



Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt 3 Sayı 2

Yayınlanma Tarihi: 6 Ocak 2025



Dergi Kurulları

Dergi Sahibi

Prof. Dr. TUĞRUL YAKUPOĞLU

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dekanı

Baş Editör

Dr. Öğr. Üyesi Bekir AYYILDIZ

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

İletişim: bozok.ziraatdergi@yobu.edu.tr

Teknik Editörler

Dr. Ali KAYAHAN, ali.kayahan@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi (Editör Yardımcısı)

Ayşe Nesil DEMİR, nesil.demir@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi (Dil Editörü)

Dr. Hulusi Ozan TAŞKESEN, ozan.taskesen@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Şeyda ŞİMŞEK, seyda.simsek@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Zeliha KAYAASLAN, zeliha.kayaaslan@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Selda DALER, selda.daier@yobu.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

M.Sc. Selin TEMİZEL, selin.temizel@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

M.Sc. Zehra Meliha TENGİZ, z.meliha.tengiz@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi

E-ISSN: 2822-4604

Bilimsel Danışma Kurulu

- Dr. Adnan ÇİÇEK, adnan.cicek@gop.edu.tr, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye
Dr. Ahmet KORKMAZ, akorkmaz@ksu.edu.tr, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Kahramanmaraş, Türkiye
- Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU, ahmet.sekeroglu@ohu.edu.tr, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Niğde,
Türkiye
- Dr. Alper TANER, alper.taner@omu.edu.tr, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Türkiye
Dr. Andrea Ballane KOVACS, University of Debrecen, Hungary
- Dr. Bahriye GÜLGÜN, bahriye.gulgun@ege.edu.tr, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Dr. Gülistan ERDAL, gulistan.erdal@gop.edu.tr, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye
Dr. Güngör YILMAZ, gungor.yilmaz@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye
Dr. Jesus RODRIGO-COMINO, University of Granada, Spain
- Dr. Kadir SALTALI, kadirs@ksu.edu.tr, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş,
Türkiye
- Dr. Nejdet KANDEMİR, nejdet.kandemir@hbv.edu.tr, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ankara,
Türkiye
- Dr. Petra Martinez BARROSO, Mendel University in Brno, Czechia
Dr. Todor STOYANOV, FRI, Sofia, Bulgaria
Dr. Turgay DİNDAROĞLU, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Dr. Uğur BAŞARAN, ugur.basaran@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye
Dr. Vesna TUNGUZ, University of East Sarajevo, Bosnia & Herzegovina

Alan Editörleri

- Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL, belgin.senkal@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Tarla Bitkileri
Dr. Emine Sema ÇETİN, esema.cetin@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Bahçe Bitkileri
Dr. Esra BALIKÇI, esra.balikci@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Su Ürünleri
Dr. Fatma HAYIT, fatma.hayit@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Gıda Mühendisliği
Dr. Gamze PEKBEY, gamze.pekbey@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Bitki Koruma
- Dr. Güngör KARAKAŞ, gungor.karakakas@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Tarım Ekonomisi
Dr. İbrahim SAYGILI, ibrahim.saygili@gop.edu.tr, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi -Tarla Bitkileri
(Bitki Islahı)
- Dr. Kübra YAZICI, kubra.yazici@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Peyzaj Mimarlığı
Dr. Levent YAZICI, levent.yazici@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Tarla Bitkileri (Kenevir
Araştırmaları Enstitüsü)
- Dr. Mehmet Akif BOZ, m.akif.boz@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Zootekni
Dr. Tanzer ERYILMAZ, tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Tarım Makineleri ve
Teknolojileri Mühendisliği
- Dr. Ümit BUDAK, umit.budak@bozok.edu.tr, Yozgat Bozok Üniversitesi -Biyoloji

İÇİNDEKİLER

Makale Künyesi

Syf

Yozgat Bozok Üniversitesi Öğrencileri ile Personelin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Evaluation of Milk and Dairy Products Consumption Habits of Yozgat Bozok University Students and Staff	111-124
Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Kenevir Türlerinin THC Seviyelerinin Tahmin Edilmesi Prediction of THC Levels in Cannabis Species Using Machine Learning Method	125-136
Topalak Bitkisinin (<i>Cyperus rotundus</i> L.) Coğrafi Yayılışı, Yumru Analizi ve Etnobotanik Özellikleri Geographical Distribution, Tuber Analysis and Ethnobotanical Characteristics of Purple Nutsedge (Cyperus rotundus L.)	137-154
Yozgat İli NDVI Yersel ve Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi Determination of Spatial and Temporal Changes in NDVI in Yozgat Province Using Satellite Images	155-167
Maviyemiş Hasat Mekanizmaları Blueberry Harvest Mechanisms	168-176



Araştırma Makalesi

Yozgat Bozok Üniversitesi Öğrencileri ile Personelin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi

Beyza ÇALIK¹, Orhan ERMETİN^{2*}, Ömer Faruk KARACA³

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü 66100, Yozgat, Türkiye

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0009-0004-3208-7259>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3404-0452>, ³<https://orcid.org/0000-0002-6302-9738>

*Sorumlu Yazar e-mail: orhan.ermetin@yobu.edu.tr

Makale Tarihi

Geliş: 09.10.2024

Kabul: 12.11.2024

DOI: 10.59128/bojans.1563414

Anahtar Kelimeler

Süt,
Süt Ürünleri,
Tüketim Tercihi,
Üniversite Öğrencileri

Öz: Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsünde çeşitli fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören öğrencilerin ve çalışan personelin çeşitli parametreler göz önünde bulundurularak süt ve süt ürünleri tüketme alışkanlıklarını, bu alışkanlıkları etkileyen faktörleri ve süt tüketimi hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Anketler, kampüs içerisinde eğitimini sürdüren 250 öğrenci ve 100 akademik ve idari personele yüz yüze yapılmıştır. Öğrencilerin %63'ü en fazla tükettikleri süt ürününün yoğurt olduğunu belirtirken, bu oran personelde %68'dir. Kişi başı peynir tüketimine bakıldığında, öğrencilerin %47,2'si haftada 100 gramdan fazla peynir tüketirken, bu oran personelde %49 olarak görülmektedir. Öğrencilerin %39,2'si sütü en çok marketlerden almayı tercih ederken, bu oran personelde %54'tür. Öğrenciler en fazla yarım yağlı sütü tercih ederken, personel tam yağlı sütü tercih etmektedir. Öğrencilerin %68,8'i beyaz veya süzme peyniri tercih ederken, personelde bu oran %59'dur. Ayrıca, öğrencilerin %57'si sağlıklı beslenmediğini düşünürken, personelde bu oran %53'tür. Süt fiyatlarını pahalı bulan öğrencilerin oranı %70, personelde ise %62'dir. Sonuç olarak süt ve süt ürünleri tüketimini artırmak için fiyat dengesi sağlanmalı, güvenli gıda erişimi desteklenmeli ve toplum bilinçlendirilmelidir. Ayrıca, kişi başına düşen tüketimi artıracak politikalar geliştirilmelidir.

Atıf Künyesi: Çalık B., Ermetin O., Karaca Ö.F. (2024). Yozgat Bozok Üniversitesi Öğrencileri ile Personelin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 111-124. **How To Cite:** Çalık B., Ermetin O., Karaca Ö.F. (2024). Evaluation of Milk and Dairy Products Consumption Habits of Yozgat Bozok University Students and Staff, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 111-124.

Evaluation of Milk and Dairy Products Consumption Habits of Yozgat Bozok University Students and Staff

Article Info

Received: 09.10.2024

Accepted: 12.11.2024

Abstract: This study was conducted to determine the milk and dairy consumption habits of students and staff at Yozgat Bozok University, considering various parameters, the factors affecting these habits, and their

DOI: 10.59128/bojans.1563414

Keywords

Milk,
Dairy Products,
Consumption Preference,
University Students

level of knowledge about milk consumption. Surveys were conducted face-to-face with 250 students and 100 academic and administrative staff on campus. While 63% of students stated that yogurt was the most consumed dairy product, this rate was 68% for staff. In terms of per capita cheese consumption, 47,2% of students consume more than 100 grams of cheese per week, compared to 49% of staff. While 39,2% of students prefer to buy milk from supermarkets, this rate is 54% among staff. Students mostly prefer semi-skimmed milk, while staff opt for full-fat milk. While 68,8% of students prefer white or cottage cheese, the rate is 59% among staff. Additionally, 57% of students believe they do not eat healthily, while this rate is 53% among staff. The percentage of students who find milk prices expensive is 70%, while it is 62% among staff. As a result, to increase milk and dairy consumption, price balance should be ensured, access to safe food should be supported, and public awareness should be raised. Furthermore, policies should be developed to increase per capita consumption.

1. Giriş

İnsan yaşamının temel besinlerden biri olan süt, dengeli ve yeterli beslenme için gerekli olan hayvansal kaynaklı protein, yağ, laktoz, vitamin ve mineralleri içerir. Yüksek besin değeriyle birlikte vücut fonksiyonlarını düzenler, vücudun gelişimine katkıda bulunur, kemik ve diş oluşumunda önemli bir rol oynar ve zihinsel gelişimi destekler. Bu nedenle, süt ve süt ürünleri her yaşta önemli bir besin kaynağı olarak görülür. Doğal bileşimiyle, neredeyse bir canlılığın ihtiyaç duyabileceği tüm besin maddelerini içerir (Akbaş ve Tiryaki, 2007). Araştırmalara göre, günlük 1 litre süt tüketimi, yetişkin bir bireyin günlük fosfor, kalsiyum, B2 ve B12 vitamin gereksinimlerini tamamen, protein ihtiyacının ise yarısını karşılar. İçerdiği kalsiyumun yeterli miktarda alınması, her yaşta birey için büyük önem taşır (Erdal ve Tokgöz, 2011; Şahin ve Saraç, 2020). Süt, içerdiği süt proteinleriyle toksik ağır metalleri bağlayarak vücuda zarar vermesini önler. Ayrıca mineralleri ve vitaminleri sayesinde bazı hastalıkların önlenmesinde, bağışıklık sistemini güçlendirmede, kan basıncını düzenlemede, doku gelişiminde ve kemik ile diş sağlığında önemli bir rol oynar (Terzioğlu, 2017).

İnek, koyun, keçi ve manda gibi memeli hayvanlardan elde edilen sütler, doğrudan içecek olarak tüketilebildiği gibi yoğurt, peynir, dondurma, kefir ve süttezu gibi çeşitli süt ürünleri olarak da tüketilmektedir. Süt ve süt ürünleri, içerdikleri tüm esansiyel amino asitler nedeniyle sağlıklı bir yaşam sürmek ve dengeli bir beslenme sağlamak için tüketilmesi gereken önemli gıda maddelerindedir (Şimşek ve ark., 2005; İçöz ve ark., 2006; Usta ve Yılmaz, 2013).

Sütün besin içeriği, hayvan türü ve ırkına bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, içme sütü ortalama olarak %10,5-14,5 oranında kuru madde içermektedir (Kibar ve ark., 2020). Bu kuru maddenin ortalama %3,6-5,5'i laktoz, %2,9-5,0'i protein, %2,5-3,5'i yağ ve %0,6-0,9'u ise mineral maddeler ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır (Metin, 2014).

Türkiye, hayvan varlığı açısından Avrupa ülkeleri arasında birinci sırada yer almakta, ancak süt üretiminde ikinci sırada bulunmaktadır. Bu durum, hayvan başına elde edilen süt miktarında AB ülkelerinin gerisinde olduğumuzu göstermektedir (Uysal ve Olgun, 2023). Son 5 yılda Türkiye'deki sağılan hayvan sayısı ve süt üretimi, Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Türkiye süt üretimi ve sağılan hayvan sayısı

	2019	2020	2021	2022	2023
Sağılan Sığır Sayısı (Adet)	6.580.753	6.886.944	6.769.866	6.309.515	6.435.705
Üretim (Ton)	20.782.374	21.749.342	21.370.116	19.912.135	20.409.939
Verim (Ton/Baş)	3,16	3,16	3,16	3,2	3,2

Sağılan Koyun-Keçi Sayısı (Adet)	25.308.071	20.398.305	21.313.625	19.397.937	19.436.733
Üretim (Ton)	2.098.664	1.690.682	1.766.547	1.607.768	1.768.545
Verim (Ton/Baş)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Sağılan Manda Sayısı (Adet)	79.333	63.784	63.656	43.598	41.897
Üretim (Ton)	79.341	63.767	63.643	43.589	41.912
Verim (Ton/Baş)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Toplam Sağılan Hayvan Sayısı (Adet)	31.968.157	27.349.033	28.147.147	25.751.050	25.914.335
Toplam Süt Üretimi (Ton)	22.960.379	23.503.790	23.200.306	21.563.492	22.220.396

Kaynak: Süt ve Süt Ürünleri Durum Tahmini, (2023)

Türkiye'de son beş yılı değerlendirdiğimizde, en yüksek süt üretimi 2019 yılında 22,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılında ise bir önceki yıla göre çiğ süt üretim miktarı, hayvan varlığı ve verimle ilişkili olarak yaklaşık %4 artış göstererek toplam süt üretimi 22,2 milyon ton olmuştur. Türkiye'de 2023 yılında üretilen süt ve süt ürünleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. 2023 yılı süt ve süt ürünleri üretimi

Süt ve Süt Ürünleri	Üretim (Ton)
İnek Sütü	10.219.043
İçme Sütü	1.525.615
İnek Peyniri	773.081
Diğer Peynir	25.816
Yoğurt	1.219.587
Ayran	829.553
Kaymak	29.163
Krema	68.944
Tereyağı	87.065
Süt Tozu	45.289
Yağsız Süt Tozu	67.628

Kaynak: Ulusal Süt Konseyi 2023 yılı raporu (2024)

Gelişmiş ülkelerde, 100 litreyi geçen yıllık kişi başı süt tüketim miktarları Tablo 3'te verilmiştir. Türkiye'de yıllık kişi başı süt tüketim miktarı 25 litre civarındadır. (Sezgin, ve ark.,2023).

Tablo 3. Bazı ülkelerde kişi başı süt tüketimi (Lt/Kişi/Yıl)

	2018	2019	2020	2021	2022
Belarus	108.3	109.1	111.6	113.3	113.2
Ukrayna	109.4	112.4	114.4	113.9	104.5
Yeni Zelanda	106.4	104.9	103.7	103.3	103.2
Avustralya	104.9	100.0	98.5	96.1	93.6
İngiltere	102.2	96.2	95.2	93.1	93.0
Kanada	76.5	75.1	75.1	72.1	71.0

Kaynak: Süt ve Süt Ürünleri Durum Tahmini, (2023)

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsündeki çeşitli fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören öğrenciler ile çalışan personelin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarını, bu alışkanlıkları etkileyen faktörleri ve süt tüketimi konusundaki bilgi düzeylerini çeşitli parametreler çerçevesinde incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, üniversite öğrencileri ve personelin süt tüketim alışkanlıkları ile bilgi düzeyleri analiz edilmektedir. Elde edilen bulgular ışığında, özellikle üniversite öğrencilerinin süt tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi, karşılaştıkları sorunların tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir. Ayrıca, süt tüketimini teşvik edici çözüm önerilerinin

sunulması ve bu adımların daha sağlıklı bireyler yetiştirilmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsünde çeşitli fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören öğrencilerin ve çalışan personelin süt ve süt ürünlerini tüketme alışkanlıklarını belirlemek amacıyla, yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen verilerden oluşmaktadır. Çalışmada rastgele örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Anketler öğrenci ve çalışan personel olmak üzere 2 grupta uygulanmış ve değerlendirilmiştir.

Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

Örnekleme formülü,

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{d^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Burada:

n: Gerekli örneklem büyüklüğü,

N: Evren büyüklüğü (kampüsteki toplam öğrenci ve personel sayısı),

Z: Güven düzeyi katsayısı (örneğin %95 güven düzeyi için Z=1.96),

p: Hedeflenen oranın tahmini (örneğin %50 için p=0.5p),

d: İzin verilen hata payı (örneğin %5 için d=0.05).

Bu formülle, kampüste araştırmaya dahil edilmesi gereken minimum öğrenci ve personel sayısı hesaplanmış, ardından elde edilen sayı 250 öğrenci ve 100 personel olarak uygulanmış ve elde edilen veriler ise SPSS 22.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar tablolar halinde frekans ve yüzde olarak sunulmuş, ayrıca istatistiksel analizlerde ki-kare testi kullanılmıştır.

Araştırmanın yapılması için Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 19.01.2022 tarihli 29/08 sayılı toplantısından onay yazısı ile katılımcılardan gönüllü katılım onayı alınmıştır.

Bu araştırmanın anket formu hazırlanırken, öncelikle benzer konularda yapılmış anket formları ve literatür çalışmaları incelenmiş, araştırmanın ana amacına uygun olacak şekilde düzenlemeler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Anket yapılan üniversite öğrencilerinin bölüm, cinsiyet, yaş ve ikametgah durumlarına göre dağılımını Tablo 4' de özetlemektedir. Çalışma, çeşitli fakültelerde eğitim gören öğrencilere yönelik olarak yapılmış olup katılımcıların büyük kısmını Ziraat Fakültesi öğrencileri oluşturmaktadır. Bu veriler, öğrenci profillerinin anlaşılması ve çeşitli hizmetlerin bu grupların ihtiyaçlarına göre şekillendirilmesi için önemlidir.

Tablo 4. Anket yapılan öğrencilerin bazı özelliklerine göre dağılımı

Bölümler	n	%
Ziraat Fakültesi	91	36,4
Sağlık Bilimleri Fakültesi	55	22
İlahiyat Fakültesi	28	11,2
Eğitim Fakültesi	15	6
İletişim Fakültesi	5	2
Mühendislik Fakültesi	8	3,2
İktisat Fakültesi	4	1,6
Spor Bilimleri Fakültesi	10	4
MYO	10	4

Diğer	24	9,6
Cinsiyet	Sayı	Yüzde (%)
Kız	150	60
Erkek	100	40
Yaş	Sayı	Yüzde (%)
18-20	75	30
21-23	108	43,2
≥ 24	67	26,8
İkametgâh	Sayı	Yüzde (%)
Yurt	138	55,2
Öğrenci evi	23	9,2
Aile ile birlikte	89	35,6

Çalışmada anket uygulanan öğrencilerin bazı özelliklerine göre dağılımı Tablo 4’de sunulmuştur. Çalışmada yer alan 250 öğrencinin %60’ı kız, %40’ı erkek öğrenci olup, %43,2’si 21-23 yaşa aralığında ve %55,2’si yurttadır. Ankette yer alan öğrencilerin bölümlere dağılımında ise ilk üç sırada Ziraat Fakültesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi ve İlahiyat Fakülteleri yer almaktadır.

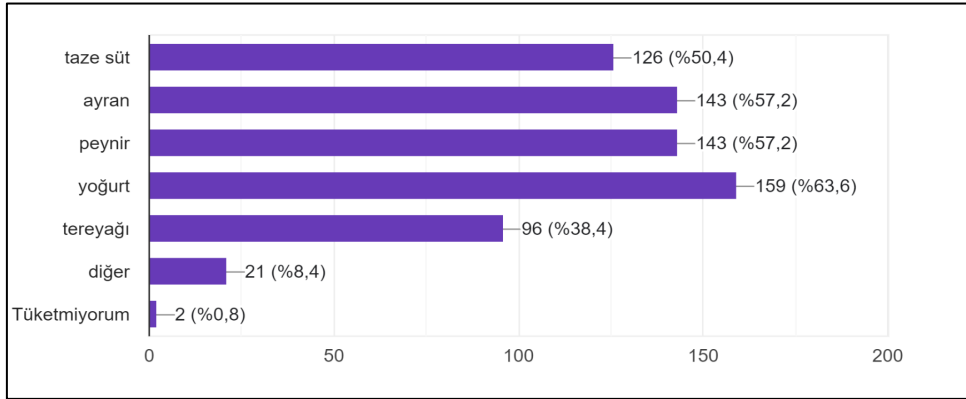
Tablo 5. Anket yapılan üniversite personelinin bazı özelliklerine göre dağılımı

Çalıştığı Bölümler	n	(%)
Rektörlük	19	19
Ziraat Fakültesi	30	30
İlahiyat Fakültesi	3	3
Eğitim Fakültesi	4	4
İletişim Fakültesi	1	1
Mühendislik Fakültesi	3	3
İktisat Fakültesi	1	1
Sağlık Bilimleri Fakültesi	2	2
MYO	2	2
Fen Edebiyat Fakültesi	5	5
Diğer	30	30
Cinsiyet	n	(%)
Kadın	48	48
Erkek	52	52
Yaş	Sayı	(%)
25-30	16	16
31-40	52	52
≥ 41	32	32
Eğitim Durumu	n	(%)
İlköğretim Mezunu	1	1
Lise Mezunu	19	19
Üniversite Mezunu	38	38
Lisansüstü mezun	42	42
Akademik Unvan/ Kadro	n	(%)
Prof. Dr.	5	5
Doç. Dr.	10	10
Dr. Öğr. Üyesi	15	15
Araş. Gör.	8	8
Memur	40	40
İşçi	22	22

Araştırmada yer alan üniversite personelinin bazı özelliklerine göre dağılımı Tablo 5’de sunulmuştur.

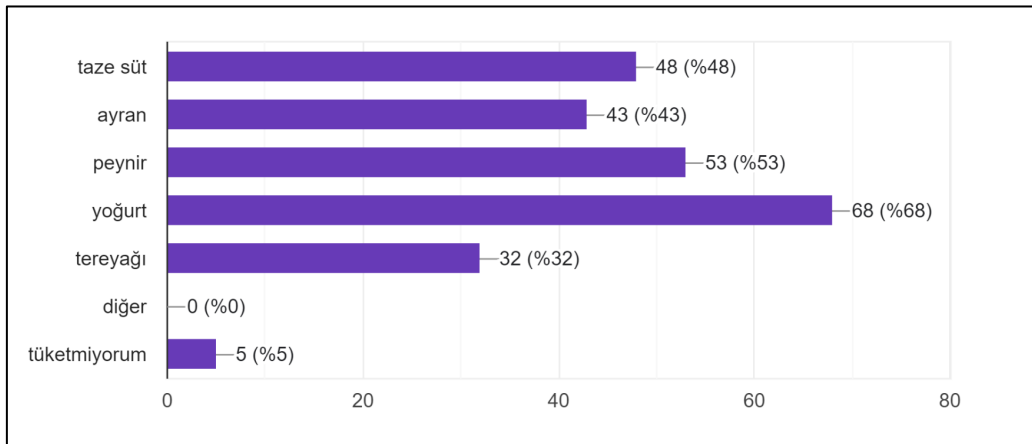
Çalışmada, üniversite personelinin yaş dağılımında %52 ile en yüksek oranın 31-40 yaş aralığında olduğu ve %38'inin üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Ankette yer alan personelin görev yerleri dağılımında ise Ziraat Fakültesi, Rektörlük ve Fen Edebiyat Fakülteleri ilk üç sıradadır. Unvan ve kadro dağılımı ise sırayla, Memur, İşçi, Dr. Öğr. Üyesi, Doçent, Araştırma Görevlisi ve Profesör olmuştur.

Çalışma sonucunda öğrencilerin %77,2'si, personelin ise %78'i süt içmeyi sevdiğini belirtmiştir. "Hangi süt ürünlerini en çok tüketirsiniz" sorusuna öğrencilerin ve personelin verdiği cevaplar Şekil 1 ve Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Öğrencilerin süt ürünlerinden hangisini en çok tükettiklerine ilişkin verilerin dağılımı

Ankete katılan öğrenciler, süt ürünleri arasında en çok yoğurt (%63,6) tükettiklerini, ardından peynir ve ayran (%57,2) tükettiklerini belirtmiştir. Personelin %68'i yoğurt, %53'ü ise peynir tükettiğini belirtmiştir. İçme sütü oranı öğrencilerde %50,4 iken personelde %48 olarak bulunmuştur. (Şekil 2.). Para ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin büyük çoğunluğu süt dışında en çok yoğurt (%32,4), peynir (%27,6) ve ayranı (%24,5) tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Çetinkaya'nın (2010) araştırmasında ise öğrencilerin süt ve süt ürünleri tercihleri arasında %46,9'unun peynir, %15,9'unun tereyağı, %32'sinin yoğurt, %1,5'inin süt tozu, %2'sinin meyveli yoğurt ve %1,6'sının meyveli sütü tercih ettiği bildirilmiştir.

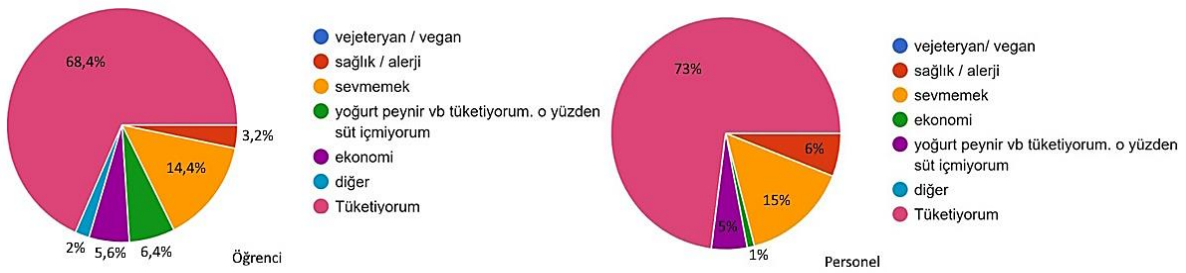


Şekil 2. Personelin süt ürünlerinden hangisini en çok tükettiklerine ilişkin verilerin dağılımı

"Süt tüketmeme nedeni?" sorusuna öğrencilerin ve personelin verdiği cevaplar Şekil 3'de sunulmuştur. Şekil 3'de görüleceği üzere öğrencilerin %14,4'ü süt içmeyi sevmediğini bildirmiş olup, süt ürünleri tükettiği için süt içmeyenlerin oranı da %6,4'tür. Bu oran personelde sırasıyla %15 ve %5'dir. Çetinkaya (2010) Kafkas Üniversitesi öğrencilerine yönelik yaptığı çalışmada öğrencilerin günlük, %25'i bir bardak, %5'i iki bardak, %3'ü 3 bardak ve %67'sinin de hiç süt tüketmediği belirtmiştir. Özbey (2020), Hitit Üniversitesi öğrencileri arasında yaptığı çalışmada katılımcıların %46'sinin süt içme alışkanlığının

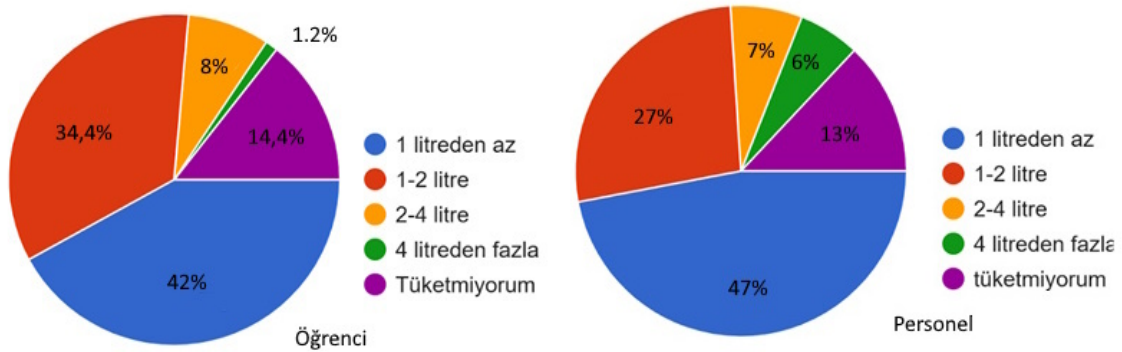
bulunmadığını, %41'inin süt içmeyi sevmediğini ve %9'unun pahalılık nedeniyle süt alamadığını belirtmiştir. Ayrıca, katılımcıların %4'ünün sütün mide rahatsızlığına yol açtığını ifade ettiğini bildirmiştir. Yaklaşık %45'i sanayiye aktarılan süt üretiminin geri kalan %55'i yerel tüketim ve hayvan beslemede kullanılmaktadır. Ulusal Süt Konseyi'ne göre 2019 yılında ülkemizde kişi başına yıllık içme sütü tüketimi 39.7 kg olarak belirlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde süt ve süt ürünleri tüketimi daha yüksek düzeylerdeyken, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına tüketim artış göstermektedir. Örneğin, yıllık süt tüketimi Belarus'ta 111.6 kg, Ukrayna'da 109.1 kg, Avustralya'da 103.2 kg ve AB ülkelerinde 65.1 kg'dır. Kişi başı tereyağı tüketiminde 6.1 kg ile Yeni Zelanda ilk sırada, peynir tüketiminde ise 18.4 kg ile AB ülkeleri öndedir (Anonim, 2019; Ergün ve Bayram, 2021).

Yalçın ve Argun (2017), Bitlis Eren Üniversitesi'nde yaptıkları çalışmada ise öğrencilerin %20'sinin her gün, %15,8'inin haftada birkaç kez, %48,3'ünün ayda birkaç kez süt tükettiklerini, %15,8'inin ise hiç süt tüketmediğini tespit etmiştir. İçme sütü dışında en çok tercih edilen süt ürünlerine bakıldığında, %23,3'ü peynir, %23,3'ü yoğurt, %25,8'i ayran ve %27,5'i ise tüm süt ürünleri olarak belirlenmiştir.



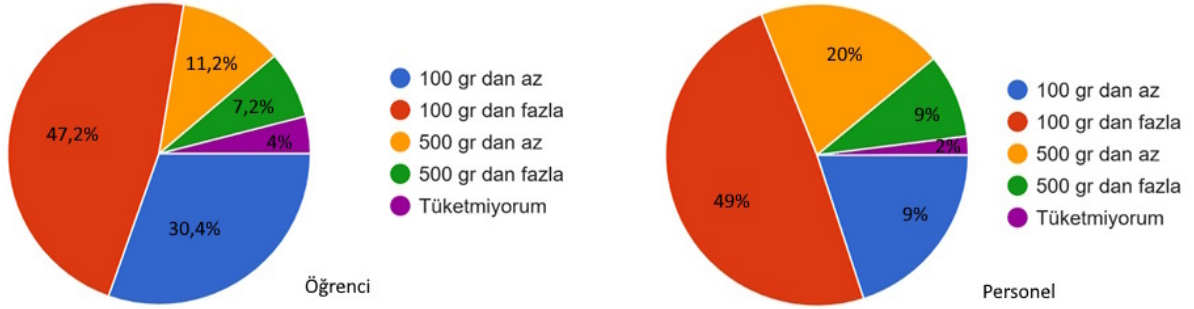
Şekil 3. Öğrencilerin ve personelin süt tüketmeme nedeni

Şekil 4 incelendiğinde, kişi başı haftalık süt tüketimi, öğrencilerin %42'si 1 litreden az, %34,4'ü 1-2 litre ve %4'ü 4 litreden fazla olduğu görülmektedir. Personelin haftalık süt tüketimi ise %47'si 1 litreden az %27'si 1-2 litre, %6'sı 4 litreden fazladır (Şekil 4). Terzioğlu ve Bakırcı (2019) tarafından yapılan çalışmada, katılımcıların %67'sinin sütü sevdiği, haftada ortalama 1,3 litre süt tükettiğini, ancak araştırmacılar bu miktarın gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında yetersiz olduğu bildirmişlerdir.



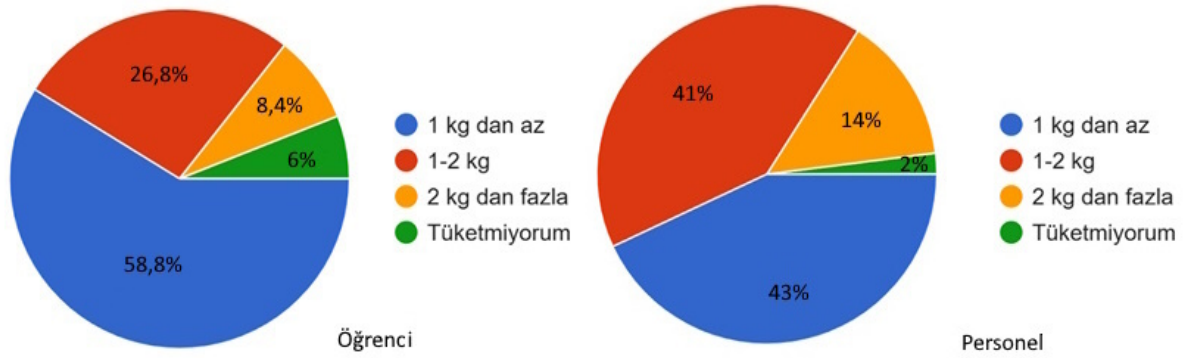
Şekil.4. Öğrencilerin ve personelin haftalık süt tüketimi

Kişi başı haftalık peynir tüketimi Şekil 5'te verilmiştir. Öğrencilerin %47,2'si haftalık 100 gramdan fazla peynir tüketirken, personelin haftalık peynir tüketiminde bu oran %49'dur.



Şekil 5. Öğrencilerin ve personelin işi başı haftalık peynir tüketimi

Kişi başı haftalık yoğurt tüketiminde, öğrencilerin %58,8'i haftada 1 kg'dan az yoğurt tüketmektedir. Personel grubunda ise bu oran %43 iken, haftada 1-2 kg yoğurt tüketenlerin oranı %41 olarak belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Öğrencilerin ve personelin kişi başı haftalık yoğurt tüketimi

Tablo 6. Öğrencilerin sütü satın alma tercihleri

Sütü nerden alırsınız	n	%
Süpermarket	98	39,2
Bakkal/Şarküteri	28	11,2
Kantin	4	1,6
Pazar veya üretici	60	24
Sokak Sütçüsü	36	14,4
Almıyorum	24	9,6
Süt alırken öncelikle neye dikkat edersiniz	n	%
Marka	70	28
Fiyat	56	22,4
Son Kullanma Tarihi	124	49,6
İnek sütünden sonra tercih ettiğiniz hayvan sütü	n	%
Koyun	59	23,6
Keçi	53	21,2
Manda	31	12,4
Yok	107	42,8
İçme sütünü hangi yağ oranında tercih edersiniz	n	%
Tam yağlı	82	32,8
Yarım Yağlı	94	37,6
Az yağlı	23	9,2
Yağsız	10	4
Fark etmez	22	8,8
Süt tüketmiyorum	19	7,6

Tabloda 6'daki veriler, öğrencilerin süt satın alma tercihleri ve alışkanlıkları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Katılımcıların %39,2'si sütü süpermarketlerden almayı tercih ederken, %24'ü pazar veya üreticiden, %14,4'ü sokak sütçülerinden ve %11,2'si bakkal veya şarküteriden alışveriş yapmaktadır; kantinden süt alanların oranı ise yalnızca %1,6'dır. %9,6'lık bir kesim ise hiç süt almadığını belirtmiştir. Süt alırken dikkat ettikleri unsurlar arasında, %49,6 ile son kullanma tarihi en yüksek oranla ön plana çıkarken, %28'lik oranla marka tercihi ve %22,4 ile fiyat izlemektedir. İnek sütünden sonra en çok tercih edilen hayvan sütleri, %23,6 ile koyun sütü ve %21,2 ile keçi sütü olup, %42,8'lik bir kesim başka hayvan sütü tercih etmemektedir. İçme sütü tercihlerinde ise katılımcıların %37,6'sı yarım yağlı, %32,8'i tam yağlı, %9,2'si az yağlı, %4'ü yağsız süt tercih ederken, %7,6'sı süt tüketmediğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar, öğrencilerin süt tüketimini artırmak amacıyla sağlık bilincine dayanan bilinçlendirme faaliyetleri ve erişilebilir fiyat politikaları geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 7.'deki veriler, katılımcıların süt alım tercihlerini ve alışkanlıklarını göstermektedir. Tablo 7. incelendiğinde üniversite personelinin süt alırken dikkat ettiği ilk husus; son kullanma tarihidir. Süt alım yerlerine baktığımızda, katılımcıların %54'ü süpermarketlerden süt almayı tercih ederken, %24'ü pazar veya üreticiden, %9'u sokak sütçüsünden, %8'i bakkal veya şarküteriden ve %1'i kantinden alışveriş yapmaktadır. %4 oranında katılımcı ise hiç süt almadığını belirtmiştir. Süt alırken dikkat edilen unsurlar arasında %73 oranıyla "hepsi" en yüksek tercihi oluştururken, son kullanma tarihine dikkat edenlerin oranı %14, marka ve fiyat dikkate alanların oranı ise sırasıyla %7 ve %6'dır. İnek sütünden sonra tercih edilen hayvan sütleri arasında %35 ile koyun sütü, %22 ile manda sütü ve %16 ile keçi sütü öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra personelin %27'si sadece inek sütü tercih ettiğini belirtmiştir. denilebilir. Personelin içme sütü tercihinde, katılımcıların %48'i tam yağlı, %32'si yarım yağlı, %8'i az yağlı, %4'ü yağsız ve %3'ü ise fark etmez şeklinde yanıt verilmiştir.. %5 oranındaki katılımcı süt tüketmediğini belirtmiştir. Bu sonuçlar, katılımcıların süt alım tercihleri ve sağlık bilinci hakkında önemli bilgiler sunmakta; ayrıca, süt tüketimini artırmak için bilinçlendirme çalışmalarının ve fiyat politikalarının göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir. Ürkek ve Taş'ın (2021) Gümüşhane Üniversitesi'nde yaptıkları araştırmada, katılımcıların %78,6'sı ürün satın alırken son kullanma tarihine dikkat ettiğini, %1,9'u ise buna hiç dikkat etmediğini belirtmiştir. Diğer yandan, Karakaya ve Akbay (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada katılımcıların %26,5'inin açık süt, %26,2'sinin pastörize süt ve %87,7'sinin sterilize sütü tercih ettikleri ortaya konmuştur.

Toptaş (2011) tarafından Konya'da yapılan bir araştırmada, öğrencilerin %91,3'ünün inek sütü tüketmeyi tercih ettiği görülmüştür. Keçi sütü tercih edenlerin oranı %1,4 koyun sütünü tercih edenlerin oranı ise %0,3 gibi düşük seviyelerde kalırken, %7,1'lik bir grubun her üç süt çeşidini de tükettiği belirlenmiştir.

Tablo 7. Üniversite personelinin çiğ sütü satın alma tercihleri

Sütü nerden alırsınız	n	%
Süpermarket	54	54
Bakkal/Şarküteri	8	8
Kantin	1	1
Pazar veya üretici	24	24
Sokak Sütçüsü	9	9
Almıyorum	4	4
Süt alırken öncelikle neye dikkat edersiniz	n	%
Marka	7	7
Fiyat	6	6
Son Kullanma Tarihi	14	14
Hepsi	73	73
İnek sütünden sonra tercih ettiğiniz hayvan sütü	n	%
Koyun	35	35

Keçi	16	16
Manda	22	22
Yok	27	27
İçme sütünü hangi yağ oranında tercih edersiniz	n	%
Tam yağlı	48	48
Yarım Yağlı	32	32
Az yağlı	8	8
Yağsız	4	4
Farketmez	3	3
Süt tüketmiyorum	5	5

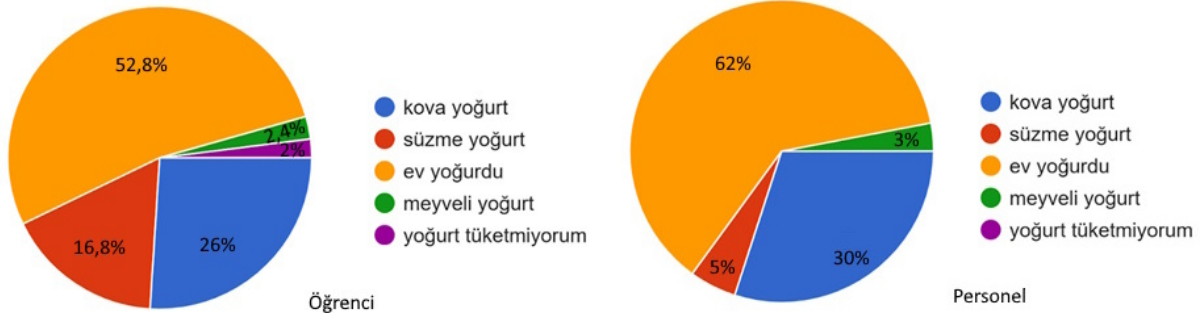
Öğrencilerin tüketimi tercih ettiği peynir türü %68,8 oranında beyaz/süzme peynir olarak belirlenmesine rağmen personelde bu oran %59'dur (Şekil 7.). Şimşek ve Açıköz'ün (2011) öğrencilerle yaptığı çalışmada, en çok tercih edilen peynir çeşitleri arasında %49,8 ile beyaz peynir ve %46,6 ile kaşar peyniri öne çıkmaktadır. Ayrıca, %6'sı geleneksel yöre peynirini tercih ederken, %54,1'i lor peynirini hiç tüketmediğini belirtmiştir. Uzunöz ve Gülşen'in (2007) çalışmasında ise öğrencilerin %69'u taze peyniri, %31'i ise olgunlaşmış peyniri tüketmeyi sevdiğini ifade etmiştir.

Yalçın ve Argun'un (2017) araştırmasına katılan öğrencilerin %62,5'i beyaz peynir, %15'i tulum peyniri, %9,2'si kaşar peyniri, %6,7'si örgü peyniri ve %6,7'si otlu peynir tükettiklerini belirtmiştir. Araştırmacılar çalışmasında günlük peynir tüketimlerine bakıldığında, %3,3'ü hiç peynir tüketmediğini, %74,2'si 1 kibrit kutusu, %16,7'si 2 kibrit kutusu ve %5,8'i ise 2 kibrit kutusundan fazla peynir tükettiklerini ifade etmiştir.



Şekil 7. Öğrencilerin ve personelin tüketimi tercih ettikleri peynir çeşitleri

Öğrencilerin %52,8'i en çok ev yoğurdu tüketmeyi tercih ederken, bunu kova yoğurdu ve süzme yoğurt takip etmektedir. Personelde ise bu oran %62 olup, sırasıyla kova ve süzme yoğurt tercih edilmektedir (Şekil 8). Şimşek ve Açıköz'ün (2011) çalışmasında katılımcıların %35,3'ü kaymaksız yoğurdu, %33,3'ü ev yoğurdunu, %31,7'si ise kaymaklı yoğurdu tercih ettiklerini bildirmiştir. Uzunöz ve Gülşen'in (2007) araştırmasında, öğrencilerin %56'sının sade yoğurdu, %8,33'ünün meyveli yoğurdu, %22,67'sinin kaymaklı yoğurdu ve %13'ünün kaymaksız yoğurdu tercih ettiği belirtilmiştir. Yılmaz ve Özkan (2007) tarafından Balıkesir Üniversitesi'nde yapılan çalışmada, öğrencilerin %4'ünün ayran, %22,3'ünün yoğurt ve %76'sının peynir tükettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, Uzunöz ve Gülşen'in (2007) Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nde yaptıkları bir başka çalışmada, öğrencilerin %60,33'ü düzenli olarak yoğurt tükettiğini belirtmiştir.



Şekil 8. Öğrencilerin ve personelin tüketimi tercih ettikleri peynir çeşitleri

Tablo 8, üniversite öğrencilerinin ve personelin süt tüketimini etkileyen çeşitli faktörleri ortaya koymaktadır. Öncelikle, meyveli veya kakaolu süt tercih eden öğrencilerin oranı %62,8 iken, bu tür sütleri tercih etmeyenlerin oranı %37,2'dir. Bu sonuç, öğrencilerin süt tüketiminde çeşitliliğe açık olduklarını ve tatlı süt ürünlerine yönelim gösterdiklerini göstermektedir. Diğer içecek tercihlerine bakıldığında, %53,6 oranıyla çay en çok tercih edilen içecek olurken, kahve %27,2 ile ikinci sıradadır. Meyve suyu ve gazlı içecekler ise daha az tercih edilmektedir. Bu durum, çayın kültürel bir alışkanlık olduğunu ve öğrencilerin sağlıklı içecek tercihlerine yönelik eğilim gösterdiğini düşündürmektedir. Katılımcıların sağlıklı beslendiklerini düşünenlerin oranı %55,6'dır, ancak %44,4'ü bu konuda tereddüt yaşamaktadır. Bu, öğrencilerin sağlıklı beslenme konusunda daha fazla bilgilendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Toplumun süt içme konusunda yeterince teşvik edilip edilmediği sorusuna verilen yanıtlarda ise, %68,4 oranındaki katılımcı, yeterli teşvik olmadığını belirtmiştir. Bu durum, süt tüketimini artırmak için daha fazla bilinçlendirme ve teşvik programlarının gerektiğini ortaya koymaktadır. Süt içme alışkanlığının kazanıldığı döneme bakıldığında, öğrencilerin %66,8'i bu alışkanlığı okul öncesi dönemde edindiğini belirtmiştir. Bu da, çocukluk döneminde sağlıklı alışkanlıkların kazandırılmasının önemini vurgulamaktadır. Son olarak, süt fiyatları hakkında yapılan değerlendirmelerde, katılımcıların %70'i süt fiyatlarını pahalı bulmakta, bu durumun süt tüketimini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar, öğrencilerin süt tüketiminin artırılması için fiyatların daha erişilebilir hale getirilmesi gerektiğini ve toplumun süt tüketim alışkanlıkları hakkında bilinçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Benzer çalışma yapan Para ve ark.(2020) 213 öğrenci ile yaptıkları çalışmada %88,8 oranında sağlıklı beslendiklerine inandıklarını belirtmiş olup, Onurlubaş ve ark. (2015) araştırmalarında, kız öğrencilerin %36,2'si ve erkek öğrencilerin %35,8'i sağlıklı beslenmeye inandıklarını belirtmişlerdir.

Selçuk ve ark. (2003) çalışmasında, öğrencilerin ayran dışında en çok meyve suyunu (%56,64) tükettikleri, %29,62'sinin gazlı içecekleri, %11,37'sinin sodayı ve %2,37'sinin sebze suyunu tercih ettikleri ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, Yüzüncü Yıl Üniversitesi öğrencilerinin süt ürünleri fiyatlarını pahalı bulanların oranı peynir için %67,27, yoğurt için %45,51, tereyağı için %79,33 ve dondurma için %61,81 olarak belirtilmiştir.

Tarakçı ve ark. (2003) araştırmasında ise öğrencilerin yarısının süt fiyatlarını diğer gıdalara göre pahalı bulduğu ortaya konmuştur.

Tablo 8. Öğrencilerin süt tüketimini etkileyen faktörler

Meyveli veya kakaolu süt tercih eder misiniz?	n	%
Evet	157	62,8
Hayır	93	37,2
Süt dışında en fazla tercih ettiğiniz içecek	n	%
Çay	134	53,6
Kahve	68	27,2
Meyve suyu	30	12
Gazlı içecek	18	7,2
Sağlıklı beslendiğinizi düşünüyor musunuz?	n	%

Evet	139	55,6
Hayır	111	44,4
Toplumun süt içme konusunda yeterince teşvik edilip edilmediği	n	%
Yeterli	24	9,6
Yetersiz	171	68,4
Bilgim yok	55	22
Süt içme alışkanlığı Kazanıldığı Dönem	n	%
Okul öncesi	167	66,8
Okul dönemi	62	24,8
Yetişkinlik dönemi	21	8,4
Süt fiyatları hakkında düşünceniz	n	%
Pahalı	175	70
Normal	49	19,6
Ucuz	13	5,2
Bilgim yok	13	5,2

Tablo 9. Üniversite personelinin süt tüketimini etkileyen faktörler

Meyveli veya kakaolu süt tercih eder misiniz?	n	%
Evet	21	21
Hayır	79	79
Süt dışında en fazla tercih ettiğiniz içecek	n	%
Çay	74	74
Kahve	21	21
Meyve suyu	6	6
Gazlı içecek	2	2
Sağlıklı beslendiğinizi düşünüyor musunuz?	n	%
Evet	47	47
Hayır	53	53
Toplumun süt içme konusunda yeterince teşvik edilip edilmediği	n	%
Yeterli	12	12
Yetersiz	81	81
Bilgim yok	7	7
Süt içme alışkanlığı Kazanıldığı Dönem	n	%
Okul öncesi	81	81
Okul dönemi	13	13
Yetişkinlik dönemi	6	6
Süt fiyatları hakkında düşünceniz	n	%
Pahalı	62	62
Normal	27	27
Ucuz	8	8
Bilgim yok	3	3

Tablo 9 'daki veriler, üniversite personelinin süt tüketimini etkileyen önemli faktörleri ortaya koymaktadır. Katılımcıların %21'i meyveli veya kakaolu süt tercih ederken, %79'u bu tür sütleri tercih etmemektedir. Süt dışında en çok tercih edilen içecek ise %74 ile çaydır; ardından %21 ile kahve, %6 ile meyve suyu ve %2 ile gazlı içecek gelmektedir. Katılımcıların %47'si sağlıklı beslendiğini düşünürken, %53'ü hayır demiştir. Toplumun süt içme konusunda yeterince teşvik edilmediğini belirtenler %81 oranında iken, bu durumu yeterli bulanlar yalnızca %12'dir. Süt içme alışkanlığına bakıldığında, %81'i bu alışkanlığı okul öncesi dönemde kazanmış, %13'ü okul döneminde ve %6'sı ise yetişkinlik döneminde kazanmıştır. Son olarak, katılımcıların %62'si süt fiyatlarını pahalı bulmakta, %27'si normal ve %8'i ucuz olarak değerlendirmektedir. Bu veriler, süt tüketimini artırmak için erken yaşta alışkanlıkların

geliştirilmesi, toplumun bilinçlendirilmesi ve süt fiyatlarının erişilebilirliğinin sağlanması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'de süt ve süt ürünleri tüketimi üzerine yapılan birçok çalışma vardır. Durmaz ve ark. (2002), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Meslek Yüksekokulu öğrencileri arasında yaptıkları araştırmada, öğrencilerin %77,41'inin süt içmeyi sevdiğini ancak %94,90'ünün düzenli olarak süt tüketmediğini belirledi. Ayrıca, öğrencilerin sabah kahvaltılarında genellikle çayı tercih ettiği görülmüş ve üniversite lisans öğrencilerinin aylık ortalama süt tüketimi 3,7 kg olarak tespit edilmiştir (Tarakçı ve ark., 2003).

4. Sonuç

Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsünde çeşitli fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören öğrenciler ile çalışan personelin süt ve süt ürünlerine yönelik tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yapılan yüz yüze anketlerden elde edilen verilere göre, öğrencilerin %77'si süt içmeyi sevdiğini ve süt ürünleri arasında en çok yoğurdu tercih ettiğini belirtmiştir. Personel üzerinde yaptığımız çalışmada da benzer oranlar görülmektedir. Süt dışında tercih edilen içecek çay olup, öğrenciler arasında bu oran yaklaşık %54, personel arasında %71'dir. Öğrencilerin yaklaşık %57'si sağlıklı beslenmediğini düşünürken, personelde bu oran %53'dür. Öğrencilerin süt fiyatlarını pahalı bulma oranı %70 iken, personelde bu oran %62'dir. Sağlıklı beslenememe gerekçesi olarak ekonomik durumlar ve satın alma gücü, hazır gıdalarla beslenme alışkanlıklarını düşünülebilir.

Elde edilen sonuçlar, farklı üniversite öğrencileriyle yapılan araştırmalarla tutarlılık göstermektedir. Bu durum, ülkemizde süt ve süt ürünü tüketiminin artırılması için gerekli politikalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Süt içme alışkanlığı olmayan öğrencilerin oranı yaklaşık %32 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, üniversite öncesi dönemlerde süt içme alışkanlığının kazandırılması, güvenilir süt ve süt ürünlerine kolay erişimin sağlanması ve bu konuda toplumu bilinçlendirmeye yönelik faaliyetlerin yürütülmesi gerekmektedir.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, öğrencilerin ve personelin sağlıklı ve dengeli beslenmeleri için gerekli olan taze süt, peynir, yoğurt, tereyağı, dondurma ve ayran gibi süt ürünlerinin yeterli ve dengeli bir şekilde tüketiminin artırılması ve teşvik edilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca, kampüs içerisinde taze süt ürünlerinin satılacağı işletmelerin bulunması ve süt ürünleriyle kahvaltı yapma imkanı sunan bir kahvaltı salonunun açılması da faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı tarafından yürütülen 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012104856 başvuru numarası ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akbay, C., Tiryaki, G. Y. (2007). Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi: Kahramanmaraş örneği. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 89-96.
- Anonim, (2019). Dünya ve Türkiye'de süt sektör istatistikleri 2019 süt raporu. Ulusal Süt Konseyi, Ankara, <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/kategori/raporlar/sut-konseyi-raporlari/>, (Erişim tarihi: 15.04.2024).
- Çetinkaya, A. (2010). Kafkas Üniversitesi öğrencilerinin içme sütü ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(2), 73-84.
- Durmaz, H., Sağun, E., Tarakçı, Z. (2002). Yüksekokul öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(1), 69-73.
- Erdal, G., Tokgöz, K. (2011). Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim tercihlerini etkileyen faktörler: Erzincan ili örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1): 111-115.
- Ergün, O.F., Bayram, B. (2021). Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 158-175.
- İçöz, Y., Demir, A., Çeliker, S. A., Kalanlar, Ş., Gül, U. (2006). Süt ve Süt Ürünleri Durum Tahmin. Ankara: *TEAE Yayınları*, 132.

- Karakaya, E., Akbay, C. (2013). İstanbul ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 65-77.
- Kibar, M., Yılmaz, A., Mikail, N. (2020). Siirt ili merkez ilçede süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları ve etkileyen faktörler. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 10(1):99-113
- Metin, M. (2014). Süt Teknolojisi (1. Baskı). *Ege Üniversitesi Yayınları*, İzmir.
- Onurlubaş, E., Doğan, H.G., Demirkıran, S., (2015). Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3): 61-69.
- Özbey, F. (2020). Üniversitesi Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 1-6.
- Para, G., Ülger, İ., Kaliber, M. (2020). Üniversite öğrencilerinin süt ürünleri tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçlerinin değerlendirilmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 9-15.
- Selçuk, Ş., Tarakçı, Z., Şahin, K., Coşkun, H., (2003). Yüzüncü Yıl Üniversitesi lisans öğrencilerinin süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(1): 23- 31.
- Sezgin, F. H., Dümen, E., Bayrakal, G. M. (2023). Marmara Bölgesindeki tüketicilerin hayvansal kökenli gıda tüketim tercihlerinin belirlenmesi ve tüketiciye bağlı değişkenlerin mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi. *Eurasian Econometrics Statistics & Empirical Economics Journal*, (23), 1-13.
- Süt ve Süt Ürünleri Durum Tahmini, 2023, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/36/Durum-Ve-Tahmin-Raporlari> (Erişim tarihi: 14.02.2024)
- Şahin, D. S., Saraç, Z. F. (2020). Burdur İlindeki 65 yaş üzeri tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 119-133.
- Şimşek, O., Çetin, C., Bilgin B. (2005). İstanbul ilinde içme sütü tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 12-18.
- Şimşek, B., Açıkgöz, İ. (2011). Üniversite öğrencilerinin süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(3), 57-62.
- Tarakçı, Z., Selçuk, Ş., Şahin, K., Coşkun, H. (2003). Üniversite öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 13(1), 15-21.
- Terzioğlu, M. E. (2017). Erzincan Üniversitesi lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi. Erzurum.
- Terzioğlu, M. E., Bakırcı, İ. (2019). Lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesi. *Gıda*, 44(1), 163-172.
- Toptaş, B. E. (2011). Konya İli 10-15 Yaş Aralığındaki İlköğretim Öğrencilerinde Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlığı, Laktoz Sindirim Güçlüğü ve İntoleransı Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Eğitimi Anabilim Dalı, Beslenme Eğitimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 95s, Konya.
- Ulusal Süt Konseyi 2023 Yılı Raporu (2024). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/uretimler/> (Erişim tarihi: 10.02.2024)
- Usta, B., Yılmaz, E.L. (2013). Sütün antioksidan enzimleri ve biyolojik etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 123-130.
- Uysal, E., Olgun, O. (2023). Konya Bölgesi Süt Sığırları İşletmeleri Besleme Uygulamalarının Belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 12(1), 1-12.
- Uzunöz, M., Gülşen, M., (2007). Üniversite Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: 15-21.
- Urkek, B., Taş A. (2021). Üniversite Öğrencilerinin Fermente Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının İstatistiksel Analizi. *Aydın Gastronomy*, 5(2), 91-103.
- Yalçın, M., Argun, M. Ş. (2017). Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 51-60.
- Yılmaz, E., Özkan, S., (2007). Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının incelenmesi. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(6): 87-104.



Araştırma Makalesi

Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Kenevir Türlerinin THC Seviyelerinin Tahmin Edilmesi

Talip ÇAY^{1,*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5490-1651>

*Sorumlu Yazar e-mail: talip.cay@yobu.edu.tr

Makale Tarihi

Geliş: 29.10.2024

Kabul: 26.11.2024

DOI: 10.59128/bojans.1575663

Anahtar Kelimeler

Makine öğrenmesi,
k-NN,
SVR,
THC,
Terpen

Öz: Bu çalışmada, hibrit, sativa ve indica kenevir türleri ve terpen profillerine dayanarak THC (tetrahidrokannabinol) seviyelerinin tahmin edilmesi amacıyla makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Kenevir bitkisi, tıbbi ve endüstri alanında kullanımlarıyla popülerite kazanmıştır; bu nedenle, bu türlerin özelliklerinin anlaşılması kritik öneme sahiptir. Çalışmada, kenevir türlerinin terpen bileşenleri, THC seviyelerini etkileyen önemli faktörlerden biri olarak belirlenmiştir. Veri seti, farklı kenevir türlerine ait terpen bileşenlerini ve bu türlerin THC seviyelerini içermektedir. Çalışmada lineer regresyon, k-NN (k En Yakın Komşuluk), SVR (Destek Vektör Regresyon) ve YSA (Yapay Sinir Ağları) gibi klasik ve derin öğrenme algoritmaları kullanılarak modeller geliştirilmiştir. Her bir algoritma performans metrikleri değerlendirilmiştir. % 95'e ulaşan doğruluk oranları ile elde edilen sonuçlar, terpen bileşenlerinin THC seviyelerinin tahmininde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu çalışma, kenevir türlerinin analiz edilmesinde makine öğrenmesi yöntemlerinin uygulanabilirliğini ortaya koymuş ve terpen bileşenleri ile THC seviyesi arasındaki ilişkileri daha iyi anlamak için bir temel oluşturmuştur.

Atf Künyesi: Çay T. (2024). Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Kenevir Türlerinin THC Seviyelerinin Tahmin Edilmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 125-136. **How To Cite:** Çay T. (2024). Prediction of THC Levels in Cannabis Species Using Machine Learning Methods, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 125-136.

Prediction of THC Levels in Cannabis Species Using Machine Learning Methods

Article Info

Received: 29.10.2024

Accepted: 26.11.2024

DOI: 10.59128/bojans.1575663

Abstract: In this study, machine learning algorithms were used to predict THC (tetrahydrocannabinol) levels based on hybrid, sativa, and indica cannabis lines and their terpene profiles. The cannabis plant has gained popularity due to its medical and industrial applications; therefore, understanding the characteristics of these lines is of critical importance. In the study, the terpene components of cannabis lines were identified as one of the significant factors affecting THC levels. The dataset includes terpene components of different cannabis lines and the THC levels of these lines. Models were developed using classical and deep learning algorithms, such

Keywords

Machine learning,
k-NN,
SVR,
THC,
Terpene

as linear regression, k-NN (k-Nearest Neighbors), SVR (Support Vector Regression), and ANN (Artificial Neural Networks). The performance metrics of each algorithm were evaluated. Results achieved with accuracy rates reaching 95% demonstrated that terpene components play an important role in predicting THC levels. This study highlights the applicability of machine learning methods in analyzing cannabis lines and provides a foundation for better understanding the relationships between terpene components and THC levels.

1. Introduction

Cannabis is one of the oldest agricultural plants in human history, dating back to 2700 BC, and is used for various purposes (Pisanti and Bifulco, 2019). With both industrial and medical uses, cannabis holds significant economic value worldwide (Yildirim and Koca Çalışkan, 2020). The psychoactive effects of cannabis are determined by its various chemicals, particularly cannabinoids such as THC and CBD. THC is a psychoactive compound that induces a feeling of euphoria, while CBD, instead of creating such mental effects, is more noted for its calming and regulatory therapeutic properties (Grotenhermen and Russo, 2013). Additionally, the cannabis plant contains aromatic compounds known as terpenes. Terpenes not only create the characteristic smell of cannabis, but they can also influence potential health benefits (Sommano *et al.*, 2020). Hybrid, sativa, and indica cannabis lines differ in terms of terpene profiles and THC levels (Casano *et al.*, 2011).

Hemp is a fast-growing herbaceous plant that can be grown in different geographical locations and climates. The Sativa lines, which can reach up to 4 meters in height, is notable for its long stem and narrow leaves (Andre, Hausman and Guerriero, 2016). Female plants produce more resin and are therefore richer in chemical components (Campbell, Peach and Wizenberg, 2021). The resin is covered by trichomes found in the flowers of the plant, which are regions rich in psychoactive components such as THC and CBD (Livingston *et al.*, 2020). Sativa lines grow more efficiently in tropical climates due to their wider-spaced branches and longer growth period (Jennings, 1966).

The Indica lines, on the other hand, has a shorter and more compact structure, allowing it to develop quickly even in cold climates and making it suitable for indoor cultivation. Hybrid lines, a cross between Sativa and Indica, display a wide range of physical characteristics, with some hybrids closer to Sativa showing long stems and narrow leaves, while those closer to Indica exhibit short stems and broad leaves. Leaf colors in hybrids can also vary, ranging from light green to dark green and purple tones (Crawford *et al.*, 2021).

THC (Tetrahydrocannabinol) is the main psychoactive component of the cannabis plant, interacting with the cannabinoid receptors in the brain to produce effects on the central nervous system, and its intensity varies depending on the plant's line and cultivation conditions (Costa, 2007). In the medical field, it has been shown to be beneficial in pain management, nausea, and appetite stimulation, and cancer patients can use THC-containing products to alleviate chemotherapy side effects. The terpenes found in cannabis shape not only the plant's aroma and taste but also its therapeutic effects (Hanuš and Hod, 2020). Caryophyllene, known for its peppery aroma, is the only terpene that can directly interact with cannabinoid receptors; limonene improves mood and reduces stress; myrcene, a common terpene in cannabis, has muscle-relaxing and calming properties and is found more in Indica lines; terpinolene has energizing and antioxidant properties; ocimene shows anti-inflammatory and antimicrobial effects; pinene has bronchodilator and anti-inflammatory properties; and linalool, with its lavender-like scent, is known for its calming and sedative effects (Sommano *et al.*, 2020) (Radwan *et al.*, 2021) (LaVigne *et al.*, 2021).

In this context, machine learning and deep learning techniques stand out as powerful tools for analyzing large datasets and making predictions. The aim of the study is to predict THC values for hybrid, sativa, and indica cannabis species based on terpene data and to evaluate the accuracy of these

predictions. Machine learning algorithms such as Regression Analysis, k-NN (k-Nearest Neighbors), SVR (Support Vector Regression), and ANN (Artificial Neural Networks) have been used in the study. The obtained results will be compared, and the effectiveness of these algorithms in cannabis analysis will be examined. Furthermore, the findings of the study will shed light on the relationships between cannabis species and terpene components and will provide suggestions for future research.

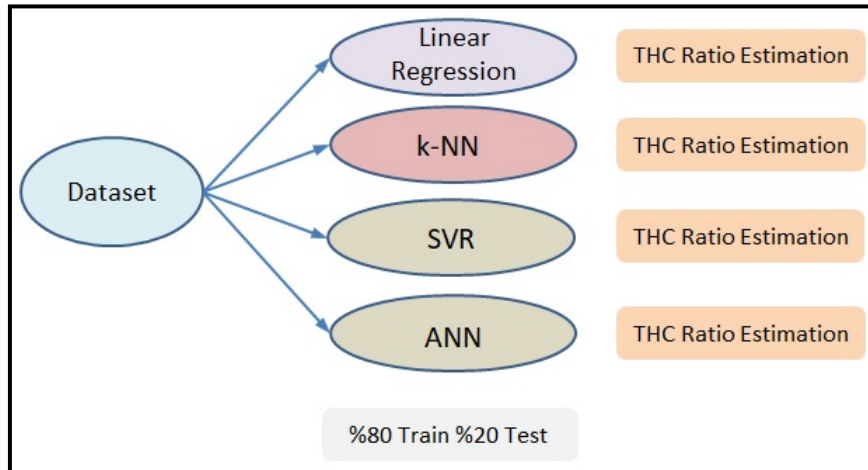


Figure 1. Flow Diagram

1.1. Related Work And Motivation

In the literature, there are numerous studies on the analysis of terpenes and chemical components of the cannabis plant. In our machine learning-based literature review on predicting terpene profiles and THC levels of cannabis plant species, some notable studies are as follows:

ATR-MIR spectroscopy was examined for predicting THC and CBD contents in cannabis flowers and extracts, and it was highlighted as a promising tool for determining product quality standards (Geskovski *et al.*, 2021). The HSI method was developed to predict THCA concentration, with the best results achieved using the RPLS algorithm through sparsity application, marking the first use of HSI in this field (Abeysekera *et al.*, 2023). The relationship between terpenes and cannabinoids in *Cannabis sativa* was analyzed, achieving 99.5% R^2 and 85.71% accuracy with machine learning, demonstrating the predictability of terpenes (Turhan and Yurttakal, 2022). The terpene and cannabinoid profiles of cannabis samples grown indoors and outdoors were compared, revealing significant effects of environmental conditions on chemical components (Zandkarimi *et al.*, 2023). Industrial hemp varieties were classified with 99.6% accuracy using hyperspectral imaging, emphasizing the importance of growth stages (Lu *et al.*, 2022). The inadequacy of current prediction methods was highlighted, and a hybrid methodology was developed to predict cannabis properties, emphasizing the importance of machine learning in chemical engineering (Vergara, Hortúa and Orozco, 2022). The FT-NIRS method was used to rapidly and cost-effectively analyze major cannabinoids and terpenes, achieving over 80% accuracy (Birenboim *et al.*, 2022).

The difference of this study from other studies in the literature lies in the diversity of algorithms used and the high success rate achieved, particularly with Artificial Neural Networks (ANN). In most studies in the literature, the prediction of THC, CBD, and other cannabinoid components is generally aimed using regression analyses and spectroscopic techniques (ATR-MIR, HSI, FT-NIRS). However, these studies often employ simpler regression models (linear regression, PLS) or classification algorithms (LDA, PLS-DA), and success rates vary between 80% and 98%, depending on the techniques used.

In particular, the study compares various algorithms such as linear regression, kNN, SVR, and ANN, achieving a success rate of 95% with ANN. This creates a significant distinction from most studies

in the literature. While the high accuracy rates of ANN generally rely on its ability to learn complex relationships, most studies in the literature have made predictions based on simpler models.

Additionally, the use of ANN enables the more effective modeling of non-linear relationships. This can provide more reliable results in THC prediction based on cannabis species and terpene profiles. While the techniques and algorithms used in many studies in the literature are limited, this study demonstrates a more comprehensive and effective modeling process compared to the approaches in the literature by testing various algorithms and showcasing the high performance of ANN.

As a contribution to future studies, the use of new algorithms, particularly ensemble methods, could enhance the performance of the current study. Ensemble methods allow for stronger and more balanced predictions by combining multiple models. Using larger and more diverse datasets can help the model generalize better under different conditions. Data collected from different regions or climates can improve the model's success in real-world applications. Additionally, transfer learning techniques are an effective way to enhance the model when working with small datasets. Pre-trained models can be adapted to the current study to improve accuracy and reduce training time.

2. Materials and Methods

In this section, detailed information about the machine learning algorithms, performance metrics, and dataset used in the study is presented. The fundamental working principles of the algorithms, along with their advantages and disadvantages, are explained in detail, and how they are applied in prediction processes is elaborated. The performance metrics used in regression analyses to evaluate the accuracy and reliability of the results are also described. Emphasis is placed on how these metrics reflect the quality of the predictions and why they are suitable for this application. Finally, the characteristics of the dataset are presented in detail. This comprehensive explanation aims to ensure the understanding of the methods and data used in the study.

2.1. Machine Learning Methods

In the study, machine learning algorithms such as Linear Regression, k-NN (k-Nearest Neighbors), SVR (Support Vector Regression), and ANN (Artificial Neural Networks) were used.

2.1.1. Linear Regression

Linear regression is a technique used to model the linear relationship between a dependent variable (Y) and one or more independent variables (X). The main goal is to find a linear equation that defines the relationship between Y and X.

Simple linear regression attempts to model the relationship between a dependent variable and a single independent variable. In this case, the regression equation is as follows::

$$Y = a + bx + \epsilon$$

Y, dependent variable (value to be predicted).

X, independent variable (explanatory variable).

a, constant term, which shows the value of Y when X is zero.

b, slope coefficient, which is the effect of a one-unit change in X on the average change in Y.

ϵ , error term is random error or noise that the model cannot explain.

2.1.2. k-NN (k-Nearest Neighborhood)

k-NN (k-Nearest Neighbors) is a simple yet effective algorithm used in machine learning to classify observations or make value predictions. The basic principle of this method is to predict by comparing a new observation point with its k nearest neighbors in the dataset. For classification, the class of the observation is determined based on the majority of class labels of the k nearest neighbors.

In regression analysis, prediction is made by taking the average of the target variable values of the k nearest neighbors (Hastie, Tibshirani and Friedman, 2009) (James *et al.*, 2023).

The first step in classifying or predicting a new observation point is to calculate the distances between this observation and all observations in the training dataset. The most commonly used method for measuring these distances is Euclidean distance, which is preferred to calculate the straight-line distance between two points.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_{ip} - x_{jp})^2}$$

k -NN distance calculation

Here x_i and x_j represent the new observation and an observation in the training dataset, respectively.

After the neighbors are determined, the distances between the new observation and the other points in the training dataset are ranked to find the k nearest neighbors.

The main advantages of the k -NN algorithm include its simplicity, flexibility, and ease of application. However, it also has disadvantages, such as the potential increase in computational cost when working with large datasets and the risk that irrelevant features may negatively affect the model's performance. In the study, the optimal k value was chosen as 5. Euclidean distance was used as the distance measurement.

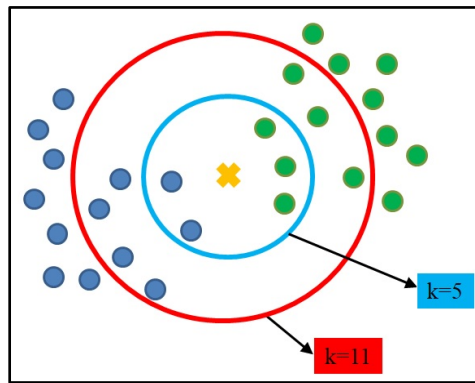


Figure 2. Determining the k value

2.1.3. SVR (Support Vector Regression)

SVR (Support Vector Regression) is a machine learning algorithm commonly used to solve regression problems. It tries to optimize both fitting to the training data and its generalization ability. SVR uses a loss function called epsilon-insensitive loss function to make predictions for the target variable.

SVR essentially follows these steps: The first step involves separating the data points with a hyperplane, ensuring that the data remains within a certain margin of error for accurate predictions. The second main step places the data points within a margin, allowing SVR to expose errors within the given tolerance (epsilon) range (Awad and Khanna, 2015).

$$f(x) = w \cdot \phi(x) + b$$

SVR target function

Where; w is a linear vector, b is the bias term and $\phi(x)$ is the kernel function that transforms the data points into a high-dimensional space.

$$\min_{w,b} \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad \text{subject to } |y_i - f(x_i)| \leq \epsilon + \epsilon_i, \forall_i$$

SVR loss function

Here; y_i is the target value, $f(x_i)$ is the predicted value of the model, ϵ_i is the error term.

SVR is effectively used in time series forecasting, price predictions in financial markets, weather forecasting, and other analyses. It is also widely preferred in applications such as modeling chemical processes and predicting molecular properties in the chemical and biotechnology industries. In engineering and industrial fields, successful results can be achieved in production processes, quality control, and robotic systems. Due to this versatility, SVR is a valuable tool in many sectors (Vilela *et al.*, 2019).

In the study, RBF was selected as the kernel function for SVR parameters, C value was taken as 1 and gamma as 0.1.

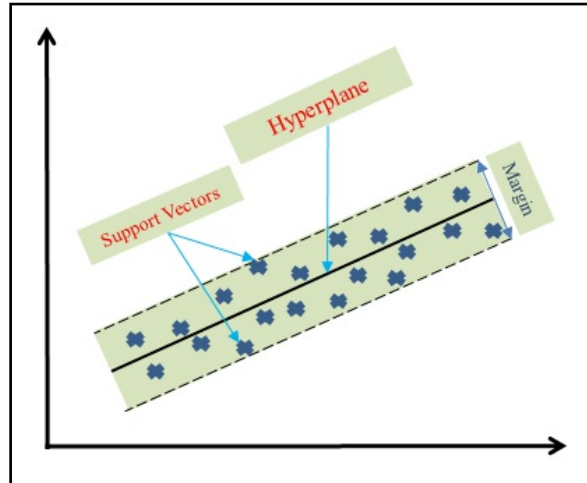


Figure 3. Support Vector Regression (SVR)

2.1.4. ANN (Artificial Neural Networks)

ANN (Artificial Neural Networks) is a subfield of artificial intelligence that enables algorithms to match learned models with data. While it works similarly to traditional machine learning algorithms, deep ANN deals with more complex structures and larger datasets. ANN has a multi-layered architecture, where data passes through different layers to learn features, and in the final layer, classification, prediction, or another output is produced. These features allow the model to understand the data and distinguish between different elements.

In the 1950s, inspired by the works of Frank Rosenblatt, Warren McCulloch, and Walter Pitts, the simplest ANN model, the Perceptron, was developed. Although the Perceptron was successful in simple tasks, it proved inadequate in solving complex problems. In the early 1990s, advancements in machine learning led to further development of ANN, and new learning techniques, such as the backpropagation algorithm, were introduced. This enabled ANN to perform more complex tasks. In the early 2000s, there was a significant increase in the use of deep ANN with multiple hidden layers. Today, deep ANN is considered one of the most important tools in machine learning and is used in various areas of healthcare, such as disease diagnosis and medical image interpretation (Lu *et al.*, 2024).

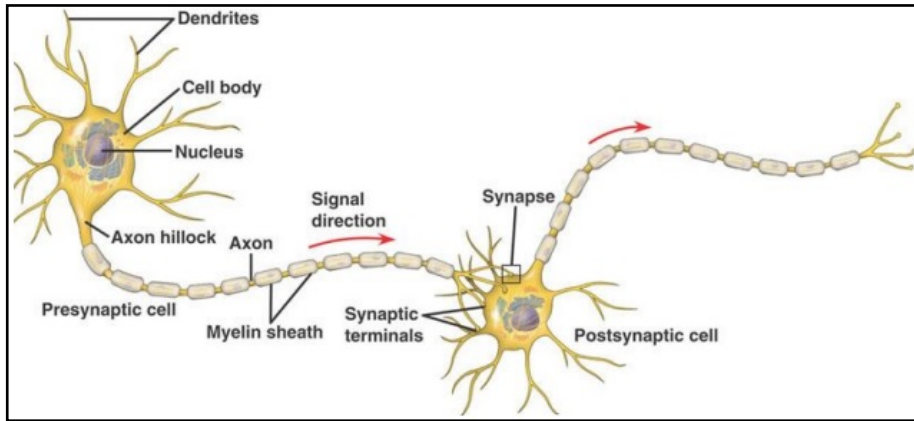


Figure 4. Biological Neuron (Hitziger and Modeling, 2015)

As seen in Figure 4, there is a nucleus in the nerve cell. Data emerging from the nucleus travels along the axon and is transmitted to other nerve cells through the axon terminals, which are connected to the dendrites of another nerve cell. The points where the axon terminals and dendrites are connected are called synapses. The data transmitted from other nerve cells to the nucleus is processed in the nucleus and then transmitted to other nerve cells.

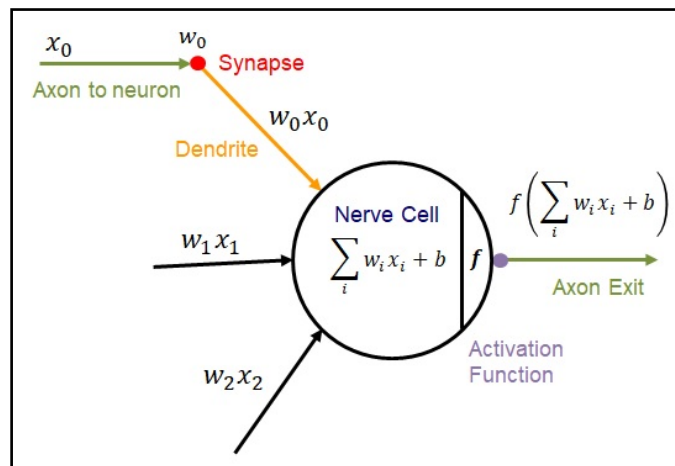


Figure 5. Mathematical Modeling of an Artificial Neuron

The mathematical modeling of the data processing and transmission process of a biological nerve cell is shown in Figure 5. Here, the input information from another artificial nerve cell is multiplied by weights and transmitted to the nerve cell. The counterparts of these weights in biological nerve cells are the dendrites. The input information multiplied by the weights is summed, and a bias value is added. Then, the total value is passed through an activation function, and the data is transmitted to the artificial nerve cell in the next layer. This is how the artificial nerve cell operates.

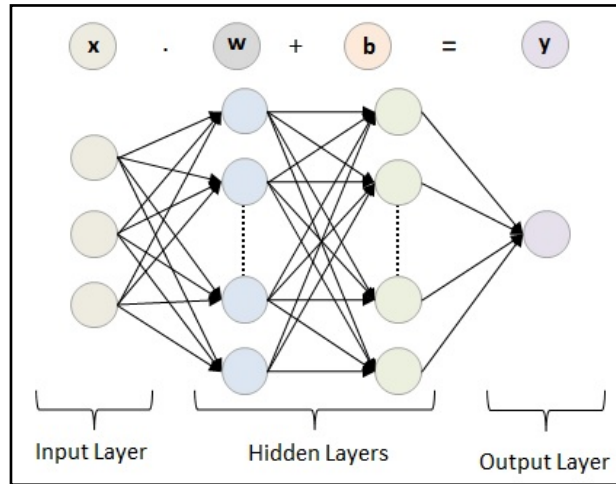


Figure 6. ANN Model

The data value of each nerve cell is calculated, and as shown in Figure 6, nerve cells are connected in both serial and parallel configurations. The neural network consists of input, output, and hidden layers. Neural networks with multiple hidden layers are referred to as multilayer neural networks (deep neural networks). If the neural network has a single hidden layer, it is referred to as a single-layer neural network.

Sequence Input Layer
Fully Connected Layer (32)
ReLU Layer
Fully Connected Layer (64)
ReLU Layer
Fully Connected Layer (64)
ReLU Layer
Fully Connected Layer (128)
ReLU Layer
Dropout Layer
Fully Connected Layer (128)
ReLU Layer
Dropout Layer
Fully Connected Layer (2)
Softmax Layer
Classification Output Layer

Figure 7. Designed network layers

The deep neural network model used in this study consists of 16 layers, as shown in Figure 7. The ReLU activation function has been chosen for the model. The model training was performed using the ADAM optimization algorithm for 1000 epochs.

2.2. Performance Metrics

The following metrics are generally used to evaluate the performance of regression methods; MAE (Mean Absolute Error) is the average of the absolute differences between the predicted values and the actual values. A low MAE indicates that the model's predictions are close to the actual values.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Mean absolute error

n , number of samples in the data set

y_i , real values

\hat{y}_i , estimated values

MSE (Mean Squared Error) is the average of the squared differences between the actual values and the predicted values.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Mean squared error

RMSE (Root Mean Squared Error) is the square root of MSE. Similar to MSE but ensures that the units are the same. It has more impact on large errors.

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

R-squared (R^2) is commonly used to measure the success of a model. It represents the relationship between the actual values and the model's predictions. The closer it is to 1, the more accurate the model's predictions are.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

\bar{y} , is the average of the true values.

2.3. Dataset Properties

The study uses data from hybrid, sativa, and indica cannabis lines. The dataset consists of 2173 samples. The dataset includes key variables such as cannabis line, terpene profiles, and THC levels. As shown in Figure 9, the terpenes include various components such as Caryophyllene, Limonene, Myrcene, Terpinolene, Ocimene, Pinene, Linalool, and Humulene. The dataset comprehensively documents the characteristics specific to each cannabis line. Notably, key terpenes such as Caryophyllene, Limonene, Myrcene, and Terpinolene stand out as the main components between the lines. These terpenes are highlighted as prominent compounds in each cannabis line and play a critical role in understanding the biochemical profile of cannabis and the potential effects of the lines. The THC levels of the cannabis lines in the dataset range from 13% to 28%. Additionally, the dataset is split into 80% training and 20% testing data for the training and testing procedures.

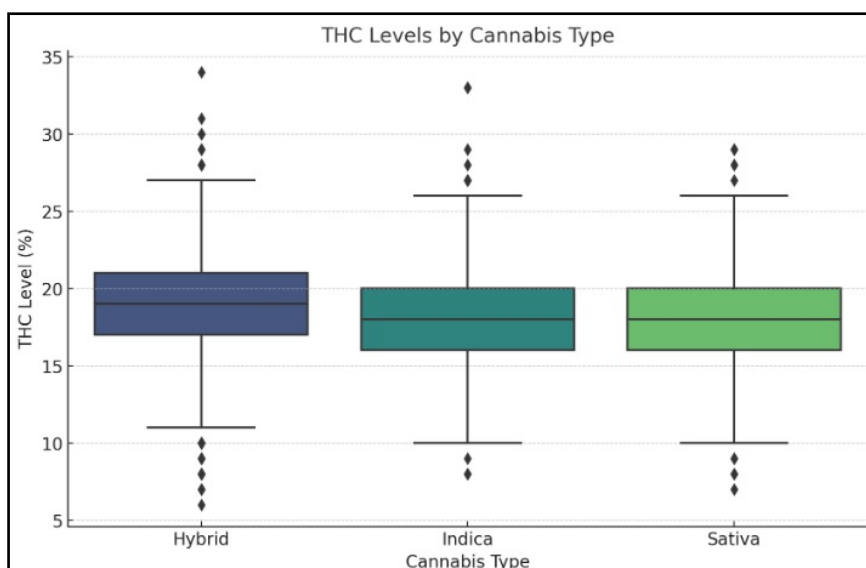


Figure 8. Distribution of THC levels by species

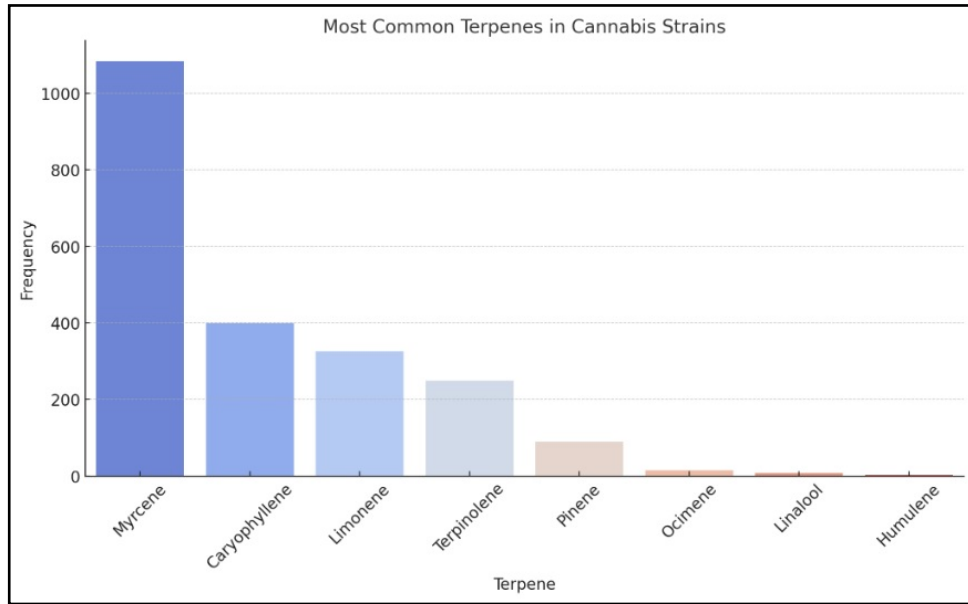


Figure 9. Distribution of terpenes

3. Conclusion and Evaluation

This study compared the performance of classical and deep learning algorithms in predicting THC values using terpene profiles of hybrid, sativa, and indica cannabis lines. The K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm showed a relatively successful performance with an accuracy rate of 89%, but its limitations may arise as the data becomes more complex. The Support Vector Regression (SVR) algorithm achieved a higher accuracy rate of 90%, demonstrating its capacity for more precise differentiation on high-dimensional data. Linear regression showed a high performance with an accuracy rate of 92%, demonstrating that cannabis lines can be predicted based on their terpene compositions. However, the accuracy rate may be limited in datasets containing more complex or non-linear relationships, necessitating the use of more advanced algorithms. Artificial neural networks (ANN) achieved the highest success with an accuracy rate of 95%, demonstrating its ability to learn more complex and qualitative relationships. The results suggest that terpene components are a significant factor in predicting THC levels and contribute to understanding their effects on the biological and genetic diversity of cannabis. Future research should investigate different cannabis lines across broader and more diverse datasets and conduct more in-depth analyses of the effects of terpene components on THC and other cannabinoid levels.

Table 1. Results

Model	Accuracy (%)	R ²	MAE	MSE	RMSE
Linear Regression	92	0.9246	0.1450	0.0236	0.1535
kNN	89	0.8985	0.1675	0.0317	0.1780
SVR	90	0.9020	0.1625	0.0306	0.1750
ANN	95	0.9574	0.1125	0.0133	0.1154

4. Data Availability Statement

The data used in our study are publicly available and not subject to data privacy, as detailed in our Data Availability Statement. Therefore, there is no requirement for ethical approval for the use of

these data. (Cannabis Lines Dataset. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/corykjar/leafly-cannabis-lines-dataset> [Access date: October 10, 2024])

5. References

- Abeyssekera, S.K. *et al.* (2023) 'Sparse reproducible machine learning for near infrared hyperspectral imaging: Estimating the tetrahydrocannabinolic acid concentration in Cannabis sativa L.', *Industrial Crops and Products*, 192, p. 116137. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2022.116137>.
- Andre, C.M., Hausman, J.F. and Guerriero, G. (2016) 'Cannabis sativa: The plant of the thousand and one molecules', *Frontiers in Plant Science*, 7(FEB2016), p. 174167. Available at: <https://doi.org/10.3389/FPLS.2016.00019/BIBTEX>.
- Awad, M. and Khanna, R. (2015) 'Support Vector Regression', *Efficient Learning Machines*, pp. 67–80. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5990-9_4.
- Birenboim, M. *et al.* (2022) 'Use of near-infrared spectroscopy for the classification of medicinal cannabis cultivars and the prediction of their cannabinoid and terpene contents', *Phytochemistry*, 204, p. 113445. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.PHYTOCHEM.2022.113445>.
- Campbell, L.G., Peach, K. and Wizenberg, S.B. (2021) 'Dioecious hemp (Cannabis sativa L.) plants do not express significant sexually dimorphic morphology in the seedling stage', *Scientific Reports 2021 11:1*, 11(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96311-w>.
- Casano, S. *et al.* (2011) 'Variations in terpene profiles of different strains of Cannabis sativa L.', *Acta Horticulturae*, 925, pp. 115–122. Available at: <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2011.925.15>.
- Costa, B. (2007) 'On the Pharmacological Properties of Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (THC)', *Chemistry & Biodiversity*, 4(8), pp. 1664–1677. Available at: <https://doi.org/10.1002/CBDV.200790146>.
- Crawford, S. *et al.* (2021) 'Characteristics of the Diploid, Triploid, and Tetraploid Versions of a Cannabigerol-Dominant F1 Hybrid Industrial Hemp Cultivar, Cannabis sativa "Stem Cell CBG"', *Genes 2021, Vol. 12, Page 923*, 12(6), p. 923. Available at: <https://doi.org/10.3390/GENES12060923>.
- Geskovski, N. *et al.* (2021) 'Mid-infrared spectroscopy as process analytical technology tool for estimation of THC and CBD content in Cannabis flowers and extracts', *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 251, p. 119422. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.SAA.2020.119422>.
- Grotenhermen, F. and Russo, E. (2013) 'Cannabis and Cannabinoids: Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential', *Cannabis and Cannabinoids: Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential*, pp. 1–439. Available at: <https://doi.org/10.4324/9780203479506/CANNABIS-CANNABINOIDS-ETHAN-RUSSO-ETHAN-RUSSO>.
- Hanuš, L.O. and Hod, Y. (2020) 'Terpenes/Terpenoids in Cannabis: Are They Important?', *Medical Cannabis and Cannabinoids*, 3(1), pp. 25–60. Available at: <https://doi.org/10.1159/000509733>.
- Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009) 'The Elements of Statistical Learning'. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>.
- Hitziger, S. and Modeling, S.H. (2015) 'Modeling the variability of electrical activity in the brain'. Available at: <https://theses.hal.science/tel-01175851> (Accessed: 29 October 2024).
- James, G. *et al.* (2023) 'An Introduction to Statistical Learning'. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-38747-0>.
- Jennings, P.R. (1966) *The Evolution of Plant Type in Oryza sativa on JSTOR, Economic Botany*. Available at: <https://www.jstor.org/stable/4252799> (Accessed: 29 October 2024).
- LaVigne, J.E. *et al.* (2021) 'Cannabis sativa terpenes are cannabimimetic and selectively enhance cannabinoid activity', *Scientific Reports 2021 11:1*, 11(1), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87740-8>.
- Livingston, S.J. *et al.* (2020) 'Cannabis glandular trichomes alter morphology and metabolite content during flower maturation', *The Plant Journal*, 101(1), pp. 37–56. Available at: <https://doi.org/10.1111/TPJ.14516>.
- Lu, S. *et al.* (2024) 'Advances in Machine Learning Processing of Big Data from Disease Diagnosis Sensors', *ACS Sensors*, 9(3), pp. 1134–1148. Available at: https://doi.org/10.1021/ACSENSORS.3C02670/ASSET/IMAGES/MEDIUM/SE3C02670_0010.GIF.
- Lu, Y. *et al.* (2022) 'Hyperspectral Imaging With Machine Learning to Differentiate Cultivars, Growth Stages, Flowers, and Leaves of Industrial Hemp (Cannabis sativa L.)', *Frontiers in Plant Science*, 12, p. 810113. Available at: <https://doi.org/10.3389/FPLS.2021.810113/BIBTEX>.
- Pisanti, S. and Bifulco, M. (2019) 'Medical Cannabis: A plurimillennial history of an evergreen', *Journal of Cellular Physiology*, 234(6), pp. 8342–8351. Available at: <https://doi.org/10.1002/JCP.27725>.

Radwan, M.M. *et al.* (2021) 'Cannabinoids, Phenolics, Terpenes and Alkaloids of Cannabis', *Molecules* 2021, Vol. 26, Page 2774, 26(9), p. 2774. Available at: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26092774>.

Sommano, S.R. *et al.* (2020) 'The Cannabis Terpenes', *Molecules* 2020, Vol. 25, Page 5792, 25(24), p. 5792. Available at: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25245792>.

Turhan, N. and Yurttakal, A.H. (2022) 'Regression and Discrimination Performance of Terpenoid Expression via Cannabis Sativa Cannabinoids', *HORA 2022 - 4th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications, Proceedings* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/HORA55278.2022.9800044>.

Vergara, L.A., Hortúa, H.J. and Orozco, G.A. (2022) 'Property Estimation Method for Cannabinoids and Terpenes Using Machine Learning', *Computer Aided Chemical Engineering*, 51, pp. 103–108. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95879-0.50018-7>.

Vilela, L.F.S. *et al.* (2019) 'Forecasting financial series using clustering methods and support vector regression', *Artificial Intelligence Review*, 52(2), pp. 743–773. Available at: <https://doi.org/10.1007/S10462-018-9663-X/FIGURES/11>.

Yildirim, S. and Koca Çalışkan (2020) 'Hemp And Its Use In Health (Kenevir Ve Sağlık Alanında Kullanımı)', *avesis.gazi.edu.tr U Koca Çalışkan J. Fac. Pharm. Ankara/Ankara Ecz. Fak. Derg., 2020•avesis.gazi.edu.tr*, 44(1), pp. 112–136. Available at: <https://doi.org/10.33483/jfpau.559665>.

Zandkarimi, F. *et al.* (2023) 'Comparison of the Cannabinoid and Terpene Profiles in Commercial Cannabis from Natural and Artificial Cultivation', *Molecules*, 28(2), p. 833. Available at: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES28020833/S1>.



Araştırma Makalesi

Topalak Bitkisinin (*Cyperus rotundus* L.) Coğrafi Yayılışı, Yumru Analizi ve Etnobotanik Özellikleri

Güven ŞAHİN^{1,*}

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 59030, Tekirdağ, Türkiye

¹ <https://orcid.org/0000-0002-5054-3711>

*Sorumlu Yazar e-mail: gsahin@nku.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 12.10.2024

Kabul: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1566068

Anahtar Kelimeler

Topalak,
Cyperus rotundus L.,
Yumru analizi,
Bitki coğrafyası,
Etnobotanik,
Türkiye

Öz: Topalak (*Cyperus rotundus* L.), Cyperaceae familyasının *Cyperus* cinsine mensup olup günümüzde dünya genelinde 950 civarında tür ve alt tür tanımlanmıştır. Güncel çalışmalar kapsamında ise zirai açıdan mücadele edilmesi gereken topalak yumrularının insan sağlığı üzerinde pek çok olumlu yönleri olduğu anlaşılmıştır. Konuyu etnobotanik açıdan incelediğimizde topalak, Türkiye halk hekimliğinde de önemli bir yere sahiptir. Özellikle güneydoğudaki illerde yumruların halk hekimliğinde, ekseriyetle mide ve bağırsak sorunları, şekeri düşürme gibi amaçlarla kullanıldığı tespit edilmiştir. *Cyperus rotundus* L. bitkisinin tüm bu avantaj ve dezavantajlarını incelediğimiz bu çalışmada Siirt, Batman ve Şırnak'ta yapılan saha çalışmaları neticesinde bahis konusu üç ilin farklı lokasyonlarından (Toplam 8 ilçede) toplanan *Cyperus rotundus* L. bitkisi ve yumru örnekleri dış morfolojik ve içerik açısından incelenmiştir. Bu kapsamda tarım alanları, bataklıklar ve akarsu kenarlarından örnekler toplanmıştır. Elde edilen örnekler Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (NABİLTEM) laboratuvarında ICP-OES Element Analizi ile element içerikleri ortaya konmuş ve bunun yanı sıra pH ölçümleri yapılmıştır. Bitkinin botanik özelliklerinin yanı sıra coğrafi dağılımı ve gelişim sahaları da incelenmiş, bu kapsamda TÜBİTES'te belirtilen yayılış sahası Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki tespitlerle güncellenmiştir. Buna göre de ArcGIS 10.8 ile sayısallaştırılarak güncel lokasyonları haritalandırılmıştır. Çalışmanın bir diğer odak noktası bitkinin etnobotanik özellikleri açısından incelenmesi olmuştur. Bitkinin halk hekimliğinde kullanım biçimi yanı sıra yöre ekonomisindeki durumu da ortaya konmuştur.

Atıf Künyesi: Şahin G. (2024). Topalak Bitkisinin (*Cyperus rotundus* L.) Coğrafi Yayılışı, Yumru Analizi ve Etnobotanik Özellikleri, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 137-154. **How To Cite:** Şahin G. (2024). *Geographical Distribution, Tuber Analysis and Ethnobotanical Characteristics of Purple Nutsedge (Cyperus rotundus L.)*, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 137-154.

Geographical Distribution, Tuber Analysis and Ethnobotanical Characteristics of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.)

Article Info

Received: 12.10.20224

Accepted: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1566068

Keywords

Purple nutsedge,
Cyperus rotundus L.,
 Tuber analysis,
 Plant geography,
 Ethnobotany,
 Türkiye

Abstract: *Cyperus rotundus* L. (Purple nutsedge) belongs to the genus *Cyperus* from the Cyperaceae family, and circa 950 species and subspecies of this genus have been described in the world. Within the scope of current studies, it has been understood that purple nutsedge tubers, which need to be combated agriculturally, have many positive aspects on human health. *Cyperus rotundus* L. is vital in Turkish folk medicine when we examine the subject from an ethnobotanical perspective. It has been determined that tubers are used in folk medicine, especially in the southeastern provinces, for purposes such as stomach and intestinal problems and lowering blood sugar. In this study, we examined all the advantages and disadvantages of the purple nutsedge plant, purple nutsedge plant, and tuber samples collected from different locations of the three provinces in question (in a total of 8 districts) as a result of field studies carried out in Siirt, Batman, and Şırnak, were examined in terms of external morphology and content. In this context, samples were collected from agricultural areas, swamps, and river banks. The elemental differences in the samples obtained from different geographical regions were revealed with ICP-OES Element Analysis in the laboratory of Tekirdağ Namık Kemal University Scientific and Technological Research Application and Research Center (NABİLTEM) laboratory, and pH measurements were also made. In addition to the botanical characteristics of the plant, its geographical distribution and development areas were examined. In this context, the distribution area stated in TÜBİVES (Turkish Plants Data Service) was updated with the findings in Eastern and Southeastern Anatolia. Accordingly, they were digitized with ArcGIS 10.8 and their current locations were mapped. Another focus of the study was to examine the plant in terms of its ethnobotanical properties. The use of the plant in folk medicine as well as its status in the local economy was revealed.

1.Giriş

Türkiye floristik açıdan dünyanın en özel ve de önemli merkezlerinden birini teşkil etmektedir. Doğal olarak yetişen 12.000'den fazla bitki taksonu (Tür, alt tür, varyete) bulunan Türkiye'de yaklaşık 3.649 tane yani başka bir ifadeyle toplam takson varlığının kabaca 1/3'ü kadar endemik takson bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012; Günel, 2013). Bununla birlikte söz konusu bu değerler yapılan çalışmalarla kısa sürede değişmekte ve Türkiye endemik varlığı ortalama her 10 günde yeni bir endemik taksonun varlığının keşfedilmesiyle güncellenmektedir (Torlak ve ark., 2010; Güner ve ark., 2012; Şenkul ve Kaya, 2017). Buna göre de her yıl yaklaşık 2.000 civarında yeni bitki türü tespit edilip literatüre kazandırılmaktadır (Christenhusz ve Byng, 2016).

Araştırma öznemiz olan *Cyperus rotundus* L. (Topalak), hasırotugillerden *Cyperus* cinsine mensup olup sınıflaması ve tür çeşitliliği bakımından en tartışmalı grubu oluşturmaktadır. Günümüzde dünya genelinde *Cyperus* cinsinden 950 – 960 civarında tür ve alt tür tanımlanmıştır (Huygh ve ark., 2010; Larridon ve ark., 2021). *Cyperus rotundus* L., esasında çok uzun yıllar dünya genelinde zararlı/istilacı bir ot olarak ziraat hayatının en önemli sorunları arasında değerlendirilmiştir. Kısa sürede çok hızlı bir şekilde yayılmasına bağlı olarak ziraat faaliyetleri kapsamında yabancı ot kontrolünde (Herbisit kullanılarak yapılan mücadele başta olmak üzere) en fazla mücadele edilen bitkilerden birisi olmuştur (Horowitz, 1992; Peerzada, 2017). ABD ve çoğu çeltik üreticisi ülke başta olmak üzere bu bitki yüksek derecede istilacı ve zararlı otlar arasında sayılmaktadır. Bunun yanı sıra bitkinin yumruları asırlardır halk hekimliğinde kullanılan ve geleneksel tıpta önemli bir yer işgal eden bitkisel bir drog olarak karşımıza çıkmaktadır (Negbi, 1992). Günümüzde dünyanın pek çok yerinde başta mide ve bağırsak sorunları olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan *C. rotundus* L. yumruları türlü şekillerde tüketilmektedir. Bunun yanı sıra yumrulardan elde edilen uçucu yağlar önemli bir parfüm

malzemesi olup elde edilen solüsyonlar haricen de kullanılmış ve de kullanılmaktadır. Bitki, tazeyken ve alternatif yem bitkisi olmadığı zamanlarda bir yem bitkisi olarak da kullanılabilir. Sonuç olarak *C. rotundus* L. için medeniyet tarihimizin tezatlıklar barındıran bitkilerinden birisidir diyebiliriz.

Çoğu ülkede olduğu gibi Türkiye’de de *C. rotundus* L. tarım hayatında yabancı ot olarak en zararlı türler arasında sayılmaktadır (Bilgiri ve Bakırcı, 1969). Doğal olarak Türkiye’nin kıyı kuşağı ve sınırlarında yani Dış Anadolu olarak da nitelendirilen kısımlarında, iç kısımlarda ise yer yer akarsu vadileri boyunca yayılış gösteren *C. rotundus* L. bu bölgedeki yerleşmelerde halk hekimliğinde kullanılmış ve de kullanılmaya devam etmektedir. Bitki, zirai faaliyetler kapsamında her yıl binlerce tonluk ürün kaybına yol açtığı gibi halk hekimliğinde de yerel halk tarafından kullanılan önemli bir şifa (tıbbi bitki) kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise *C. rotundus* L.’nin insan sağlığı üzerinde kayda değer olumlu yönleri olduğunu göstermiş ve araştırmalar bitkinin tıbbi özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır (Bajpay ve ark., 2018; Pandey, 2022). Bu da bitkinin uzun yıllar salt tarımda yabancı ot olarak nitelendirilmesinin yanı sıra tıbbi – aromatik bitkiler yönüyle de değerlendirilebileceğini göstermiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Cyperus rotundus L. bitkisinin avantaj ve dezavantajlarını incelediğimiz bu çalışmada ilk etapta literatür taraması yapılarak bitkiyle ilgili mevcut durum ele alınmıştır. Söz konusu literatürün önemli bir bölümü topalak otunun tarımda yabancı ot olarak değerlendirilmesinden ötürü mücadelesine yöneliktir. Son yıllardaki çalışmalar ise ekseriyetle bitkinin tıbbi açıdan yararları üzerine yoğunlaşmıştır (Dhar ve ark., 2017; Bajpay ve ark., 2018; Kamala ve ark., 2018; Ahmed, 2019; Pandey ve ark., 2022). İlk olarak tür teşhisi amacıyla Royal Botanic Garden Edinburgh (E), NGBB ve TAGEM Dijital Herbarium kataloğundan yararlanılmıştır. Bitkinin coğrafi dağılımı kapsamında Türkiye’nin güneydoğusundaki yayılış alanlarının güncellenmesi ve de halk hekimliğinde kullanılış biçimleri amacıyla Batman, Siirt ve Şırnak illerinde arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda Batman’ın Merkez ve Sason; Siirt’in Merkez, Baykan, Kurtalan, Tillo ve Şırnak’ın Merkez ve Cizre ilçelerinde 2023 yılı Temmuz – Ağustos ayında arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bahis konusu sekiz lokasyonun muhtelif yerlerinden toplanan örnekler Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (NABİLTEM) laboratuvarında ICP-OES Element Analizi ile farklı coğrafi sahalardan tedarik edilen örneklerdeki element farklılıkları ortaya konmuş ve bunun yanı sıra pH ölçümleri yapılmıştır.

Bitkinin botanik özelliklerinin yanı sıra coğrafi dağılımı ve gelişim sahaları da incelenmiş ve bu kapsamda TÜBİVES’te belirtilen yayılış sahası Doğu ve Güneydoğu Anadolu’daki tespitlerle güncellenmiştir. Daha güncel olan ANG Vakfı – Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi bünyesinde ortaya konan “Resimli Türkiye Florası” çalışmasına aynı türün Türkiye’nin doğu ve güneydoğusundaki yayılışının da ilavesiyle türün coğrafi dağılımı net bir şekilde ortaya konabilecektir. Elde edilen bulgular ArcGIS 10.8 ile sayısallaştırılarak bölgedeki güncel dağılım ortaya konmuştur. Bitkinin etnobotanik özellikleri bakımından ise 18 köyden/mahalleden (Şırnak: Ulaş, Kurtuluş Mah., Cumhuriyet Mah., Yakacık, Keruh, Doruklu; Batman: Balpınar/Segirkan, İkiztepe, Yeniköy, Salat, Soğuksu; Siirt: Kılıçlı, Aktaş, Çınarlısu, Kayaboğazı, Yerlibahçe, Sağlarca, Bostancık) topalak yumrularının varsa kullanım biçimi ve satışı incelenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Topalak Bitkisinin Botanik ve Morfolojik Özellikleri

Cyperus rotundus L. (Topalak), Hasırotugiller (Cyperaceae) familyasının *Cyperus* cinsine mensup bir türdür. Daha önce de bahsedildiği gibi Cyperaceae familyası çok kalabalık ve karmaşık bir topluluğu oluşturmaktadır. *Cyperus* cinsinin sınıflandırılmasındaki karmaşada bazı araştırmacılarca cins içerisinde altcinsler belirlenmiş ve tüm bu cinslere ait taksonlar tek bir cins içerisinde toplanmış, diğer bir grup araştırmacı ise birbirlerinden ayrı cinsler olarak değerlendirerek bir sınıflamaya gitmişlerdir (Şapçı Selamoğlu, 2023). Güncellenen çalışmalar ışığında yaklaşık 950 – 960 civarında tür ve alt tür tanımlanmıştır (Huygh ve ark., 2010; Larridon ve ark., 2021). *C. rotundus* L., farklı ülkelerde çok çeşitli şekillerde adlandırılmaktadır. En yaygın kullanımı *İng.* “nutsedge (Özellikle Britanya ve ABD’de)” ve “nutgrass (Özellikle Avustralya’da)” olup “purple nutsedge, red nut sedge, coco sedge, cocograss”; *Fr.* “coquito, souchet rond”; *Alm.* “knollige zypergras, nussgras, runde cyperwurzel”; *İsp.* “juncia real, cípero, castañuela, chufa púrpura, corocillo, coyolillo, coquito”; *Hint.* “muthanga, musta, motha, nagarmotha” isimleriyle anılmaktadır (İmam ve ark., 2014). Türkçe de ise en yaygın bilinen ismi “Topalak” olup karatopalak, gece topalağı, gecebiten, bataklık otu isimleriyle de anılmaktadır. Bitkinin geçmiş dönemlerde ise topalak için “Kırkboğum, Suut Kökü” gibi tanımlamalar yapıldığı da belirtilmektedir. Nitekim Nidâî tarafından 1567-68’de kaleme alınan “Keyf-i Kitâb-ı Nidâî” adlı eserde bitki bu isimlerle ifade edilmiştir (Ölker ve Direkçi, 2009). Kürtçede ise bitki “Şembelilik/Şembelilk” adıyla anılmakta ve halk arasında bu isimle tanınmaktadır. Bitkinin bilimsel adı *Cyperus rotundus* L. olup cins olan “*Cyperus*” Eski Yunanca kökenli “*Cypeoris / Kuperos*”; tür adı olan “*Rotundus/Rotunda*” ise Latince kökenli olup “yuvarlak/dairesel” anlamına gelmektedir (Baloch ve ark., 2015; Dwyer, 2016).

Bitkiyle ilgili olarak belirtilmesi gereken önemli bir husus da *C. rotundus* L.’nin sıklıkla *Cyperus esculentus* L. ile karıştırılmasıdır. *C. rotundus* L. toprak üstü aksamı bakımından *C. esculentus* L. ve *C. longus* L. ile oldukça benzerdir. Abdülâziz, yer bademi, sazlık yemişi gibi isimlerle de bilinen *C. esculentus*, en belirgin özelliği olan yumru boyutuyla ve çiçek renkleriyle *C. rotundus* L.’den ayrılır. Bu yüzden *C. esculentus* L., İngilizce’de “Yellow Nutsedge, Earth Almond” isimleriyle anılırken *C. rotundus* L. ise “Purple Nutsedge” adıyla anılmaktadır. İki tür arasındaki en belirgin fark yumru büyüklüğü ve rengi noktasında olup *C. esculentus* L. esnek ve beyaz/ekru sitolonlara sahiptir. *C. rotundus* L. ise sitolonlarının daha sert ve koyu kahverengi olması ile karakterize edilmektedir. Türkiye’de bu iki tür yanı sıra söz konusu familyaya ait *C. difformis* L. (göcelebüken), *C. fuscus* L. (maydanozbağı), *C. longus* L. (karatopalak) ve *C. capitatus* Vand. (şehvetotu) türleri de yaygın bir şekilde gözlenmektedir.



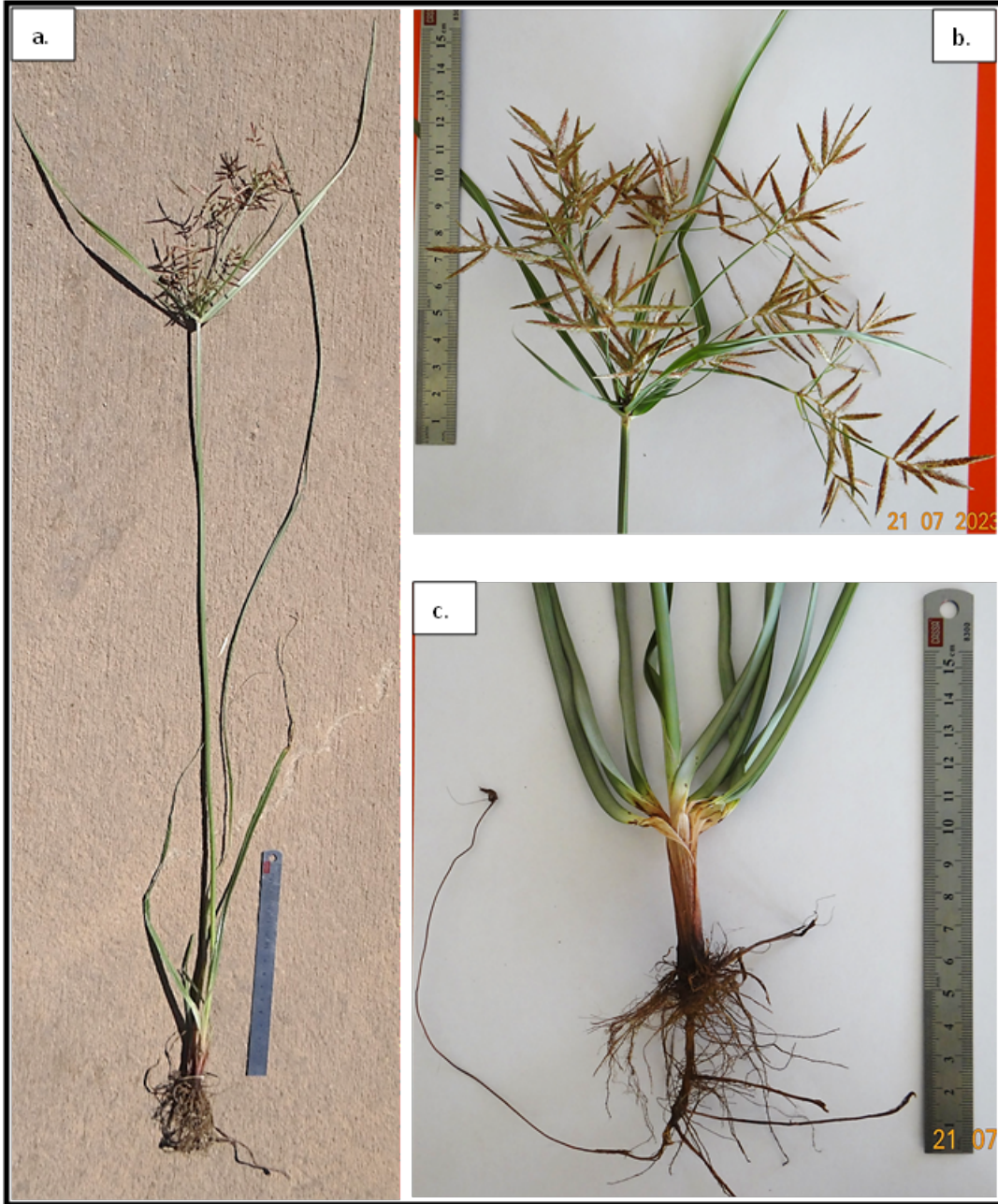
Şekil 1. Solda *Cyperus esculentus* L. ve sağda *Cyperus rotundus* L. yumruları (Ji ve ark., 2021.)

Bitkinin yapısal özelliklerine baktığımızda topalak, 10 ila 50 cm arasında boylanan ve uygun şartlarda daha da uzayabilen (Bir metreye ulaşan örneklere tesadüf edilmiştir) bir bitkidir. Düz, dallanmamış ve karakteristik olarak enine kesitinde üçgen şekilli olan bir gövdesi bulunan topalağın yaprakları koyu parlak yeşil renkte olup 20 cm.'e kadar uzayabilmektedir. Bitki yaprakları genel olarak uzun çimenlere benzemektedir, bazal yaprak formunda, damarlı ve hafif tırtıklı bir dokuya sahiptir. Yapraklar boyun kısmında, toprağa yakın yerde üç sıra halinde çıkarlar ve 2 – 5 mm. genişliğindedir. Bitkinin dikkat çekici karakteristiğinden çiçekleri ise Mayıs – Eylül arasındaki çiçeklenme periyoduyla açmakta ve çok dallı bir salkım şeklinde bitkinin tepe kısmında kendini göstermektedir. Salkımı oluşturan 3 – 9 kadar dalın her birinde 3 – 10 kadar başak bulunur. Bitkinin mızrak şeklindeki bu özel çiçekleri bırıkte formdadır. Bırıkteler 2 – 6 adet arasında olup en dıştaki bırıkte çiçek durumundan daha uzundur. Çiçek rengi genellikle kahverengi, kızılımsı kahverenginde olup morumsu kahverengine de rastlanabilmektedir. Başakçıklar yassı ve doğrusal olup ölçüleri 2 – 18 × 1,2 – 2 mm.'dir. Bir başakçıktaki 6 – 50 kadar çiçeğin (florets) her biri 2 – 5 mm. uzunluğunda, yeşil bir orta damara ve zarımsı bir kenara sahip omurgalı bir pulla (kavuz) çevrilidir. Topalak için çiçeklenme ilkbahar sonlarında başlar ve yaz boyunca devam eder. Meyve, nadiren üretilmekte ve üçgen formda bir akenden (nutlet) oluşur.



Şekil 2. Mısır tarlaları boyunca oldukça yoğun bir yayılış gösteren *Cyperus rotundus* L. (Batman – Merkez)

Çok yıllık otsu bir bitki olan topalak, rizomları ve yumruları aracılığıyla çoğalmaktadır. İlk etapta beyaz renkli ve etli bir görünümü olan rizomlar, bitki yaşlandıkça lifli/saçaklı bir formla kuşatılır ve rengi de koyu kahverengiye döner. Bitkinin en karakteristik bölümü olan ve de çok hızlı bir şekilde yayılmasını sağlayan rizom ve yumrular, toprak altında bir ağ oluştururlar. Söz konusu bu ağ ekseriyetle toprak yüzeyi ile 15 – 20 cm. arasındaki derinlikteki kısımda gelişirken daha derinlere de inebilmektedir. Toprak yüzeyine yakın kısımda 0.5 cm.'den 3.5 cm.'e kadar muhtelif boyutlarda yumrular, yumrulu (Bazal) soğanlar, kormlar olarak da nitelendirebileceğimiz rizomlu bir kök yapısı oluşturur. Söz konusu bu yumrulu kök sistemi tek tek olabileceği gibi sıralı olarak bir zincir şeklinde de gelişebilir. Yumruların içleri ekru renkte olup dış yüzeyi siyaha çalan koyu kahverengindedir. Yumrular genel olarak düzensiz şekilli ve tamamen büyüdüklerinde 2 cm. uzunluğundadırlar. Her yumrunun birden fazla tomurcuğu vardır, bunların çoğu uykuda kalır ve aktif sürgünün yok olması durumunda bitki tarafından kullanılabilir. Hareketsiz yumrular genellikle toprakta 3 – 4 yıl kalabilse de ideal koşullarda 10 yıla kadar dayanım göstermektedir. *C. rotundus* L.'nin lifli kök sistemi (Şekil 3c) ise toprak yüzeyinin 1 – 1.2 metre derinine kadar uzanabilir.



Şekil 3. a: *Cyperus rotundus* L. gövdesi (Yaklaşık 60 cm.), b: salkım halindeki brakte form çiçekleri ve c: henüz yumru bağlamamış kök yapısı

Daha öncede bahsedildiği üzere bitkiye asıl değerini kazandıran ve etnobotanik açıdan öne çıkmasına yol açan kök kısmı ve köklerdeki bu yumrular bitkinin hızla çok geniş alanlara yayılmasında da etkin rol oynamaktadır. Uygun coğrafi şartlar altında tek bir topalak yumrusu 75 günün sonunda 35, sadece 3 ayın sonunda ise 99 yumru üretebilmektedir (Rao, 1968). Yapılan bir deneysel ekimde yumruların yaklaşık 90 cm.'lik bir alanın merkezine ekimi sonrasında vejetasyon süresini takiben alanını 5 kat artırdığı saptanmıştır. Yapılan sayımlarda m² başına 150 – 200 arasında *C. rotundus* L. tespit edilmiştir (Bilgiri ve Bakırcı, 1969). Yumru uygun şartlarda dikildikten 4 – 7 gün sonra sürgün verir, 15 – 30 gün sonra da yeni yumrular oluşturur (Horowitz, 1992). Ortalama bitki başına 15 kadar yumru üretilbildiği ve her yumrudan da 10'a kadar tomurcuk elde edilebildiği düşünüldüğünde bitkinin üreme ve yayılma kabiliyeti daha net anlaşılmaktadır. İlerleyen bölümlerde bitkinin iktisadi boyutunu ele alırken detaylandırdığımız üzere söz konusu bu hızlı üreme ve yayılma kabiliyeti topalak bitkisini istilacı ve zararlı otlar kategorisine sokmuştur.

Cyperus rotundus L.'nin ekolojik şartlarını incelediğimizde esasında çok geniş bir yayılış alanı ve buna bağlı farklı şartlara çok iyi adapte olduğunu görmekteyiz. Bitki, aşırı yüksek sıcaklıklara dayanamamakla beraber genel olarak çoğu bitkinin dayanım gösteremeyeceği sıcaklıklara dirençlidir. *C. rotundus* L.'nin sıcaklık üst sınırıyla ilgili olarak Ueki (1969)'nin çalışmasına göre 50°C'de 12 saat tutulan yumrular çimlenemezken, 40°C'de çimlenme oranı %80'ler civarında olmuştur. Bir diğer çalışmada 96 saat boyunca 50°C'ye maruz bırakıldığında yumrular ölürken, 48 saat süreyle aynı dereceye maruz kalan yumrular canlılığını korumuş fakat 60°C'de 1 saat içerisinde yumrular ölmüşlerdir (Rafiee Sarbijan Nasab ve ark., 2020). *C. rotundus* L. her ne kadar düşük sıcaklıklara tolerans gösterse de 20°C'nin altında bitki büyümesi yavaşlar ve yumru filizlenmesi önemli ölçüde geriler. Öte yandan yumrular -5°C'ye kadar 1 – 2 saat dayanım gösterebilmiştir (Ueki, 1969). Sonuç olarak yumrular toprağın 10° – 15 cm. derinlerinde olduğu için genellikle ekstrem şartlardan korunur ve şartlar elverdiğinde ertesi yıl yeniden çimlenerek yaşam faaliyetini sürdürebilir.



Şekil 4. *Cyperus rotundus* L. kök sistemi ve yumruları

C. rotundus L., toprak açısından seçici bir bitki olmamakla beraber orta ve yüksek derecede nemli topraklar en elverişli olanlardır. Bununla birlikte hemen her türlü toprak tipinde ve pH derecesinde yetişebilmekte, kuru ve gevşek yapıları topraklarda ise dahi iyi performans sergilemektedir (Skinner ve Urbatsch, 2007). Bitkinin taban suyu seviyesi yüzeye yakın yerlerde gelişimi çok daha hızlı olmaktadır. Ayrıca sulu tarımın yapıldığı yerlerde de gelişim ve yayılışı kuru tarım alanlarına nazaran daha hızlıdır. Sadece tuzlu topraklar *C. rotundus* L.'nin sevmediği topraklar olarak belirtilebilir (Skinner ve Urbatsch, 2007; Peerzada, 2017).

Tablo 1. *C. rotundus* L. yumrularının lokasyonlara göre element içerikleri (ppm)

Lokasyon	Numune	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Cr
Batman	1	9007,5	3211,1	3644,8	444,1	26,0	0,9	0,0	0,0	0,0
	2	7764,7	3018,0	3551,0	350,4	23,9	1,0	0,0	0,0	0,0
	Ort.	8386,1	3114,6	3597,9	397,3	24,9	0,9	0,0	0,0	0,0
Şırnak	1	2031,4	1733,7	599,7	2040,8	47,1	10,5	119,9	119,0	0,0
	2	2125,4	1931,8	617,4	2241,4	52,6	11,2	149,2	132,7	0,0
	Ort.	2078,5	1832,8	608,6	2141,1	49,8	10,8	134,5	125,9	0,0
Siirt	1	1489,9	956,0	1052,7	463,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	1650,2	968,8	1083,0	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ort.	1570,1	962,4	1067,8	469,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Çalışma önemiz olan *C. rotundus* L. yumrularının içerik özelliklerine baktığımızda Siirt (Merkez, Tillo, Eruh, Kurtalan), Batman (Merkez, Sason) ve Şırnak (Merkez, Cizre)'ta, toplam sekiz farklı lokasyondan her biri 200 g. olarak topladığımız yumruların ICP-OES Element Analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tablo 1'de de görüldüğü üzere Şırnak'taki numunelerde element içeriği çeşitliliği daha fazlayken Batman'da element miktarlarındaki fazlalık dikkat çekmektedir. Batman'da Merkez ve Sason ilçelerinden alınan numuneler mısır tarlaları kenarlarında ve karpuz bostanlarının muhtelif yerlerinde toplanmıştır. Buradaki numunelerin Ca açısından yüksekliği dikkat çekmektedir. Yörede toplanan yumrulardaki bu farklılık Mg ve P elementlerinde de kendini göstermektedir. Batman'daki yumrularda fosfor (P) içeriğinin yüksek çıkmasında karpuz başta olmak üzere mısır yetiştiriciliğinde kullanılan fosforlu gübre kullanımının etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde bostanlardaki magnezyum sülfat uygulaması da yumrulardaki Mg içeriğinin yüksek çıkmasında etkili olmuştur. Diğer yerlerdeki numunelerden farklı olarak Batman'daki örneklerde Fe biraz daha düşük çıkmış olmakla beraber Siirt'teki değere yakın, Mn ve Cu ise Şırnak'taki örneklerden düşük çıkmıştır. Yöredeki örneklerde Zn, Ni ve Cr tespit edilmemiştir. Şırnak Merkez ve Cizre'den toplanan numunelerin element analizini incelediğimizde Fe, Mn ve Cu içeriğinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Şırnak'tan elde edilen numunelerde sırasıyla Fe, Ca, Mg ve P içeriğinin öne çıktığı görülmektedir. Demir (Fe) bakımından diğer iki araştırma sahasından daha yüksek olmasında bununla beraber Cu, Zn ve Ni değerlerindeki dikkat çekici oranlarda kullanılan pestisitlerin ve sıvı gübrelerin (Özellikle demir içerikli) etkisi görülmektedir. Şırnak–Merkez'de toplanan numuneler bağ alanları ve sebze bahçelerinden; Cizre'deki numuneler ise Yakacık (Dicle'nin doğu yakasında), Keruh (Aşağıkonak)'ta buğday tarlalarının kenarlarından elde edilmiştir. Ayrıca menşei Cizre kırsalı olan ve Tarihi Cizre Bakırcılar Çarşısı'ndaki aktarlardan da numuneler incelenmiştir. Şırnak'ta bitkinin her ne kadar halk hekimliğinde yararlı olduğu biliniyor olsa da yöre halkı yabancı ot kategorisindeki topalak bitkisini tarla ve bahçelerinde istemediğinden kimyasal ve mekanik mücadelesine girişmektedir. Hatta yer yer yoğun herbisit kullanımları söz konusu olmuştur ki bu da element analizinde kendini göstermektedir. Son olarak Siirt'teki numunelere baktığımızda incelenen örnekler Uluçay boyunca, Botan vadisinde ve Karşıyaka (Bitlis Çayı kıyısında)'dan toplanmıştır. Bu örneklerde de Ca değeri oldukça yüksek çıkmış, ardından P, Mg ve Fe değerleri gelmektedir. Diğer yörelerden alınan numunelerin aksine Siirt'teki örneklerde Mn, Cu, Zn, Ni ve Cr elementlerine rastlanmamıştır. Tüm yörelerden toplanan numuneler bir bütün olarak değerlendirildiğinde topalak yumrularının kalsiyum açısından oldukça zengin olduğu potasyum, magnezyum ve demir açısından da görece zengin olduğu anlaşılmaktadır. Yumruların pH değerine baktığımızda 5,85 ila 5,54 arasında değiştiği tespit edilmiş, buna göre yumruların asidik – nötr arası olduğu anlaşılmıştır.

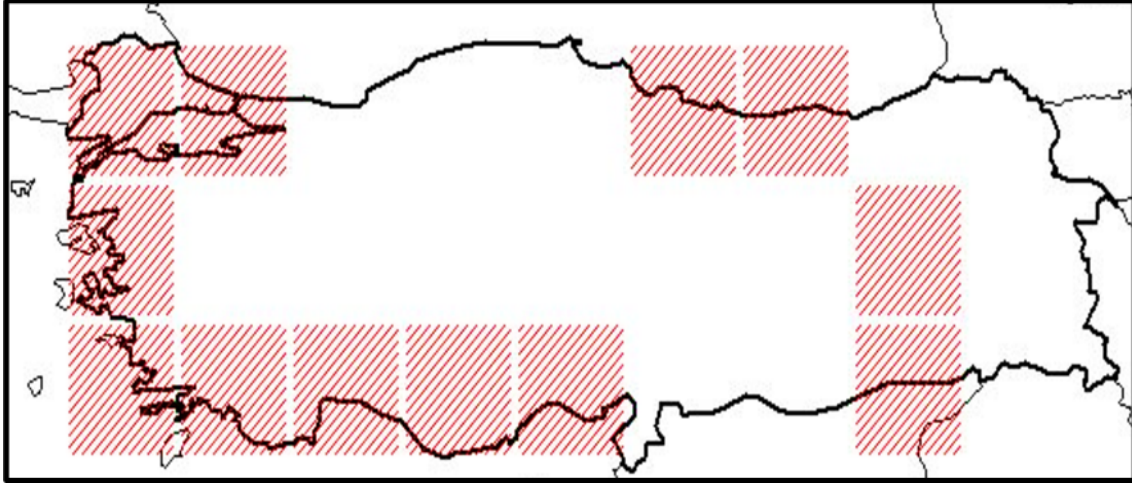


Şekil 5. Şırnak – Cizre’de sebze bahçelerinde sıra araları boyunca yoğun bir şekilde gözlenen *Cyperus rotundus* L. (Solda) ve yolunan otların yumru bağlamış kökleri

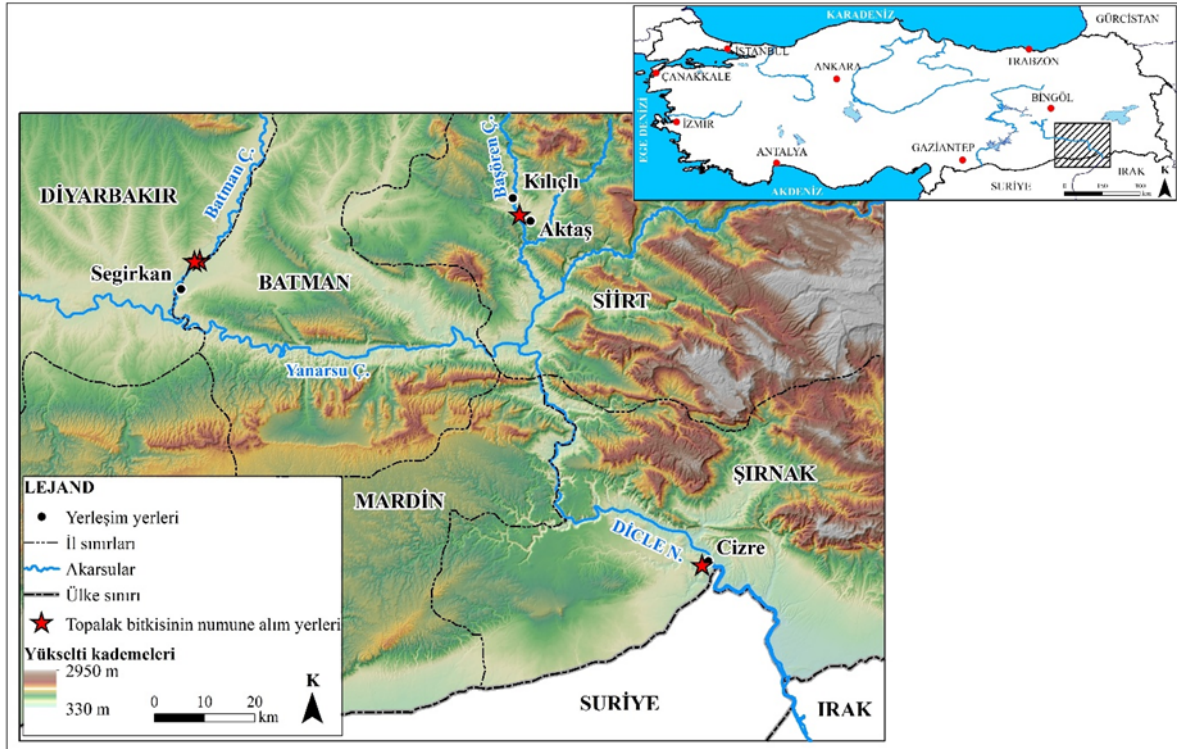
3.2. Topalak Bitkisinin Coğrafi Dağılımı

Cyperus rotundus, tropik ve subtropik iklimleri tercih eden çok yıllık bir bitkidir ve dünyanın tüm tropik ve subtropik ülkelerinde varlığı bilinmektedir. *C. rotundus* için gerek literatürde gerekse uzman görüşlerinde anavatanı olarak Hindistan işaret edilmiş olsa da yukarıda da ifade edildiği üzere tropik ve subtropik iklimin görüldüğü çoğu ülkede varlığı bilinen bir bitkidir. Gerçekten de güncel veriler ışığında *C. rotundus* için tropikal ve subtropikal kuşakta 92 ülkede yaygın olarak rastlandığı tespit edilmiştir (Bendixen ve Nandihalli, 1987: 61; Horowitz, 1992; Imam ve ark., 2014; Peerzada, 2017). Bu alanlarda ise özellikle 35° kuzey ve 35° güney enlemleri arasında, Akdeniz ikliminin görüldüğü, ekili ya da ekili olmayan tarım alanlarında, taban suyu seviyesi yüksek ve de sulu tarımın yapıldığı yerlerde bitki yoğunluğu çok daha fazladır. Bitki, genellikle nehir kenarlarında, vadi boyunca, kumlu ve gevşek yapılı topraklarda çok rahat bir gelişim gösterdiği gibi çok hızlı da yayılış sergilemektedir. *C. rotundus* dağılımını dikey yönde ele alacak olursak genelde deniz seviyesi ile 600 m. arasında yayılış göstermektedir. Bununla birlikte Hindistan’da 1.800 m.’ye kadar çıktığı saptanmıştır (Imam ve ark., 2014). Türkiye’de ise araştırma sahalarımızdan Cizre’de 464 m., Siirt’te 507 m. ve Batman’da da 533 m. irtifalarda tespit edilmiştir.

Bitkinin Türkiye’deki dağılımı ve araştırma sahalarımıza baktığımızda *C. rotundus* L. Türkiye’nin Akdeniz kıyıları boyunca Ege ve Marmara kıyı kuşağı boyunca yayılış göstermekte, Karadeniz’in ise doğu kıyılarında rastlanmaktadır. İç bölgelerde ise Dicle ve kolları boyunca, Van Gölü’nün batısında yayılış sergilemektedir (Şekil 1). Bitkinin yayılış gösterdiği yerlerden Botan Çayı vadisi boyunca yer yer *Cyperus fuscus* L. ve Cizre’de de *Cyperus longus* L. ile karışık topluluklar halinde yayılış sergilemektedir. Batman’ın Merkez ve Sason; Siirt’in Merkez, Baykan, Kurtalan, Tillo ve Şırnak’ın Merkez ve Cizre ilçelerinde yapılan arazi çalışmaları kapsamında ise bitkinin yayılış alanının C9 alanında da söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Bitkinin yayılış alanının tayini sadece bitki coğrafyası açısından değil zirai faaliyetler bakımından da oldukça önemli olup buna göre çiftçiler etkili mücadele doğrultusunda bilinçli bir şekilde yönlendirilmelidirler.



Şekil 6. TÜBİVES verilerine göre Türkiye’de *Cyperus rotundus* L. dağılımı (A1, A2, A6, A7, B1, B8, C1, C2, C3, C4, C5, C8) (TÜBİVES, 2024)



Şekil 7. Araştırma sahası ve *C. rotundus* L. tespit edilen sahaların lokasyonları

3.3. Tarihsel Süreçte *Cyperus rotundus* L. (Topalak)

Yapılan arkeolojik çalışmalar, topalak bitkisinin medeniyet tarihimizdeki mazisi ve kullanım alanlarıyla ilgili çok dikkat çekici sonuçlar ortaya koymuştur. Bitkinin hem beslenmede hem halk hekimliğinde hem de harici (Parfüm imalatı) pek çok kullanım alanı tespit edilmiştir. Arkeolojik buluntular içerisinde en dikkat çekici olanı günümüz Mısır’ının güneyindeki tarihi Asvan (Asuan) kenti yakınlarındaki Geç Paleolitik sit alanı olan Wadi Kubbanıya’daki 18.000 yıllık (Geç Paleolitik) *C. rotundus* L. kalıntıları olmuştur. Bölgede bol miktarda ele geçirilen *C. rotundus* L. yumrularının beslenme amacıyla toplandığı düşünülmektedir (Negbi, 1992; Buckley ve ark., 2014; Dwyer, 2016; Hardy ve Kubiak-Martens, 2016). Antik Mısır’da Mısırlı rahipler tarafından kullanıldığı bilinen *C. rotundus* L., M.Ö.

21. ila 12. yüzyıllara tarihlenen bir dizi Mısır mezarında bulunmuştur (Negbi, 1992). Daha güneye doğru Sudan'daki Hartum yakınlarında, Beyaz Nil'in batı yakasındaki Mezolitik öncesi dönemden Neolitik döneme kadar yerleşmeye saha olan Al Khiday'da da bu bitkinin insan beslenmesindeki izlerine yönelik kayda değer bulgular elde edilmiştir. Her ne kadar bitkiyle ilgili doğrudan doğruya bir arkeolojik veri söz konusu değilse de tarih öncesi dönemlerden insan kalıntlarına ait dış taşı örneklerinde *C. rotundus* L. yumrularına ait kimyasal bileşikler bulunmuştur (Buckley ve ark., 2014; Dwyer, 2016; Hardy ve Kubiak-Martens, 2016).

C. rotundus L. geçmiş devirlerde insanlar için önemli bir karbonhidrat kaynağı olmasının yanı sıra yaygın olarak bilinen birçok başka özelliği de vardı. Bitkinin henüz Tunç Çağı (M.Ö. 3300 – 1200)'nda Antik Mısır ve Miken Uygarlığı (Günümüzde Güney Yunanistan ve güneydeki Ege Adaları) başta olmak üzere aromatik amaçlı beslenme dışı kullanımına ilişkin çok sayıda veri mevcuttur (Negbi, 1992; Buckley ve ark., 2014). Yapılan arkeolojik çalışmalara göre Knossos (Girit Adasındaki tarihi yerleşme) ve Pilos (Mora Yarımadasındaki tarihi yerleşme/Navarin)'ta bulunan Linear B tabletlerinden yola çıkarak *C. rotundus* L.'nin Mikenli parfüm üreticileri tarafından kullanıldığı kapsamlı bir şekilde açıklanmıştır (Negbi, 1992).

İnsanlar tarafından çok erken dönemlerde keşfedilen *C. rotundus*'un faydaları daha sonraları da kültürel mirasın aktarımıyla devam etmiştir. Günümüzde Hindistan'da hala oldukça yaygın olan geleneksel tedavi yöntemi ayurveda / ayurvedik tedavinin temel kaynağı olan "Charaka Samhita" metinlerinde (M.Ö. 1000'ler) *C. rotundus*'dan bahsedilmektedir (Imam ve ark., 2014; Kamala ve ark., 2018). Hipokrat (Hippocrates M.Ö. 460 – 370) ve Theofrastos (Theophrastus M.Ö. 371 – 287) *C. rotundus* ile ilgili olarak henüz M.Ö. 5. yy.'da bir ilaç ve parfüm hammaddesi olma özelliğinden bahsetmişlerdir. Bunlardan Theophrastus dünyaca ünlü "Historia Plantarum" adlı eserinde *C. rotundus* için "En mükemmeli ve en güzel kokusu... Asya'dan ve güneşli bölgeden gelir." ifadesini kullanmıştır. Daha sonraları Dioscorides (Pedanius Dioskurides M.S. 40 – 90) ve Pliny (Gaius Plinius Secundus/Yaşlı Plinius M.S. 23/24 – 79) de tıbbi özellikleri ve çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde kullanımıyla alakalı olarak *C. rotundus* ile ilgili bilgiler aktarmışlardır (Negbi, 1992; Buckley ve ark., 2014; Dwyer, 2016). Dioscorides, *C. rotundus* yumrularıyla ilgili olarak aynı zamanda Antik Mısır'ın en iyi bilinen parfümü/tütsüsü "kuphi" veya "kyphi/kiphi"nin bir bileşeni olarak kullanıldığını belirtmiş, aynı zamanda bitkiden elde edilen uçucu yağların diğer bitkisel malzemeler ile kaz veya domuz yağının karışımından elde edilen parfüm/tütsü preparatı olduğuna yer vermiştir (Buckley ve ark., 2014).

3.4. Zirai Faaliyetler Kapsamında *Cyperus rotundus* L.

Konuya başlarken de dikkat çekildiği üzere *Cyperus rotundus* L. (Topalak) bitki alemi içerisindeki ironik bireylerden birisidir. Tarım alanındaki zararlı otlarla ilgili pek çok araştırmaya imza atmış olan Holms (1977) ve Horowitz (1992) tarafından *C. rotundus* L. "Dünyanın en kötü yabancı otları arasında birinci sıradadır." şeklinde tanımlamalarıyla dikkat çekmişlerdir. Gerçekten de *C. rotundus* L. sıcak bölgelerde hemen her yerde kolayca ve de hızlı yayılma potansiyeli, güçlü rekabet kapasitesi ve yerleştiğinde mekanik, kimyasal ya da biyolojik yollarla kontrol edilmesinin zorluğu nedeniyle dünyadaki en kötü yabancı ot olarak kabul edilmektedir. Nitekim daha önce de bahsedildiği gibi *C. rotundus* L. sıcak kuşak boyunca 90'dan fazla ülkede 52 tarım ürününde %10 ila 90 arasında değişen verim kaybına neden olan en önemli yabancı ottur (Bendixen ve Nandihalli, 1987; Peerzada, 2017; Coleman ve ark., 2018; Rafiee Sarbijan Nasab ve ark., 2020). Bitkinin fazla seçici olmayışı ve istilacı özelliği tarım ekonomisi açısından çok ciddi bir problem olup geç fark edilmesi durumunda tarım işletmesi için maliyeti artırıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde *C. rotundus* L. için randımanlı bir biyolojik mücadele söz konusu olmayıp herbisit kullanımıyla kimyasal mücadele yapılmakta, her ne kadar çapalama yoluyla toprak üstü kısımları ortamdaki uzaklaştırılsa da nihai bir çözüm sağlamamaktadır.

C. rotundus L. günümüzde şifa özelliklerinden ziyade tarımsal faaliyetlerde yabancı ot olarak gündemde yer almaktadır. Bitki özellikle çeltik, mısır, darı, fasulye, soya fasulyesi, ayçiçeği, susam, çilek,

kekik, maydanoz, roka, dereotu, tere, çim, şekerpancarı, patates, havuç, hıyar, bostan, pamuk, turunçgiller, fındık, incir, badem, zeytin ve bağlar için başlıca zararlı ottur (Anonim, 2009). Daha önce de bahsedildiği gibi *C. rotundus* L. çok hızlı üreme ve yayılma kabiliyetine sahip istilacı bir tür olarak karşımıza çıkmakta ve kültür bitkilerine üstünlük sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre *C. rotundus* L. hektar başına 40.000 kg civarında toprak altı bitki materyali üretebildiği tespit edilmiştir (Skinner ve Urbatsch, 2007). Benzer bir diğer araştırma sonucuna göre tek bir sezonda bir hektar alanda 10 ila 30 milyon civarında yumru üretilmediği saptanmıştır (Iqbal ve ark., 2012). Bir başka çalışmaya göre de yoğun *C. rotundus* L. istilası olan bir alanda m² başına 5.000'den fazla sürgün kaydedilmiştir (Coleman ve ark., 2018). Bu hızlı ve yoğun yayılışa bağlı olarak da bitki, topraktan önemli miktarda nem ve bitki besin maddesi alırken diğer tüm bitkilerin yaşamını kısıtlamaktadır. Bitki besin maddesi bakımından fakirleşen topraklarda zirai faaliyeti sürdürmek için gübreleme masrafları daha da artmakta fakat etkin bir yabancı ot kontrolü sağlanmadığı noktada gübreleme işlemleri *C. rotundus* L. gelişimine daha da katkı sağlamaktadır. Nitekim yapılan çalışmalar fosforlu gübre kullanımının *C. rotundus* L. popülasyonunu daha da artırdığını göstermiştir (Iqbal ve ark., 2012). Bitki, özellikle bozulmuş ve işlenmiş alanlarda çok hızlı bir yayılış göstermektedir. Zirai faaliyetler kapsamında özellikle döner çapalar ve keski pulluklar başta olmak üzere traktör gibi tarım aletleri bitkinin birincil yayılma yöntemidir. Seller ve rizom zinciri bulunan toprakların başka bir yere taşınması ile de bitki ikincil yayılımı sergilemektedir. Tüm bu hareketlilik bir kenara bırakıldığında esasında *C. rotundus* L. işlenmeyen, stabil topraklarda 3 – 4 yıl kadar yumru dormansisi eğilimi sergilemektedir (Coleman ve ark., 2018).

Çeşitli tarım ürünleri özelinde *C. rotundus* L. zararını incelediğimizde azımsanamayacak boyutlara ulaştığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bitkinin allelopatik özelliğinin de olmasıyla sonra gelen bitkiler için olumsuz bir zemin hazırladığını da belirtmek gerekir. Deneysel koşullar altında, arpa yetiştiriciliğinde *C. rotundus* L. verimi %15 ila 25 oranında azaltmıştır. Benzer şekilde Avustralya koşullarındaki deneysel arazilerde şekerkamışı verimini %38 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Skinner ve Urbatsch, 2007). Keeley (1987) tarafından yapılan bir çalışmada ise *C. rotundus* L. sarımsakta %89, bamyada %62, havuçta %39 – 50, hıyarda %43, lahanada %35, yerbıstığında %32 ve patatestede de %12 civarında verim kayıplarına neden olduğu saptanmıştır. Kolombiya'daki mısır tarlalarında, *C. rotundus* L.'nin 10 gün boyunca büyümesine izin verildiğinde, verim %10 oranında, 30 gün kalmasına izin verildiğinde de verim %30 civarında düşmüştür (Skinner ve Urbatsch, 2007). Bazı tarım ürünlerinde ise zarar çok daha büyük boyutlara ulaşmaktadır ki, çeltik bu anlamda başta gelmektedir. Çeltik yetiştiriciliğinde yabancı ottan kaynaklı olarak verimi en fazla düşüren faktörlerin başında *C. rotundus* L. gelmektedir. Çeltiğin yetiştirme şartlarından kaynaklı olarak *C. rotundus* L. çok daha kolay ve hızlı gelişim sergilediği için çeltik rekoltesini çok daha dramatik boyutlarda geriletmektedir.

Zirai faaliyetler kapsamında tehlikeli bir yabancı ot olarak karşımıza çıkan *C. rotundus* L. ile ilgili bir diğer unsur ise ekosistemde de zararlı olduğudur (Iqbal ve ark., 2019). Yeni yayıldığı alanlarda diğer bitkileri çok ciddi anlamda baskılayan *C. rotundus* L. yerel türler, bunlar içerisinde de endemik türler gibi hassas türleri dahi baskılamaktadır. Ekosistem üzerindeki bu olumsuz etkisi de *C. rotundus* L. mücadelesini daha efektif bir şekilde ele almayı gerektirmektedir. Bunun için de çiftçiler ve Ziraat Mühendisleri – Ziraat Teknikerleri ile işbirliğine gidilerek tıpkı bitki hastalık ve zararlılarının takibinde olduğu gibi bu bitkinin de görülmeye başlandığı yerlerde istila uyarısı yapılmalıdır. Özellikle bitkinin yayılışının yeni başladığı yerlerde yöre halkına bitki tanıtılarak etkin mücadele yöntemleri öğretilmelidir.

3.5. Etnobotanik ve Tıbbi – Aromatik Özellikleri Açısından *Cyperus rotundus* L.

Dünya Sağlık Örgütüne (DSÖ) göre; “Geleneksel tıp; fiziksel ve ruhsal hastalıkların önlenmesinde, teşhis ve tedavi edilmesinde, sağlığın korunmasında ve iyileştirilmesinde farklı kültürlerle özgü teoriler, inançlar ve deneyimlere dayanan bilgi, beceri ve uygulamaların toplamıdır.” şeklinde tanımlanmıştır (WHO, 2002). Dünyanın pek çok yerinde geleneksel tıp uygulamalarının binlerce yıllık bir mazisi

bulunmakla beraber bazı ülkelerde hala oldukça yaygındır. Bunlardan en popülerleri şüphesiz “Geleneksel tıp” denildiğinde akla ilk gelenler Çin tıbbı, Hint ayurvedası ve Arap unani/Yunani tıbbıdır. Kadim bilgiler olarak kabul edilen ve ekseriyetle bitkisel materyaller başta olmak üzere türlü doğal malzemeye dahili ve harici kullanımlarla tedavi biçimi hala önemini ülkeden ülkeye değişmekle beraber korumaya devam etmektedir. Günümüzde geleneksel tıp hızla gelişen sağlık sistemi yanı sıra hala yaygın olarak başvurulan bir sektör olarak ayrıca ekonomik öneme de sahip bir sektör haline gelmiştir. Örneğin; Afrika’da nüfusun %80’e yakını sağlık ihtiyaçlarının karşılanmasına yardımcı olmak için geleneksel tıptan yararlanmaktadır. Asya ve Latin Amerika’da da halklar, tarihsel alışkanlıklar ve kültürel inançların bir sonucu olarak geleneksel tıbbı kullanmaya devam etmektedir. Çin’de ise geleneksel tıp, sunulan tüm sağlık hizmetlerinin yaklaşık %40 gibi azımsanmayacak bir dilimini oluşturmaktadır (WHO, 2002). Özellikle yakın bir zamana kadar etkilerini tüm dünyada hissettirmiş olan Covid-19 salgınıyla beraber geleneksel / alternatif tıbbı olan yönelimde de kayda değer bir artış olmuştur. Genel olarak da doğal yaşama yönelim son yıllarda dünya genelinde ivme kazanmıştır. İçinde bulunduğumuz bu günlerde ise başta bitkisel kökenli malzemelerden (Merhem, uçucu yağ, kurutulmuş bitkisel aksamalar gibi) kozmetik / kişisel bakım amaçlı (Özellikle saç ve cilt bakımı) da yararlanılmaktadır.

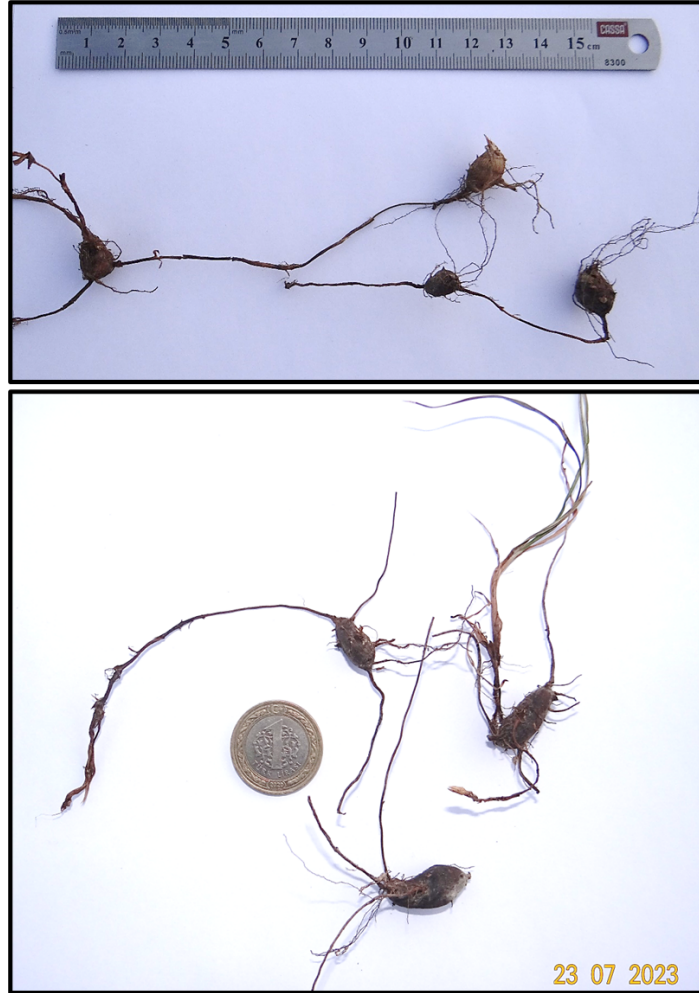
C. rotundus L. yaygın ve zararlı bir ot olarak kabul edilmesine rağmen aynı zamanda çok önemli tıbbi ve farmakolojik özellikleri olan da bir bitkidir. Hindistan, Pakistan, Bangladeş, Nepal, Çin, Japonya, Arap ülkeleri, Afrika ulusları vb. çok sayıda ülke ve toplulukta geleneksel tıpta / halk hekimliğinde *C. rotundus* L. çeşitli hastalıkların iyileştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Dhar ve ark., 2017; Peerzada, 2017). Bitkinin yumruları halk hekimliğinde uzun zamandır kullanılmaktadır ve iltihaplanma, ağrı, ateş, yaralar, çibanlar ve kabarcıklar, mide ve bağırsak bozukluklarının tedavisinde, kabızlık, diyabet, idrar söktürücü, antioksidan, antiobezite, antiinflamatuvar olarak, spazmların, ishalin, dismenorenin ve adet düzensizliklerinin tedavisinde önemli rol oynamıştır (Imam ve ark., 2014; Bajpay ve ark., 2018; Kamala ve ark., 2018). Günümüzde pek çok yerde bu önemini korumaya da devam etmektedir. *C. rotundus* L., Hindistan halk hekimliğinde ishal, diyabet, sıtma, alerji, hipertansiyon ve iltihapik durumlarda kullanılmaktadır (Kamala ve ark., 2018; Ahmed, 2019; Pandey ve ark., 2022). Benzer şekilde *C. rotundus* L., geleneksel Çin tıbbında ve de bir peyzaj bitkisi olarak esasında çok uzun yıllar kullanılmış bir bitkidir (Holm ve ark., 1977; Skinner ve Urbatsch, 2007). Modern tıpta yapılan çalışmalar ise bitkinin umutvar bir bitkisel drog olabileceğini göstermiştir. Fareler üzerinde yapılan bir çalışma neticesinde *C. rotundus* L.’nin kan şekerini düşürdüğü tespit edilmiştir (Ahmed, 2019). Bu ve benzeri çalışmaların bitki özelinde yoğunlaştırılmasıyla *C. rotundus* L. sadece halk hekimliğinde kullanılan, paramedikal boyuttan çıkarıp tıbbi bitkiler içerisinde yer almasını ve eczacılık sektörünün önemli bir elemanı olmasını sağlayacaktır. Topalak otunun insan sağlığı üzerindeki etkileri yanı sıra harici kullanım özelliğiyle farklı alanlarda da kullanımı söz konusudur. Yumrulardan elde edilen uçucu yağlar (%0.5 – 0.9) parfüm, sabun ve haşere kovucularda kullanılmaktadır (Imam ve ark., 2014).

Cyperus rotundus L. bitkisinin halk hekimliğinde kullanım şekli çok çeşitlidir. Örneğin; Hindistan’da yumrular öğütülerek taze zencefil ve balla karıştırılarak mide ve bağırsak sorunlarının tedavisinde kullanılmaktadır (Imam ve ark., 2014). Araştırma sahamız özellikle de Şırnak’ta *C. rotundus* L.’nin yöre etnobotaniği ve halk hekimliğinde köklü bir geçmişe ve de öneme sahip olduğu anlaşılmıştır. Buna karşılık Siirt’te bitkiye yönelik farkındalığın olmadığı ve il ekonomisinde ticari bir değerinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

C. rotundus L.’nin şifa amacıyla yaygın bir şekilde tanınırlığının olduğu en önemli merkez olarak tespit ettiğimiz Şırnak – Merkez ve Cizre’de; Ulaş, Kurtuluş, Cumhuriyet, Yakacık, Keruh ve Doruklu köy/mahallelerinde yerel halkın bitki yumrularının kullanım şekli ve hangi amaçla kullanıldığı gözlenmiştir. Buna göre; *C. rotundus* L. yumruları haziran – ağustos arasındaki devrede toplanarak kurutulur. Bitkinin halk hekimliğindeki en yaygın kullanım amacı idrar yolları problemini, mide ağrısını – sancısını, mide ekşimesini, gaz problemini ve bağırsak ağrısını gidermeye yöneliktir. Bitkinin tanındığı yerlerde türlü kullanım şekillerinden bahsedilmektedir. Bunların en yaygını yumruların kurutulması ve tüketileceği zaman ıslatılarak çerez gibi atıştırılabilir şekilde tüketimidir. Halk hekimliğindeki kullanım şekli ise yumruların havanda öğütülmesi ile elde edilen malzemenin karanfil, zencefil, portakal kabuğu

ve şeker ile karıştırılmasıyla hazırlanarak macun benzeri bir karışım elde edilmesiyle yapılmaktadır. Şırnak'ta söz konusu bu karışım yöresel olarak "Sıfif/Sıfef" olarak adlandırılmaktadır. Yapılan bir diğer karışım ise 1 kg. *C. rotundus* L. yumrusunun öğütülmesi sonrasında 250 g. toz şeker ve 250 g. zencefille karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Şırnak'ta yumrular kaynatılıp bir miktar şeker katılarak çocuklara da içirilmek suretiyle çocukların sancılarını giderip rahatlamalarını sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır.

Günümüzde hem şifa amaçlı hem de çerezlik olarak Şırnak aktarlarında ve internet üzerinden satış platformlarında topalak yumruları 2021 – 22 döneminde kilogramı 150 – 170 TL.'den işlem görüyorken, 2023 yılı sonunda 500 g.'lık ambalajlardaki yumrular 550 – 700 TL. arasında satışa sunulmaktadır. Özellikle 2019 ve sonrasında tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgınında topalak yumruları kamuoyunda geniş kitlelerin dikkatini çekmiş ve medyada da kendine yer bulmuştur. Genel olarak sağlıklı ve organik beslenme kaygısının arttığı bu dönemlerde topalak yumrularına da talep artmış olmasına rağmen süreklilik söz konusu olmamıştır. Zira yumrular çok küçük olup toplaması, temizlemesi gibi aşamaların zahmetli olmasından ötürü hem tedarikçiler açısından hem de zahmetli sürecin ve nakliye masraflarının fiyata etki etmesinden ötürü bitki sadece kısa süreli bir popülerite elde etmiş ve kısa sürede bulunduğu bölgelerin dışında gündemden düşmüştür.



Şekil 8. Siirt (Üstte) ve Şırnak (Altta)'tan toplanmış *C. rotundus* L. yumruları

4. Sonuç ve Tartışma

Cyperus rotundus L. (Topalak) bitkisinin Türkiye'nin doğu ve güneydoğusundaki yeni yayılış alanları ve yumrularının buralardaki istifade biçimine odaklandığımız bu çalışmada bitkiyle ilgili

literatüre farklı açılardan katkı sağlayacak bulgular elde edilmiştir. Bunun başında bitkiyle ilgili Türkiye'deki coğrafi dağılımın güncellenmesi gelmektedir. Zira literatürde araştırma sahasının önemli bir kısmında söz konusu bitkiye ait verilere rastlanmamıştır. Bu açıdan başta Şırnak ve Siirt olmak üzere belirtilen lokasyonlarda (Şırnak: Ulaş, Kurtuluş Mah., Cumhuriyet Mah., Yakacık, Keruh, Doruklu; Batman: Balpınar/Segirkan, İkiztepe, Yeniköy, Salat, Soğuksu; Siirt: Kılıçlı, Aktaş, Çınarlısu, Kayaboğazi, Yerlibahçe, Sağlarca, Bostancık; Erüh: Dadaklı) *C. rotundus* L. varlığı güncellenmelidir.

C. rotundus L. esasında pek çok avantaj ve dezavantajlarıyla ironik bir bitkidir. Bitki, fazla seçici olmayışı ve hızlı bir şekilde yayılma kabiliyeti ile istilacı bir tür olma özelliğindedir. Bu nedenle tarımsal faaliyetlerde zararlı otlar kategorisinde değerlendirilmekte ve hâlâ çoğu ülkede bu kapsamda yer almaktadır. Esasında yapılan arkeolojik çalışmalar bitkinin binlerce yıldır insan beslenmesinde ve harici kullanımlarda (Parfüm, tütsü) yararlanıldığını ortaya koymuştur. Elde edilen bulgulara göre kabaca 18.000 yıllık mazisiyle *C. rotundus* L. için medeniyet tarihimizin yararlanan en eski bitkileri arasındadır diyebiliriz (Negbi, 1992; Buckley ve ark., 2014; Dwyer, 2016; Hardy ve Kubiak-Martens, 2016). Bitkiyle ilgili en güncel ve son yıllarda kamuoyunu en fazla meşgul eden nokta bitkinin insan sağlığı üzerindeki etkisi ve tıbbi bitkiler arasında değerlendirilmeye başlanmasıdır. Gerçekten de yapılan literatür taraması son yıllarda *C. rotundus* L. için özellikle mide ve bağırsak bozukluklarının tedavisi, kabızlık ve diyabet başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarında umut var sonuçlar olduğunu ortaya koymuştur.

Bitkinin Türkiye'de geniş bir yayılımı bulunmakla birlikte bitkiyle ilgili farkındalık konusunda benzer bir yaygınlıktan bahsetmek mümkün değildir. Öyle ki araştırma sahalarımızda da tespit ettiğimiz üzere komşu il ve ilçelerde bile konunun farkındalık boyutu çok değişkendir. *C. rotundus* L. Şırnak (Merkez) ve Cizre'de çok yaygın bir şekilde biliniyorken; Batman (Merkez) ve Sason'da yer yer bilinmekte, Merkez'deki aktarlarda ticareti de nispeten yaygınken Sason'da benzer bir ticari hacimden bahsetmek mümkün olmamış; Siirt (Merkez), Kurtalan, Baykan, Erüh ve Tillo'da ise bitkinin tanınmadığı ya da sadece ismen duyulduğu tespit edilmiştir. Bitki yumrularının Batman'daki sınırlı tanınırlığında ise Covid-19 salgınıyla beraber bitki yumrularının insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri öne çıkartılarak yazılı ve görsel medyada geniş bir yer bulması etkili olmuşsa da devamlılık sağlanamamıştır.

C. rotundus L. bitkisinin farklı alanlarda farklı özellikleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Her şeyden önce bitkinin çok hızlı yayılma özelliğinden ötürü kültür/diğer yerel bitkileri baskıladığından hareketle zararlı otlar arasında sağlam bir yeri bulunduğu unutulmamalıdır. Ayrıca içerik analizlerinden de anlaşıldığı üzere çiftçilerin kullandıkları gübrelerin de *C. rotundus* L.'nin çoğalmasına katkı sağladığı da dikkate alınmalıdır. Bu açıdan ziraat mühendisleri ve teknikerlerinin bitkiyle ilgili çiftçileri bilgilendirmeleri ve gördükleri anda uzmanlara bildirmeleri yönünde aydınlatmaları uygun olacaktır. Aksi takdirde Şırnak'ta bitki materyallerinin toplandığı tarlalardaki üreticilerin de ifade ettiği üzere çok ciddi verim kayıpları kaçınılmaz olacaktır. Bitkiyle ilgili her ne kadar çok etkili bir mücadele henüz söz konusu değilse de bilinen yöntemlerin (Fiziksel ve kimyasal mücadele) usulüne uygun bir şekilde tatbiki hususunda çiftçiler aydınlatılmalıdır.

Bitkinin yararları konusunda halk hekimliğindeki kullanımlarından hareketle bitkinin modern tıp ve eczacılık alanlarında daha fazla incelemeye konu olması gerekmektedir. Hatalı ya da yüksek dozda kullanımlarının olası sonuçları konusunda özellikle yöre halkının aydınlatılması oldukça önemlidir. Bitki yumrularının insan sağlığı üzerindeki muhtemel olumlu etkileri noktasında kullanım şekli, pazarlanması ve arz – talep dengesinin sağlıklı bir şekilde kurulması noktasında ise ilk etapta yerel tedarikçilerle işbirliği yapılmalı ve mutlaka bir standardizasyon geliştirilmelidir. Halk hekimliğinde kullanılan pek çok bitkide olduğu gibi kamuoyundaki bilgi kirliliğini gidermek de üzerinde durulması gereken bir diğer husustur. Bitkinin tıbbi özellikleri yanı sıra harici kullanım alanları (Parfüm ve tütsü gibi) doğrultusunda bitkisel kökenli bir kaynak olmasından hareketle kullanım alanlarının artırılmasına yönelik ar-ge çalışmalarına yoğunluk verilmelidir. Hem tıbbi hem de harici kullanımı doğrultusunda bitkinin umut var sonuçlar sergilemesi durumunda, bitkiye olan talep artacağından istilacı özelliği de kısmen baskılanabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında 2023 yılı Temmuz – Ağustos döneminde Şırnak, Siirt ve Batman'a gerçekleştirdiğimiz arazi çalışmalarımız kapsamında desteklerini esirgemeyen Siirt Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü öğretim üyelerinden kıymetli meslektaşım Dr. Öğr. Üyesi Belgin Sol'a, aynı bölümden Arş. Gör. Yüksel Gürsoy'a; Siirt İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şubesi Müdürü Sayın Ercan Kaplan'a; Cizre İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden Sayın Mehmet Murşid Munis'e; Cizre Tarihi Bakırcılar Çarşısı esnaflarından Sayın Nesim Sabuncu'ya ve Batman Spor Lisesi'nden değerli dostum İbrahim Halil Mustafaoğlu'na teşekkürlerimi sunuyorum. Bitkinin halk hekimliğindeki kullanım şekli ile ilgili tarifleri bizlere izah eden Dr. Öğretim Üyesi Sn. İhsan Gül'e ve bu kadim kültürü hala yaşatan yöre halkının kıdemli temsilcilerine ayrı ayrı teşekkür ediyorum. Beni bu bitkiyi incelemeye sevk eden değerli dostum Sayın Sait Satıcı'ya ve ailesine ise ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Kaynaklar

- Ahmed, Z. (2019). Nut grass: A plant with significant medicinal values. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5):1042 – 1045.
- Anonim, (2009). Yabancı ot zirai mücadele teknik talimatları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Bajpay, A., Nainwal, R.C., Singh, D. ve Tewari, S.K. (2018). Medicinal value of *Cyperus rotundus* Linn: An updated review, *Medicinal Plants – International Journal of Phytomedicines and Related Industries*, 10(3): 165 – 170.
- Baloch, A., ur Rehman, H., Ibrahim, Z., Buzdar, Mohammad Aslam, Ahmad, S. (2015). The Biology of Balochistani weed: *Cyperus rotundus* Linnaeus. A Review. *Pure Appl. Biol.*, 4(2): 171-180.
- Bendixen, L.E. ve Nandihalli, U.B. (1987). Worldwide Distribution of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), *Weed Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 61 – 65.
- Bilgic, S. ve Bakirci, H. (1969). Topalak (*Cyperus rotundus* L.) yabancı otu ile mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 9(3),164 – 188.
- Buckley, S., Usai, D., Jakob, T., Radini, A. ve Hardy, K. (2014). Dental Calculus Reveals Unique Insights into Food Items, Cooking and Plant Processing in Prehistoric Central Sudan. *PLOS ONE* 9(7): 1 – 10, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100808>
- Christenhusz, M.J.M. ve Byng, J.W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201 – 217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Coleman, M., Kristiansen, P., Sindel, B. ve Fyfe, C. (2018). Nutgrass (*Cyperus rotundus*): Weed management guide for Australian vegetable production. School of Environmental and Rural Science, University of New England, Armidale.
- Dhar, P., Dhar, D. G., Rawat, A. K. S. ve Srivastava, S. (2017). Medicinal chemistry and biological potential of *Cyperus rotundus* Linn.: An overview to discover elite chemotype(s) for industrial use. *Industrial Crops and Products*, 108, 232 – 247. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.053>
- Dwyer, J. (2016). *Cyperus rotundus* L.: An ancient food staple but now designated the world's worst weed. Twentieth Australasian Weeds Conference, 11-15 September 2016, pp. 251 – 254, Perth, Western Australia.
- Erbay, M.Ş., Anıl, S. ve Melikoğlu, G. (2017). Plants used as painkillers in folk medicine in Turkey-I stomachache. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21 (4): 741 – 755.
- Gençay, A. (2007). Cizre (Şırnak)'nin Etnobotanik Özellikleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 249, Van.
- Günel, N. (2013). "Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri", *Acta Turcica, Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, 5(1): 1 – 22.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), (Baş Editör: Adil Güner), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, Flora Dizisi 1, İstanbul.
- Hardy, K. ve Kubiak-Martens, L. (2016). *Wild harvest: Plants in the hominin and pre-agrarian human Worlds*. (Ed. Karen Hardy, Lucy Kubiak-Martens), Oxbow Books, Oxford/UK.

- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V. ve Herberger, J. P. (1977). The world's worst weeds, distribution and biology. East-West Center, University Press of Hawaii, Honolulu.
- Horowitz, M. (1992). Mechanisms of establishment and spreading of *Cyperus rotundus* — the worst weed of warm regions. Proc. First International Weed Control Congress 1:94–97.
- Huygh, W., Larridon, I., Reynders, M., Muasya, A.M., Govaerts, R., Simpson, D.A. and Goetghebeur, P. (2010). Nomenclature and typification of names of genera and subdivisions of genera in Cyperaceae (Cyperaceae): 1. Names of genera in the Cyperus clade. Taxon, 59:1883-1890. <https://doi.org/10.1002/tax.596021>
- Imam, H., Zarnigar, Sofi, G., Aziz, S. ve Lone, A. (2014). The incredible benefits of Nagarmotha (*Cyperus rotundus*). International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases, 4(1): 23-27.
- Iqbal, J., Hussain, S., Ali, A. ve Javaid, A. (2012). Biology and Management of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.), The Journal of Animal and Plant Sciences 22(2): 384 – 389.
- Iqbal, J., Ditommaso, A., Rehmani, M.I.A., Jabran, K., Hussain, S., Nasim, W., Fahad, S., Shehzad, M.A., Ali, A. (2019). Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control through interference by summer crops. Intl. J. Agric. Biol., 21: 1083 – 1088.
- Ji, H., Liu, D. ve Yang, Z. (2021). High oil accumulation in tuber of yellow nutsedge compared to purple nutsedge is associated with more abundant expression of genes involved in fatty acid synthesis and triacylglycerol storage. Biotechnol Biofuels 14(54): 1 – 24. <https://doi.org/10.1186/s13068-021-01909-x>
- Kamala, A., Middha, S.K. ve Karigar, C.S. (2018). Plants in traditional medicine with special reference to *Cyperus rotundus* L.: A review. 3 Biotech 8(309): 1 – 11. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1328-6>
- Keeley, P. E. (1987). Interference and Interaction of Purple and Yellow Nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with Crops. Weed Technology 1(1): 74 – 81.
- Larridon, I., Zuntini, A.R., Léveillé-Bourret, E., Barrett, R.L., Starr, J.R., Muasya, A.M., Villaverde, T., Bauters, K., Brewer, G.E., Bruhl, J.J., Costa, S.M., Elliott, T.L., Epitawalage, N., Escudero, M., Fairlie, I., Goetghebeur, P., Hipp, A.L., Jiménez-Mejías, P., Kikuchi, I.A.B.S., Luceño, M., Márquez-Corro, J.I., Martín-Bravo, S., Maurin, O., Pokorny, L., Roalson, E.H., Semmouri, I., Simpson, D.A., Spalink, D., Thomas, W.W., Wilson, K.L., Xanthos, M., Forest, F., Baker, W.J. (2021). A new classification of Cyperaceae (Poales) supported by phylogenomic data. Journal of Systematics and Evolution Volume 59, Issue 4: Cyperaceae in a Data-Rich Era: New Evolutionary Insights from Solid Frameworks, pp. 852-895.
- Negbi, M. (1992). A Sweetmeat Plant, a Perfume Plant and Their Weedy Relatives: A Chapter in the History of *Cyperus esculentus* L. and *C. rotundus* L., Economic Botany, Vol. 46, No. 1, pp. 64 – 71.
- Ölker, P. ve Direkçi, B. (2009). Hekim Mehmed Nidâ'î'nin Manzum Tıp Risâlesi Keyf-i Kitâb-ı Nidâî, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (22), 295 – 306.
- Pandey, N., Mishra, P. ve Tripathi, Y.B. (2022). *Cyperus rotundus* and its Anti-Obesity Effect in Swiss Albino Mice. Ann Rev Resear. 7(2): 01-06. DOI: 10.19080/ARR.2022.07.555707 006
- Peerzada, A. M. (2017). Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: The World's most tenacious weed. Acta Physiologiae Plantarum, 39(12). Doi: 10.1007/s11738-017-2574-7
- Rafiee Sarbijan Nasab, F., Mohammad Dost Chamanabad, H.R., Aien, A., Alebrahim, M.T. ve Asghari, A. (2020). Evaluation of Integrated Control Methods of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Transplanted Onion. Journal of Agricultural Sciences, 26(3), 299 – 306. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.519962>
- Rao, J.S. (1968). Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different depths of soil. Madras Agriculture Journal 55(1):18 – 23.
- Skinner, M. ve Urbatsch, L. (2007). USDA Plant Guide: Purple Nutsedge *Cyperus rotundus* L. USA.
- Şapçı Selamoğlu, H. (2023). *Cyperus* / Hasırotu. A. Güner, A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, I. Güner, G.E. Bone ve F.Ş. Gökmen (Ed.). Resimli Türkiye Florası 4b içinde (ss. 504-507). ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Şenkul, Ç. ve Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. Türk Coğrafya Dergisi, (69), 109 – 120. Doi: 10.17211/tcd.322515
- Tachie-Menson, J.W., Buah, J.N., Adu, M.O. & Afutu, E. (2021). Morphological diversity in purple nutsedge from four agro-ecological zones in Ghana, Heliyon, 7(7): 1 – 10, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07661>
- Torlak, H., Vural, M. ve Aytaç, Z. (2010). Türkiye'nin Endemik Bitkileri, Kültür ve Turizm Bakanlığı, İstanbul.
- Ueki, K. (1969). Studies on the control of nutsedge (*Cyperus rotundus*): On the germination of the tuber. pp. 355 – 370. IN: Proceedings of the second Asian-Pacific weed control interchange. University of the Philippines, Los Banos.
- World Health Organization (WHO), (2002). Traditional Medicine Strategy 2002 – 2005, World Health Organization Geneva, WHO/EDM/TRM/2002.1 https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/67163/WHO_EDM_TRM_2002.1_eng.pdf?sequence=1 (Erişim Tarihi: 13.02.2024).



Araştırma Makalesi

Yozgat İli NDVI Yersel ve Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi

Ömer Faruk KARACA^{1*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6302-9738>

*Sorumlu Yazar e-mail: omerf.karaca@yobu.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 30.10.2024

Kabul: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1576006

Anahtar Kelimeler

CBS,
Landsat,
NDVI,
Uydu,
Yozgat

Öz: Günümüzde uydu görüntüleri yardımıyla toprak ve bitki üzerindeki değişimlerin belirlenmesinde özellikle uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yoğun olarak kullanılmaktadır. Sağlıklı bir bitki, görünür ışını soğurup yakın kızılötesi ışını büyük bir bölümünü yansıtmaktadır. Bu çalışmada amaç, uydu görüntüleri kullanılarak Yozgat ili normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksinin (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) zamansal ve yersel değişiminin CBS yardımıyla tespit edilmesidir. Yozgat iline ait 2010 yılı Temmuz Landsat 4-5 TM (Thematic Mapper) C2 L2 ve 2020 yılı Temmuz Landsat 8 OLI/TIRS C2 L2 uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile o yıllara ait yeni NDVI haritaları elde edilmiş ve gerekli değişim analizleri yapılmıştır. Yozgat ili düzeyinde yıldan yıla yeşil bitki örtüsündeki değişim miktarı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tarımsal açıdan gelişimin en uygun düzeylerde olduğunu gösteren 3. ve 4. sınıf aralıklarında 2010 yılına göre 2020 yılında genel olarak azalmalar olduğu belirlenmiştir. Özellikle sağlıklı bitki materyaline bakıldığında sadece Aydıncık, Çandır ve Çekerek ilçelerinde artış olduğu, geriye kalan 11 ilçenin tamamında ise 2020 yılında 2010 yılına oranla yeşil alanlarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Tehlikeli olabilecek düzeyde en fazla artışın yaşandığı 2.sınıf, 0-0.33 NDVI ile sağlıklı bitki materyalinin olduğu alanlarda görülmüştür. Sağlıklı bitki materyalinde ise %59.19 oranında azalış olduğu tespit edilmiştir.

Atıf Künyesi: Karaca, Ö.F. (2024). Yozgat İli NDVI Yersel ve Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 155-167. **How To Cite:** Karaca, Ö.F. (2024). Determination of Spatial and Temporal Changes in NDVI in Yozgat Province Using Satellite Images, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 155-167.

Determination of Spatial and Temporal Changes in NDVI in Yozgat Province Using Satellite Images

Article Info

Received: 30.10.2024

Accepted: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1576006

Abstract: Nowadays, remote sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) are intensively used to determine changes in soil and plants with the help of satellite images. A healthy plant absorbs visible light and reflects a large part of the near infrared light. The aim of this study is to determine the temporal and spatial changes of the normalized difference vegetation index (NDVI) of Yozgat province using satellite images with the help of GIS. By classifying the 2010 July Landsat 4-5 TM (Thematic

Keywords

GIS,
Landsat,
NDVI,
Satellite,
Yozgat

Mapper) C2 L2 and 2020 July Landsat 8 OLI/TIRS C2 L2 satellite images of Yozgat province, new NDVI maps for those years were obtained and the necessary change analyzes were made. The amount of change in green vegetation from year to year in Yozgat province was tried to be revealed. It was determined that there were general decreases in the 3rd and 4th class intervals, which show that agricultural development is at the most suitable levels, in 2020 compared to 2010. When we look at healthy plant material in particular, it was determined that there was an increase only in Aydıncık, Çandır and Çekerek districts, and in all of the remaining 11 districts, there was a decrease in green areas in 2020 compared to 2010. The second class, where the highest increase at a level that could be dangerous was seen in areas with unhealthy plant material with 0-0.33 NDVI. It was determined that there was a very large decrease of 59.19% in healthy plant material.

1. Giriş

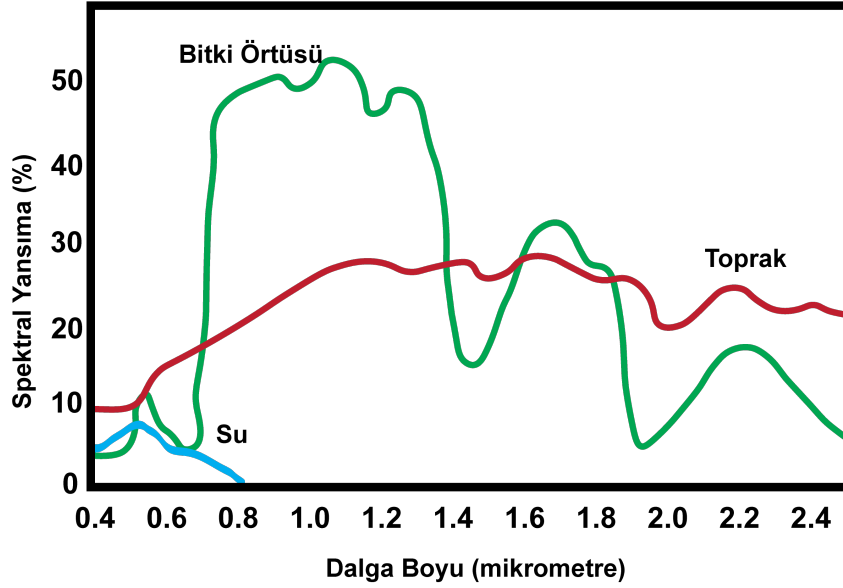
Hızla artan nüfusa bağlı olarak sınırlı olan toprak ve su kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir kullanılması gerekmektedir. Günümüz teknolojik koşullarında toprak miktarında bir artışın olamayacağı bilinen bir gerçektir. Toprakta yararlanmada azalan verim kuralının halen geçerli olması nedeniyle, verimli tarım topraklarının daha etkin bir şekilde ve özelliklerine uygun olarak kullanılması gün geçtikçe daha da önemli hale gelmektedir (Yılmaz, 2001).

Ülkemizde tarım arazilerinin amacı dışında, uygunsuz ve plansız kullanımı mevcut arazilerde geri döndürülmesi imkânsız sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda yok olan arazilerin miktarı (I., II. ve III. sınıf) 573.239 ha'ya ulaşmıştır (Cangir ve ark., 1998; Dengiz ve ark., 2006). Bundan dolayı doğal ortama da bağlı kalacak şekilde arazilerin sınıf değerlerine uygun kullanılması ve planlanmasında ve özellikle arazi sürdürülebilirliği için güncel arazi örtüsü/arazi kullanım bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Gülersoy, 2008; Demir ve ark., 2022).

Günümüzde uydu görüntüleri yardımıyla toprak ve bitki üzerindeki değişimlerin belirlenmesinde özellikle UA ve CBS yoğun olarak kullanılmaktadır. UA ve CBS'nin birlikte entegrasyonu, birçok yer bilimi çalışmalarına kaynak sağlayan arazi örtüsü/arazi kullanımlarının tespiti, zamansal ve mekânsal değişikliklerin gözlemlenmesi, planlanması ve yönetiminde de büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Turan ve ark., 2021). Bu sayede çalışma alanına gitmeye gerek kalmadan uydu görüntüleri kullanılarak bitki örtüsündeki değişimler gözlemlenebilmektedir.

Uydular, Dünya'ya gönderdikleri elektromanyetik dalgaların geri dönüş yanıtına göre alıcılar yardımıyla yeryüzüne ait verileri toplamaktadır. Toplanan bu bilgiler uydu görüntüleri içerisindeki değişik bantlara kaydedilmektedir. Bu sayede UA teknolojisi ile herhangi bir bölgeye ait bitki örtüsü haritası kolay bir şekilde elde edilebilmektedir. Bunun yanında benzeri işlemler sayesinde insan gücüyle tespit edilmesi zor ve aşırı pahalı olabilecek alanlarda dahi bitki örtüsü yoğunluğu belirlenebilmektedir (Başarsoft, 2024).

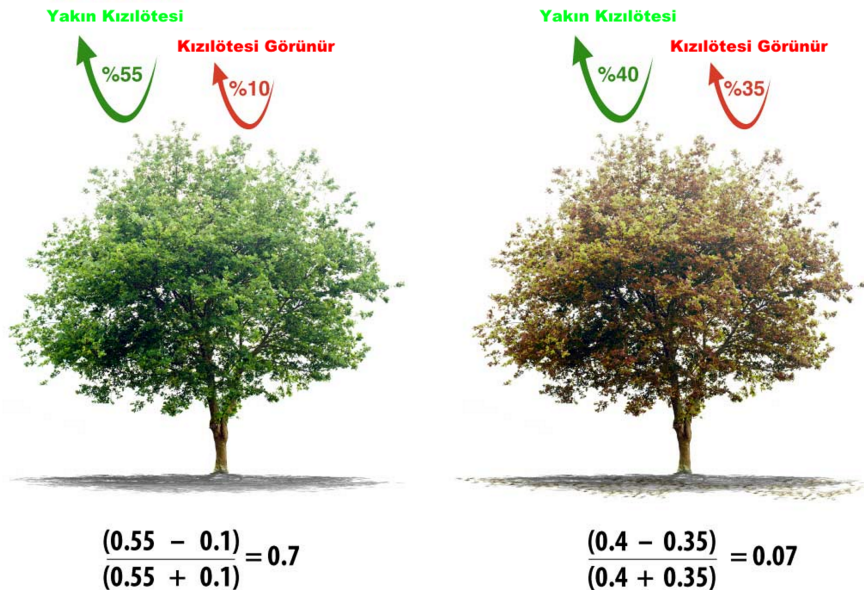
Her cismin farklı dalga boylarına bağlı olarak, yansıtma özellikleri arasında farklılıklar gözükmektedir. Bu durum ise spektral yansıma eğrilerini (Şekil 1) ortaya çıkarmaktadır. Su, toprak, bitki, kaya vb. gibi nesnelere bu dalga boylarına göre farklı eğrilerin oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 1. Spektral yansımaya eğrisi (Kumar and Reshmidev, 2013)

Yansımaya değerlerinden elde edilen indekslerden yararlanılarak su, toprak ve bitki ile ilgili tahminler yapılabilmektedir. Bu amaçla bitkiler açısından en çok NDVI analiz yöntemi kullanılmaktadır. NDVI yüzey örtüsü, yaprak alan indeksinin oranları, yüzey sularının biyokütlesi ve bitkinin fotosentez etkinliği ile doğrudan ilişkili bir terimdir (Karadoğan ve ark., 2023). Bitki indeksi, ilk defa (Rouse ve ark., 1973) tarafından Texas A&M Üniversitesi Uzaktan Algılama Merkezindeki çalışmada ortaya atılmıştır.

NDVI; iklim, arazi özellikleri ve yetiştirme tekniği uygulamalarının olumlu ve olumsuz etkilerinin bitki örtüsü üzerindeki etkisini gösteren en önemli vejetasyon indisi (Anonim, 2024a). Sağlıklı bir bitki, görünür ışını bünyesinde emerek, yakın kızılötesi ışının büyük bir bölümünü yansıtmaktadır (Şekil 2). NDVI değerinin -1 ile +1 arasında değişmesine karşın, değerin artmasıyla birlikte vejetasyonun canlılığı da artmaktadır (Anonim, 2024b). Bitki gelişiminin sağlıklı olarak devam etmesi ürün veriminde pozitif bir etkinin olacağını göstermektedir (Anonim, 2024c). NDVI sonuçlarında 0 değerinden küçük değerler bitki olmayan pikselleri, 0 – 1 aralığındaki NDVI değerleri ise bitkinin sık bulunduğu pikselleri ifade etmektedir. Bitki indeksi sonucu eksi değerler, sifıra taşınabilir (Körümdük, 2003).



Şekil 2. Bitkilerin NIR ve RED bantları yansıtma biçimleri (Esular, 2024).

Landsat uyduları, yaklaşık 30 yıla yakın bir zamandır görüntü eldesinde kullanılmaktadır. NASA, ilk Landsat uydusunu 1972'de, geliştirilmiş Landsat 8'i 2013 yılında ve son olarak Landsat 9 uydusunu da 2021'de uzaya fırlatmıştır. Elde edilen bu görüntüler haritalama, tarım, jeoloji, eğitim, şehir-bölge planlama, ormancılık ve küresel değişimlerin araştırılması konularında çalışan araştırmacılar için sıklıkla kullanılmaktadır.

Landsat TM ((Thematic Mapper = Tematik Haritalayıcı) uyduları çoğunlukla canlı bitkilerin yeşil bölümleri; litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanması; farklı bitki türlerinin tespiti; toprak ve bitki arası farklılıklar; kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunması; ormanlık alanları ve kıyı çizgisinin haritalanması; bitki miktarlarının saptanması; sıcaklık miktarı; termal kirlilik tespiti; toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanması; jeotermal alanların belirlenmesi gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2024d).

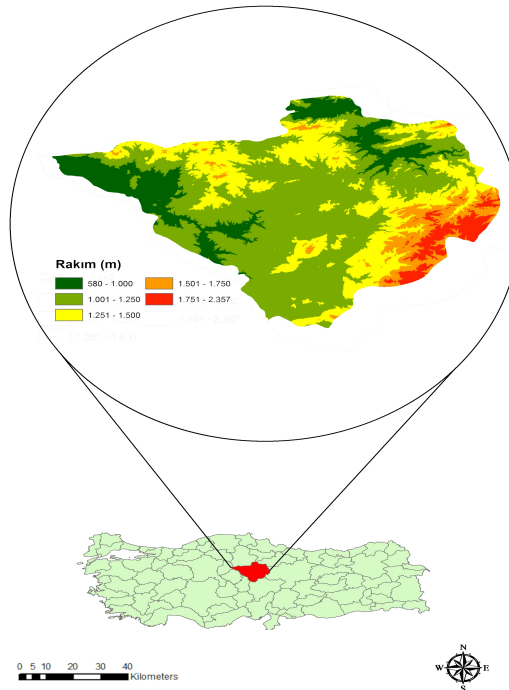
Bu çalışmanın amacı, Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Yozgat ili NDVI'nin zamansal ve yersel değişiminin son zamanlarda yoğun bir şekilde kullanılan CBS yardımıyla tespit edilmesidir. Bunun için, Yozgat iline ait 2010 yılı Temmuz Landsat 4-5 ve 2020 yılı Temmuz Landsat 8 uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile o yıllara ait yeni NDVI haritaları elde edilmiş ve gerekli değişim analizleri yapılmıştır. Yozgat ili düzeyinde yıldan yıla yeşil bitki örtüsündeki değişim miktarı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Yozgat, İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır (Şekil 3). Nüfusun yaklaşık %76.35'i şehirlerde yaşamaktadır. İz-düşüm alanı 13690 km², gerçek alanı ise 14123 km²'dir (HGK, 2024). İl'de km²'ye düşen kişi sayısı 31'dir ve bu sayı merkez civarında yaklaşık 53'tür. Merkezde rakım değeri 1317 m'dir. İlin batısı ile doğusu arasındaki saat farkı yaklaşık sekiz dakikadır. Alansal büyüklük açısından Türkiye'nin on beşinci ilidir. İl geneli fazla dağlık değildir. İlde 14 ilçe, 36 belediye, bu belediyelerde 234 mahalle, 558 köy bulunmaktadır (Anonim, 2024e).

İklim olarak, il genelinde sıcak ve ılıman bir iklim görülmektedir. Kış mevsiminde yaz aylarına oranla daha çok yağış alan bir ildir. Köppen-Geiger'e göre iklim CSB (Akdeniz sıcak/serin yaz iklimi)'dir. Yozgat ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 9.6 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 512 mm'dir (Anonim, 2024f). İl ortalama yıllık iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanının genel görüntüsü

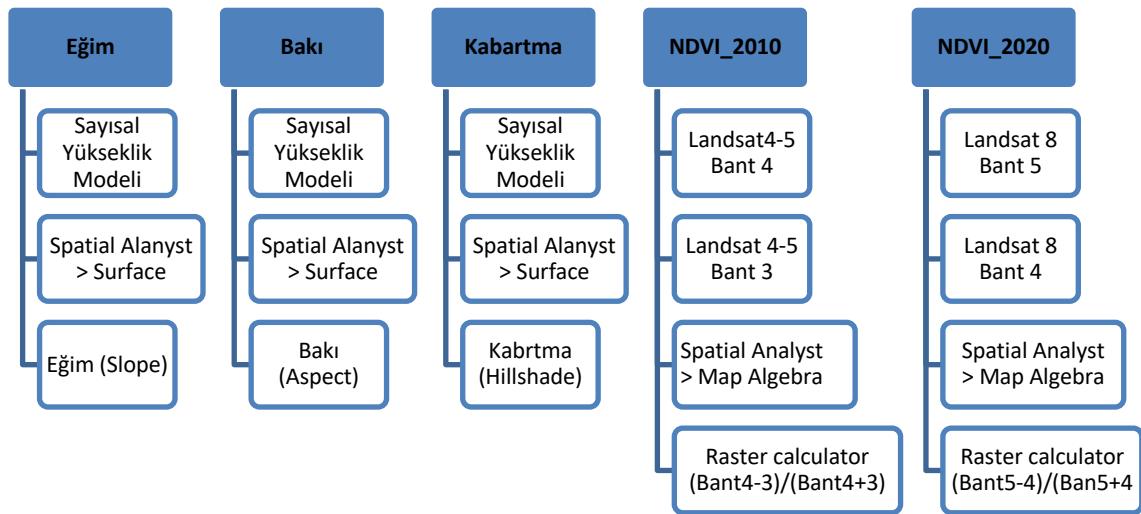
Tablo 1. Yozgat ili uzun yıllar ortalama bazı iklim verileri (Anonim, 2024f)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)	-2.1	-0.4	3.8	8.6	13.3	17.4	20.9	21.2	16.9	11.2	4.8	0.1
Min. Sıcaklık (°C)	-6.1	-5	-1.8	2.3	6.7	10.7	13.5	14	10.3	5.8	0.1	-3.6
Mak. Sıcaklık (°C)	2.3	4.6	9.3	14.4	19.2	23.4	27.7	28	23.5	17.1	10.3	4.7
Yağış (mm)	54	44	64	66	68	44	10	8	16	33	45	60
Nem (%)	74%	69%	63%	58%	56%	52%	44%	44%	46%	56%	64%	71%
Güneşli saatler	5.8	6.7	8.1	9.8	11.2	12.0	12.3	11.6	10.3	8.2	7.1	6.0

Yarı kurak iklim şartlarından dolayı, il ekonomik olarak tarıma dayalıdır. Buna bağlı olarak kuru tarım yaygındır ve yetiştirilen ürün çeşitleri nispeten daha azdır. Büyük oranda tahıl ve baklagiller yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca sulama imkanı olan bölgelerde ise soğan, patates, ayçiçeği ve şeker pancarı, gibi ürünlerin de tarımı yapılabilmektedir. Sınırlı orandaki sulanabilir alanlardan dolayı, sebze yetiştiriciliği istenilen oranlarda değildir. Karasal iklimin etkisi ve depolama koşullarının eksikliğinden dolayı meyve tarımı küçük boyutlarda yapılmaktadır. Ceviz, badem, ayva, üzüm, vişne, kayısı, armut ve elma yetiştirilen başlıca meyvelerdir. Ormanlık alanlar il topraklarının %18.24'ünü kaplayan Kadışehri, Çayıralan, Çekerek, Saraykent, Çandır, Aydıncık ve Akdağmadeni'nde yoğunlaşmıştır (Anonim, 2024e).

2.2. Yöntem

CBS ve uydu görüntüleri ile ilgili tüm düzeltme ve hesaplamalar ArcGIS 10.8 yazılımı ile yapılmıştır. İl sınırını belirleyen .shp uzantılı sayısal vektör haritaları, Harita Genel Komutanlığı (HGK, 2024) adresinden temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında elde edilen çıktılar için iş akış şeması Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. ArcGIS yazılımı iş akış şeması

NDVI değişim verileri 2010 yılına ait Landsat 4-5, 2020 yılına ait Landsat 8 uydu görüntülerinde yakın kızılötesi ve kırmızı bantların işlenmesiyle elde edilmiştir. İndirilen Uydu görüntülerine ait genel bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İndirilen Landsat 4-5 ve 8 uydu görüntülerine ait özellikler (EarthExplorer, 2024)

Görüntü Tarihi		Uydu ve Sensör	Yörünge / Satır (Path / Row)	Bulut Oranı (%)	Konumsal Çözünürlük
2010/07/10	Landsat 4-5 TM C2 L2	LT05_L2SP_176032_20100710_20200823_02_T1	176-32	10	30m
2010/07/10		LT05_L2SP_176033_20100710_20200823_02_T1	176-33	10	30m
2010/07/03		LT05_L2SP_175032_20100703_20200823_02_T1	175-32	10	30m
2010/07/03		LT05_L2SP_175033_20100703_20200823_02_T1	175-33	10	30m
2010/07/01		LT05_L2SP_177032_20100701_20200823_02_T1	177-32	10	30m
2010/07/01		LT05_L2SP_177033_20100701_20200823_02_T1	177-33	10	30m
2020/07/14	Landsat 8 OLI /TIRS C2 L2	LC08_L2SP_175032_20200714_20200912_02_T1	175-32	10	30m
2020/07/14		LC08_L2SP_175033_20200714_20200912_02_T1	175-33	10	30m
2020/07/12		LC08_L2SP_177032_20200712_20200912_02_T1	177-32	10	30m
2020/07/12		LC08_L2SP_177033_20200712_20200912_02_T1	177-33	10	30m
2020/07/05		LC08_L2SP_176032_20200705_20200913_02_T1	176-32	10	30m
2020/07/05		LC08_L2SP_176033_20200705_20200913_02_T1	176-33	10	30m

NDVI hesabı amacıyla kullanılan formül Denklem 1’de verilmiştir (Rouse Jr ve ark., 1974; Ghosh ve ark., 2018).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad \text{Denklem 1}$$

Eşitlikte;

NIR: Yakın kızılötesi bant değeri (Landsat 4-7 için bant=4, Landsat 8-9 için bant=5)

RED: Kırmızı bant değeri (Landsat 4-7 için bant=3, (Landsat 8-9 için bant=4)

NDVI hesabı amacıyla Spatial Analyst>Map Algebra >Raster Calculator komutu kullanılmıştır. Bu komut aracılığı ile Landsat 4-5 uydusu için NDVI, yakın kızılötesi bant değeri olan bant 4 değerinin kırmızı bant değeri olan bant 3 değerinden çıkarıp toplamlarına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Yine aynı komut ile Landsat 8 uydusu için NDVI, yakın kızılötesi bant değeri olan bant 5 değerinin kırmızı bant değeri olan bant 4 değerinden çıkarıp toplamlarına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Elde edilen NDVI değerleri (Auravant, 2024) tarafından önerildiği şekilde ve Tablo 3’te verilen sınıf aralıklarına göre 4 sınıf olacak biçimde düzenlenmiştir.

Tablo 3. NDVI sınıf aralıkları (Auravant, 2024).

Sınıf Aralığı	Anlamı
-1 - 0	Ölü Bitki veya Cansız Nesnelere
0 - 0.33	Hastalıklı Bitkiler
0,33 - 0.66	Orta Derecede Sağlıklı Bitkiler
0.66 - 1	Çok Sağlıklı Bitkiler

ASTER uydusundan alınan veriler ile çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Haritası (DEM) elde edilmiştir. Daha sonra DEM yardımıyla Spatial Analyst>Surface>slope ve aspect araçları ile yeni eğim ve bakı haritaları oluşturularak 2010-2020 yıllarındaki yönelimler tespit edilmeye çalışılmıştır. Eğim şekli derece cinsinden hesaplanmıştır.

ASTER üzerinde 5 farklı modül bulunmaktadır. Yüksek alansal (spatial), tayfsal (spektral) ve radyometrik çözünürlüğe sahip toplam 14 bant spektral aralığa sahiptir. Görüntü büyüklüğü 60 x 60 km'dir. Landsat 8, 15 - 100 m arasındaki çözünürlüklerde görüntü verisi sağlayabilmektedir. Termal infrared, kısa dalga infrared, görünür ve yakın-infrared aralıklarında görüntü alan uydu NASA ve USGS (U.S. Geological Survey) işbirliği ile üretilmiştir. Landsat 8, TIRS (Thermal Infrared Sensor) ve OLI (Operational Land Imager) isimlerinde iki adet algılayıcı taşımaktadır (Avdan, 2016). Landsat 8, toplamda 9 spektral bant şeklinde veri toplamaktadır. Landsat 8 uydusuna ait genel bilgiler Tablo 4'de verilmiştir.

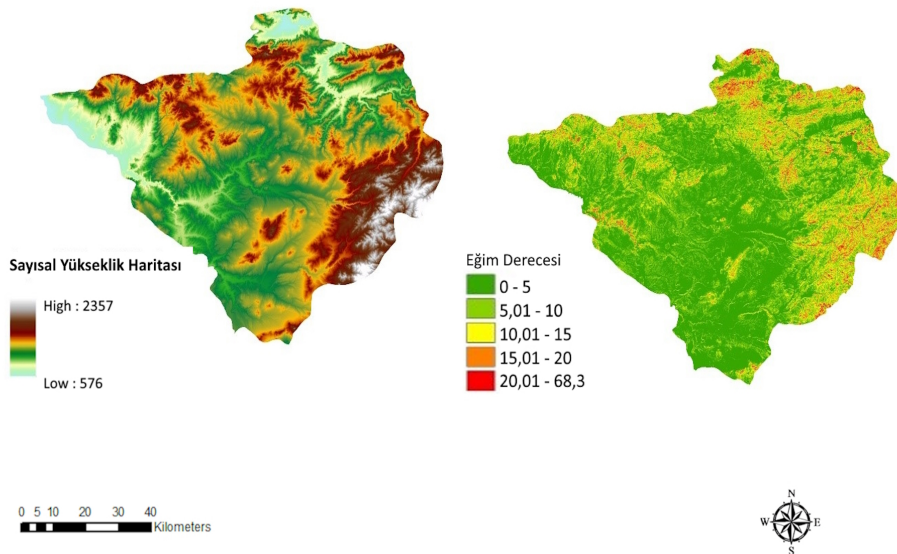
Tablo 4. Landsat 8 OLI uydusu genel özellikleri (Anonim, 2024g)

Bantlar	Dalga-boyu (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1 - Ultra Mavi (kıyı/aerosol)	0.435 – 0.451	30
Bant 2 - Mavi	0.452 – 0.512	30
Bant 3 - Yeşil	0.533 – 0.590	30
Bant 4 – Kırmızı	0.636 – 0.673	30
Bant 5 – NIR	0.851 – 0.879	30
Bant 6 – SWIR 1	1.566 – 1.651	30
Bant 7 – SWIR 2	2.107 – 2.294	30
Bant 8 – Renklere duyarlı (Pankromatik)	0.503 – 0.676	15
Bant 9 – Cirrus	1.363 – 1.384	30

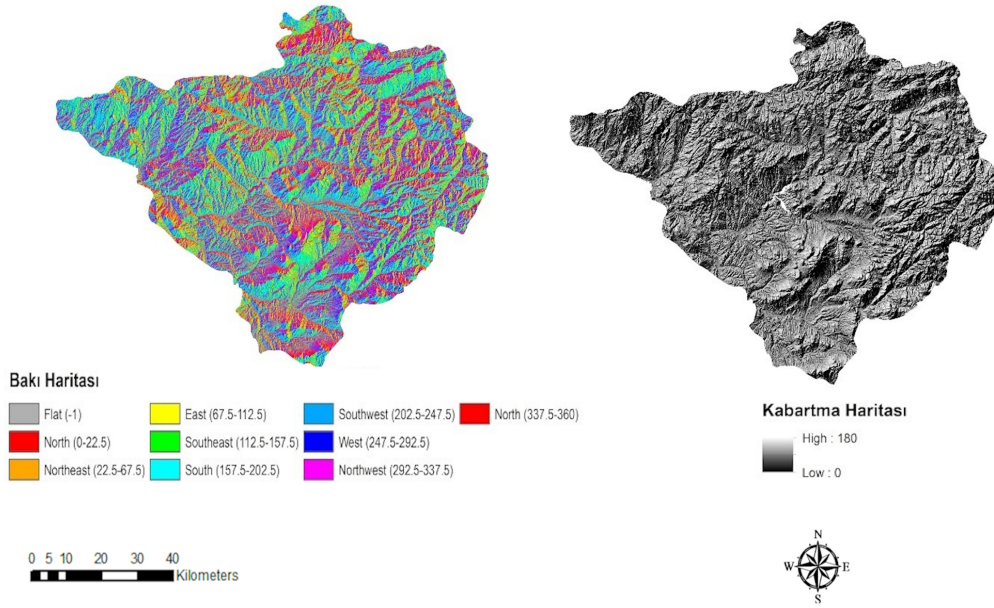
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çalışma alanı DEM, eğim ve bakı haritaları

ASTER DEM uydusundan elde edilen DEM haritasından eğim ve bakı haritaları türetilmiştir (Şekil 4). Elde edilen DEM ve eğim haritaları Şekil 5'te, bakı ve kabartma haritaları ise Şekil 6'da verilmiştir. Haritaların çözümlenmesi ve sayısallaştırılması ile elde edilen sınıf ve yüzde değerleri ise Tablo 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Yozgat ili sayısal yükseklik ve eğim haritası



Şekil 6.Yozgat ili baki ve kabartma haritası

Tablo 5. Yozgat DEM, eğim ve baki haritaları sınıf aralıkları ve yüzde değerleri

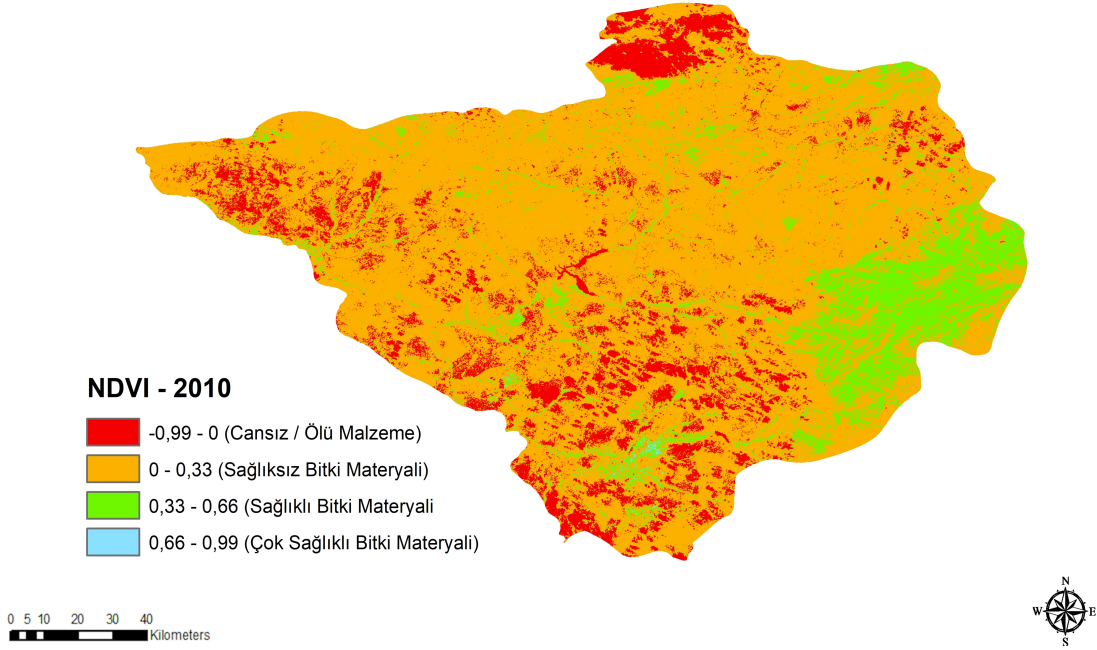
DEM (m)		Eğim (°)		Baki (yön)		
Sınıf	Yüzdesi	Sınıf	Yüzdesi	Sınıf	Yüzdesi	Yön
0-576	5.52	0-5	50.74	-1	1.88	Düz
577-877	8.76	5.01-10	28.80	0-22.5	6.03	Kuzey
878-1100	17.34	10.01-15	13.10	22.5-67.5	10.05	Kuzeydoğu
1101-1200	22.91	15.01-20	5.22	67.5-112.5	8.82	Doğu
1201-1300	18.32	20.01-25	1.56	112.5-157.5	12.62	Güneydoğu
1301-1400	10.69	25.01-30	0.36	157.5-202.5	15.81	Güney
1401-1500	5.78	30.01-35	0.09	202.5-247.5	12.95	Güneybatı
1501-1600	3.23	35.01-40	0.05	247.5-292.5	11.21	Batı
1601-1700	2.60	40.01-45	0.04	292.5-337.5	13.69	Kuzeybatı
1701-2360	4.85	45.01-68.3	0.04	337.5-360	6.93	Kuzey

En çok yüzdellik değere sahip yükseltilerin (%22.91) 1101-1200 m arasında olduğu belirlenmiştir. İl genelinde 878-1400 m yükseltiyeye sahip bölgeler toplam alanın yaklaşık %69.26'sını oluşturmaktadır. En düşük yüzdellik dilime sahip bölgeler 1601-1700 m yükseltiyeye sahip yerlerdir (Tablo 5).

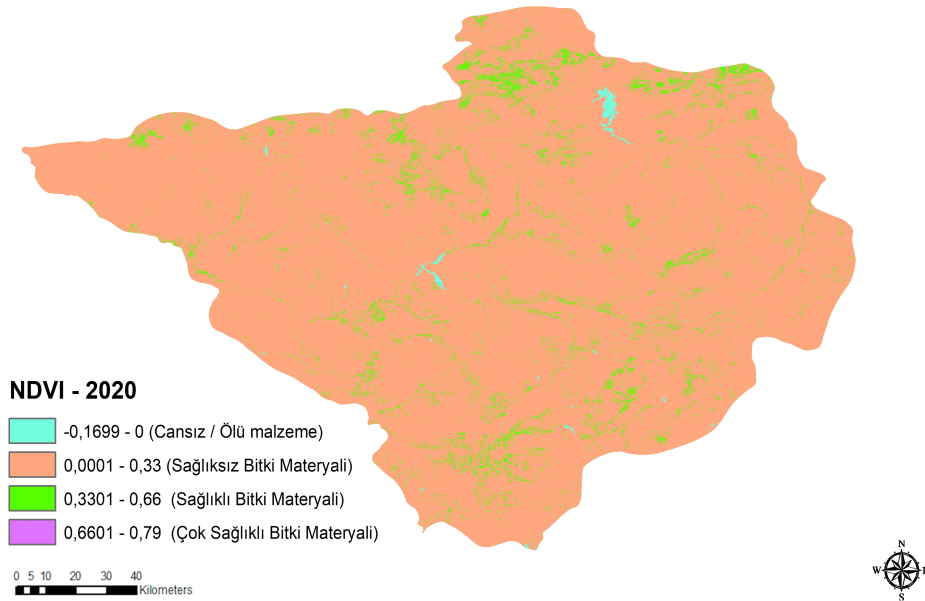
Eğim açısından bakıldığında, arazilerin yaklaşık yarısının 0°-5° eğime sahip olduğu görülmektedir. 20°-68.3° eğime sahip alanlar ise toplam alanın yaklaşık %2.14'lük gibi çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Baki değerlerinde ise güneybatı, güneydoğu ve güney yönleri toplam arazinin yaklaşık %41.38; kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu yönleri %29.77'lik kısmını kapsamaktadır. Bu durumda ilin güney yön değerlerinin bir miktar daha fazla olduğu söylenebilmektedir (Tablo 5).

3.2. NDVI sınıflandırması

2010 yılına ait Landsat 4-5 ve 2020 yılına ait Landsat 8 uydu görüntülerinden yakın kızılötesi ve kırmızı bantların işlenmesiyle yeni haritalar oluşturulmuştur. ArcGIS>Spatial Analyst>Reclass>Reclassify komutunda yeniden sınıflandırılması ile oluşturulmuş yeni sınıf aralığına sahip haritalardan 2010 yılına ait olanlar Şekil 7, 2020 yılı sonuçları ise Şekil 8’de verilmiştir. Alan ve yüzde hesaplamalarının daha kolay yapılabilmesi için yeniden sınıflandırılmış haritalar aynı zamanda sayısallaştırılıp vektör haline dönüştürülmüş ve oluşturulan veri tabanına aktarılmıştır.



Şekil 7. Yeniden sınıflandırılmış-sayısallaştırılmış 2010 yılı NDVI haritası



Şekil 8. Yeniden sınıflandırılmış-sayısallaştırılmış 2020 yılı NDVI haritası

Elde edilen NDVI haritalarına ait sınıf aralığı (Tablo 3), alan ve yüzde dilimleri gösterir veriler ise Tablo 6'da verilmiştir. 2010 yılı sonuçlarına göre en yüksek alanı (10175.35 km²) ve yüzdelik dilimi (%73.63) 0-0.33 NDVI değerine sahip sağlıklı bitki materyali içeriğine sahip alanlar oluşturmaktadır. En düşük değerde ise %0.18 ile çok sağlıklı bitki materyalinin olduğu alanlar bulunmaktadır. Cansız/ölü malzemeye sahip (su, boş, kayalık vb.) bölgeler, toplam alanın yaklaşık %15.23'lük bir kısmını oluşturmaktadır. Sağlıklı denebilecek düzeyde bitki materyaline sahip bölgeler ise toplam alanın ancak %10.96'lık kadar bir kısmını oluşturmaktadır.

Yine 2020 yılında da 2010 yılına benzer şekilde sağlıklı bitki materyali olarak sınıflandırılabilen bölgeler toplam alanın çok büyük bir kısmını (%95.21) kaplamaktadır. 2010 yılı ile kıyaslandığında 2020 yılında kapladığı alan bakımından cansız/ölü malzeme alanlarında %97.92 oranında bir azalış, sağlıklı bitki materyali alanında %29.32'lik bir artış, sağlıklı bitki materyali alanında %59.22'lik bir azalış olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. 2010 ve 2020 yıllarına ait NDVI sınıf aralığı, alan ve yüzdelik dilim verileri

	Sınıf	Adı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
2010 NDVI	-1-0	Cansız / ölü malzeme	2104.91	15.23
	0-0.33	Sağlıksız bitki materyali	10175.35	73.63
	0-33.0.66	Sağlıklı bitki materyali	1514.55	10.96
	0.66-0.99	Çok sağlıklı bitki materyali	24.77	0.18
2020 NDVI	-1-0	Cansız / ölü malzeme	43.79	0.32
	0-0.33	Sağlıksız bitki materyali	13158.47	95.21
	0-33.0.66	Sağlıklı bitki materyali	617.68	4.47
	0.66-0.79	Çok sağlıklı bitki materyali	0.02	0.00
	Toplam		13690	100

Kısacası yeşil bitki örtüsü ve biyokütle miktarının bir ölçüsü olan NDVI değerlerine bakıldığında son 10 yıl içerisinde Yozgat ilinde yeşil örtü ile kaplı alanların giderek azaldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu durumun temel nedeni ise, özellikle iklim değişikliği ve küresel ısınma sonucu tarım veya orman alanlarında ortaya çıkan azalma şeklinde yorumlanabilmektedir. Yine benzer şekilde kuraklık ve yağış azlığı nedeniyle cansız/ölü materyale sahip alanlarda da yıldan yıla bir azalış olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen yeni haritalardan 2010-2020 yıllarına ait ilçelere ve sınıf aralıklarına göre düzenlenmiş kapladığı alan değerleri Tablo 7'de verilmiştir. İlk sınıftaki cansız/ölü materyalde çok büyük bir oranda azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu materyallerin büyük bir çoğunluğunu boş, kayalık ve sulak alanlar oluşturmaktadır. Yine az gelişmiş veya hiç gelişmemiş bitki aralığını gösteren ve 2.sınıfta yer alan sağlıksız bitki materyali grubunda ise tüm ilçelerde %3.8 ile %140.8 arasında değişen oranlarda artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu gruptaki bölgeler tarıma uygun olmayan veya kullanılmayan yerleri işaret etmektedir.

Tarımsal açıdan gelişimin en uygun düzeylerde olduğunu gösteren 3. ve 4. Sınıf (0.33-1) aralıklarında 2010 yılına göre 2020 yılında azalmalar olduğu görülmektedir. 3. sınıftaki sağlıklı bitki materyaline bakıldığında sadece Aydıncık, Çandır ve Çekerek ilçelerinde artış olduğu belirlenmiştir. Özellikle Aydıncık ilçesinde 2010 yılına oranla 2020 yılında yaklaşık %2923.98'lik gibi çok büyük bir oranda artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ilçedeki tarımsal ve orman faaliyetlerindeki artışa da işaret edebilmektedir. Artış oranı Çandır ilçesinde %30,75, Çekerek ilçesinde ise yaklaşık %20.67 dolaylarındadır. Geriye kalan 11 ilçenin tamamında 2020 yılında 2010 yılına oranla yeşil alanlarda azalma olduğu belirlenmiştir. En fazla azalmanın görüldüğü ilçe ise Akdağmadeni'dir.

Tablo 7. İlçelere ve sınıf aralıklarına göre gruplandırılmış yıllık NDVI alansal toplam değerleri

İlçe	Yıl	Sınıf aralıkları ve 2010 yılına göre yüzde değişimleri							
		1	Yüzde	2	Yüzde	3	Yüzde	4	Yüzde
Akdağmadeni	2010	65.523		1186.502		627.256		2.679	
	2020	0.116	-99.8	1830.176	54.2	51.750	-91.75	0.017	-99.4
Aydıncık	2010	196.816		121.149		0.888			
	2020	0.267	-99.9	291.745	140.8	26.848	2923.99		
Boğazlıyan	2010	451.836		944.520		106.589		13.491	
	2020	3.189	-99.3	1427.011	51.1	86.246	-19.09		
Çandır	2010	31.047		129.619		8.485		0.346	
	2020	0.194	-99.4	158.224	22.1	11.094	30.75		
Çayıralan	2010	59.822		617.305		330.117		2.086	
	2020	1.797	-97.0	954.710	54.7	52.890	-83.98	0.001	-99.99
Çekerek	2010	105.813		682.405		53.265		0.041	
	2020	24.502	-76.8	752.743	10.3	64.278	20.67		
Kadışehri	2010	46.562		370.250		55.548		1.612	
	2020	0.161	-99.7	434.726	17.4	39.139	-29.54		
Merkez	2010	140.141		1643.460		87.910		0.392	
	2020	4.751	-96.6	1803.759	9.8	63.391	-27.89		
Saraykent	2010	11.319		322.312		11.799		0.033	
	2020	0.220	-98.1	334.561	3.8	10.681	-9.47		
Sarıkaya	2010	237.421		796.614		49.190		0.135	
	2020	0.411	-99.8	1041.482	30.7	41.468	-15.70		
Sorgun	2010	158.007		1558.484		93.498		0.324	
	2020	6.794	-95.7	1703.197	9.3	100.321	7.30		
Şefaattli	2010	186.416		657.034		36.273		1.050	
	2020	0.725	-99.6	852.134	29.7	27.944	-22.96		
Yenifakılı	2010	128.911		267.891		20.742		1.856	
	2020	0.461	-99.6	400.047	49.3	18.929	-8.74		
Yerköy	2010	292.500		883.774		33.135		0.744	
	2020	0.234	-99.9	1186.783	34.3	23.190	-30.02		
Toplam	2010	2112.133		10181.319		1514.694		24.790	
	2020	43.822	-97.9	13171.299	29.4	618.168	-59.19	0.017	-99.94

1: Cansız / Ölü Materyal; 2: Sağlıksız Bitki Materyali; 3: Sağlıklı Bitki Materyali; 4: Çok Sağlıklı Bitki Materyali

Toplamda Yozgat ili düzeyinde bakıldığında ise; cansız / ölü materyalde %98 oranında bir azalma, sağlıksız bitki materyalinde %29.4'lük bir artış, sağlıklı bitki materyalinde %59.19'lük bir azalış ve nadiren de olsa belirlenen çok sağlıklı bitki materyalinde ise %99.9'lük bir azalışın olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Yozgat ili 2010 yılından 2020 yılına NDVI değişim miktarlarının belirlenmesi amacıyla Landsat 4-5 ve 8 ile ASTER DEM görüntülerinin kullanıldığı çalışma sonucu bölgede meydana gelen değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır. 2010 yılından 2020 yılına gelindiğinde özellikle yeşil alanlar ile sulak alanlarda gözle görülebilecek oranda büyük azalmaların yaşandığı tespit edilmiştir. Tehlikeli olabilecek düzeyde en fazla artışın yaşandığı sınıf 0-0,33 NDVI ile sağlıksız bitki materyalinin olduğu alanlarda görülmüştür. Sağlıklı bitki materyalinde ise %59.19 gibi çok büyük bir oranda azalış olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerini gün geçtikçe daha fazla hissettiğimiz bu zamanlarda su kaynakları, orman alanları ve tarımsal üretim için daha kalıcı ve hızlı tedbirlerin ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Not

Yapılan bu çalışma Uluslararası Hitit Üniversitesi Teknoloji ve Sanat Sempozyumu - International Hitit University Technology and Art Symposium (07- 08 Kasım 2014, Çorum)'da özet olarak bildiri kitabında yer almaktadır.

Kaynakça

- Anonim, (2024a). *Tarımsal Ürün İzleme ve Verim Tahmin Bülteni*, 2018 (Cilt 13). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkezi, Ankara. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/2018BUL/KASIM_2018.pdf. Erişim tar: 13.10.2024.
- Anonim, (2024b). *NDVI Analizi*. <https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-analizi/>. Erişim Tar: 14.10.2024.
- Anonim, (2024c). *Tarımsal Ürün İzleme ve Verim Tahmini Bülteni*, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü – Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkez Sayı:25, Şubat-2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/toprakgubre/Belgeler/Tar%C4%B1msal%20%C3%9Cr%C3%BCn%20%C4%B0zleme%20ve%20Verim%20Tahmin%20B%C3%BClteni/Mart%202020%20Tar%C4%B1msal%20%C3%9Cr%C3%BCn%20%C4%B0zleme%20ve%20Verim%20Tahmin%20B%C3%BClteni.pdf>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Anonim, (2024d). *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü - Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Birimi*. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/birimler/uacbs-uydu-landsat>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Anonim, (2024e). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Yozgat_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Yozgat_(il)). Erişim Tar: 10.10.2024.
- Anonim, (2024f). <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/yozyozgat/yozyozgat-256/>. Erişim Tar: 05.10.2024.
- Anonim, (2024g). *USGS - Amerika Jeolojik Araştırmalar Kurumu*. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>. Erişim tar: 02.10.2024.
- Auravant, (2024). *Vegetation indices and their interpretation: NDVI, GNDVI, MSAVI2, NDRE, and NDWI*. <https://www.auravant.com/en/articles/precision-agriculture/vegetation-indices-and-their-interpretation-ndvi-gndvi-msavi2-ndre-and-ndwi/>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- Başarsoft, (2024). *NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Analizi (NDVI Analysis)*. <https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-analizi/>. Erişim Tar: 24.10.2024.
- Avdan, U. (2016). *Görüntü Ön İşleme ve Zenginleştirme Yöntemleri*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Cangir, C., Kapur, S., Boyraz, D., ve Akça, E. (1998). *Türkiye’de Arazi Kullanımı, Tarım Topraklarının Sorunları ve Optimum Arazi Kullanım Politikaları*. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, Menemen, İzmir, Türkiye.
- Demir, S., Arslan, B., ve Gönültaş, H. (2022) *Faklı İklim Bölgesi Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi*. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi (BOJANS)*, 1(1), 31-38.
- Dengiz, O., Usul, M., ve Keçeci, M. (2006). *Atatürk Orman Çiftliği Arazilerinin Tarımsal Kullanım Durumlarının Değerlendirilmesi*. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 55-64.
- Esular, 2024. *NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Nedir?* <https://esular.com/ndvi-normallestirilmis-fark-bitki-ortusu-indeksi-nedir>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- EarthExplorer, (2024). *USGS, Earthexplorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- Ghosh, P., Mandal, D., Bhattacharya, A., Nanda, M. K., and Bera, S. (2018). *Assessing Crop Monitoring Potential of Sentinel2 in A Spatio-Temporal Scale*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-5, 227–231. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-227-2018>.
- Gülersoy, A. E. (2014). *Bakırçay Havzası’nda Arazi Kullanımı İle Arazi Yetenek Sınıfları Arasındaki İlişkiler*. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6), 1-20.
- HGK. (2024). *Harita Genel Komutanlığı*. <https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumlari>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Karadoğan, S., Kavak, M., and Al, A. (2023). *NDVI ve DEM Verileriyle Bitki Örtüsünün Yatay, Dikey ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi: Savur İlçesi (Mardin) Örneği*. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (DÜFED)*, 12(1), 95-105. doi:doi: 10.55007/dufed.1194363

- Körümdük, C. (2003). Adana İlinin Kuzeyindeki Orman Alanlarının Uydu Verileri Kullanılarak Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kumar, D.N. Reshmidev, T.V. (2013). Remote Sensing Applications in Water Resources. Journal of the Indian Institute of Science, 93(2), 163-187,
- Rouse Jr, J., Haas, R., Deering, D., Schell, J., and Harlan, J. (1974). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with Ert. *Nasa Special Publication*, 351, 309.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J., and Deering, D. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Greenbelt: Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, 10-14 December.
- Turan, İ., Dengiz, O., ve Kaya, N. (2021). Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimlerinin Farklı Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri ile Belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU J. Agric. Fac.)*, 9(1), 141-152.
- Yılmaz, H. 2001. Bartın Kenti ve Yakın Çevresinde Biyotopların Haritalanması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.



Review Article

Blueberry Harvest Mechanisms

Ali Teggüler¹ Tuğba Karaköse^{2,*}

¹Ondokuz Mayıs University, Samsun Vocational School, Department of Agricultural Machinery, İlkadım, Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Atakum, Samsun, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0002-0273-5014>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1725-7027>

*Sorumlu Yazar e-mail: tugba.karakose@omu.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 19.08.2024

Kabul: 29.11.2024

DOI: 10.59128/bojans.1535416

Anahtar Kelimeler

Maviyemiş

Hasat Mekanizması

Makina

Öz: Yaban mersini (*Vaccinium corymbosum* L.-*Vaccinium angustifolium* Ait.-*Vaccinium ashei* Reade.) kışın yapraklarını döken çok yıllık bir bitkidir. Ericaceae familyasından olup çalı formundadır. Ilıman iklimlerde yetişir ve anavatanı Amerika'dır. 110 yıl önce Amerikan kültüründen yayılmıştır. Hafif dokulu ve asidik topraklarda yetişebilir. Bu nedenle tarım yapılabilecek alanlar sınırlıdır. Üretim miktarları yeterli olmadığından satış fiyatları da yüksektir. Üzüm taneleri elle ve makine ile hasat edilebilir. Yaban mersini hasadı için üç farklı tipte hasat mekanizmasına sahip biçerdöverler üretilmiştir. İlk yaban mersini biçerdöveri 1956 yılında mekanik kızılçık toplayıcısından uyarlanarak üretilmiştir. Bu makine altı sıralı kazıyıcı çubuktan oluşan bir mekanizmaya sahipti. Yüksek toplama kapasitesine sahip bu makineler işgücü ihtiyacını ve hasat maliyetini azaltır. Yaban mersini elle hasadı hektar başına 1300 saat işçilik gerektirirken, tek sıralı hasat makinesi hektar başına 25 saat işçilik gerektirir. Böylece hasat maliyeti kg başına 2,8 dolardan kg başına 0,26 dolara düşer. Bu makineler orta ve küçük ölçekli işletmeler için ekonomik değildir. Makineli hasatta bu bitki için bazı sorunlar vardır. Bu sorunlar meyve hasadı sırasında meyvenin yere düşmesi, yeterli olgunluğa ulaşmamış meyvelerin hasadı, toplama sırasında meyve ve bitkinin zarar görmesidir. Çok fazla çalışma yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir. Ancak yeterli hasat verimliliği henüz elde edilememiştir. Yaban mersini tüketicinin ilgisini çekecek yüksek kalitede ve uzun raf ömrüne sahip olarak hasat edilmelidir.

Atf Künyesi: Teggüler A. ve Karaköse T. (2024). Maviyemiş Hasat Mekanizmaları, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 168-76. **How To Cite:** Teggüler A. ve Karaköse T. (2024). *Blueberry Harvest Mechanisms*, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 168-176.

Blueberry Harvest Mechanisms

Article Info

Received: 19.08.2024

Accepted: 29.11.2024

DOI: 10.59128/bojans. 1535416

Abstract: Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.-*Vaccinium angustifolium* Ait.-*Vaccinium ashei* Reade.) is a perennial plant that shed leaves in winter. It is from Ericaceae family and it is in the form of bushes. It grows in temperate climates and its motherland is America. It spread from American

Keywords

Blueberry
Harvest Mechanism
Machine

culture 110 years ago. It can grow in lightly textured and acidic soil. For this reason, the areas where agriculture can be done are limited. Because the production quantities are not enough, the selling prices are also high. Grape berries can be harvested by hand and machine. For the Blueberry harvest, harvesters with three different types of harvesting mechanisms were produced. The first blueberry harvester was manufactured in 1956, adapted from a mechanical cranberry picker. This machine had a mechanism consisting of a six-row scraper stick. These machines with high collection capacity reduce the need for labor and the cost of harvest. Blueberry manual harvesting hectare requires 1300 h of labor, while single row harvesting machine requires 25 h of labor/hectare. Thus, the cost of harvest falls from \$ 2.8 per kg to \$ 0.26 per kg. These machines are not economical for medium and small sized farms. In machine harvest, there are some problems for this plant. These problems are fruit falling on the ground during fruit harvest, the harvest of fruit that has not reached sufficient maturity, fruit and plant damage during picking. A lot of work has been done and continues to be done. However, sufficient harvesting efficiency has not yet been achieved. Blueberry should be harvested with a high quality and long shelf life that will appeal to the consumer.

1. Introduction

Blueberry is a perennial and has a deciduous bush-shaped plant in winter. Its homeland is America, and it is a grape like fruit that is the *Vaccinium* genus of the Ericaceae family. The yield per plant can be 3-9 kg. Blueberry has many features that are sought in the market both as a plant and as a fruit. The smallness of the pip., the ease of planting and maintenance, the economical life of 30-35 years and the relatively long shelf life compared to other grape fruits are among these. Also commercial is higher and has the highest antioxidant capacity in terms of health (Çelik ve İslam, 2010). The total production of blueberry in the world in 2022 reached approximately 1 228 599 136. According to the data of 2022, Turkey realized 4 305 063 of production (Table 1) (TÜİK, 2024; FAO, 2024). The largest blueberry production in the world is in the Netherlands (Figure 1). This is followed by Mexico and Italy.

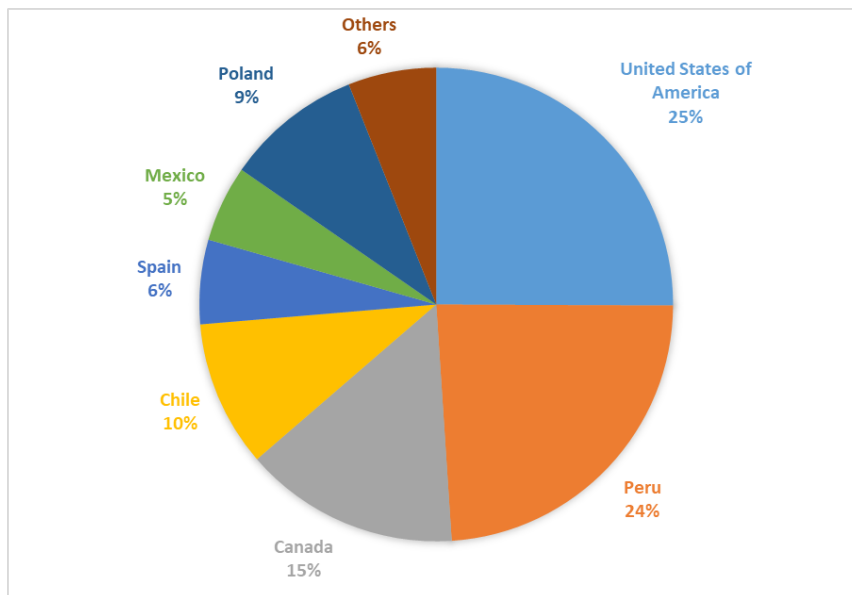


Figure 1. Percentage of blueberry production in the world (%)

Thanks to its fruit properties, blueberry can be easily harvested mechanically. Fruit harvest can last 4-6 weeks. Maturation in the cluster continues from the bottom to the tip. Fruits to be consumed freshly can be harvested by hand, and those of industrial origin can be harvested by machine (Çelik ve İslam, 2010).

The manual harvesting cost of the fruit forms approximately 50% of the total production cost. While 1500 hours of human labor per hectare is required in the harvest of matured fruit, the labor requirement is 25 work hours ha⁻¹ with a single line harvester (Figure 2) (Brown et al.,1996).

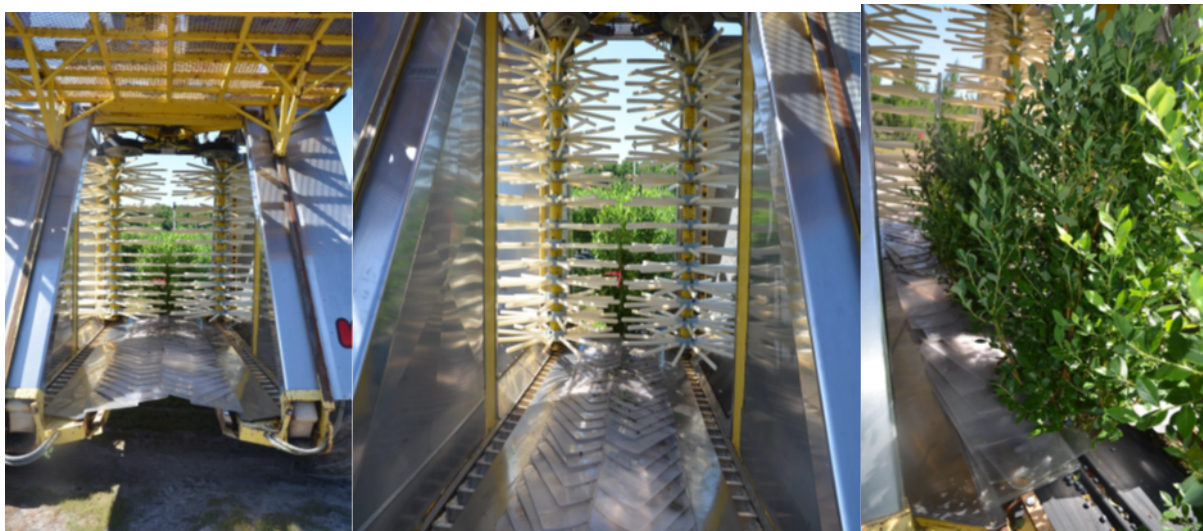


Figure 2. Single row rotary blueberry harvesting mechanism example (Cai et al., 2021)

A mechanical harvesting mechanism was developed towards the end of 1950 to reduce product cost and labor demand (Brown et al., 1996). Many researchers evaluated the performance of different picking mechanisms for crop harvesting effectiveness in relation to different parameters.

Some properties of the fruit must be known for mechanical harvesting. These are shape, meat thickness, branch breaking force, crush resistance, number of fruits in branch, simultaneous ripening and plant root attachment (Ehlenfeldt, 2005). When the breaking force of a fruit is about 1N, this force can reach 9 N (Arak and Olt, 2017).

The mechanical harvesting of blueberries presents a number of challenges. These include the dropping of fruit on the ground, the harvesting of immature fruit, the retention of mature fruit on the bush, the dropping of fruit between harvest intervals, and the bruising of fruit by the harvester and the injury of plants by the harvester.

2. Blueberry Harvest Mechanisms

In general, the fruit is harvested by being stripped and shaken. Today, three types of harvesting mechanisms are used in the mechanical harvest of blueberry. These are called rotary, slapper and sway. Examples of these mechanisms have been given (Figure 3).

The rotary mechanism (rotary shaking mechanism) consists of picking rods mounted on the spindle which are arranged vertically, horizontally and horizontally at an angle of 45°. With the forwardness of the harvester, the blueberry bushes turn the bars. These rods separate the blueberry fruit from the bushes, by bringing the effect of shaking. The Sway mechanism consists of mutually picking bars placed in a vertical axis. These rods shake the product by swing in the same direction. It consists of beater bars that move inward in the vertical axis in the slapper mechanism. These rods shake the product.

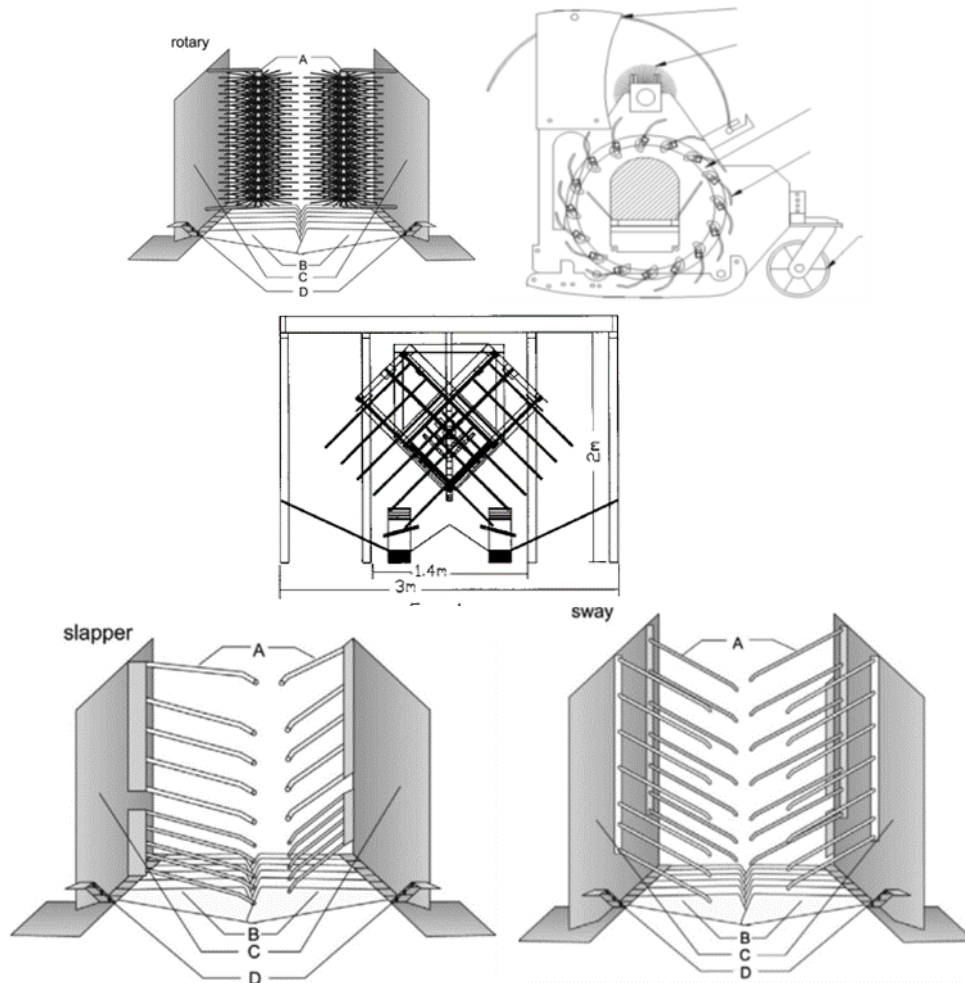


Figure 3. Examples of mechanisms used in blueberry harvesting (A= beaters, B= catch plate, C= tunnel wall, and D= conveyor belt).

The first experimental harvesting machine was modified from cranberry harvesting machine according to blueberry fruit sizes. The machine is made up of six bars on a cylinder that moves in the opposite direction of travel (Hayden and Soule, 1969). It has been reported that working with this machine results in very high product loss in some areas (Figure 4). To remove this disadvantage, a new mechanism consisting of fixed bars was developed. This mechanism is mounted on a cylinder consisting of six bars. A ventilator was also added to the system. This design has proven to be much stronger and more durable than previous designs. In their work, Hayden and Soule compared hand-picking with their own mechanics and the previous prototype. They found 42% area efficiency was and 34.5% of total product loss in their own mechanisms. The harvest rates for hand and other prototype were 43 and 82%, respectively. At the same time, they found the total crop loss to be about 15% in harvest and 29% in the other prototype. Because of the high ground speed of their own mechanisms, they observed that field activity is better than others.

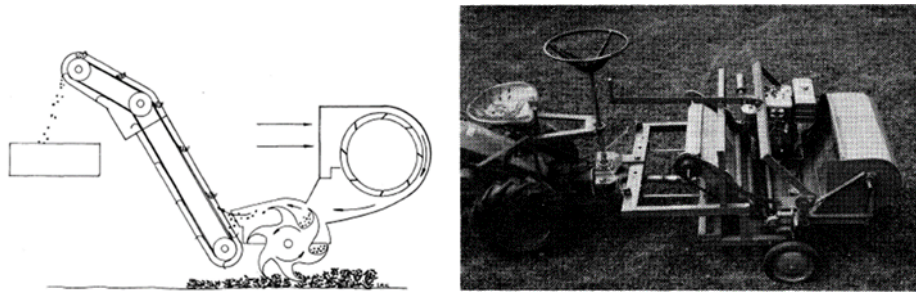


Figure 4. Hayden and Soule's experimental harvester

Brown et.al. (1996) conducted a study comparing three mechanical harvesting mechanisms selected by the Michigan Blueberry Growers Association Research Committee. These are The Korvan 9000, Little Blue (BEI) is a horizontal cylinder, JDV Sidemount consists of beater bars mounted on a cylinder in vertical position. It was possible to collect 90% of the marketable product with harvesting machines and 99% in the hand harvesting.

Peterson and Brown (1996) developed a rotating harvester. This harvesting machine consists of two cylinders on the right side and a single cylindrical unit on the left side. The double cylindrical mechanism is dynamically balanced. All units were placed at a 45° angle (Figure 5). They compared their prototypes with a commercial harvest. In both machines the marketable product ranged between 70-90%. Due to the size of the machine, it is seen that maneuverability is low.

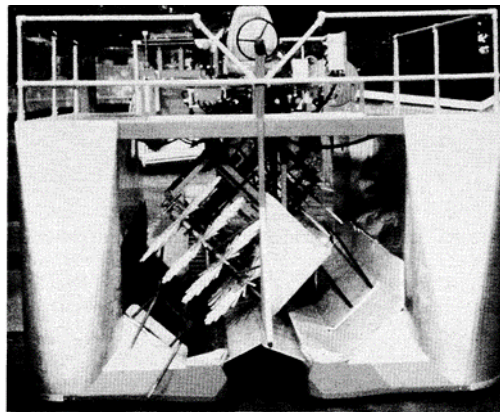


Figure 5. Peterson and Brown's experimental blueberry harvester

Peterson et.al. (1997) reduced the product loss on the ground by 44% by converting the three-cylinder mechanism into a 2-cylinder mechanism. For the prototype (V45), the marketable product rate was determined as 79.8% while the commercial mechanism was 71.3%.

Van Daltsen and Gaye (1999) conducted their work manually and with 3 mechanisms (BEI, KORVAN 9000, LITTAU). As a result of the experiments, it was observed that harvesting activity was best hand harvested. Total product and fruit loss statistically reported no significant difference. They reported that the green product ratio was 4% for the mechanical harvesting machine and 0.35% for the manual harvesting. Fruit losses were found to be 18.1% on average. Mechanical harvesting mechanisms have reported that product yield is lower than manual collection.

Yarborough (2002) compared two harvesters and manual harvesting. They observed that the collecting activities of these two machines were 61% and 59%. They stated that there was no significant difference in the manual harvesting and the separation of the fruit between the two machines. The Bragg harvester is said to be more usable and these mechanisms still need to be developed.

Takeda et.al (2008) conducted a study on the harvestability and harvest yield of two types of blueberry with V45 and Sway harvester. This machine, called V45, uses a shaking mechanism with a 45° angle, mounted on a shaft. Fruit collection activity was reported to be 97% by hand, 71% by V45

and 65% by sway. The rate of immature fruit picking was 0, 22 and 11%, respectively for hand, V45 and sway. They also stated that internal injuries were more than others at V45.

Yu et al. (2012) conducted a study to reveal the dynamic interaction of the mechanism with a sensor between the blueberry and a rotating harvesting mechanism (Figure. 6). While the fruit loss was most visible in the collection box, it was followed by the capture plate, carrier shake bars, the side walls.

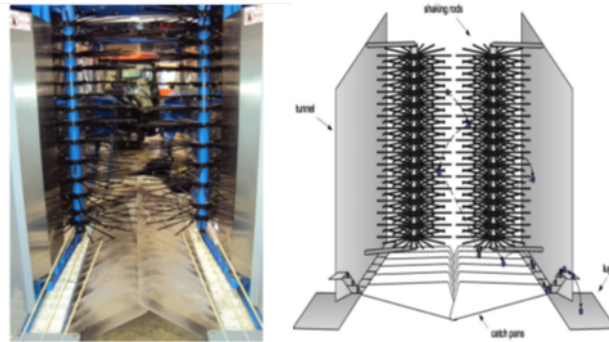


Figure 6. Yu P. et al. prototype harvester

Takeda (2013) carried out studies to determine the effect of harvesting machine on fruit quality, the effect of fall height on fruit quality, the effect of plant crown to ground loss and the effect of plant size on harvestability. Fruit picking rate was 84% by hand and 70% by machine. They reported that the fallen fruit loss was in the range of 40-42%. Harvest activity ranged from 55 to 83% for long plants and 50% for short plants.

Yu et al. (2013) conducted experiments to determine the mechanical damage on three types of commercial blueberry harvesters. They did their work at two different fall heights and two different shaking frequencies. At high frequencies and falling height, the fruit was more damaged. Rotary caused the fruit less damage when compared with the slapper and sway harvester. From the point of view of these effects, there is no significant difference between sway and slapper. They recommend rotary harvester for fresh blueberry.

Farooque et al. (2014) designed a mechanism to harvest wild blueberry. These blueberries are usually 5-30 cm long. This mechanism consists of 16 inclined teeth bar with 67 equally spaced rod placed peripheral at the cylinder and mounted on the collecting head that is driven by a hydraulic motor (Figure 7). They tried different headlines in the work rotational speed and feed rate. They determined that the average unharvested fruit rate was 2.1%, the amount of fallen fruit was 9.7%, and the harvesting efficiency was 86.9%. They reported that the most ideal combination was 1.2 kmh^{-1} and 26 rpm for product yield of 3500 kg ha^{-1} . In the case of 3000 kg ha^{-1} area, the combination of 2.0 kmh^{-1} and 26 rpm could be used to reduce the losses most.

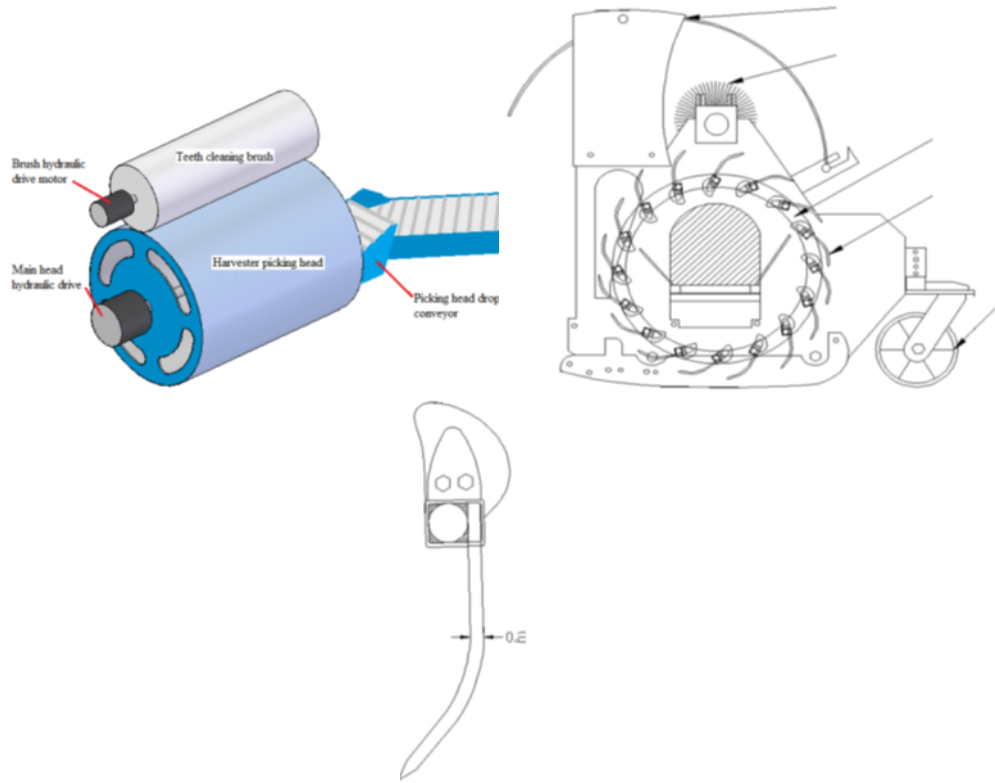


Figure 7. Faroque A. et.al. experimental harvester

Arak and Olt (2014) constructed collecting mechanisms from the rods mounted on the horizontal cylinder (Figure 8). They conducted their study to determine structural parameters of the collecting cylinder operation. These are the selection principles of the angular velocity, the machine speed and the number of kinematic indicators from the kinematic parameters of the collecting cylinder as well as the diameter, the height from the ground, the number of picking rods and the inclination angle of the picking rods. They found that the optimal working speed was 0.55 ms^{-1} during the study period. When the total height is $h_s = 200 \text{ mm}$, the angle of rotation of the pick rods is $\omega r t = 8^\circ$ and the height of the cylinder is $H_{\min} = 330 \text{ mm}$. The diameter of the cylinder is 330 mm , the length of the bars is 135 mm and the angle of inclination of the bars is 30° , the number of kinematic indicators is 2.5 and the number of bars is 4.

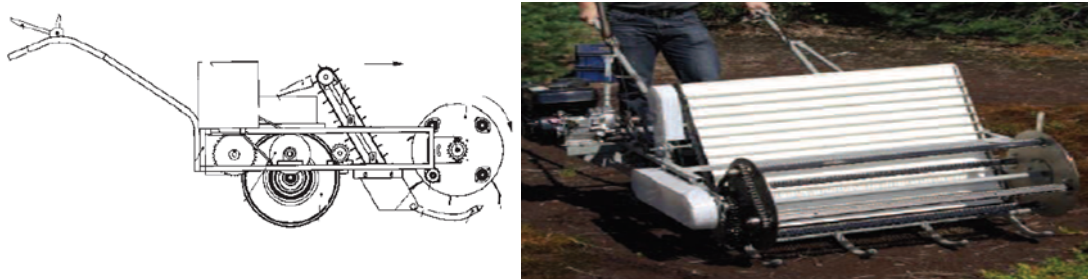


Figure 8. Arak and Olt experimental harvester

Jameel et al. (2016) conducted their work to determine the influence of plant characteristics on the harvesting efficiency of the blueberry harvesting mechanism. With different plant height and density, different feed rates and number of head rotations determined the effect of blueberry harvest losses. According to the data obtained from different areas, the average loss (product falling due to fallen fruit + strike) was 11.9%. The results showed that harvest losses were lower in short plants (9.21%). It has been found that some of these combinations reduce the loss rates to the minimum.

3. Result

Despite being a fruit with high commercial value in the world, blueberry is expensive for medium-sized and smaller businesses and its use is limited due to cost. Some commercial companies produce harvesting machines. Despite the presence of a few different commercial harvesters, Rotary harvester has been recommended. In the mechanical harvesting of blueberry nets some problems arise, such as the fact that the machines still have a good harvesting efficiency but still have a low fruit loss and a high rate of damage. While the loss of fruit with falling is increasing, the shelf life is reduced due to the damage and the situation is getting worse. Mechanical harvesting studies are still in progress so that the problems can be solved. In this case, improvement studies of plant characteristics should continue. Blueberry production in Turkey increases every day, but there is no study on the subject. It has become clear that the need to conduct studies in this regard has begun to emerge.

New mechanisms must be designed and developed to provide better harvests and reduce fruit damage as blueberry is being recognized in the world.

Acknowledgements

This study/work/paper was published as an abstract paper / full text paper in International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) hold from September 5 to 9, 2018, in Prizren, Kosovo.

References

- Arak, M., and Olt, J. (2014). Constructive and kinematics parameters of the picking device of blueberry harvester. *Agronomy Research*, 12(1), 25–32.
- Arak, M., and Olt J. (2017). Determination of the connection force between berries and stem in blueberry plants. 45. Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia.
- Brown, G. K., Schulte, N. L., Timm, E. J., Beaudry, R. M., Peterson, D. L., Hancock, J. R., Takeda, R., (1996). Estimates of mechanization effects on fresh blueberry quality. *American Society of Agricultural Engineers*. VOL. 12(I):21-26.
- Cai, Y., Takeda, F., Foote, B., and DeVetter, L. W. (2021). Effects of machine-harvest interval on fruit quality of fresh market northern highbush blueberry. *Horticulturae*, 7(8), 245.
- Chang, Y.K., Zaman, Q., Farooque, A.A., Schumann A. W., and Percival, D.C. (2012). An automated yield monitoring system II for commercial wild blueberry double-head harvester. *Computers and Electronics in Agriculture*. 81, 97–103.
- Çelik H., ve İslam A., (2010). Bazı Maviyemiş Çeşitlerinin Doğu Karadeniz Bölgesinde Organik Olarak Yetiştirilmesi-I. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum (Poster Bildiri),
- Peterson, D. L., Wolford S.D., Timm E. J., and Takeda F., (1997). Fresh market quality blueberry harvester. *American Society of Agricultural Engineers*, VOL. 40(3):535-540.
- Ehlenfeldt, M.K. (2005). Fruit firmness and holding ability in high bush blueberry – implications for mechanical harvesting. *International Journal of Fruit Science*, Vol. 5(3),83-91.
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization of the United Nations Classifications and Standards. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Access date:10.08.2024.
- Farooque, A., Zaman, Q. U, Groulx, D., Schumann, A. W., Yarborough, D. E., and Nguyen-Quang, T. (2014). Effect of ground speed and header revolutions on the picking efficiency of a commercial wild blueberry harvester. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. Vol. 30(4): 535-546.
- Hayden, M., and Soule, Jr. (1969). Developing a low bush blueberry harvester. *Transactions Of The Asae*.

- Jameel, M.W., Zaman, Q.U., Schumann, A.W., Nguyen-Quang, T., Farooque, A.A., Brewster, G., and Chattha, H.S. (2016). Fruit Characteristics Effect on Picking Efficiency of Wild Blueberry Harvester. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol. 32(5): 589-598.
- Peterson, D. L. and Brown, G. K. (1996). Mechanical harvester for fresh market quality blueberries. Transactions of the ASAE, 39(3):823-827.
- Strik B., and Buller, G. (2002). Improving yield and machine harvest efficiency of 'Bluecrop' through high density planting and trellising. Proc. 7th IS on Vaccinium, Ed. R. F. Hepp, Acta Hort. 574, ISHS, 227-231.
- Takeda, F., Krewer, G., Andrews, E.L., Mullinix, B., Jr. and Peterson, D. L. (2008). Assessment of the V45 blueberry harvester on rabbiteye blueberry and southern highbush blueberry pruned to v-shaped canopy. Hertechnology, january-march, 18(1), 130-138.
- Takeda, F., Krewer, G., Li, C., MacLean, D., and Olmstead, J. W. (2013). Techniques for increasing machine harvest efficiency in highbush blueberry. Hertechnology, August 23(4).
- Takeda, F., Yang, W. Q., Li, C., Freivalds, A., Sung, K., Xu R., Hu, B., Williamson J. and Sargent, S. (2017). Applying new technologies to transform blueberry harvesting. Agronomy, 7, 33, 1-18.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Access date: 10.08.2024.
- Van Daltsen, K.B., and Gaye, M.M., (1999). Yield from hand and mechanical harvesting of highbush blueberries in british columbia. American Society of Agricultural Engineers. 15(5): 393-398.
- Yarborough, D.E. (2002). Progress toward the Development of a Mechanical Harvester for Wild Blueberries. Proc. 7th is on Vaccinium, Ed. R. F. Hepp, Acta Hort. 574, ISHS, 329-334.
- Yu, P., Li, C., Takeda, F., Krewer, G., Rains, G., and Hamrita, T., (2012). Quantitative evaluation of a rotary blueberry mechanical harvester using a miniature instrumented sphere. Computers and Electronics in Agriculture, 88, 25-31.
- Yu, P., Li, C., Takeda, F., Krewer, G., Rains, G., and Hamrita, T., (2014). Measurement of mechanical impacts created by rotary, slapper, and sway blueberry mechanical harvesters. Computers and Electronics in Agriculture, 101, 84-92.