its effectiveness must be constantly monitored and formaldehyde should be added to cadaver pools in a controlled manner. In addition, formaldehyde has many harmful effects, especially carcinogenic, mutagenic and allergic. The types of fungi identified in this study pose a risk to students and the academics and technicals and technical staff and all workers in the department and the faculty. For these reasons, it should be preferred to follow the effectiveness of formaldehyde used for the fixation and preservation of cadavers in anatomy application courses, to protect cadavers with methods that are not harmful to health and/ or may cause less harm. The disadvantages of these methods include the harm caused by chemicals and waste, to human health, the environment and nature, as well as the need for high economic costs to ensure the continuity of chemicals needed to preserve cadavers decayed. Nowadays, the increasing use of developing technology in education and training is becoming mandatory to eliminate or reduce these damages.

Acknowledgements

Financial Support: This research received no grant from any funding agency/sector.

Ethic Statement: This study does not present any ethical concerns.

Conflict of Interest: The authors declared that there is no conflict of interest.

References

- Afshari, M. A., Riazipour, M., Kachuei, R., Teimoori, M., Einollahi, B. (2013). A qualitative and quantitative study monitoring airborne fungal flora in the kidney transplant unit. *Nephro-Urology Monthly* 5 (2): 736-740.
- Agnetti, F., Righi, C., Scoccia, E., Felici, A., Crotti, S., Moretta, I., Moretti, A., Maresca, C., Troiani, L., Papini, M. (2014). *Trichophyton verrucosum* infection in cattle farms of Umbria (Central Italy) and transmission to humans. *Mycoses* 57 (7): 400-405.
- Al Aiyani, A., Barigye, R., Mohamed, M., Menon, P., Hammoud, M., Richardson, K. (2018). Microbial status of animal anatomical cadavers fixed using low formaldehyde concentrations. *Journal of Veterinary Anatomy* 11 (2): 1-16.
- Cafarchia, C., Paradies, R., Figueredo, L. A., Iatta, R., Desantis, S., Di Bello A. V. F. Zizzo, N., Van Diepeningen, A. D. (2020). *Fusarium spp.* in Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*): From colonization to infection. *Veterinary Pathology* 57 (1): 139-146.
- Elshaer, N. M., Mahmoud, M. E. (2017). Toxic effects of formalin-treated cadaver on medical students, staff members, and workers in the Alexandria Faculty of Medicine. *Alexandria Journal of Medicine* 53 (4): 337-343.
- Kapoor, P., Sharma, P.K. (2020) Potential health hazards of formaldehyde usage in gross anatomy dissection hall on students and instructors. *Era's Journal of Medical Research* 7 (2): 235-238.
- Kidd, S., Halliday, C., Alexiou, H., Ellis, D. (2016). Descriptions of medical fungi (3th b.). David Elli, South Australia.
- Kondo, T., Morikawa, Y., Hayashi, N. (2008). Purification and characterization of alcohol oxidase from *Paecilomyces variotii* isolated as a formaldehyde-resistant fungus. *Applied Microbiology Biotechnology* 77 (5): 995-1002.
- Luangsa-Ard, J., Houbaken, J., Van Doorn, T., Hong, S. B., Borman, A. M., Hywel-Jones, N. L., Samson, R. A. (2011). *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters* 321 (2): 141-149.
- Minemura, A., Kitamura, R., Sano, M., Osawa, S. (2015). Degradation of formaldehyde by *Aspergillus oryzae*. *Japanese Journal of Water Treatment Biology* 51 (3): 69-74.
- Rostami, N., Alidadi, H., Zarrinfar, H., Salehi, P. (2016) Assessment of indoor and outdoor airborne fungi in an Educational, Research and Treatment Center. *Italian Journal of Medicine* 11 (1): 52-56.
- Sáenz, V., Alvarez-Moreno, C., Pape, P. L., Restrepo, S., Guarro, J., Ramirez, A. M. C. (2020). A one health perspective to recognize *Fusarium* as important in clinical practice. *Journal Fungi (Basel, Switzerland)* 6 (4): 235.
- Sahab, A., Mounir, A., Hanafy, O., et al (2019). Antifungal activity of some selected fumigants regularly used against fungi isolated from repository of Dar- Al-Kottob Of Egypt. *International Journal of Conservation Science* 10 (2): 307-316.
- Samanta, I. (2015). *Veterinary Mycology*. Springer, India.

- Sawada, A., Ikeda, R., Tamiya, E., Yoshida, T., Oyabu, T., Nanto, H. (2006). A novel formaldehyde-degrading fungus, *Trichoderma virens*: isolation and some properties. *IEICE transactions on electronics* 89 (12): 1786-1791.
- Tišler, T., Zagorc-Končan, J. (1997). Comparative assessment of toxicity of phenol, formaldehyde, and industrial wastewater to aquatic organisms. *Water, Air and Soil Pollution* 97: 315-322.
- Ünsaldı, E., Çiftçi, M. K. (2010). Formaldehit, kullanım alanları, risk grubu, zararlı etkileri ve koruyucu önlemler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21 (1): 71-75.
- Walsh, T. H., Hayden, R. T., Larone, D. H. (2018). *Laboratory Technique. Larone's Medically Important Fungi : a Guide to Identification* (6th b., s. 359-456). ASM Press, USA.
- Yu, D. S., Song, G., Song, L. L., Wang, W., Gun, C. H. (2015). Formaldehyde degradation by a newly isolated fungus *Aspergillus* sp. HUA. *International Journal Environmental Science Technology* 12: 247-254.
- Yu, D., Song, L., Wang, W., Guo, C. (2014). Isolation and characterization of formaldehyde-degrading fungi and its formaldehyde metabolism. *Environmental Science Pollution Research International* 21: 6016-6024.