COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) TABANLI İKLİM VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİTKİSEL ÜRETİME ETKİSİ: KARACADAĞ GÜNEY KESİMİ (VİRANŞEHİR-CEYLANPINAR İLÇELERİ) ÖRNEĞİ

2025
DOKTORA TEZİ
COĞRAFYA

Selman ORHAN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) TABANLI İKLİM VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİTKİSEL ÜRETİME ETKİSİ: KARACADAĞ GÜNEY KESİMİ (VİRANŞEHİR-CEYLANPINAR İLÇELERİ) ÖRNEĞİ

Selman ORHAN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Coğrafya Anabilim Dalında
Doktora Tezi
Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK
Haziran 2025

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER 1
TEZ ONAY SAYFASI 8
DOĞRULUK BEYANI 9
ÖNSÖZ 10
ÖZ 12
ABSTRACT 14
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ 16
ARCHIVE RECORD INFORMATION 17
KISALTMALAR 18
ARAŞTIRMANIN KAPSAMI 20
ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI 24
ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE ÖZGÜNLÜĞÜ 27
ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI VE KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER 30
KAVRAMSAL ÇERÇEVE 31
KURAMSAL ÇERÇEVE 36
ARAŞTIRMANIN MATERYAL, YÖNTEM VE TEKNİKLERİ 38
ARAŞTIRMA ALANI VE KONUSUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR 67
1. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN DOĞAL ORTAM KOŞULLARI 95
1.1. Araştırma Sahasının Jeolojik Özellikleri 95
1.1.1. Stratigrafi 96
1.1.2. Volkanizma 101
1.1.3. Tektonizma 107
1.2. Araştırma Sahasının Jeomorfolojik Özellikleri 108
1.2.1. Dağlık Sahalar ve Tepeler 111
1.2.2. Dalgalı Düzlükler ve Platolar 115

1.2.3. Ovalık Alanlar 117
1.3. Araştırma Sahasının Topografya Özellikleri 120
1.3.1. Yükselti 122
1.3.2. Eğim 126
1.3.3. Bakı 131
1.4. Araştırma Sahasının Hidrografik Özellikleri 136
1.4.1. Yer altı Suları ve Kaynaklar 136
1.4.2. Akarsular 140
1.4.3. Göletler 145
1.4.4. Kanallar 146
1.5. Araştırma Sahasının Bitki Örtüsü 147
2. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN İKLİM ÖZELLİKLERİ 155
2.1. Araştırma Sahasında İklim Üzerinde Etkili Olan Faktörler 155
2.1.1. Planeter Faktörler 155
2.1.2. Coğrafi Faktörler 165
2.2. İklim Elemanları 168
2.2.1. Sıcaklık 168
2.2.1.1. Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ve Aylara Dağılımı 169
2.2.1.2. Yıl Boyunca Sıcaklık Değişimi: Meteorolojik Mevsimler, Gerçek Mevsimler ve Sıcak/Soğuk Dönemler 176
2.2.1.3. Günlük Ortalama Sıcaklıklar 184
2.2.1.4. Vejetasyon Süreleri 191
2.2.1.5. Günlük Sıcaklık Frekansları 198
2.2.1.6. Ortalama Maksimum ve Ortalama Minimum Sıcaklıklar 201
2.2.1.7. Mutlak Ekstrem Sıcaklıklar 206
2.2.1.8. Yaz Günü ve Tropik Gün 210
2.2.1.9. Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Yıllar Arası Değişimi 212
2.2.1.10. Don Olaylı Günler 217
2.2.1.11. Toprak Sıcaklıkları 219
2.2.2. Basınç 223
2.2.3. Rüzgârlar 226
2.2.4. Su Buharı 239
2.2.4.1. Buharlaşma 240

2.2.4.2. Su Buharı Basıncı 241
2.2.4.3. Potansiyel Evapotranspirasyon 242
2.2.5. Nispi (Bağıl) Nem 243
2.2.6. Bulutluluk 247
2.2.7. Yağış 251
2.3. Araştırma Alanının İklim Sınıflandırması 271
2.3.1. Erinç Yağış Etkinliği 271
2.3.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması 275
2.3.3. Emberger İklim Sınıflandırması 281
2.4. Araştırma Alanının Sıcaklık ve Yağış Trend Analizleri 282
2.5. Araştırma Alanının SSP 4.5 ve SSP 8.5 Küresel İklim Senaryolarına Göre Yağış ve Sıcaklık Projeksiyonları 285
2.5.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık 285
2.5.2. Yıllık Toplam Yağış 294
3. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN TOPRAK COĞRAFYASI 302
3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Laboratuvar Analizleri 303
3.1.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analizleri 304
3.1.1.1. Tekstür Analizleri 305
3.1.1.2. Kil Analizi 305
3.1.1.3. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Analizleri 310
3.1.1.4. Tuz Analizi 310
3.1.1.5. Kireç Analizi 311
3.1.1.6. Toprak Organik Madde Analizi 312
3.1.1.7. Saturasyon Analizi 313
3.1.1.8. PH Analizi 314
3.1.1.9. Bitki Besin Elementleri 319
3.2. Araştırma Alanı Topraklarının Gee (Google Earth Engıne) İle Analizleri 322
3.2.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analizleri 323
3.2.1.1. Tekstür Analizi 323
3.2.1.2. Hacimsel Su İçeriği Analizi 332
3.2.1.3. Yığın Yoğunluğu (Hacim Ağırlığı) 339
3.2.1.4. Kaba Parçalar 341

3.2.2. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Analizleri 344
3.2.2.1. PH (Toprak Reaksiyonu) Analizi 344
3.2.2.2. Toprak Organik Karbonu (TOK) 346
3.2.2.3. Toprakta Organik Karbon Yoğunluğu 349
3.2.2.4. Toprak Organik Karbon Stoku 351
3.2.2.5. Toprak Nitrojen Durumu 353
3.2.2.6. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) 355
3.3. Araştırma Alanı Topraklarının Sınıflandırılması 357
3.3.1. Eski Amerikan Taksonomisine Göre Araştırma Alanı Toprakları .. 357
3.3.1.1. Zonal Topraklar 358
3.3.1.2. İntrazonal Topraklar 362
3.3.1.3. Azonal Topraklar 367
3.3.2. FAO Toprak Sınıflandırma Sistemine Göre Araştırma Alanı Toprakları 373
3.4. Karacadağ Güney Kesimini'nde Toprak Sorunları 376
3.4.1. Erozyon 376
3.4.2. Toprak Sığlığı (Derinlik Sorunu) 380
3.4.3. Taşlı ve Kayalık Alanlar 380
3.4.4. Aşırı Sulama 384
3.4.5. Toprak Yorgunluğu 386
3.4.6. Anız Yakma 386
3.4.7. Bitki Örtüsünün Tahribi 388
4. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNDE BİTKİSEL ÜRETİM FAALİYETLERİ 390
4.1. Araziden Yararlanmanın Mevcut Durumu 391
4.2. Arazinin Nitelik ve Verimlilik Sınıflandırması 398
4.3. Bitkisel Üretim Faaliyetleri 403
4.3.1. Tahıllar 403
4.3.1.1. Buğday 404
4.3.1.2. Arpa 407
4.3.1.3. Yulaf 408
4.3.1.4. Mısır 411
4.3.1.5. Çeltik 414

4.3.2. Yağ Bitkileri 418
4.3.2.1. Soya Fasulyesi 419
4.3.2.2. Ayçiçeği 420
4.3.2.3. Aspir 423
4.3.2.4. Kolza/Kanola 424
4.3.2.5. Yer Fıstığı 424
4.3.2.6. Susam 426
4.3.3. Baklagiller 429
4.3.3.1. Kırmızı Mercimek 429
4.3.3.2. Nohut 431
4.3.4. Yem Bitkileri 434
4.3.4.1. Fiğ Yetiştiriciliği 434
4.3.4.2. Burçak (Dane) 438
4.3.4.3. Yonca Yetiştiriciliği 438
4.3.4.4. Bezelye (Yemlik) 441
4.3.5. Lifli Bitkiler 443
4.3.5.1. Pamuk 443
4.3.6. Nişasta Bitkisi 448
4.3.6.1. Patates 448
4.3.7. Baharat Bitkisi 450
4.3.7.1. Kimyon 451
4.3.8. Sebzeler 453
4.3.8.1. Marul (Kıvırcık) 454
4.3.8.2. Nane 456
4.3.8.3. Maydanoz 457
4.3.8.4. Tere 458
4.3.8.5. Karpuz 460
4.3.8.6. Kavun 463
4.3.8.7. Hıyar (Sofralık) 464
4.3.8.8. Acur 465
4.3.8.9. Patlıcan 470
4.3.8.10. Biber 471
4.3.8.11. Domates 475

4.3.8.12. Bamya 480
4.3.8.13. Sarımsak 482
4.3.8.14. Soğan 484
4.3.9. Meyve Yetiştiriciliği 488
4.3.9.1. Elma 488
4.3.9.2. Armut 493
4.3.9.3. Ayva 494
4.3.9.4. Kayısı 497
4.3.9.5. Kiraz 498
4.3.9.6. Vişne 499
4.3.9.7. Şeftali 500
4.3.9.8. Nektarin 502
4.3.9.9. Erik 503
4.3.9.10. Üzüm 505
4.3.9.11. İncir 506
4.3.9.12. Dut 507
4.3.9.13. Nar 508
4.3.9.14. Badem 512
4.3.9.15. Antep Fıstığı (Şam Fıstığı) 514
4.3.9.16. Ceviz 518
4.3.9.17. Zeytin 519
4.4. Araştırma Sahasında Yetiştirilebilecek Alternatif Bitkiler ile Ekolojik İstekleri 524
4.4.1. Trabzon Hurması (Cennet Hurması) 525
4.4.2. Pikan Cevizi 527
4.4.3. Lavanta 529
4.4.4. Aronya 530
4.4.5. Safran 532
4.4.6. Çilek 534
4.4.7. Kinoa 535
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERILER 538
5.1. Sonuç 538
5.1.1. İklim Özellikleriyle İlgili Sonuçlar 538

5.1.2. Toprak Özellikleriyle İlgili Sonuçlar 542
5.1.3. Bitkisel Üretim Faaliyetlerinin Özellikleriyle İlgili Sonuçlar 544
5.2. Tartışma 546
5.3. Öneriler..... 551
KAYNAKÇA..... 558
TABLOLAR LİSTESİ 582
ŞEKİLLER LİSTESİ 588
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ..... 590
HARİTALAR LİSTESİ 594
ÖZGEÇMİŞ 597

TEZ ONAY SAYFASI

Selman ORHAN tarafından hazırlanan "COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) TABANLI İKLİM VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİTKİSEL ÜRETİME ETKİSİ: KARACADAĞ GÜNEY KESİMİ (VİRANŞEHİR-CEYLANPINAR İLÇELERİ) ÖRNEĞİ" başlıklı bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN .....

Tez Danışmanı, Coğrafya Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Coğrafya Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. 30/06/2025

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)	**İmzası**
Başkan : Prof. Dr. Bilgin Ünal İBRET (KÜ)	.....
Üye Prof. Dr. Mücahit COŞKUN (KBÜ)	.....
Üye : Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ (KÜ)	.....
Üye : Prof. Dr. FATİH AYDIN (KBÜ)	.....
Üye : Doç. Dr. Sevda COŞKUN (KBÜ)	.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Doktora Tezi derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN .....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntıların intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: Selman ORHAN

İmza :

ÖNSÖZ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Karacadağ'ın güney kesiminde, iklim ve toprak koşullarının bitkisel üretim üzerindeki etkileri araştırılmış; 2004-2024 yılları arasında Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde yetiştirilen zirai ürünlerin üretimindeki değişimler incelenmiştir. Araştırmada, hangi ürünlerin mevcut iklim ve toprak özelliklerine daha uyumlu olduğu belirlenmiş; aynı zamanda bu koşullara uygun alternatif ürün önerilerine de yer verilmiştir. Çalışmanın ilçe ölçeğinde gerçekleştirilmesinin temel nedeni, bitkisel üretim verilerinin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından bu düzeyde sunuluyor olmasıdır.

Bu uzun ve yoğun sürecin her aşamasında, bilgi ve deneyimleriyle yolumu aydınlatan, akademik gelişimime büyük katkı sağlayan çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mücahit COŞKUN'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez izleme sürecinde değerli katkılarıyla çalışmama yön veren, yapıcı eleştiri ve önerileriyle destek olan tez izleme komitesi üyelerim Sayın Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ ve Doç. Dr. Sevda COŞKUN'a şükran borçluyum. Ayrıca lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca akademik ilgisi, nazik yönlendirmeleri ve eleştirileriyle beni her daim teşvik eden, yüksek lisans tez danışmanım Doç. Dr. Öznur YAZICI'ya ve her zaman desteğini hissettiren, samimiyetiyle akademik yolculuğuma katkı sunan Prof. Dr. Fatih AYDIN'a gönülden teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans yıllarımda bilimsel yaklaşımı ve insanî duruşuyla üzerimde derin izler bırakan, bugün rahmetle andığım merhum Dr. Öğr. Üyesi Ersin GÜNGÖRDÜ'yü saygı ve minnetle yâd ediyorum. Ayrıca Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün değerli akademisyenlerine, eğitim sürecimde bana kattıkları her şey için içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora eğitimim sürecinde bilgi ve desteğiyle katkılar sunan Dr. Özlem Dündar TEMUR'a içten teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarının planlanması ve yürütülmesi sürecinde sağladıkları destek nedeniyle arkadaşım İbrahim Halil KIRMIZI'ya ve Mehmet PINARBAŞI'na müteşekkirim. Ayrıca çalışmanın teknik konularında katkı sağlayarak sürecin sağlıklı ilerlemesine yardımcı olan arkadaşlarım

Dr. Muhammet ÖZTEKİNCİ, Dr. Sıracettin GÖZALAN, Dr. Yunus Emre TAN ve yeğenim Şeyhmus TEPELİ'ye teşekkür ederim.

Çalışmada kullanılan toprak analizlerinin gerçekleştirilmesinde verdikleri teknik destekten ötürü Şanlıurfa TAGEM (Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü) çalışanlarına teşekkür ederim. Meteorolojik verilerin sağlanması sürecinde katkı sunan Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü'nün tüm çalışanlarına ve sürecin verimli bir şekilde ilerlemesine destek olan Şanlıurfa Meteoroloji Müdürü Sayın Tayland ÖZER'e ayrıca müteşekkirim. Bitkisel üretim verilerinin temininde yardımcı olan Viranşehir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün özverili personellerine teşekkür eder, çeşitli idari ve akademik süreçlerde desteklerini esirgemeyen Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün tüm çalışanlarına da şükranlarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini her zaman hissettiğim sevgili ablalarım ve abilerime müteşekkirim. Doktora sürecinde sabrı, anlayışı ve desteğiyle yanımda olan kıymetli eşim Edanur ORHAN'a ise en derin teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

ÖZ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Karacadağ'ın güney kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar ilçeleri) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknolojileri kullanarak iklim ve toprak özelliklerini analiz etmek; bu faktörlerin mevcut ürün deseni üzerindeki etkisini ortaya koymak ve yörenin zirai potansiyelini artıracak sürdürülebilir ve katma değeri yüksek alternatif ürünler önermek araştırmanın amacını oluşturmaktadır.

Çalışmada, CBS tabanlı çok disiplinli bir yaklaşımla karma araştırma yöntemi benimsenmiştir. İklim analizleri kapsamında, araştırma sahasında yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun dönemli veriler doğrultusunda 30'dan fazla meteorolojik parametre incelenmiştir. Bu kapsamda Erinç, Thornthwaite ve Emberger iklim sınıflandırmaları uygulanmış; sıcaklık ve yağış değişimlerine ilişkin eğilimler Mann-Kendall ve Spearman's Rho istatistiksel testleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Ayrıca, gelecekteki iklim koşullarının belirlenmesine yönelik olarak SSP 4.5 ve SSP 8.5 senaryoları doğrultusunda projeksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Toprak karakterizasyonu kapsamında, araştırma sahasındaki temsili noktalardan alınan 12 toprak numunesi üzerinde tuzluluk, kireç, saturasyon, pH, bünye, organik madde, fosfor ve potasyum gibi temel verimlilik parametrelerine yönelik laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak kil, silt ve kum oranları; hacimsel su içerikleri (-10, -33 ve -1500 kPa), yığın yoğunluğu, toprak organik karbonu, toprak organik karbon yoğunluğu, toprak nitrojen içeriği ve katyon değişim kapasitesi (KDK) gibi özellikler haritalanmıştır. Araziden yararlanma durumu, CORINE 2018 arazi örtüsü verileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Arazi nitelik sınıfları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla analiz edilmiş; bunun yanı sıra erozyon, toprak sığlığı, anız yakımı, bitki örtüsü tahribi, aşırı sulama ve toprak yorgunluğu gibi sürdürülebilir üretimi tehdit eden ortam sorunları da ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Bitkisel üretim desenindeki değişim ise Türkiye

İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine dayanılarak, 2004-2024 yılları arasında yörede yetiştirilen 69 farklı ürün üzerinden analiz edilmiştir.

Araştırma sahasının %44,37'sini (1733,4 km²) kapsayan I. sınıf tarım arazileri, yörenin son derece yüksek bitkisel üretim potansiyeline işaret etmektedir. İklim analizleri, özellikle sıcaklıkta istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi ile yağışta azalma olduğunu ortaya koymuştur. Google Earth Engine (GEE) platformu aracılığıyla elde edilen toprak haritaları, laboratuvar analiz sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. 2004-2024 dönemine ilişkin bitkisel üretim verileri incelendiğinde, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında artan sulama olanaklarının bitkisel ürün deseninde önemli bir dönüşüm sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle mısır (dane/silaj), ayçiçeği, adi fiğ, yonca, pamuk, şeftali, nar, badem, Antep fıstığı ve zeytin gibi ürünlerin ekim alanlarında ve üretim miktarlarında dikkat çekici artışlar kaydedilmiştir. Ayrıca iklimin çok yönlü incelenmesi sonucunda; safran, cennet hurması (Trabzon hurması), aronya, çilek, kinoa, pikan cevizi ve lavanta gibi yüksek katma değerli alternatif ürünlerin yöre iklim koşullarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, sadece bu türler değil, yörenin iklim özellikleri genel anlamda oldukça elverişli olup, geniş bir ürün yelpazesi için uygun yetişme ortamı sunmaktadır. Bu çerçevede, iklim temelli ürün çeşitlendirmesine yönelik çiftçi eğitimlerinin yaygınlaştırılması, yöre tarımının sürdürülebilirliğine ve ekonomik getirinin artırılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Karacadağ güney kesimi; Viranşehir Platosu; Ceylanpınar Ovası; Agroklimatoloji; Bitkisel üretim; Google Earth Engine (GEE); Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)

ABSTRACT

The aim of the research is to analyze the climate and soil characteristics of the southern part of Karacadag (Viranşehir-Ceylanpınar districts) in the Southeastern Anatolia Region using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing (RS) technologies; to reveal the impact of these factors on the current crop pattern and to suggest sustainable and high value-added alternative products that will increase the agricultural potential of the region.

The study adopted a mixed research methodology with a GIS-based multidisciplinary approach. As part of the climate analyses, more than 30 meteorological parameters were examined using long-term data obtained from the Viranşehir and Ceylanpınar TİGEM meteorological stations located in the research area. In this context, Erinc, Thornthwaite, and Emberger climate classifications were applied, and trends in temperature and precipitation were analyzed using Mann-Kendall and Spearman's Rho statistical tests. Furthermore, projection studies were conducted to determine future climate conditions using the SSP 4.5 and SSP 8.5 scenarios.

As part of soil characterization, laboratory analyses of key fertility parameters such as salinity, lime, saturation, pH, texture, organic matter, phosphorus, and potassium were conducted on 12 soil samples taken from representative locations within the research area. Additionally, properties such as clay, silt, and sand ratios; volumetric water contents (-10, -33, and -1500 kPa), bulk density, soil organic carbon, soil organic carbon density, soil nitrogen content, and cation exchange capacity (CEC) were mapped using the Google Earth Engine (GEE) platform. Land utilization was assessed based on CORINE 2018 land cover data. Land quality classes were analyzed using Geographic Information Systems (GIS), and environmental problems that threaten sustainable production, such as erosion, soil shallowness, stubble burning, vegetation destruction, over-irrigation, and soil exhaustion, were also examined in detail. The change in the plant production pattern was analyzed based on the data of the Turkish Statistical Institute (TUIK) on 69 different products grown in the region between 2004 and 2024.

Class I agricultural lands covering 44,37% of the research area (1733,4 km²) indicate the extremely high plant production potential of the region. Climate analyses have revealed a statistically significant increasing trend in temperature and a decrease in precipitation. Soil maps obtained through the Google Earth Engine (GEE) platform are compatible with the results of the laboratory analyses. When the plant production data for the 2004-2024 period is examined, it is observed that the increased irrigation opportunities within the scope of the Southeastern Anatolia Project (GAP) have caused a significant transformation in the plant crop pattern. Remarkable increases have been recorded in the cultivation areas and production amounts of crops such as corn (grain/silage), sunflower, common vetch, alfalfa, cotton, peach, pomegranate, almond, pistachio and olive. In addition, as a result of a multi-faceted examination of the climate; High-value-added alternative crops such as saffron, persimmon (persimmon), aronia, strawberry, quinoa, pecan, and lavender have been identified as compatible with the local climate. However, not only these varieties but also the region's overall climate is quite favorable, providing suitable growing conditions for a wide range of crops. In this context, expanding farmer training on climate-based crop diversification will significantly contribute to the sustainability of local agriculture and increased economic returns.

Keywords: Southern part of Karacadag; Viranşehir Plateau; Ceylanpinar Plain; Agro-climatology; Plant production; Google Earth Engine (GEE); Southeastern Anatolia Project (GAP)

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Tabanlı İklim ve Toprak Özelliklerinin Sürdürülebilir Bitkisel Üretime Etkisi: Karacadağ Güney Kesimi (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Örneği
Tezin Yazarı	Selman ORHAN
Tezin Danışmanı	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Tezin Derecesi	Doktora
Tezin Tarihi	30/06/2025
Tezin Alanı	Coğrafya Anabilim Dalı
Tezin Yeri	KBÜ/LEE
Tezin Sayfa Sayısı	597
Anahtar Kelimeler	Karacadağ güney kesimi, Viranşehir Platosu, Ceylanpınar Ovası, Agroklimatoloji, Bitkisel üretim, Google Earth Engine (GEE), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	The Effect of Geographic Information Systems (GIS) Based Climate and Soil Characteristics on Sustainable Crop Production: The Example of Karacadag Southern Section (Viranşehir-Ceylanpinar Districts)
Author of the Thesis	Selman ORHAN
Advisor of the Thesis	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Status of the Thesis	PhD
Date of the Thesis	30/06/2025
Field of the Thesis	Department of Geography
Place of the Thesis	UNIKA/IGP
Total Page Number	597
Keywords	Southern part of Karacadag, Viranşehir Plateau, Ceylanpinar Plain, Agro-climatology, Plant production, Google Earth Engine (GEE), Southeastern Anatolia Project (GAP)

KISALTMALAR

°C : Santigrat Derece

vd. : Ve diğerleri

B : Batı

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

CORINE : Coordination of Information on the Environment

cP : Karasal Polar

cT : Karasal Tropikal

EEA : European Environment Agency

G : Güney

GAP : Güneydoğu Anadolu Projesi

GAPTAEM : Güneydoğu Anadolu Projesi Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

GB : Güneybatı

GD : Güneydoğu

GEE : Google Earth Engine

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

K : Kuzey

KB : Kuzeybatı

KD : Kuzeydoğu

km : Kilometre

km^2 : Kilometrekare

m : Metre

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Mm : Milimetre

MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

PE : Potansiyel Evapotranspirasyon

SSP : Shared Socio-Economic Pathways

t.y. : Tarih Yok

TİGEM : Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü

TOK : Toprak Organik Karbonu

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

Url : Uniform Resource Loader

ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Araştırma kapsamının açık, tutarlı ve sistematik bir biçimde tanımlanması, bilimsel çalışmanın temel yapı taşlarından biridir. Coğrafya çalışmalarında konu ve mekân ikilemi temel bir yaklaşım olduğundan, araştırma kapsamı genellikle konu ve mekân boyutlarında ele alınmaktadır. Kapsamın bu şekilde yapılandırılması, çalışmanın daha sistematik, bütüncül ve anlaşılır bir şekilde sunulmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, araştırmanın konu ve alan kapsamı aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Araştırmanın Konu Kapsamı

Araştırmanın konu kapsamı, Fiziki Coğrafya disiplininin iki temel alt dalı olan iklim ve toprak özellikleri üzerine temellendirilmiş; bu unsurların bitkisel üretim üzerindeki belirleyici etkilerine odaklanılmıştır. Bitkisel üretimin biçimlenmesinde hem toprağın fiziksel ve kimyasal nitelikleri hem de iklimin karakteristik özellikleri büyük öneme sahip olduğundan, çalışma bu çerçevede ele alınmıştır. Bu bağlamda, iklim ve toprak özelliklerinin sürdürülebilir bitkisel üretimle olan çok boyutlu ilişkisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir yaklaşımla analiz edilmiştir. Araştırma konusuyla uyumlu bir saha seçimine gidilerek, çalışmanın mekânsal kapsamı da sistematik biçimde belirlenmiştir.

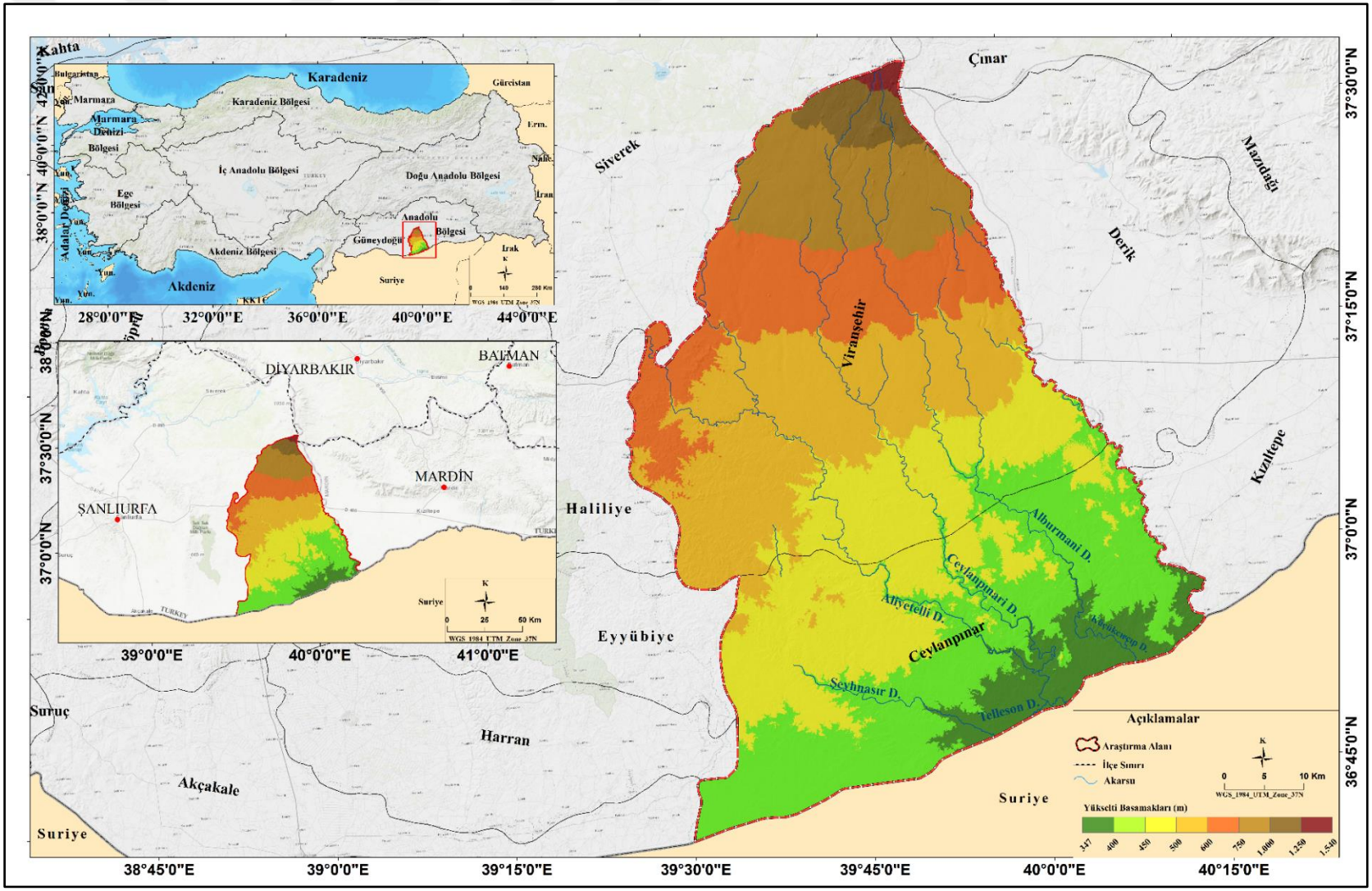
Araştırmanın Alan Kapsamı

Araştırmanın mekânsal (alan) kapsamını, Karacadağ'ın güney kesimi oluşturmaktadır. Bilindiği üzere Karacadağ, Şanlıurfa ve Diyarbakır platoları arasında konumlanan, jeolojik açıdan önemli ancak günümüzde aktif olmayan bir volkanik kütledir. Çalışma alanı olarak seçilen güney yamaç, Şanlıurfa ili sınırları içerisinde yer almakta olup, bu yörede Viranşehir ve Ceylanpınar ilçeleri ön plana çıkmaktadır. Fiziki Coğrafya çalışmalarında, konuların doğal sınırlara bağlı olarak ele alınması bilimsel tutarlılık açısından büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmanın temel bileşenleri iklim, toprak ve bitkisel üretim olduğundan, doğal sistemlerin işleyişini anlamaya yönelik bir yaklaşım benimsenmiştir. Ancak, bitkisel üretim verilerine erişimin büyük ölçüde idari sınırlara dayalı istatistiksel kayıtlarla mümkün olması nedeniyle, çalışma alanı hem doğal sınırlar hem de idari sınırlar temelinde tanımlanmıştır. Böylece, fiziki ortam

koşullarının analizi ile üretim verilerinin mekânsal eşleştirilmesi mümkün kılınmış, araştırmanın bilimsel temeli güçlendirilmiştir.

Çalışma alanı, Karacadağ'ın güney kesiminde konumlanan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin idari sınırlarıyla çevrelenmiş olup, Fırat Nehri'nin etkisi altında şekillenen Orta Fırat Bölümü içerisinde yer almaktadır. Coğrafi açıdan dikkat çeken önemli bir jeomorfolojik birim olan Karacadağ volkan konisi, aynı zamanda Dicle Bölümü ile Orta Fırat Bölümü arasında doğal bir sınır teşkil etmektedir. Bu volkanik kütle, yörenin hem iklim özellikleri hem de toprak oluşumu üzerinde belirleyici etkiye sahip temel jeomorfolojik unsurlardan biridir. Araştırma alanının doğu sınırı, Mardin ilinin Kızıltepe ve Derik ilçeleri ile çevrili olup, Orta Fırat ve Dicle bölümleri arasında bir geçiş alanı niteliği taşımaktadır. Kuzeydoğuda Diyarbakır ilinin Çınar ilçesi ile kısa bir sınır oluşturup, kuzey ve kuzeybatıda Şanlıurfa ilinin kırsal yaşam dokusunun hâkim olduğu ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Siverek ilçesi yer almaktadır. Batıda ise Şanlıurfa ilinin merkez ilçeleri olan Haliliye ve Eyyübiye ile birlikte Harran ve Akçakale ilçeleri bulunmaktadır.

Çalışma alanının yaklaşık 3906,2 km²'lik toplam yüzölçümünün 2307,5 km²'si Viranşehir ilçesi, 1598,7 km²'si ise Ceylanpınar ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Sahanın coğrafi çeperini tanımlayan çevre uzunluğu yaklaşık 324,9 kilometre olarak ölçülmüştür. Bu çerçevenin mekânsal uzanımı incelendiğinde, en batı ve en doğu noktaları arasındaki kuş uçuşu uzaklığın yaklaşık 70 kilometre olduğu, en kuzeyden en güneye olan mesafenin ise bu değeri aşarak yaklaşık 82,6 kilometreye ulaştığı görülmektedir. Mutlak konum olarak ise araştırma sahası, 39°30'0.63" Doğu ile 40°14'17.54" Doğu boylamları ve 36°42'7.92" Kuzey ile 37°33'47.21" Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Bu coğrafi koordinatlar, sahanın subtropikal enlem kuşağındaki konumunu ve buna bağlı olarak sahip olduğu genel iklim karakterini matematiksel olarak teyit etmektedir **(Harita 1)**.



Harita 1: Araştırma alanının (Karacadağ güney kesimi) lokasyon haritası

Araştırma sahası, 1/25.000 ölçekli Türkiye Topografya Haritaları sistemine göre; M43c4, M43d3, N42b3, N42c2, N43a1, N43a2, N43a3, N43a4, N43b1, N43b2, N43b3, N43b4, N43c1, N43c2, N43c3, N43c4, N43d1, N43d2, N43d3, N43d4, N44a4, N44d1, N44d3, N44d4, O43a1, O43a2, O43a3, O43a4, O43b1, O43b2, O43b3, O43b4, O43c1, O43d1, O43d2, O44a1, O44a2, O44a3 ve O44a4 olmak üzere toplam 39 adet pafta içerisinde yer almaktadır. Bu paftalar, araştırma sahasının detaylı bir şekilde incelenebilmesi, coğrafi özelliklerinin analiz edilebilmesi ve coğrafi bilgi sistemleri tabanlı haritalandırma çalışmalarının yürütülebilmesi için zengin ve temel bir coğrafi veri altyapısı sağlamaktadır.

Çalışmanın konu ve alan kapsamı dikkate alındığında araştırmanın kapsamı; "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı İklim ve Toprak Özelliklerinin Sürdürülebilir Bitkisel Üretime Etkisi: Karacadağ Güney Kesimi (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Örneği'' olarak belirlenmiştir. Araştırmanın kapsamı doğrultusunda konuları ele alış biçimi aşağıda verilmiştir:

- **Karacadağ Güney Kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Genel Coğrafi Özellikleri:** Bu başlık altında, araştırma sahası olan Karacadağ'ın güney kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar ilçeleri) fiziki coğrafya temellerini oluşturan jeolojik, topografik ve jeomorfolojik koşulları ile bu temel üzerinde şekillenen hidrografik ağı, iklim karakteristiği, toprak ve bitki örtüsü gibi temel doğal coğrafya unsurları bütüncül bir yaklaşımla incelenmiştir.
- **Karacadağ Güney Kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) İklim Özellikleri:** Bitkisel üretim özelliklerini kontrol eden en dikkat çekici doğal unsurlardan birisi iklimdir. Bu kısımda, saha ile ilgili 30'un üzerinde iklim parametresi kullanılarak detaylı iklim analizi yapılmış, sıcaklık ve yağış verilerine ise trend analizi uygulanmış, orta ve yüksek emisyon senaryoları (SSP 4.5 ve SSP 8.5) kullanılarak gelecekteki iklim projeksiyonları elde edilmiş ve bu veriler ışığında bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği değerlendirilmiştir.
- **Karacadağ Güney Kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Toprak Özellikleri:** Bitkisel üretimde, iklim özellikleri yanında toprak özellikleri de verimlilik ve ürün kalitesi gibi konular üzerinde etkiye sahiptir. Bu başlık ile

araştırma sahasındaki topraklar hem 1949 Toprak Sınıflandırma Sistemi hem FAO-UNESCO sistemine göre sınıflandırılmış, hem de laboratuvar analizlerinden elde edilen yerel veriler ile Google Earth Engine (GEE) ve SoilGrids gibi küresel veri tabanlarından sağlanan bilgiler birleştirilerek toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur.

- **Karacadağ Güney Kesiminde (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Araziden Yararlanma:** Araştırmanın belirtilen başlığı altında; çalışma sahasının araziden yararlanma durumunda CORINE (2018) ve ESRI gibi küresel veri tabanlarından faydalanılmış, araştırma sahasının güncel arazi örtüsü ve yararlanma desenleri (tarım, mera vb.) saptanmış, diğer yandan ise sahanın bitkisel üretim potansiyelini yansıtan Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması gerçekleştirilmiştir.
- **Karacadağ Güney Kesiminde (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Bitkisel Üretim Faaliyetleri:** Çalışma sahasındaki ürün deseni ve değişkenliği ile ilgili bitkisel üretim istatistiklerine değinilen bu kısımda; araştırma sahasında yetiştirilen başlıca tarım ürünlerinin 2004-2024 periyodundaki üretim trendleri, ürün desenindeki değişimler ve bu dinamikleri şekillendiren faktörler tablo ile grafiklerle desteklenerek incelenmiş ve bu bütüncül analize dayanarak, yörede yetiştirilme potansiyeli olan katma değeri yüksek alternatif ürünlerin ekolojik uygunluğu değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI

Araştırmanın amacı; coğrafya biliminin temel ilkelerine (nedensellik, dağılış, bağlantı ve karşılaştırma) bağlı kalarak Karacadağ'ın güney kesiminde yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde iklim ve toprak özelliklerinin sürdürülebilir bitkisel üretim üzerindeki etkisini bütüncül bir perspektifle incelemektir. Bununla birlikte iklim, toprak, araziden yararlanma ve bitkisel üretim konularının Şanlıurfa ilinin Viranşehir ile Ceylanpınar ilçeleri ölçüsünde başta tarım sektörü olmak üzere sanayi ve hizmet sektörleri konularında yapılacak planlamalar için katkı sağlanmasıdır. Ayrıca çalışmadan elde edilecek sonuçlara göre karar vericilere bir bakış açısı sunulması da araştırmanın fikri temellerini meydana getirmektedir.

Çalışmada, elde edilen iklim ve toprak haritaları ile gerçekleştirilen toprak analizleri, iklim sınıflandırmaları, trend analizleri ve SSP 4.5 ile 8.5 iklim modellemeleri gibi çeşitli teknikler kullanılarak desteklenmiştir. Ayrıca, 2004-2024 yılları arasında sahadaki bitkisel üretim desenindeki değişim, tablo ve grafiklerle görselleştirilerek incelenmiştir. Bu kapsamlı analizler, çalışma alanının iklim ve toprak koşullarının bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki karmaşık etkilerini daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayarak, yöredeki sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetleri ve ortam yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek önemli bulgular sunmaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin genel iklim rejiminin etkisi altındaki çalışma sahası, Karacadağ volkanik kütlesinin yarattığı orografik etkiler ve Ceylanpınar Ovası'nın sade topoğrafik yapısı gibi yerel coğrafi faktörler nedeniyle, kendi bünyesinde önemli iklim farklılıkları barındırmaktadır. Yöredeki farklı kayaç türleri ve jeomorfolojik özellikler, toprak oluşum süreçlerini etkileyerek birbirinden farklı toprak özelliklerinin gelişmesine neden olmuştur. İklim ve toprak özelliklerindeki bu değişkenlik, bitkisel üretimde de çeşitliliğe olanak tanımaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)[1] kapsamında sulama imkanlarının artması, bitkisel üretimde çeşitlenmeyi teşvik etmiş ve verimliliği artırarak tarımsal faaliyetlerin yoğunlaşmasına olanak sağlamıştır. Bu yoğunlaşmanın en büyük ölçekli ve en somut örneğini, çalışma sahasının güneyinde yer alan Ceylanpınar Tarım İşletmesi (TİGEM)[2] oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışma sahası, iklim ve toprak özelliklerinin bitkisel üretim üzerindeki etkisinin

[1] **Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP):** Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sahip olduğu su ve toprak gibi kaynakları değerlendirerek yöre halkının gelir düzeyini ve yaşam kalitesini yükseltmeyi, bölgeler arası gelişmişlik farklarını gidermeyi ve ulusal düzeyde ekonomik istikrara katkıda bulunmayı amaçlayan, çok sektörlü ve sürdürülebilir bir bölgesel kalkınma projesidir. Başlangıçta Fırat-Dicle Havzası'ndaki sulama ve hidroelektrik enerji üretimine odaklanan proje, zamanla tarım, sanayi, ulaştırma, eğitim ve kırsal altyapı gibi alanları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Projenin planlanması, yönlendirilmesi ve koordinasyonu 1989'da kurulan GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından yürütülmektedir (Bilgen, 2018; GAP BKİB, 2023).

[2] **Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü:** Tarihçesi 1937 yılında Zirai Kombinalara bağlı Şanlıurfa Grup Amirliği olarak başlayan Ceylanpınar Tarım İşletmesi, 1950'de Devlet Üretme Çiftliği olarak yeniden yapılandırılmış ve 1984'ten itibaren faaliyetlerini TİGEM bünyesinde sürdürmektedir. Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesinde konumlanan işletme, Suriye ile 64 kilometrelik bir sınıra sahiptir. Toplamda 1 milyon 633 bin dekar arazi varlığına sahip olan işletmenin 966 bin dekarı ekilebilir alandır. İşletmenin tarımsal üretim faaliyetleri bitkisel ve hayvansal olarak ikiye ayrılmaktadır. Bitkisel üretimde sertifikalı tohum elde etmek amacıyla buğday, arpa, mercimek ve fiğ üretimi yapılırken, münavebe bitkisi olarak ayçiçeği ile hayvancılık için kaba yem üretimi de gerçekleştirilmektedir. Hayvancılık faaliyetleri ise bölgeye adapte olmuş Siyah Alaca ve Simmental ırklarıyla sığırcılık, İvesi ırkı ile koyunculuk ve Halep ırkı ile keçi yetiştiriciliğini kapsamaktadır. Ayrıca, ülkenin gen kaynaklarının korunması amacıyla sınırlı kapasitede Asya Ceylanı yetiştiriciliği de yapılmaktadır (Url 1).

incelenmesi için uygun bir örnek teşkil etmektedir. Bu doğrultuda, tez çalışmasında **alt amaçlar** şu şekildedir:

- ❖ Karacadağ güney kesimi (Viranşehir-Ceylanpınar ilçeleri) doğal ortam özelliklerinin iklim, toprak ve bitkisel üretim ilişkisi bağlamında incelenmesi,
- ❖ Çalışma alanının iklim parametrelerinin (güneşlenme süresi, sıcaklık, nem, yağış, atmosfer basıncı, rüzgâr vb.) istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesi, elde edilen verilerin istatistiksel yazılımlar ve grafik tasarım programları kullanılarak tablo ve grafiklerle görselleştirilmesi, CBS tabanlı mekânsal analizlerle sıcaklık ve yağış dağılımlarının haritalanması,
- ❖ Erinç, Thornthwaite ve Emberger gibi ulusal ve uluslararası geçerliliğe sahip farklı iklim sınıflandırma yöntemlerinden yararlanarak, araştırma sahasının iklim tipini ve genel karakterini çok yönlü bir yaklaşımla tanımlamak,
- ❖ Çalışma sahasının sıcaklık ve yağış verilerinin trendini Spearman's Rho ve Mann-Kendall testleriyle analiz etmek, orta düzey (SSP 4.5) ve yüksek (SSP 8.5) emisyon senaryolarını kullanarak geleceğe yönelik iklim projeksiyonları elde etmek ve bu projeksiyonların yörenin bitkisel üretim potansiyeli üzerindeki olası etkilerini coğrafi bir yaklaşımla değerlendirmek,
- ❖ Araştırma sahasındaki toprakların özelliklerini saptamak amacıyla, farklı yükselti, ana materyal ve araziden yararlanmayı temsil eden noktalardan alınan numunelerin laboratuvar analizleriyle fiziksel ve kimyasal niteliklerini belirlemek ve bu sahadan elde edilen yerel verileri, Google Earth Engine (GEE) platformu ile SoilGrids veri tabanı kullanılarak üretilen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal dağılım haritalarıyla karşılaştırarak doğruluğunu test etmek,
- ❖ Çalışma sahasındaki toprakları, 1949 Toprak Sınıflandırma Sistemi ile FAO-UNESCO sistemine göre sınıflandırmak ve bu sınıflandırma sonuçlarına dayanarak toprak türlerinin coğrafi dağılımı ile sınırlarını Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden yararlanarak haritalamak,
- ❖ Araştırma sahasında karşılaşılan başlıca toprak sorunlarının incelenmesi, bu sorunların oluşumunda etkili olan doğal ve beşerî faktörlerin belirlenmesi ve elde edilecek bulgular ışığında sürdürülebilir toprak yönetimi ve araziden yararlanma için çözüm önerilerinin geliştirilmesi,

- ❖ Çalışma sahasının tarımsal potansiyelini ve mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla, bir yandan Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması gerçekleştirerek sahanın bitkisel üretim potansiyeli ile sürdürülebilir araziden yararlanma olanaklarını belirlemek, diğer yandan ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri ile CORINE (2018) ve ESRI veri tabanlarından yararlanarak mevcut araziden yararlanma durumunu ayrı bir analiz olarak tespit etmek,
- ❖ Araştırma sahasının güneşlenme süresi, sıcaklık, nemlilik ve yağış gibi temel iklim parametrelerinin, yörede tercih edilen bitkisel ürün deseni ile yıllara göre dalgalanma gösteren üretim miktarları üzerindeki belirleyici etkilerinin ortaya konması,
- ❖ Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri ışığında, Viranşehir ve Ceylanpınar'da 2004 yılından 2024 yılının sonuna kadar olan 20 yıllık süreçte bitkisel üretimdeki değişimlerin ve ürün çeşitliliğinin analiz edilmesi, elde edilen bulguların tablo ve grafiklerle görselleştirilerek yorumlanması,
- ❖ Araştırma sahasında son yıllarda yetiştirilmeye başlanan ürünlerin iklim ve toprak koşullarına adaptasyon düzeylerini ve ekonomik potansiyellerini analiz ederek, sürdürülebilir bitkisel üretim için uygunluklarını değerlendirmek,
- ❖ Araştırma sahasının güneşlenme süresi, sıcaklık, nemlilik ve yağış gibi detaylı iklim parametrelerinden yararlanarak, yörede yetiştirilme potansiyeli taşıyan alternatif tarım ürünlerini tespit etmek,

ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE ÖZGÜNLÜĞÜ

Bilimsel çalışmalar, mevcut bilgi birikiminin test edilmesi ve doğrulanması veya daha önce keşfedilmemiş olguların ve ilişkilerin ortaya çıkarılması yoluyla yeni bilginin üretilmesine katkıda bulunur. Bilimsel bir çalışmanın önemi ve özgünlüğü, modern, yenilikçi, orijinal ve daha önce ele alınmamış bir bilgi katmanı sunabilme kapasitesinde yatmaktadır. Bu nitelikler, bilimsel bilginin artmasına ve bilimin ilerlemesine olanak tanıyarak, insanlığın bilgi birikimini zenginleştirir ve anlayışını derinleştirir. Akademik çalışmaların titiz metodolojilere ve etik ilkelere bağlı kalarak yürütülmesi, elde edilen bulguların güvenilirliğini ve geçerliliğini sağlamaktadır (Aydın, 2022; Tutar, 2022).

Geçmişten günümüze dünyada var olan en önemli yer üstü kaynakları olan iklim ve toprağın, yaşamın kaynağı ve bitkisel üretim faaliyetlerinin temelini oluşturması, bu

kaynakların bilimsel yöntemlerle anlaşılmasını zorunlu kılmıştır. Nitekim Tanoğlu (1968), bitkisel üretimin her şeyden önce sahada hüküm süren iklim ve toprak şartlarının etkisinde olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, iklim özelliklerinin ve toprakların fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesi, mevcut sorunların tespiti ve çözüm yolları ile en uygun arazi yönetiminin seçilmesi, ancak bilim ve teknolojinin gelişmesiyle önem kazanmış ve coğrafi çalışmaların temelini oluşturmuştur. Bitkisel üretim faaliyetleri, temel insan ihtiyaçlarını karşılayan ve geniş bir yelpazede endüstriyel girdi sağlayan en yaygın üretim aracıdır. Bu faaliyetler, tekstil, ilaç, kozmetik, biyoenerji, kâğıt ve ambalaj malzemeleri gibi sektörlerde kullanılarak sosyo-ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sunmaktadır (Dernek, 2006; İkincikarakaya vd., 2013; Günal ve Budak, 2022).

Türkiye'nin önemli tarım alanlarından biri olan araştırma sahası, geçmişte iklim koşulları sebebiyle kuru tarıma dayalı bir yapıdayken, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamındaki sulama yatırımlarıyla bitkisel üretim deseni önemli ölçüde çeşitlenmiştir. Bu dönüşüm, sahanın tarımsal potansiyelini artırmış, ancak iklim ve toprak özelliklerinin bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki etkisinin detaylı bir incelemesini zorunlu kılmıştır. Bu çalışma, iklim ve toprak özelliklerinin bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki etkisini ve araştırma alanının mevcut potansiyelini analiz ederek, sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamaları için bilimsel temelli veri sağlaması açısından önem taşımaktadır. Gerçekleştirilen detaylı analizler ve çok yönlü yaklaşım, çalışmanın özgün değerini pekiştirmektedir. Elde edilen sonuçlar, yörenin bitkisel üretim potansiyelinin daha etkin bir şekilde değerlendirilmesine ve geleceğe yönelik tarımsal planlamalar yapılmasına katkı sağlayacaktır. Yine Coğrafya biliminin sentez özelliği onu farklı kılan en önemli niteliklerinden birisidir. Nitekim bu çalışma; "Klimatoloji-Zirai Klimatoloji", "Toprak Coğrafyası" ve "Tarım Coğrafyası" alanlarını kapsayan karşılaştırmalı ve öngörü sunan bir nitelik arz etmektedir.

Araştırmanın özgün değeri, Karacadağ'ın güney kesiminde yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerindeki agro-ekolojik potansiyeli yani iklim, toprak ve bitkisel üretim ilişkisini, coğrafi bir sentez içerisinde ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla değerlendirmesinden ileri gelmektedir. Zira bu iki ilçenin tarımsal ekosistemini, iklim, toprak ve bitkisel üretim arasındaki etkileşimi bütüncül bir yaklaşımla ele alan çok disiplinli bir çalışmanın eksikliği mevcuttur. Bu çalışma, mevcut literatürü tamamlayıcı nitelikte olup, Ceylanpınar'daki toprak çalışmalarına iklim ve bitkisel üretim boyutunu

dahil etmekle birlikte, Viranşehir gibi daha az çalışılmış bir alanı detaylıca analiz ederek bütüncül bir katkı sağlamaktadır. Çalışmada klimatoloji, toprak bilimi ve tarım coğrafyası disiplinlerini bir araya getirerek, yörenin bitkisel üretim potansiyelinin anlaşılmasına ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin geliştirilmesine özgün bir bakış açısı sunulmuştur. Araştırma, sahasına özgü verilerle literatürdeki bu boşluğu doldurarak hem bölgenin mevcut ürünleri hem de alternatif ürünler için bitkisel üretim potansiyelinin bilimsel temellere dayalı somut bir analizini sunmaktadır. Çalışmanın beklenen katkıları aşağıdaki özelliklerden kaynaklanmaktadır:

- Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin iklim özellikleri, 30'dan fazla parametre ile detaylı olarak analiz edilmiş; sıcaklık ve yağış verilerine Spearman's Rho ve Mann-Kendall testleri uygulanarak geçmiş trendler belirlenmiştir. Geleceğe yönelik projeksiyonlar ise orta (SSP 4.5) ve yüksek (SSP 8.5) emisyon senaryoları kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen tüm bu geçmiş ve geleceğe yönelik iklim verileri, sahadaki bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu nedenle, gerçekleştirilen bu kapsamlı iklim analizi, araştırma sahası için sürdürülebilir tarımsal planlama ve iklim adaptasyon stratejileri geliştirilmesinde yol gösterici bir temel niteliğindedir.
- Karacadağ güney kesiminin (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) toprak özellikleri, laboratuvar analizleri, CBS teknikleri kullanılarak incelenmiş ve toprakların coğrafi dağılımı haritalandırılmıştır. Ayrıca, Google Earth Engine (GEE) platformu ve SoilGrids veri tabanı kullanılarak detaylı toprak haritaları oluşturulmuş ve elde edilen veriler, laboratuvar analizleriyle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Yapılan toprak analizi, çalışma alanındaki bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanması ve sürdürülebilirliği açısından, toprakların farklı bitki türleri için uygunluğunu değerlendirmek, verimliliği artırmak ve toprak erozyonunu önlemek gibi konularda bilimsel temelli kararlar alınmasına olanak sağlamaktadır.
- Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerindeki bitkisel üretim ile ürün deseninde 2004-2024 yılları arasında meydana gelen değişimler, veriler ışığında incelenerek sahadaki baskın ürünler ve bu dönüşümü etkileyen faktörler analiz edilmiştir. İklim ve toprak gibi temel ekolojik faktörler ile mevcut üretim arasındaki bu

ilişkinin detaylı bir şekilde ortaya konulması, sahanın potansiyelinin anlaşılması için bilimsel bir zemin oluşturmaktadır. Bu temelden hareketle, çalışmanın en önemli çıktılarından biri de geleceğe yönelik projeksiyonlar geliştirmektir. Bu projeksiyonlar, özellikle sahanın mevcut üretim desenini zenginleştirecek, katma değeri yüksek ve araştırma sahasının ekolojik koşullarına uyum sağlayabilecek potansiyel alternatif tarım ürünlerini belirlemeye odaklanmıştır.

- Çalışmada elde edilen sonuçlar, çalışma alanındaki yerel yönetimler, planlamacılar ve çiftçiler için faydalı bilgiler sağlayarak, tarımsal planlama ve sürdürülebilirlik çalışmalarına katkı sunmaktadır. Bu çalışma, Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin zirai kalkınmasına yönelik politikaların tespit edilmesinde, geliştirilmesinde ve uygulanmasında bilimsel bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI VE KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Bilimsel araştırma süreçlerinin doğasında bulunan bazı kısıtlar ve karşılaşılan güçlükler, çalışmanın kapsamını ve yöntemlerini belirli ölçüde etkilemiştir. Bu sınırlamalar ve güçlükler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- **Veri erişiminde zorluk:** Çalışmanın yürütüldüğü alanın jeopolitik konumu, veri erişiminde bazı kısıtlamalara yol açmıştır. Ceylanpınar ilçesinin Suriye sınırında yer alması ve Viranşehir ilçesinin de bu sınıra yakınlığı, güvenlik hassasiyetlerini beraberinde getirmektedir. Bu durum, özellikle kamu kurumlarından veri talep etme sürecinde bazı zorluklarla karşılaşılmasına neden olmuştur.
- **Saha çalışmaları:** Karacadağ'ın topografik yapısı, saha çalışmalarının yürütülmesinde bazı kısıtlar oluşturmuştur. Araziye erişim, özellikle dağlık kesimlerdeki engebeli ve stabilize olmayan yollar nedeniyle zaman zaman zorlaşmıştır. Bu durum, toprak numunelerinin toplanması ve saha gözlemlerinin gerçekleştirilmesi aşamalarında zaman kayıplarına ve lojistik zorluklara yol açmıştır.
- **Literatür eksikliği:** İklim, toprak ve sürdürülebilir bitkisel üretim arasındaki karmaşık etkileşimi bütüncül bir perspektifle inceleyen çalışmaların literatürdeki

sınırlı sayısı, bu alandaki bilgi boşluğuna ve araştırma ihtiyacına işaret etmektedir. Mevcut literatürün çoğunlukla bu unsurları ayrı ayrı ele alması, konunun bütüncül bir şekilde anlaşılmasını ve sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamalarının geliştirilmesini zorlaştırmaktadır.

- **Uzaktan algılama verilerinin güncelliği:** CBS analizlerinde kullanılan bazı uzaktan algılama verilerinin güncel olmaması, elde edilen sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyebilecek önemli bir sınırlamadır. Örneğin araziden yararlanma analizlerinde kullanılan CORINE veri tabanı gibi zaman içinde önemli değişikliklere uğrayan coğrafi bölgelerde, güncel olmayan verilerin kullanımı hatalı sonuçlara ve yanıltıcı yorumlamalara yol açabilmektedir.
- **Finansal kaynakların sınırlılığı:** Finansal kaynakların sınırlı olması, bu çalışmada daha kapsamlı saha çalışmaları ve veri toplama faaliyetlerini kısıtlamıştır. Öngörülen toprak analizleri için ideal sayıda numune alınamamış, bu durum araştırma sonuçlarının genellenebilirliği ve istatistiki gücü üzerinde bir sınırlama oluşturmuştur. Sınırlı kaynaklar, stratejik önceliklendirmeler yapılarak en kritik verilere odaklanılmasını gerektirmiştir.
- **Zaman Kısıtları:** Araştırma sürecinde yaşanan bazı öngörülemeyen kişisel durumlar ve hastalıklar saha çalışmalarının ve veri analizinin planlanan takvimden biraz sapmasına neden olmuştur.

Söz konusu kısıtlamalara rağmen araştırma, saha çalışmaları ve veri analizi bileşenleri üzerinde titizlikle durmuştur. Araziye sıkça yapılan ziyaretler, detaylı gözlemlerin toplanmasını sağlamış ve mevcut veriler, etkili analizler için kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Karacadağ güney kesiminin sürdürülebilir bitkisel üretim potansiyelini anlamak ve yöreye özgü bitkisel üretim stratejileri geliştirmek adına önemli bilgiler sunmaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırma konusunu teşkil eden iklim, toprak ve bitkisel üretim faaliyetleri, kendi içlerinde ve birbirleriyle olan etkileşimleri itibariyle disiplinler arası bir nitelik arz

etmekte olup çok sayıda bilimsel kavramı içermektedir. Bu farklı disiplinlere ait kavramların doğru ve tutarlı bir şekilde kullanılması, araştırmanın bilimsel geçerliliği ve bulguların isabetli yorumlanabilmesi için önem taşımaktadır. Bu nedenle, çalışmanın kavramsal çerçevesini netleştirmek ve bir terminoloji birliği sağlamak amacıyla, bu başlık altında araştırmada sıklıkla kullanılan temel kavramlar açıklanmıştır.

İklim; Geniş bir coğrafi alanda, uzun yıllar boyunca gözlemlenen hava olaylarının ortalama durumuna denir. Yani iklim, günlük hava durumlarının uzun süreli ortalamasını ifade eder ve bölgenin genel hava karakterini belirler (Erol,2010; Ackerman ve Knox, 2015). Ancak Türkeş (2017), son 25-30 yılda gelişen yeni iklim anlayışına göre bu tanımın, iklimin karmaşıklığını tam olarak yansıtmadığını belirtmektedir. Türkeş'e (2017) göre iklim; sadece ortalama hava koşullarını değil, aynı zamanda bu koşulların zaman içindeki değişimini, yaşanma sıklığını, uç değerleri, şiddetli hava olaylarını ve diğer tüm değişkenlik biçimlerini de içeren çok boyutlu bir kavramdır. Bu nedenle, çağdaş iklim tanımı, gözlenen uç değerleri (ekstremleri) ve tüm istatistiksel değişkenlik biçimlerini de içermektedir.

Zirai Klimatoloji; hava olaylarının ve özellikle güneşlenme, sıcaklık, nemlilik, yağış ve rüzgâr gibi iklim elamanlarının tarımsal üretim üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalına denir (Çölaşan,1959; Tarkan,1979). Zirai klimatolojinin temel amacı, meteoroloji ve klimatoloji bilimlerinin tüm inceliklerini ve farklı birimlerini etkin bir şekilde tarımın hizmetine sunmaktır. Bu sayede, tarım arazilerinden sürdürülebilir bir şekilde en yüksek verimin elde edilebilmesi için en uygun üretim deseninin belirlenmesine yardımcı olunur. Geçmiş ve mevcut hava şartlarının detaylı analizleri yapılarak geleceğe yönelik zirai tahminler yapılır ve olası riskler konusunda üreticiler uyarılır. Böylece, zirai faaliyetlerin planlanması ve yürütülmesi süreçlerinde iklim koşullarının olumsuz etkileri en aza indirilir ve tarımsal faaliyetlerde verimlilik artırılır (Karaoğlu,2013; Karaoğlu, 2018).

Toprak; yer kabuğunun katı kısmını kaplayan, kayaçların ve organik maddelerin çeşitli ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen, içeresinde ve üzerinde geniş bir canlılar alemi barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, belirli oranlarda da su ve hava ihtiva eden maddedir (Çağlar, 1949). Yerkabuğunu oluşturan büyük kayaç kütleleri doğal ortam faktörlerinin etkisiyle parçalara ayrılarak toprak oluşum süreci başlamaktadır (Coşkun ve Coşkun, 2020). Toprak üstten alta doğru kimyasal ve fiziksel

özellikleri farklı olan katlardan oluşmaktadır. Bazı topraklar, A, B ve C horizonlarından oluşan bir profil yapısı gösterir ki buna olgun toprak denir. Bazı topraklarda ise A ve C, B ve C ile sadece C horizonuna sahiptir. Bu durum, toprağın yeterince gelişmemesinde veya erozyona uğramasından ileri gelir. Böyle topraklara olgun olmayan toprak, yarı olgun toprak veya gelişmekte olan toprak denir (Atalay, 2013). Toprak insan, hayvan ve bitkilerin beslenmesinde doğal bir kaynak olup tarım faaliyetlerinin temelini teşkil etmektedir. Bununla birlikte devletlerin geleceğine ve ekonomisine büyük katkılarda bulunmaktadır (Saatçı, 1975). Verimli topraklara sahip olmak ve bu topraklardan iyi yararlanmak, devletlerin refahı için son derece önemlidir.

Tarım; dar anlamda toplumun sosyal ve ekonomik çevresinde geliştirdiği ekonomik etkinliklerin bütünü anlamına gelir. Geniş anlamda ise; bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, bu ürünlerin uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve pazarlanmasını ele alan bir bilim dalıdır. Diğer bir ifade ile, insan besini olabilecek ve ekonomik değeri olan her türlü tarımsal-hayvansal ürünün bakım, besleme, yetiştirme, koruma ve mekanizasyon faaliyetlerinin tamamı ile sularda veya özel alanlarda yapılan balıkçılık faaliyetlerinin tümüdür (Direk, 2012; Doğanay ve Coşkun, 2015). Tarım ve coğrafya bilimi birbiriyle kesişen ve birbirini etkileyen iki farklı bilim alanıdır. Coğrafi faktörler tarımsal üretimi doğrudan ve dolaylı olarak etkilerken, tarımsal faaliyetler de coğrafi ortamı şekillendirmektedir. Sürdürülebilir bir tarım sistemi için, coğrafi koşulların dikkate alınması ve tarımsal faaliyetlerin çevreye zarar vermeyecek şekilde yapılması son derece önem taşımaktadır. Bu durum da ancak mekânın farklı bileşenlerini analiz ederek ve bir sentez halinde inceleyen coğrafya bilimi ile mümkündür.

Bitkisel Üretim; ekip dikme ve ekip biçmeye dayanan tarımsal üretim etkinliğidir. Tahıl tarımı, baklagiller, endüstri bitkileri tarımı, yağ bitkileri tarımı, yumru bitkileri tarımı ve sebze tarımı gibi etkinlik alanları ile büyük bir çeşitlilik gösterir. Yetiştirilme teknikleri, ziraat fakültelerinin tarla bitkileri bölümü ile bahçe bitkileri bölümlerinin müfredat programlarında araştırılmakta ve incelenmektedir (Doğanay ve Coşkun, 2015). Hızla artan dünya nüfusu, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına yönelik zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmenin ve artan gıda ihtiyacını karşılamanın en önemli yollarından biri, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırmaktır. Bu ise, toprak, su kaynakları, doğal ortam şartları ve iklim faktörleri gibi doğal kaynakların etkin ve sürdürülebilir bir şekilde

kullanılmasının yanı sıra modern tarımsal girdiler, teknik bilgi ve deneyimlerin de bütüncül bir şekilde ele alınmasını gerektirir (Tuğay, 2012; Vural, 2016).

Araziden yararlanma kavramı ele alınmadan önce arazi kavramını bilmekte fayda vardır. Arapça kökenli bir kelime olan *"arz"* sözcüğünden türemiş arazi kavramı Türk Dil Kurumu'na göre (Url 2) *"yeryüzü parçası, yer, yerey ve toprak"* anlamlarına gelmekte iken İzbırak'a (1975) göre; yeryüzünün bir bölümü, ekilen, dikilen ve hayvan yetiştirilen toprak demektir. Araziyi tanımlarken kullandığımız bu ifadeler dahi, insanın araziyle kurduğu ilişkinin sınırlarını ve arazinin bir "nesne" olarak algılanamayacağını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, "Araziden yararlanma" kavramının literatürde sıklıkla "arazi kullanımı" olarak adlandırılması terminolojik bir hata olarak değerlendirilmelidir. Zira "kullanım" ifadesi, bir nesne üzerinde mutlak bir hakimiyet ve dönüştürme yetkisini ima etmektedir. Oysaki arazi, insan müdahalesine tamamen açık bir nesne olmayıp, kendine özgü doğal dinamiklere ve sınırlamalara sahiptir. Bu nedenle, danışman hocanın değerli yönlendirmeleriyle insanın arazi ile etkileşimini *"araziden yararlanma"* kavramıyla ifade etmenin daha doğru olacağı kararlaştırılmıştır.

Araziden yararlanma, toprağın başta tarım ve ormancılık faaliyetleri olmak üzere yerleşim, ulaşım, ticaret, sanayi, turizm ve hammadde elde etme gibi çeşitli amaçlar için, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda ekolojik dengeye zarar vermeden, verimli ve akılcı bir şekilde faydalanılmasıdır (Çepel, 1996a; Güney, 2003; Terzi, 2017). Bu bağlamda, araziden yararlanma; tarım, ormancılık, yerleşme, rekreasyon ve sanayi gibi farklı alanlarda, arazinin potansiyelinin optimum düzeyde değerlendirilmesini içermektedir (Atalay, 2013). Araziden yararlanma ülkelerin kalkınma ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynar. Bu bağlamda devletler, özgün coğrafi koşulları ve sosyo-ekonomik yapıları çerçevesinde farklı araziden yararlanma politikaları uygularlar. Doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması amacıyla araziden yararlanma planlamaları ve sürdürülebilir arazi yönetimi gibi stratejiler geliştirilir.

Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması; toprak ve su kaynaklarının korunarak en yüksek bitkisel üretimin sağlanması amacıyla, arazinin topografya (yükselti, bakı, eğim vb.), ana materyal ve toprak özelliklerine göre tarım, otlak, orman ve yerleşime uygun alanlar olarak sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırma ile hangi araziden hangi amaçla yararlanılacağı belirlenir ve böylece erozyon, sel gibi doğal afetlerin ve arazi

kaybının önüne geçilerek sürdürülebilir bir yaşam ve kalkınma hedeflenir (Kantarcı,1983; Atalay ve Gündüzoğlu,2015). Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması kavramı, literatürde sıklıkla "Arazi Kullanım Kabiliyeti Sınıflaması (AKKS)" olarak yanlış bir şekilde ifade edilmektedir. Danışman hocasının rehberliğinde, literatürde sıklıkla yapılan bu yanlış kullanımın, kavramın kapsamını daralttığı ve arazinin çok yönlü analizini göz ardı ettiği görülmüştür. Buna karşılık çalışmada kullanılan *"Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması"* ifadesi ana materyal, iklim, topografya, toprak özellikleri, su kaynakları ve biyolojik çeşitlilik gibi faktörleri bir arada değerlendirerek arazinin potansiyelini ve sınırlarını ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, sürdürülebilir arazi yönetimi ve planlaması için daha kapsamlı ve doğru bir anlayış sağlamaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); yeryüzü ile ilgili mekânsal verileri, koordinat sistemleri aracılığıyla dijital ortama aktararak, binlerce yıldır süregelen coğrafi araştırma birikimini (fikir, teori, kavram ve felsefi yaklaşımlar) otomatikleştiren ve coğrafi sorulara harita temelli cevaplar üretmeyi amaçlayan bir bilgi sistemidir. CBS, mekânsal verileri içeren bir veri tabanı ve bu verileri işleyen analiz araçlarını bir araya getirerek, coğrafi olguların ve süreçlerin anlaşılmasını ve modellenmesini sağlar (Star ve Estes,1990; Karabulut,2005).

Google Earth Engine (GEE); analiz ve karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla petabayt ölçeğindeki büyük coğrafi veri kümelerini bulut ortamında depolayan ve işleyen güçlü bir platformdur. GEE, kullanıcılarına çok sayıda uydu görüntüsü ve ön işlemleri yapılmış coğrafi veri setine (kum, kil, silt, KDK, pH vb.) erişim sağlar. Aynı zamanda, bu veriler üzerinde analiz yapmak ve bilgi çıkarmak için makine öğrenme algoritmaları ve fonksiyonlarının kullanabileceği bir yazılım programlama arayüzü sunmaktadır (Gorelick vd., 2017; Kumar ve Mutanga, 2018).

CORINE (Coordination of Information on the Environment- Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından geliştirilen arazi örtüsü/ yararlanma sınıflandırma sistemidir. Uydu görüntüleri ve bilgisayar destekli yöntemler kullanılarak arazi verileri üretilir, bu veriler, çevresel değişimlerin izlenmesi, doğal kaynakların yönetimi ve çevre politikalarının oluşturulması gibi amaçlar için kullanılır. CORINE projesi, 1985 yılında başlatılmış 1994 yılında EEA bünyesine dahil edilmiştir. Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 39 ülkede uygulanan proje, sınıflandırma sistemi (44 sınıf) kullanarak arazi örtüsü/ yararlanma biçimlerindeki değişimleri izler. CORINE

veri seti, çevresel planlama, arazi yönetimi iklim değişikliği çalışmaları birçok alanda bilgi kaynağıdır (Url 3; Özür ve Ataol, 2018; Aune-Lundberg ve Strand, 2021; Işınkaralar, 2023).

KURAMSAL ÇERÇEVE

İnsanlığın yeryüzü ile etkileşiminde köklü bir dönüşüm, Neolitik Çağ'da bitkisel üretimin ortaya çıkmasıyla başlamıştır. Toplayıcılıktan zirai yaşama geçiş, insanın coğrafi bir etken olarak doğayı işleyerek, ihtiyaç ve isteklerine göre şekillendirerek ve böylece doğal görünümler yerine beşerî görünümler yaratmaya başlamasının dönüm noktasıdır. Bu süreçte, uygun iklim ve verimli toprak koşulları bitkisel üretimin gelişmesinde ve yerleşik hayata geçişte belirleyici rol oynamıştır. Bitkisel üretim sayesinde artan ürün miktarı, daha kalabalık nüfusları besleyebilmiş ve bu da köylerden şehirlere, şehirlerden de büyük medeniyetlere uzanan bir süreci tetiklemiştir. Bilinen tüm ilk büyük medeniyetler bitkisel üretim ile birlikte ortaya çıkmış ve günümüz medeniyetinin temelleri bu dönemde atılmıştır. Bu bağlamda, toplayıcılıktan bitkisel üretime geçiş süreci, insanın medeniyet yolculuğunda attığı ilk ve en önemli adım, en büyük devrim olarak kabul edilmektedir (Tanoğlu,1968; Doğan, 2023).

İnsanlığın varoluşundan bugüne, temel yaşamsal ihtiyaçların karşılanması ve doğayla uyum içinde bir yaşam sürdürme çabası, bitkisel üretimi her zaman merkezi bir konuma yerleştirmiştir. Nitekim bitkisel üretim, yaşamın temel kaynağı olması nedeniyle tarih boyunca büyük bir önem taşımış ve artan dünya nüfusuyla birlikte gelecekteki stratejik değerinin daha da artacağı öngörülmektedir. Bu stratejik değerin temelinde, bitkisel üretimden elde edilen ürünlerin, her ülke için beslenme başta olmak üzere yaşamsal ihtiyaçların karşılanmasında vazgeçilmez bir nitelik taşıması yatmaktadır. İşte bu vazgeçilmezlik, ülkeleri tarih boyunca bitkisel üretimde kendi kendine yeterliliği hedefleyen politikalar geliştirmeye yöneltmiş; aynı zamanda bu sektörün ulusal gelire, istihdama ve ihracata olan katkılarıyla da ekonomik bir güç unsuru olarak önemini her zaman korumasını sağlamıştır (Topal, 2010; Direk, 2012).

İklim, yeryüzündeki bitkisel üretimin esas karakterini ve yayılış alanlarını belirleyen en önemli ekolojik faktördür. Nitekim sıcaklık, nem, yağış, rüzgâr ve güneşlenme gibi iklim elemanlarının ortak etkileri, bir yerin bitkisel üretiminin

şekillenmesinde önemli rol oynar. Bu değişkenler, yetiştirilen ürün miktarını, kullanılan üretim yöntemlerini ve verimliliği de doğrudan etkiler. Çünkü bu iklim elemanları, bitkilerin fizyolojik süreçleri üzerinde belirleyici bir rol oynar (Dölek, 2018). Örneğin, bitki gelişme hızı büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık, fotosentez, terleme, solunum gibi temel metabolik süreçlerden çimlenme ve çiçeklenme gibi fenolojik olaylara kadar bitki yaşam döngüsünün birçok yönünü etkiler. (Başaran ve Akçin, 2022). Yağış da bitki gelişimi için sıcaklık kadar önemli bir faktördür. Bitkiler, topraktaki besin maddelerini yalnızca suda çözünmüş halde kullanabilirler. Bu çözünmüş besin maddeleri, bitki kökleri tarafından emilerek bitkinin çeşitli metabolik fonksiyonlarında kullanılır (Çölaşan, 1959). Rüzgâr, tozlaşma ve tohum dağılımına yardımcı olarak bitkilerin üremelerine katkıda bulunmaktadır (Özçağıran, 2002). Işık ise fotosentez için gereklidir ve bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Xu vd., 2015).

Toprak, bitkisel üretim için vazgeçilmez bir diğer unsurdur. Bitkisel üretim, toprağın; su ve hava geçirgenliğini, besin maddelerini tutma kapasitesini belirleyen fiziksel özellikleri; bitki beslenmesi için gerekli elementleri sağlayan kimyasal özellikleri ve organik madde ayrışması, besin döngüsü gibi süreçleri etkileyen biyolojik özelliklerinin birbiriyle uyumlu ve dengeli bir etkileşim içinde olmasına bağlıdır (Wood ve Litterick, 2017; Diaz-Gonzalez vd., 2022). Bu faktörlerden herhangi birindeki dengesizlik, bitkisel üretimin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkiler. Örneğin, toprak erozyonu, toprak kompaksiyonu, kirlilik, tuzluluk, yüksek alkalilik ve besin maddesi kaybı gibi sorunlar toprağın verimliliğini düşürerek bitkisel üretimi olumsuz etkiler. Bunun temel sebeplerinin başında hiç şüphesiz insan faaliyetlerinin toprağın doğal yapısını bozması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşimini değiştirmesidir (Aydeniz, 1985; Yıldız, 1996; Taşçıoğlu ve Aydın, 2017).

Sürdürülebilir bitkisel üretim, ekip dikme ve ekip biçmeye dayanan tarımsal üretim etkinliğidir. Bu etkinlik, uzun dönemde doğal kaynakların korunması ve doğal ortama zarar vermeyen zirai teknolojilerin kullanılmasını esas alır. Aslında bu durum, bitkisel üretimde agronomik, doğal ortam, sosyal ve ekonomik boyutları dengelemeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Nitekim sürdürülebilir bitkisel üretimin temel amaçları; zirai verimliliği korurken doğal ortama verilen zararı azaltmak, ekonomiyi canlı tutmak ve üreticiler ile tüketicilerin hayat kalitesini yükseltmektir. Bu sayede hem ürünlerin doğal özelliklerini kaybetmeden üretim yapılabilir hem de doğal ortamla uyumlu bir üretim

modeli sağlanabilir. Üretim ve verimliliği artırıp gıda güvenliğini sağlamanın yanı sıra, sürdürülebilir bir bitkisel üretim sektörü oluşturmak ve doğal ortamın bozulmasını önlemek de önemli bir hedeftir. Bu hedefe ulaşmak için doğal kaynakların korunması ve organik tarımın geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitkisel üretim; tahıl tarımı, baklagiller, endüstri bitkileri tarımı, yağ bitkileri tarımı, yumru bitkileri tarımı ve sebze tarımı gibi pek çok etkinlik alanını kapsayan geniş bir yelpazeye sahiptir (Turhan, 2005; Doğanay ve Coşkun, 2015; Akın, 2021).

Sonuç olarak "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı İklim ve Toprak Özelliklerinin Sürdürülebilir Bitkisel Üretime Etkisi: Karacadağ Güney Kesimi (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) Örneği" adlı çalışmanın **kuramsal çerçevesi** iklim, toprak ve bitkisel üretim arasındaki karmaşık etkileşimi anlamak, analiz etmek ve sürdürülebilir çözümler üretmek amacıyla, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Google Earth Engine (GEE), CORINE gibi ileri teknolojiler ve analiz yöntemlerinin yanı sıra iklim sınıflandırmaları, Mann-Kendall, Spearman'ın Rho trend analizleri, iklim modellemeleri ve toprak laboratuvar analizlerini de kapsayan bütüncül bir yaklaşım üzerine kuruludur. Elde edilen sonuçlar, araştırma alanındaki zirai faaliyetlerin planlanması ve yönetilmesi için önemli bilgiler sunmaktadır. Bu bilgiler ışığında, iklime uyum, toprağın korunması ve sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması, gıda güvenliğinin sağlanması ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakılması için kritik adımlardır. Bu nedenle, bu üç kavram arasındaki etkileşimi anlamak ve bu bilgiler ışığında hareket etmek, günümüzün ve geleceğin en önemli sorumluluklarından biridir.

ARAŞTIRMANIN MATERYAL, YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Çalışmanın temelini oluşturan literatür taraması, iklim ve toprak özelliklerinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerine dair kapsamlı bir anlayış sağlamak amacıyla titizlikle gerçekleştirilmiştir. Yerli ve yabancı kaynaklar derinlemesine incelenerek, iklimsel faktörler ile toprak özelliklerinin bitkisel üretim üzerindeki karmaşık etkileri detaylı bir şekilde ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, optimal bitkisel üretim stratejilerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamalarının geliştirilmesi için yol gösterici niteliktedir. Bu kapsamda, iklim ve toprak özelliklerinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerini derinlemesine analiz etmek ve teorik bilgiyi pratik

uygulamalarla pekiştirmek amacıyla kullanılan yöntem, teknik ve materyallerin öncelikle aşağıda okuyucular için genel bir özeti sunulmuş, ardından her biri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Yöntem: Bu araştırmanın yöntemi, farklı nicel verilerin konularına göre farklı uygulamalarla sınandığı sentezleme yapılırken birlikte yorumlandığı **karma araştırma modeline** dayanmaktadır. Meteorolojik veri setleri iklim analizlerinde, sahadan alınan toprak numunelerini laboratuvar analizlerinde, GEE makine öğrenme algoritmasını toprak özelliklerinin belirlenmesinde, CORINE verilerinden araziden yararlanmada, iklim uyum durumu ve iklim değişmelerine hazırlanabilmek için iklim değişikliği senaryoları ve modellemelerinden yararlanılarak yöntem kurgulanmıştır.

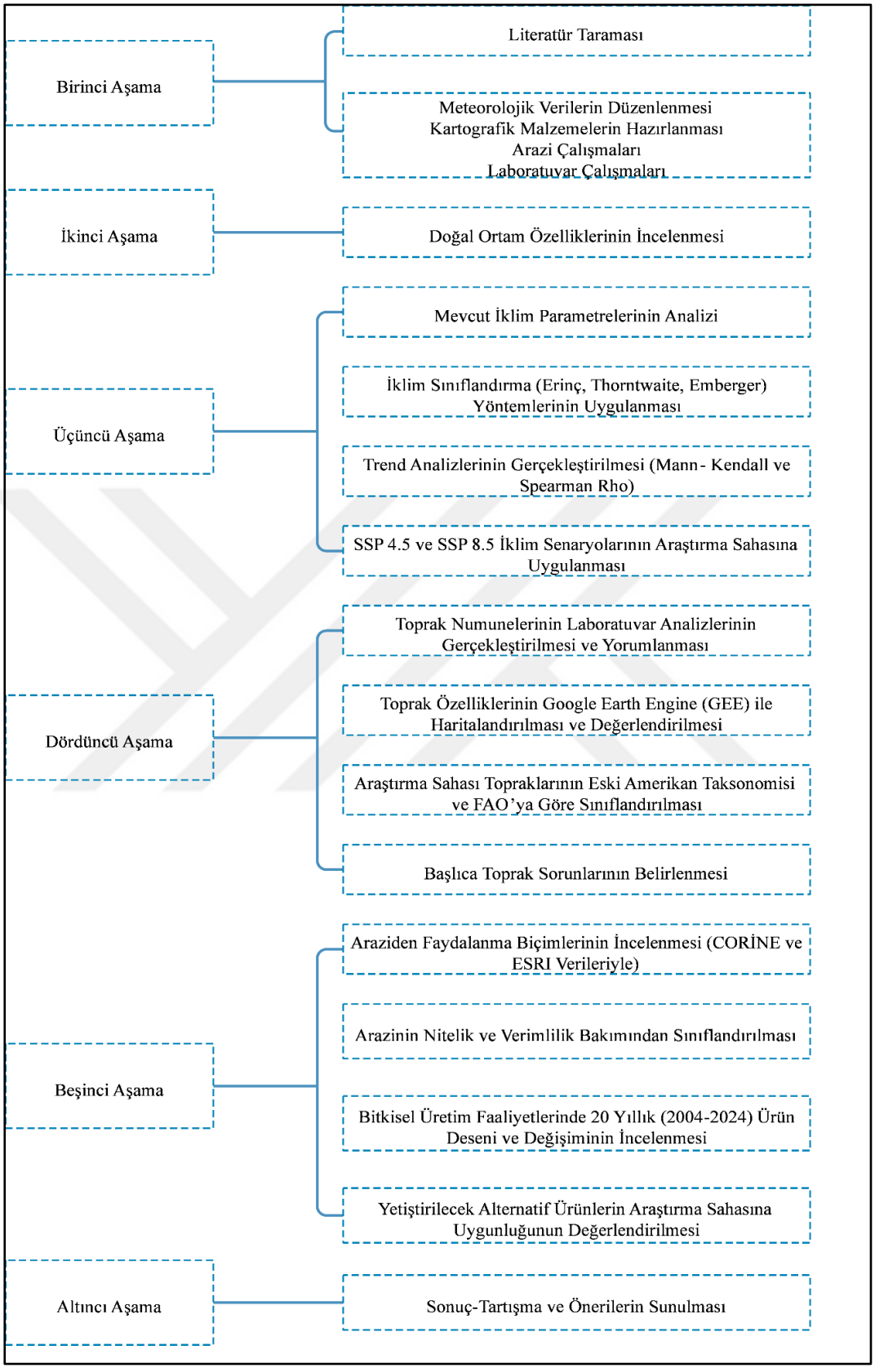
Teknikler: Araştırmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal verilerin analizi ve görselleştirilmesi için temel program olarak kullanılmıştır. Belirtilen programla elde edilen bulguların güvenilirliği, arazi gözlemleri ve laboratuvar verileriyle doğrulanmıştır. Sahanın mevcut iklim karakteri, 30'dan fazla parametre ve Erinç, Thornthwaite ve Emberger gibi sınıflandırma sistemleriyle tanımlanırken, sıcaklık ve yağıştaki zaman serisi eğilimleri ise Mann-Kendall ve Spearman's Rho trend analizleriyle saptanmıştır. Geleceğe yönelik iklim değişimleri, orta (SSP 4.5) ve yüksek (SSP 8.5) emisyon senaryoları temel alınarak modellenmiş ve bu sayede sahanın çok zamanlı iklim profili oluşturulmuştur. Bu bütüncül iklim profili hem sahada yetiştirilen mevcut ürünlerin hem de alan için önerilen katma değeri yüksek alternatif ürünlerin ekolojik uygunluğunu değerlendirmek için birincil referans olarak kullanılmıştır. Tüm bu analizler, araştırma sahasında sürdürülebilir bitkisel üretim planlaması yapılması ve iklim değişikliğine uyum stratejileri geliştirilmesi için temel bir bilimsel altyapı sunmaktadır.

Araştırma sahasının toprak özelliklerini ortaya koymak için iki ayrı ve birbirini doğrulayan analiz gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, sahanın litoloji, yükselti, toprak ve araziden yaralanma çeşitliliğini temsil eden 12 farklı noktadan alınan toprak numuneleri, laboratuvar ortamında analiz edilerek sahanın noktasal fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanmıştır. İkinci olarak, bu yerel analizden bağımsız bir şekilde, Google Earth Engine (GEE) platformu ve SoilGrids veri tabanı kullanılarak, aynı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal dağılım haritaları oluşturulmuş ve bu haritalar yorumlanmıştır. Ayrıca laboratuvardan elde edilen yerel ve hassas bulgular ile CBS

ortamında üretilen dağılım haritaları birbiriyle karşılaştırılmış, iki farklı yöntemin sonuçlarının büyük ölçüde örtüştüğü ve birbirini teyit ettiği görülmüştür.

Araştırma sahasındaki bitkisel üretim faaliyetlerinin 2004-2024 yılları arasındaki yirmi yıllık seyrini ve dinamiklerini analiz etmek amacıyla, ilgili ürünlere ait üretim istatistikleri nicel bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, TÜİK'ten elde edilen veriler Microsoft Excel 2024 yazılımı kullanılarak derlenmiş, işlenmiş ve her bir ürünün üretim miktarındaki yıllara göre değişimi, dalgalanmaları ve genel eğilimleri gösterecek şekilde tablo ve grafikler halinde görselleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu zaman serisi analizi, araştırma sahasındaki bitkisel ürün deseninde meydana gelen dönüşümleri kantitatif (nicel) olarak ortaya koymaktadır **(Şekil 1)**.

Materyal: Bu çalışmanın materyal altyapısını, farklı kurumlardan temin edilen ikincil veriler ile saha çalışmalarından elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. İkincil veri seti kapsamında, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) sağlanan uzun dönemli meteorolojik kayıtlar, sahanın sıcaklık, yağış ve nem gibi temel iklimsel özelliklerinin analizinde kullanılmıştır. Sahanın jeolojik yapısının temelini ise Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'nün 1/100.000 ölçekli jeoloji raporları ve haritaları teşkil etmektedir. Ayrıca, konuyla ilgili daha önce yapılmış bilimsel makaleler, kitaplar, raporlar ve tezler üzerinde yürütülen kapsamlı bir literatür taraması, araştırmanın teorik çerçevesini kurmak ve bulguları daha geniş bir bilimsel bağlamda tartışmak için temel alınmıştır. Araştırmanın birincil veri setini ise, saha çalışmaları sırasında toplanan toprak örneklerinin laboratuvarda analiz edilmesiyle elde edilen fiziksel ve kimyasal özellikler oluşturmaktadır. Tüm bu farklı veri katmanları (iklim, jeoloji, toprak vb.), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında bir araya getirilerek işlenmiş, sahanın doğal ortam özelliklerini yansıtan çeşitli tematik haritalar üretilmiştir. Bu metodoloji sayesinde, arazi gözlemleri ve laboratuvar analizleriyle de teyit edilen bulgular ışığında, Karacadağ'ın güney kesimindeki iklim ve toprak özelliklerinin sürdürülebilir bitkisel üretim üzerindeki karmaşık etkileri coğrafi bir perspektifle ortaya konulmuştur.



Şekil 1: Çalışmaya ait iş-akış diyagramı

Meteorolojik Veriler

Karacadağ'ın güney kesimini oluşturan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin iklim özellikleri, bu araştırmanın odak noktalarından birini teşkil etmektedir. Belirtilen odakla, çalışma alanını doğrudan temsil eden Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerindeki iki adet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) yer istasyonundan temin edilen uzun dönemli ve çok parametreli (güneşlenme, sıcaklık, nem, yağış vb.) resmi ölçüm verileri, iklim analizlerinin ana veri setini oluşturmuştur. Bu iki istasyona ek olarak, araştırma sahasının en kuzeyindeki yüksek rakımlı dağlık kesimin farklı iklim karakteristiği hakkında bir fikir vermesi amacıyla, saha sınırları dışında yer alan Karacadağ meteoroloji istasyonunun verilerinden de yararlanılmıştır. Ancak, bu istasyondan temin edilebilen verilerin yalnızca tek bir yıla ait ve oldukça sınırlı olması nedeniyle, bu veriler ana analizlerde değil, yalnızca gerektiği yerlerde karşılaştırmalı bir referans olarak kullanılmıştır. Tüm bu meteorolojik veriler, yörenin iklim dinamiklerini anlamak, bitkisel üretim potansiyelini değerlendirmek ve iklim değişikliğini modellemek için kapsamlı bir temel sağlamıştır. Çalışmada belirtilen meteoroloji istasyonları dışında mukayese istasyonu kullanılmamıştır. Çalışma alanı dışındaki civar meteoroloji istasyonlarının kurulduğu yerlerde; arazinin yekpare oluşu, jeomorfolojik çeşitlilik göstermemesi, topografik özelliklerin çalışma sahamızla benzer olması gibi nedenlere bağlı olarak meteorolojik veri setleri yakın sonuçlar sunduğu için yararlanılmamıştır.

Araştırma sahası içinde yer alan iki meteoroloji istasyonu (Viranşehir ve Ceylanpınar), coğrafi konumları ve yükseltileri açısından önemli farklılıklar sergilemektedir. 556 metre rakımlı Viranşehir İstasyonu Karacadağ'ın eteklerinde nispeten daha yüksek bir konumda yer alırken, 360 metre rakımlı Ceylanpınar İstasyonu ise nispeten alçak bir ovada bulunmaktadır. Bu coğrafi farklılıklar, iki istasyon arasında sıcaklık, yağış ve don riski gibi iklim parametrelerinde ölçülebilir ve anlamlı farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Saha içindeki bu çeşitlilik, araştırma için önemli bir karşılaştırma imkânı sunmaktadır. Bu sayede hem hâlihazırda yetiştirilen geleneksel ürünlerin hem de yöre için önerilen alternatif ürünlerin ekolojik isteklerinin, bu farklı alanlara olan uyumu ayrı ayrı analiz imkânı sunmaktadır.

Araştırma sahasının iklim özelliklerinin ve zamansal değişimlerinin analizinde, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) bağlı Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının uzun dönemli ve kesintisiz kayıtları temel alınmıştır. Bu kapsamda, 1965

yılından beri düzenli ölçüm yapan Viranşehir İstasyonu ile 1957 yılından beri veri kaydeden Ceylanpınar İstasyonu'nun, çalışmaya dahil edilen 2023 yılı verileriyle birlikte, yaklaşık 65 yıllık bir dönemi kapsayan zengin bir veri seti kullanılmıştır[3] (**Tablo 1)**. Bu denli uzun ve kapsamlı bir veri setinin varlığı, bölgenin iklim dinamiklerini istatistiksel olarak anlamak, geçmişten günümüze olan eğilimleri belirlemek ve iklim değişikliğinin yöresel etkilerini değerlendirmek açısından çalışmaya güçlü bir bilimsel zemin ve yüksek güvenilirlik sağlamaktadır.

Tablo 1: Araştırmada yararlanılan meteoroloji istasyonları ve künyeleri

İstasyon	Yükselti (m)	Enlem	Boylam	Rasat Süresi (Yıl)	Rasat Yılları
VİRANŞEHİR	556	37.2278	39.749	58	1965-2023
CEYLANPINAR	360	36.8406	40.0307	66	1957-2023

Karacadağ'ın güney kesiminde iklim özelliklerinin analizi için, Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarından temin edilen uzun dönemli ham meteorolojik verileri, temel olarak Microsoft Excel yazılımı kullanılarak derlenmiş, düzenlenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirmeleri, hesaplamaları ve iklim dinamiklerini yansıtan tablo ile grafiklerin tamamı bu yazılım platformu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu görsel ve sayısal bulgular, daha sonra metinle bütünleştirilerek çalışmanın yazımında kullanılan Microsoft Word ortamına aktarılmıştır. Bu akışın yanı sıra ''Güneş ışınlarının geliş açısı'' gibi bazı özel şekillerin nihai tasarım aşamasında, farklı çizim yazılımlarından da destek alınmıştır. Bu bütüncül yaklaşım, araştırma bulgularının hem sayısal olarak doğrulanabilir hem de görsel olarak anlaşılır bir biçimde sunulmasını sağlamıştır.

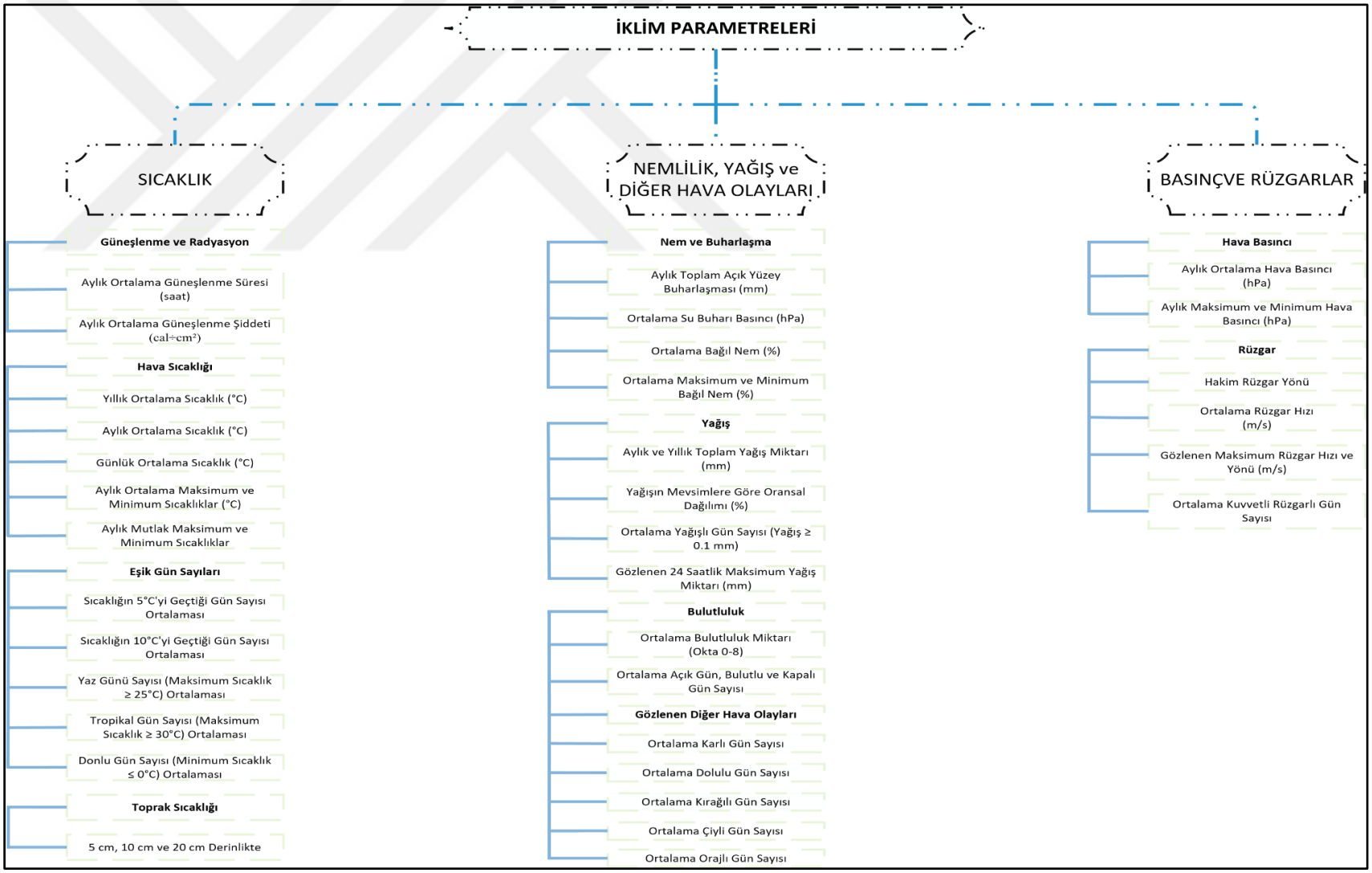
Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarından temin edilen uzun yıllık veriler çerçevesinde, 30'dan fazla iklim parametresi üzerinde detaylı bir inceleme

[3] Ceylanpınar Meteoroloji İstasyonu 1957, Viranşehir Meteoroloji İstasyonu ise 1965 yılında kurulmuş olmakla birlikte; günlük ortalama sıcaklık-yağış verilerinin sürekliliği ve veri kalitesi açısından iki istasyon arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Ceylanpınar İstasyonu'nda uzun dönemli ve kesintisiz veri seti mevcutken, Viranşehir İstasyonu'na ait günlük ortalama sıcaklık-yağış verileri ancak 2009 yılından itibaren eksiksiz ve düzenli bir şekilde kaydedilmiştir. Bu nedenle, özellikle son dönemlerde tespit edilen sıcaklık artış trendinin etkisiyle, daha yüksek rakımda yer almasına rağmen Viranşehir'de vejetasyon süresi, daha düşük rakımlı olan Ceylanpınar'a kıyasla daha uzun hesaplanmıştır.

gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme kapsamında, sıcaklık, yağış, nispi nem, rüzgâr ve güneşlenme süresi gibi temel klimatolojik unsurların yanı sıra, bitkisel üretim deseni üzerinde belirleyici bir rol oynayan toprak sıcaklığı ve don hadiseleri gibi kritik agrometeorolojik değişkenler de ele alınmıştır **(Şekil 2)**. Söz konusu parametrelerin ayrıntılı bir biçimde irdelenmesi, çalışma alanının bitkisel üretim potansiyelinin ve bu potansiyeli sınırlayan faktörlerin daha etkili bir şekilde anlaşılmasına önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

Hazırlanan bu çalışmada, iklim faktörlerinin bitkisel üretim üzerindeki etkileri, sürdürülebilir tarım uygulamalarına bilimsel bir zemin oluşturma hedefiyle, istatistiksel ve coğrafi analizler aracılığıyla incelenmiştir. Bu kapsamda, sıcaklık ve yağış trendleri Mann-Kendall ve Spearman's Rho testleri ile saptanmış[4]; araştırma sahasının iklim karakterizasyonu ise Erinç, Thornthwaite ve Emberger sınıflandırma sistemlerine göre yapılmıştır. Ayrıca, SSP 4.5 ve SSP 8.5 iklim senaryoları altında gelecekteki koşulların bitkisel üretim desenlerine potansiyel etkileri modellenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, sahadaki zirai faaliyetlerin planlanması, olası iklim değişikliğine yönelik uyum stratejilerinin oluşturulması ve sürdürülebilir bitkisel üretim modellerinin geliştirilmesi için bilimsel bir zemin teşkil etmesi beklenmektedir.

[4] Viranşehir Meteoroloji İstasyonu'nda günlük ortalama sıcaklık verilerinin eksiksiz biçimde yalnızca 2009 sonrası dönemde bulunması nedeniyle, 1970-2023 yıllarını kapsayan uzun dönemli sıcaklık ve yağış trend analizlerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla eksik dönemlere ait veriler uygun veri tamamlama yöntemleriyle yeniden yapılandırılmıştır. Bu sayede, Ceylanpınar Meteoroloji İstasyonu'nun kesintisiz uzun dönem verileriyle birlikte her iki istasyona ait sıcaklık eğilimlerinin karşılaştırılabilir nitelikte analiz edilmesi mümkün hâle gelmiştir.



Şekil 2: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait analiz edilen başlıca iklim parametreleri

Trend Analizleri

Trend analizi, iklim değişkenlerinde zaman içinde meydana gelen uzun vadeli değişimleri belirlemek ve gelecekteki olası değişimleri tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu analizler, geçmişte gözlemlenen değişimleri ve eğilimleri ortaya koyarak, insan etkilerinden kaynaklanabilecek gelecekteki iklim değişikliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Özellikle ekstrem iklim olaylarının (kuraklık, sel, fırtına vb.) sıklığı ve şiddeti, trend analizleri ile değerlendirilerek gelecekteki riskler ve etkileri hakkında bilgi edinilebilir (Partal, 2003; Beşel ve Kayıkçı, 2016).

Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonları, iklim trend analizi için örneklem noktaları olarak seçilmiştir. Araştırmanın veri tabanını, söz konusu istasyonlardan elde edilen aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri oluşturmaktadır. İklim trendlerinin belirlenmesinde, parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerden Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Verilerin analizi, ***Trend Analysis Windows*** isimli yazılım programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan meteorolojik veri setleri, en az 58 yıllık kesintisiz gözlem süresine sahip olup, iklim trend analizleri için gerekli olan veri güvenilirliğini ve istatistiksel anlamlılığı sağlamaktadır.

İklim parametrelerine ait veriler, kısa zaman serileri içerisinde hızlı değişimler göstermekte ve durağan bir yapı sergilememektedir. Bu durum, iklim parametrelerinin homojen bir dağılıma sahip olmadığını göstermektedir. Parametrik olmayan yöntemlerle verilerin analiz edilmesi, bu tür veriler için daha gerçekçi ve tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada istatistiksel işlem olarak homojenlik testine ihtiyaç duyulmamıştır. Parametrik olmayan metotlar çeşitlilik göstermekle birlikte, iklim trend analizlerinde Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho Trend testleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu testlerin tutarlılığı yüksek olması nedeniyle Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da tavsiye edilmektedir. Mann-Kendall testi, zaman serisi verilerindeki trendin varlığını ve yönünü belirlerken, Spearman'ın Rho ise iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ölçmektedir. Analiz sonuçlarında, Z kritik değeri +/- 1,96 güven aralığında kaldığında trend yokken, bu değerin altı veya üstü bir değer olması durumunda trendin varlığı kabul edilmektedir (Coşkun, 2020; Coşkun, 2020a; Coşkun, 2020b; Coşkun, 2020c; Coşkun, 2020d; Coşkun, 2020e).

Mann-Kendall Testi

Zaman serilerindeki trendleri tespit etmek amacıyla kullanılan parametrik olmayan yöntemlerden biri olan Mann-Kendall testi, Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilmiştir. Hidroklimatolojik veriler gibi genellikle normal dağılım göstermeyen ve eksik veri içerebilen veri setlerinde trend analizi için kullanılan bu yöntem, basitliği ve hızlı uygulanabilirliği ile öne çıkmaktadır. Mann-Kendall testi, zaman periyodunda ölçümlenen parametrelerde bir eğilimin var olup olmadığını ve varsa bu eğilimin yönünü (artan veya azalan) belirlemede etkili bir araçtır (Burn ve Elnur, 2002). Kullanışlılığı ve sağladığı hız avantajı nedeniyle, hidroklimatolojik çalışmalar başta olmak üzere birçok alanda trend analizi için sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Mann-Kendall test istatistiği;

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sgn(x_j - x_k) \tag{1}$$

$$sgn(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Şeklinde hesaplanır. Burada n veri sayısıdır, xj ve xk (j>k) zamanlarındaki veri noktasıdır ve sgn $(xj - xk)$ işaret işlevidir. Normal dağılım ve sıfır ortalamaya sahip S'in varyansı,

$$\mathrm{Var(S)} = \frac{\mathrm{n(n-1)(2n+5)}}{18} \tag{3}$$

Formülü ile hesaplanır. Örneklem büyüklüğünün n ≥ 10 olduğu durumlarda, S'nin varyansı

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_i^r t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (4)$$

Eşitliği ile hesaplanır. Varyansı bu formülle belirlenen Mann-Kendall testinin anlamlı olup olmadığı standart normal değişken z'nin aşağıdaki eşitlikle hesaplanıp kritik z değeriyle karşılaştırılmasıyla belirlenmektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad \textbf{(5)}$$

Yapılan çalışma hangi α anlamlılık düzeyinde inceleniyorsa, $|z| \leq z\alpha$ şartı sağlanıyorsa hipotez kabul edilir, sağlanmıyorsa reddedilir. Yukarıda bulunan eşitlikteki S pozitif ise artan, negatif ise azalan eğilim olduğu kabulü yapılır. Bu yöntem diğer yöntemlere kıyasla, herhangi bir dağılıma uyma zorunluluğu olmadığından, araştırmacılar arasında kullanışlı olarak görülmektedir (Yu vd., 1993).

Mann-Kendall testi, iklim verilerindeki trendleri belirlemek ve bunların bitkisel üretim üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılabilecek güçlü bir araçtır. Mann-Kendall testi ile elde edilen trend bilgileri, araştırma sahasındaki bitkisel üretim sistemlerinin iklim trendlerine adaptasyonu için önemli karar destek mekanizmaları sağlayacaktır. Bu sayede, sahadaki bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanması ve uygun ürün desenlerinin belirlenmesi mümkün olacaktır.

Spearman's Rho Testi

Ölçümlenen parametreler arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini belirlemek amacıyla Spearman's Rho korelasyon katsayısı analizi kullanılmaktadır. Bu parametrik olmayan yöntem, özellikle normal dağılım varsayımının karşılanmadığı veya verilerde sıralayıcı ölçek kullanıldığı durumlarda tercih edilmektedir. Spearman's Rho, hesaplama kolaylığı ve hızlı uygulanabilirliği ile öne çıkan bir yöntemdir (Coşkun vd., 2020).

Spearman's Rho korelasyon katsayısını hesaplamak için kullanılan işlem basamaklarında, öncelikle veriler sıra istatistiği (Rxi) olarak ifade edilir ve bu işlem, verilerin büyükten küçüğe veya küçükten büyüğe doğru sıralanması ve her bir veri noktasına bu sıralamadaki yerinin atanmasıyla gerçekleştirilir. Gözlem serisi X= (x1, x2, ……, xn) vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile belirtilen H_0 hipotezine göre xi (i=1, 2, 3, …..., n) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır ve H_1 hipotezine göre ise xi (i=1, 2, 3, ……, n) sayısal değerleri zaman serisinde artış ya da azalışlar göstermektedir. Spearman's Rho Testi istatistiği (rs), formül (6)'da ki gibi hesaplanmaktadır (Gümüş ve Yenigün, 2006).

$$r_S = 1 - 6\frac{[\Sigma_{i=1}^{n}(R(X_i) - i)^2]}{(n^3 - n)} \tag{6}$$

İki parametrede aynı değerlere sahip olması durumunda, bu iki verinin ortalaması alınmaktadır. Eğer aynı değere sahip üç gözlem varsa gözlem değerleri sıralamaları 6, 7, 8 olan 3 gözlem, (6+7+8= 21) ve 21 sayısının 3 gözleme bölümünden elde edilen 7 değeri, bu 3 gözlemin sırası kabul edilmektedir. Bir sonraki gözlem değerinin sırası 9 olur ve bu şekilde gözlem değerleri sıralanabilir (Gümüş, 2006; Çeribaşı vd., 2014).

n>30 olması durumunda rs dağılımı normale yaklaşacağından dolayı normal dağılım tablosu kullanılmaktadır. Bunun için rs'nin test istatistiği (Z), formül (7)'de görüldüğü gibi hesaplanır.

$$Z = r_s\sqrt{n-1} \tag{7}$$

Buradan elde edilen Z değeri a anlamlılık seviyesinde standart normal dağılım tablosundan tespit edilen Z_a değerinden büyükse ($Z > Ztablo$) ise H_0 hipotezi reddedilir ve belirli bir eğilimin varlığı kabul edilir (Gümüş, 2006; Çeribaşı vd., 2014).

Hazırlanan bu çalışmada Spearman's Rho testini kullanılarak iklim trendlerini analiz etmek, sahaya özgü ve güvenilir sonuçlar elde etmeyi sağlamıştır. Spearman's Rho testi ile elde edilen bulgular, Karacadağ güney kesimindeki iklim eğilimlerinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, yöreye özgü sürdürülebilir bitkisel üretim politikalarının geliştirilmesine zemin hazırlaması olasıdır.

İklim Modellemeleri

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6) sürecinde, enerji modelleme topluluğu tarafından farklı sosyoekonomik varsayımlara dayalı yeni bir emisyon senaryosu seti geliştirilmiştir. "Ortak Sosyoekonomik Yollar" (SSP'ler) olarak adlandırılan bu senaryolar, Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) kapsamında iklim modellerini yönlendirmek ve gelecekteki iklim değişikliği projeksiyonlarını üretmek için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu senaryolar, farklı sosyoekonomik gelişme yollarını ve bunların sera gazı emisyonları üzerindeki etkilerini dikkate alarak, iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini değerlendirmek ve etkili uyum ve azaltım stratejileri geliştirmek için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Ünal, 2023).

Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar (SSP) senaryoları farklı düzeylerde iklim değişikliğini ifade etmektedir. Örneğin, SSP 2.6 hafif bir iklim değişikliğini temsil ederken; SSP 4.5, SSP 7.0 ve SSP 8.5 sırasıyla orta, yüksek ve şiddetli iklim değişikliği senaryolarını temsil etmektedir. Bu araştırmada, orta emisyonlu bir geleceği temsil eden SSP 4.5 senaryosu ile çok yüksek emisyonlu bir geleceği temsil eden SSP 8.5 senaryosu, iklim değişikliğinin olası etkilerinin geniş bir yelpazede değerlendirilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır (REC, 2023).

Farklı iklim senaryolarına göre gelecekte beklenen sıcaklık artışları incelendiğinde, SSP 2.6 senaryosu altında 2041-2060 yılları arasında 1,7°C, 2081-2100 yılları arasında ise 1,8°C sıcaklık artışı öngörülmektedir; bu senaryo, diğerlerine kıyasla daha iyimser bir tablo çizmektedir. Orta düzey bir emisyon yolunu temsil eden SSP 4.5

senaryosuna göre, 2016-2099 döneminde ortalama yıllık sıcaklık artışının 1,5-2,6°C aralığında olması beklenmektedir. Buna karşılık, SSP 7.0 senaryosu yüksek sera gazı emisyonlarına dayanmakta ve fosil yakıtların kullanımıyla bağlantılı olarak 2021-2040 yılları arasında 1,2 ile 1,8°C, 2040-2060 yılları arasında 1,8 ile 2,6°C ve 2080-2100 yılları arasında ise 2,8 ile 4,6°C arasında önemli sıcaklık artışları öngörmektedir. En kötümser senaryo olan SSP 8.5 ise çok yüksek sera gazı emisyonlarına ve 2075 yılına kadar karbon emisyonunun üç katına çıkmasına dayanmakta; bu senaryoya göre 2041-2060 yılları arasında 2,4 °C, 2081-2100 yılları arasında ise 4,4°C gibi ciddi sıcaklık artışları beklenmektedir (Özdemir vd., 2020).

İklim Sınıflandırmaları

Çalışmada, meteoroloji istasyonlarından sağlanan verilerle, sahanın iklim karakterini ve zirai potansiyelini çok yönlü olarak analiz etmek amacıyla farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu kapsamda, sahanın yağış etkinliği ve kuraklık derecesi **Erinç** ve **Coutagne** indisleri kullanılarak; su bilançosu (su fazlası ve su açığı) ise **Thornthwaite** metoduyla detaylı olarak incelenmiştir. Akdeniz ikliminin bölgedeki yayılışı ile biyoklimatik katlarının belirlenmesinde **Emberger** yöntemine başvurulmuş, bölgenin karasallık derecesi ise **Conrad formülü** ile hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen tüm bu analizlerin sonuçları, yorumlamayı kolaylaştırmak ile bulguları etkin bir şekilde sunmak amacıyla çeşitli tablolar ve grafikler aracılığıyla görselleştirilmiştir.

Erinç Yağış Etkinlik İndisi: Erinç İndisi, bir bölgenin kuraklık durumunu ve kurak/nemli alanlarını ve dönemlerini belirlemek amacıyla kullanılan yaygın ve etkili bir yöntemdir (Erinç, 1996).

$$\mathrm{Im} = \frac{P}{Tom}$$

Im = Yağış etkinliği indisi

P = Yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

Tom = Yıllık ortalama yüksek sıcaklık (°C)

Erinç formülünde, yağış etkinliğinin hesaplanmasında yağış verileri ile birlikte ortalama maksimum sıcaklık verileri de kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında formül; araştırma sahası için yıllık, mevsimlik ve aylık olmak üzere üç farklı periyotta da uygulanmıştır. Zira formülün yapısı, farklı zaman periyotları için hesaplama yapmaya olanak tanıyarak iklimin dönemsel analizini mümkün kılmaktadır. Bunun için;

Aylık Düzeyde: Aylık yağış etkinliğinin hesaplanmasında, ilgili ayın toplam yağış miktarı 12 ile çarpılıp aynı ayın ortalama maksimum sıcaklığına bölünerek Erinç formülü uyarlanır. Bu işlem, her ay için tekrarlanarak aylık yağış etkinliği değerleri elde edilir ve böylece yıl boyunca yağış rejiminin değişimi daha detaylı bir şekilde incelenebilir.

$$Im = \frac{P\ x\ 12}{Tom}$$

Im = Yağış etkenliği indisi

P = Formülün uygulanmak istenildiği ayın toplam yağış miktarı (mm)

Tom = Formülün uygulanmak istenildiği ayın ortalama yüksek sıcaklığı (°C)

Mevsimlik Düzeyde: Erinç formülünün mevsimsel bazda uygulanmasında, ilgili mevsime ait üç aylık yağış toplamı dikkate alınır. Bu toplam değer, dört ile çarpılarak aynı mevsimin üç ayına ait ortalama maksimum sıcaklık değerine bölünür. Elde edilen sonuç, söz konusu mevsim için Erinç formülüne göre hesaplanan yağış etkinliği değerini ifade eder.

$$Im = \frac{P\ x\ 4}{Tom}$$

Im = Yağış etkenliği indisi

P = Formülün uygulanmak istenildiği mevsime ait 3 ayın toplam yağış miktarı (mm)

Tom = Formülün uygulanmak istenildiği mevsimin ortalama yüksek sıcaklığı (°C)

Thornthwaite İklim Sınıflandırması: Thornthwaite iklim sınıflandırması, yağış ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkiyi temel alarak sahanın su bilançosunu ve iklim tipini belirleyen bir yöntemdir. Thornthwaite göre, yağışın evapotranspirasyondan sürekli fazla olduğu bölgelerde toprak doygunluğa ulaşır ve su fazlası meydana gelir. Bu durum, nemli bir iklime sahip olduğunu gösterir. Tersine, yağışın evapotranspirasyondan az olduğu bölgelerde toprakta su birikimi olmaz ve bitkilerin ihtiyaç duyduğu su karşılanamaz. Bu durum da su noksanlığına ve kurak bir iklime işaret eder. Thornthwaite iklim sınıflandırmasındaki iklim tipleri, bu iki uç nokta arasında yer alır ve yağış ile evapotranspirasyon arasındaki dengeye göre farklılık gösterir (Ardel vd., 1969).

$$Im = \frac{100s - 60d}{n}$$

Im: Yağış etkinlik İndisini,

s: Yıllık su fazlasını,

d: Yıllık su noksanını

n: Yıllık potansiyel evapotranspirasyonu

Emberger Biyoiklim Sınıflandırması: Özellikle Akdeniz iklimini bitkiler üzerindeki etkileriyle inceleyen ve sıcaklık, yağış gibi temel verilerin yanı sıra kuraklık, gün uzunluğu ve yağış değişkenliği gibi faktörleri de dikkate alan kuantitatif eko-fizyolojik bir sınıflandırma sistemidir. Emberger'e göre Akdeniz ikliminin en göze çarpan özelliği daima mevcut olan bir kurak devrenin bulunması ve bu devrede yüksek sıcaklıkla beraber az miktardaki yaz yağışlarıdır. Emberger Akdeniz ikliminde kurak

devreyi tespit edebilmek için aşağıdaki formülü geliştirmiştir (Akman, 1990; Baylan ve Ustaoğlu, 2020).

$$S = PE / M$$

S= Kuraklık

PE= Haziran-Temmuz-Ağustos (Eylül) Ayları Yağış Toplamı (mm)

M= En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)

Formülün sonucuna göre S değeri;

S <5: Akdeniz

S= 5-7: Sub Akdeniz

S> 7: Akdeniz değildir.

Akdeniz iklimine dahil olan istasyonların Akdeniz biyoiklim katlarını belirlemek amacıyla Emberger'in yağış sıcaklık katsayısı formülü uygulanarak analiz edilmiştir.

$$Q = 2000P / (M + m + 546{,}4).(M - m)$$

Q= Yağış- Sıcaklık Katsayısı

P= Yıllık Toplam Yağış (mm)

M= En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)

m= En Soğuk Ayın Minimum Sıcaklık Ortalaması (°C)

Q değeri ne kadar yüksekse, iklim o kadar nemli; ne kadar düşükse, iklim o kadar kuraktır. Bu indekse göre Akdeniz iklimi beş alt tipe ayrılır.

Q <20	P <300 mm	**Çok kurak Akdeniz biyoiklim katı**
20 <Q <32	300 <P <400 mm	**Kurak Akdeniz biyoiklim katı**
32 <Q <63	400 <P <600 mm	**Yarı-kurak Akdeniz biyoiklim katı**

63 <Q <98 600 <P <800 mm **Az yağışlı Akdeniz biyoiklim katı**

Q> 98 P> 1000 mm **Yağışlı Akdeniz biyoiklim katı** olarak kabul edilir.

Conrad Formülü: Bir bölgenin coğrafi konumuna bağlı olarak sıcaklık farklarının yıllık değişimini analiz ederek kontinentalik derecesini, yani karasallık özelliğini nicel olarak ifade eden bir yöntemdir. Bu formül, en sıcak ayın ve en soğuk ayın ortalama sıcaklıkları arasındaki farkı (°C) ve bölgenin enlemine (°) dayanmaktadır (Erinç, 1984; Sezer, 1990; Gadiwala vd., 2013).

$$K = \frac{1{,}7 \times A}{Sin(Q+10)} - 14$$

Conrad formülüne göre: K= Conrad karasallık indisi., A= Yıllık sıcaklık farkı ve Ɵ= Enlem derecesidir. Formüle göre çıkan değer -20/20 aşırı denizel, 20/50 denizel, 50/60 yarı karasal, 60/80 karasal, 80/120 tam karasal olarak ifade edilir (Erinç, 1984; Sezer, 1990; Gadiwala vd., 2013).

Coutagne Formülü: Bir bölgenin iklim karasallık derecesini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu formül, sıcak dönem yağış toplamının soğuk dönem yağış toplamına oranını temel alır. Akman (2011), Karbuz (2016) ve Akbaş (2019) gibi araştırmacılar tarafından da belirtildiği üzere, Coutagne formülüne göre hesaplanan karasallık indeksi (C) değeri 1,75'ten büyük ise iklim karasal, 1 ile 1,75 arasında ise yarı karasal, 1'den küçük ise karasal olmayan bir iklim tipi olarak sınıflandırılır. Karbuz (2016)'un çalışmasında açıklandığı gibi, Coutagne formülünde sıcak dönem, Kuzey Yarı Küre için Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarını kapsayan altı aylık dönem olarak kabul edilir. Bu altı ayın toplam yağış miktarı, kalan altı ayın toplam yağış miktarına bölünerek karasallık indeksi (C) hesaplanır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus bulunmaktadır. Türkiye'de Ekim ayı genellikle Nisan ayından daha sıcak olduğundan, formülün orijinal hali (Nisan-Eylül sıcak dönem) doğru sonuçlar vermeyebilir. Bu nedenle, Türkiye koşullarında sıcak dönemi Mayıs-Ekim olarak almak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu sayede, iklim karasallığı daha gerçekçi bir şekilde değerlendirilebilir (Öztekinci, 2023).

Kartografik Malzemelerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan kartografik malzemelerin hazırlanmasında, coğrafi bilgi sistemleri yazılımı ArcGIS'ten yararlanılmıştır. Verilerin düzenlenmesi, analiz, modelleme, tablo, grafik ve şekillerin oluşturulması ve görselleştirme aşamalarında ise Microsoft Word 2024 ve Excel 2024 yazılımları kullanılmış olup Adobe AutoCAD ve Microsoft Visual Studio programları da çalışmanın farklı aşamalarında kullanılmıştır.

Sıcaklık haritalarının oluşturulması aşamasında, öncelikle rasatlara ait sıcaklık veri seti detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu veri setinden yıllık ortalama, sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı ArcGIS kullanılarak işlenmiş ve görselleştirilmiştir.

Yağış haritasının oluşturulmasında, meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun yıllar boyunca kaydedilen yağış verileri tercih edilmiştir. Bu veriler, yağışın mekânsal dağılımını analiz etmek amacıyla coğrafi bilgi sistemleri yazılımı ArcGIS aracılığıyla işlenerek haritalandırılmıştır.

Jeoloji haritasının oluşturulması aşamasında, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından sayısallaştırılmış ve 1/25.000 ölçekli jeoloji paftaları kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, araştırma alanını kapsayan bu paftalar, çalışma sahasının jeolojik yaşı ve litolojisi dikkate alınarak amaca uygun şekilde gruplandırılmış ve sadeleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda, araştırmanın jeoloji haritası elde edilmiştir.

Jeomorfoloji haritasının oluşturulması sürecinde, sahanın temel jeolojik ve topoğrafik yapısını ortaya koyan mevcut jeoloji, toprak ve topografya haritaları, temel referans kaynakları olarak kullanılmıştır. Bu haritalardan elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları ve uzaktan algılama teknikleri aracılığıyla analiz edilerek, sahanın öncül jeomorfolojik birimleri ve sınırları belirlenmiştir. Masa başında gerçekleştirilen bu analizlerin doğruluğunu teyit etmek, sınırları netleştirmek ve detaylandırmak amacıyla, arazi çalışmaları yürütülmüş ve yerinde gözlemler yapılmıştır. Son aşamada, temel harita verileri, CBS analizleri ve arazi çalışmalarından elde edilen bulguların sentezlenmesiyle, çalışma alanının jeomorfolojik özelliklerini yansıtan nihai jeomorfoloji haritası üretilmiştir.

Vejetasyon haritası, Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan sayısallaştırılmış meşcere verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu veriler, Coğrafi Bilgi

Sistemleri yazılımının ArcMap ara yüzünde işlenerek, meşcere tiplerinin öznitelik tablosu detaylı bir şekilde incelenmiş ve daha sonra benzer tipler bir araya getirilerek sınıflandırılıp genelleştirilmiştir. Bu sayede, araştırma amacına uygun bir vejetasyon haritası elde edilmiştir.

Hidrografya haritası, Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) tarafından sağlanan ve EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/) platformu üzerinden indirilen sayısal yükselti modeli (SYM) kullanılarak oluşturulmuştur. SYM verisi, ArcGIS yazılımının ArcToolbox modülünde bulunan Spatial Analyst Tools ara yüzünde işlenmiştir. Bu işlem sırasıyla, çukur doldurma (Fill), akış yönü belirleme (Flow Direction), akış birikimi hesaplama (Flow Accumulation), akarsu derecesi atama (Stream Order) ve akarsu ağı oluşturma (Stream to Feature) adımlarını içermektedir. Akış birikimi hesaplama aşamasında, 1/25.000 ölçekli Türkiye Topografya Haritası referans alınarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve çalışma alanının akarsu ağı oluşturulmuştur. Elde edilen hidrografya haritasına, Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından sağlanan ve gelişim planında gösterilen hidrografik unsurlar eklenerek harita son haline getirilmiştir. Araştırma sahasındaki bazı akarsuların resmi harita kayıtları ile yöresel kullanımdaki isimleri arasında, hatta farklı haritalar arasında dahi, isimlendirme farklılıkları olduğu tespit edilmiştir. Bu tutarsızlığı ortadan kaldırmak ve çalışmada bir standart oluşturmak amacıyla, bu çalışma için hazırlanan hidrografya haritasında Harita Genel Müdürlüğü (HGM) verileri temel alınarak akarsuların resmi isimlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Dolayısıyla, çalışma metninin bütününde yer alan tüm akarsu adlandırmaları, bu temel haritada benimsenen resmi terminolojiye sadık kalınarak yapılmıştır.

Toprak gruplarını gösteren harita, iki farklı veri kaynağından faydalanılarak oluşturulmuştur. İlk olarak, ülkemizde toprak ve su kaynaklarının yönetiminden sorumlu olan Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan detaylı toprak verileri kullanılarak büyük toprak grupları haritası üretilmiştir. İkinci aşamada ise, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından küresel ölçekte yürütülen toprak haritalama çalışmaları kapsamında üretilen ve açık erişime sunulan FAO toprak grupları haritası kullanılmıştır.

Toprak detay haritaları SoilGrids veri tabanından elde edilen veriler kullanılarak bulut tabanlı Google Earth Engine (GEE) platformunda

(https://earthengine.google.com/) açıktan erişilebilir bir şekilde üretilmiştir. Bu haritalar, toprak özelliklerinin mekânsal dağılımını detaylı bir şekilde analiz etmek amacıyla oluşturulmuş ve toprak bilimi alanındaki çalışmalara katkı sağlamak üzere tasarlanmıştır. Söz konusu haritalar; 10 kPa, 33 kPa ve 1500 kPa hacimsel su içeriği, katyon değişim kapasitesi (KDK), toprak bünyesindeki kaba parçalar, kil, silt ve kum oranları, toprak nitrojen içeriği, toprak organik karbon stoku, toprak organik karbonu, toprak pH'ı, toprakta organik karbon yoğunluğu ve yığın yoğunluğu gibi çeşitli toprak özelliklerini temsil etmektedir.

Erozyon duyarlılık haritasının üretiminde, Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan çeşitli veri setlerinden yararlanılmıştır. Bu veri setleri arasında toprak haritaları, sayısal yükseklik modelleri, eğim haritaları ve araziden yararlanma verileri bulunmaktadır. Söz konusu veriler, ileri CBS analizleri ve modelleme teknikleri kullanılarak işlenmiş ve erozyon riskini mekânsal olarak gösteren bir harita elde edilmiştir.

Arazi örtüsü ve **araziden yararlanma** dinamiklerini analiz etmek amacıyla hem tematik detay hem de güncellik sunan iki farklı ve birbirini tamamlayıcı nitelikteki coğrafi veri tabanından yararlanılmıştır. Bu veri tabanlarından ilki, Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından üretilen ve sahanın arazi örtüsü sınıflarını oldukça detaylı bir şekilde ortaya koyan, ancak güncellik açısından 2018 yılını yansıtan CORINE verisidir (Özür ve Ataol, 2018; Aune-Lundberg ve Strand, 2021; Işınkaralar, 2023). İkinci veri kaynağı ise, ESRI yazılımları kullanılarak üretilmiş olan ve 2023 yılına ait daha güncel bir durumu gösteren, fakat CORINE'ye kıyasla daha az sayıda ve daha genel araziden yararlanma sınıflarını içeren haritadır. Bu iki farklı veri setinin birlikte değerlendirilmesi, araştırma alanındaki araziden yararlanma desenlerinin hem detaylı bir temel envanterini çıkarmaya hem de en son yıllardaki ana değişim yönlerini saptamaya olanak tanıyarak, analizin güvenilirliğini ve kapsamını artırmıştır.

Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıflaması haritasının oluşturulmasında, Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan toprak haritaları, sayısal yükseklik modelleri, eğim haritaları ve arazi kullanım kabiliyeti verileri gibi çeşitli veri setlerinden yararlanılmıştır. Bu veriler, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve farklı araziden yararlanma potansiyellerine göre arazi nitelik sınıfları belirlenmiştir.

Arazi Çalışmaları ve Toprak Numune Alımları

Coğrafya araştırmalarının temelini oluşturan arazi gözlemleri, bu çalışmada da büyük önem taşımaktadır. Araştırma sahasının doğal ve beşerî ortam özelliklerini detaylı bir şekilde incelemek, toprak numuneleri temin etmek ve görsel veriler elde etmek amacıyla periyodik aralıklarla arazi gezileri düzenlenmiştir. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen arazi gezilerinin en kapsamlısı Mart 2023 ile Haziran ve Ağustos 2024 tarihlerinde yapılmıştır. Bu gezilerde, çalışma alanının doğal ve beşerî coğrafya özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiş, toprak örnekleri toplanmış ve fotoğraf çekimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın görsel unsurlarını oluşturan fotoğraflar için arazi çalışmaları esnasında yüksek çözünürlüklü kameralar kullanılmıştır. Tezde kullanılan tüm fotoğraflar, tezi hazırlayan Selman ORHAN tarafından çekilmiştir.

Karacadağ güney kesimi (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) toprak numunelerinin alım noktalarının belirlenmesinde, temsiliyeti artırmak ve çalışma sahasının heterojen yapısını yansıtmak amacıyla tabakalı rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Tabakalı örnekleme yönteminde, evren kendi içinde homojen tabakalara ayrılır ve bu tabakalardan örnekler seçilir. Seçilen örnekler birleştirilir. Bu yöntem, belirli bir evrende alt tabakalar veya alt birim gruplarının var olduğu durumlarda kullanılır. Avantajları arasında, incelenen değişken ile ilişkili olması durumunda daha kesin sonuçlar elde edilmesi yer alır (Kılıç, 2013).

Çalışma kapsamında, Karacadağ güney kesiminin topografik, pedolojik ve jeolojik özellikleri dikkate alınarak tabakalar oluşturulmuştur. Yükselti, toprak grupları, litolojik birimler ve araziden yararlanma şekilleri tabakalaştırma kriterleri olarak belirlenmiştir. Yükselti tabakaları yaklaşık 100 metrelik aralıklarla oluşturulmuş ve her 100 metrelik yükselti kademesinden numune alınması hedeflenmiştir. Bu sayede, farklı yükseltilerdeki toprak özelliklerinin karşılaştırılması mümkün olmuştur. Farklı yükseltiler, toprak tipleri, ana materyaller, araziden yararlanma biçimleri ve toprak özelliklerinde önemli farklılıklara neden olabilir. Bu nedenle, her bir tabakanın örneklemde temsil edilmesi, çalışma sonuçlarının güvenilirliğini ve genellenebilirliğini artırmıştır.

Toprak numunelerinin sahadan toplanması aşamasında, temsiliyeti sağlamak ve analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırmak adına titiz bir metodoloji izlenmiştir. İlk olarak, numune alma işlemi için gerekli olan araç ve gereçler (Çanta, GPS cihazı,

poşetler, etiketler, kalem, kürek vb.) temin edilmiştir. Numune alma noktalarının belirlenmesinde, potansiyel kontaminasyon kaynaklarından uzak, homojen ve temsili alanlar seçilmiştir. Numune alımında "V" şeklinde çukur açma yöntemi tercih edilmiş ve bitkisel üretim faaliyetleri açısından önem arz eden 0-20/25 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Her bir numune noktasından, laboratuvar analizleri ve olası kayıpları göz önünde bulundurarak 1,5/2 kg toprak örneği alınmıştır. Numunelerin takibi ve kayıt altına alınması amacıyla, her örnek için iki adet etiket doldurulmuştur. Etiketlerde, numune numarası, koordinatları, lokasyon bilgisi, yükselti ve arazi yararlanma biçimi gibi önemli veriler yer almaktadır. Etiketlerden biri numune torbasının içine konulmuş, diğeri ise torbanın dışına yapıştırılmıştır. Bu sayede, numunelerin karışması ve bilgi kaybı önlenmiştir **(Fotoğraf 1)**.

Fotoğraf 1: Araştırma sahasında toprak örneklemesi amacıyla açılan çukurun kazım süreci (a) ve numune alımı için hazırlanan çukur (b)

Toprak numunelerinin alınması ve sonrasında izlenen tüm süreçler, görsel kayıt altına alınarak belgelenmiştir. Saha çalışmaları tamamlandıktan sonra, laboratuvar analizlerine hazır hale getirmek amacıyla numuneler gölgede kurutulmuştur. Kurutma işlemi, güneş ışınlarının neden olabileceği kimyasal değişimleri ve bozulmaları önlemek amacıyla kontrollü bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, analizlerin yapılması için numuneler laboratuvara teslim edilmiştir. Bu süreç, numunelerin doğal özelliklerini koruyarak analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırması hedeflenmiştir **(Fotoğraf 2)**.

Fotoğraf 2: Arazi çalışmalarından toplanan toprak numunelerinin, laboratuvar analizi öncesinde güneş görmeyen bir ortamda kurutulması (a) ile içerisine ve dışarısına etiket konularak poşetlenmesi aşaması (b)

Laboratuvar Çalışmaları

Toprak tekstürü, topraktaki kum, silt ve kil gibi inorganik bileşenlerin nispi oranları ile tanımlanır. Kum taneciklerinin çapı 2-0,02 mm, silt taneciklerinin çapı 0,2-0,02 mm ve kil taneciklerinin çapı 0,002 mm'den küçüktür (Coşkun ve Coşkun, 2020; Atalay vd., 2020). Araştırma alanından alınan toprak numunelerinin tekstür analizi, Bouyoucos hidrometre yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde

numuneler, homojen bir yapı elde etmek amacıyla havalandırılarak kurutulmuş ve ardından mekanik olarak ezilerek ince bir elekten geçirilmiştir. Bu işlem sonucunda numuneler, analiz için uygun olan toz haline getirilmiştir. Tekstür analizi için her bir örnekten 50 gram tartılmış ve Bouyoucos silindirine konularak hidrometre okumaları alınmıştır.

Organik madde analizi için Walkley-Black ıslak yakma yöntemi kullanıldı. Hava kurusu toprak örneği, 1 N potasyum dikromat ve konsantre sülfürik asit ile reaksiyona sokuldu. Organik madde, sülfürik asit ortamında potasyum dikromat tarafından oksitlendi. Belirli bir süre bekletildikten sonra, karışıma distile su ve fosforik asit eklendi. Difenilamin indikatörü eşliğinde 0.5 N ferro amonyum sülfat ile titrasyon yapılarak, harcanan ferro amonyum sülfat miktarından topraktaki organik madde miktarı belirlendi. Elde edilen organik madde miktarına göre topraklar şu şekilde kategorilere ayrılır: 0-1 *çok az*, 1-2 *az*, 2-3 *orta*, 3-6 *fazla* ve >6 ise *çok fazla* şeklinde gruplandırılır (Irmak, 1954; MEB, 2015).

PH (potential of hydrogen) analizi, topraktaki hidrojen iyonu aktivitesini ölçerek toprağın asitlik veya alkalilik derecesini belirlemek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Toprak numunelerinde pH analizi için pH metre (masa tipi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir **(Fotoğraf 3)**. PH analizi, sulu bir süspansiyon hazırlanması ve bu süspansiyonun pH değerinin bir pH metre ile ölçülmesiyle gerçekleştirilir. Toprak süspansiyonu, belirli bir oranda toprak örneğinin saf su ile karıştırılmasıyla elde edilir. PH metre elektrodu, hazırlanan bu süspansiyona daldırılır ve ölçüm yapılır. PH metre, süspansiyondaki hidrojen iyonu aktivitesini ölçerek pH değerini belirler. Taşçıoğlu ve Aydın'a (2017) göre; toprakların pH değerlerine göre reaksiyon sınıfları şu şekildedir: 4,5 ve daha aşağısı *aşırı asit*; 4,6-5,0 *çok şiddetli asit*; 5,1-5,5 *şiddetli asit*; 5,6-6,0 *orta derecede asit*; 6,1-6,5 *hafif asit*; 6,6-7,3 *nötr*; 7,4-7,8 *hafif alkali (bazik)*; 7,9-8,4 *orta derecede alkali*; 8,5-9,0 *şiddetli alkali*; 9,0'dan fazla ise *çok şiddetli alkali*.

Fotoğraf 3: Laboratuvar ortamında, arazi çalışmalarından elde edilen toprak örneklerinin pH analizlerinin yapıldığı masa tipi pH ölçüm cihazı

Kireç analizi, topraktaki kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) miktarını belirlemek için kullanılan önemli bir toprak analizidir. Toprak numunelerin kireç analizi, Scheibler kalsimetresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir **(Fotoğraf 4)**. Bu yöntemde, toprak örneği kalsimetre cihazına yerleştirilir ve üzerine belirli bir miktarda hidroklorik asit (HCl) eklenir. Asit, topraktaki $CaCO_3$ ile reaksiyona girerek karbondioksit gazı (CO_2) açığa çıkarır. Kalsimetre cihazı, açığa çıkan CO_2 gazının hacmini veya basıncını ölçer. Elde edilen sonuçlar, toprağın kireç içeriği hakkında bilgi verir ve bu bilgi, tarımsal uygulamalarda gübreleme ve toprak ıslahı gibi işlemler için önemlidir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (2008) tarafından yayımlanan Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları'na göre Toprakların kireçlilik sınıflandırması şöyledir: K1 sınıfı (%0 kireç) *kireçsiz*, K2 sınıfı (%0-2 kireç) *çok az kireçli*, K3 sınıfı (%2-4 kireç) *az kireçli*, K4 sınıfı (%4-8 kireç) *orta kireçli*, K5 sınıfı (%8-15 kireç) *kireçli*, K6 sınıfı (%15-30 kireç) *çok kireçli*, %30-50 kireç içeren topraklar *marn*, %50'nin üzerinde kireç içeren topraklar ise *kireç toprağı* olarak sınıflandırılır.

Fotoğraf 4: Laboratuvar ortamında, toprak numunelerinin kireç içeriğini belirlemek için kullanılan Kalsimetre (Schibler tipi) cihazı

Tuzluluk analizinde, elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü kullanılmıştır. Bu yöntem, toprak örneklerinden elde edilen bir ekstraktın elektrik akımını iletme kapasitesinin ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Toprak ekstraktının EC değeri, içerdiği çözünmüş tuzların konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla, elde edilen EC ölçümü, toprağın tuzluluk seviyesi hakkında önemli bilgiler sağlar ve bitki büyümesi, toprak sağlığı ve sulama yönetimi gibi konularda karar verme süreçlerinde kullanılabilir.

Topraktaki toplam tuz miktarına göre topraklar şu şekilde sınıflandırılır: *Tuzsuz topraklar*, 0-4 mS cm^{-1} EC değerine ve %0,00-0,15 tuz oranına sahiptir. Bu sınıftaki topraklarda tuzluluk oranı düşüktür ve yalnızca tuza hassas bitkiler zarar görür. *Hafif tuzlu topraklar*, 4-8 mS cm^{-1} EC değerine ve %0,15-0,35 tuz oranına sahiptir. Bu sınıftaki topraklarda tuzluluk oranı biraz daha yüksektir ve bu durum bütün bitkilerde zararlara neden olabilir. *Orta tuzlu topraklar*, 8-16 mS cm^{-1} EC değerine ve %0,35-0,65

tuz oranına sahiptir. Bu sınıftaki topraklarda tuzluluk oranı orta seviyededir ve yalnızca tuza dayanıklı bitkiler %50'nin üzerinde ürün verebilir. *Çok tuzlu topraklar*, 16 mS cm^{-1}'den yüksek EC değerine ve %0,65'den fazla tuz oranına sahiptir. Bu sınıftaki topraklarda tuzluluk oranı oldukça yüksektir ve tuza çok dayanıklı bitkiler bile %50'ye kadar ürün kaybı yaşayabilir (Deliboran ve Savran, 2015; Hatipoğlu 2019).

Saturasyon analizi, toprak gözeneklerinin su ile doluluk oranını yüzde olarak ifade ederek, toprak biliminde su hareketini ve bitki büyümesini anlamak için kullanılan önemli bir yöntemdir. Saturasyon analizi için kuru toprak örneği belirli bir süre su içinde bekletilerek tüm gözenekler su ile dolacak şekilde doygun hale getirildi. Doygun hale gelen toprak örneği hassas terazi ile tartıldı. Daha sonra doygun toprak örneği fırında belirli bir sıcaklıkta kurutuldu ve tekrar tartıldı. İki tartım arasındaki farktan toprağın tuttuğu su miktarı hesaplandı ve bu bilgiyi kullanarak satürasyon yüzdesi belirlendi. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları'na (2008) göre; Toprağın saturasyon (su ile doymuşluk) yüzdesine göre bünye şu şekilde sınıflandırılmaktadır: %0-30 *kumlu*, %30-50 *tınlı*, %50-70 *killi tınlı*, %70-110 *tınlı* ve %110'un üzerinde *ağır killi* olarak adlandırılır.

Alınabilir fosfor analizi için spektrofotometrik fosfor tayini yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, topraktaki bitkiler tarafından alınabilir fosfor formlarının miktarını belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Analiz kapsamında, öncelikle toprak örneğinden, seçilen bir ekstraksiyon yöntemiyle fosfor ekstrakte edilmiştir. Bu işlem, topraktaki fosforun çözeltiye geçirilmesini sağlar. Ardından, elde edilen çözeltideki fosfor konsantrasyonu, spektrofotometre cihazı kullanılarak hassas bir şekilde ölçülmüştür. Spektrofotometre, fosforun belirli bir dalga boyundaki ışığı absorblama özelliğinden yararlanarak, çözeltideki fosfor miktarını belirler. Ülgen ve Yurtsever'in (1995) çalışmasına göre, toprakların yarayışlı fosfor miktarına göre sınıflandırılması şu şekildedir: 3 kg P_2O_5 da^{-1}'den az olanlar *çok az*, 3-6 kg P_2O_5 da^{-1} arası *az*, 6-9 kg P_2O_5 da^{-1} arası *orta*, 9-12 kg P_2O_5 da^{-1} arası *yüksek* ve 12 kg P_2O_5 da^{-1}'den fazla olanlar *çok yüksek* olarak değerlendirilir.

Alınabilir potasyum analizi için flamefotometrik yöntem kullanılmıştır. Öncelikle, toprak örneğinden potasyumun ekstrakte edilmesi için uygun bir ekstraksiyon çözeltisi kullanılmıştır. Elde edilen çözelti, flamefotometre cihazına verilmiştir. Cihazda, çözelti bir alev içine püskürtülerek potasyum atomları uyarılmıştır. Uyarılan

atomlar, daha düşük enerji seviyelerine dönerken karakteristik bir dalga boyunda ışık yaymıştır. Yayılan ışığın yoğunluğu ölçülerek, çözeltideki potasyum konsantrasyonu belirlenmiştir. Ülgen ve Yurtsever'in (1995) çalışmasına göre, toprakların potasyum içeriklerine göre sınıflandırılmasında kullanılan sınır değerler şöyledir: 0-20 kg/da *az*, 20-30 kg/da *orta*, 30-40 kg/da *yeterli* ve 40 kg/da'dan fazla ise *fazla* olarak değerlendirilir.

ARAŞTIRMA ALANI VE KONUSUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Hazırlanan bu çalışma için yürütülen literatür taraması, sahada önemli bir bilimsel boşluk olduğunu ortaya koymuştur. Gerçekten de Karacadağ'ın güney kesimini oluşturan Viranşehir ve Ceylanpınar özelinde; iklim, toprak ve bitkisel üretim etkileşimini bütüncül bir coğrafi perspektifle ele alan doktora veya benzer ölçekte bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu boşluk, araştırma sahasını oluşturan ilçeler özelinde farklı nitelikler taşımaktadır. Viranşehir ilçesi üzerine yapılmış doktora düzeyinde kapsamlı bir akademik çalışmanın bulunmaması, ilçeyi bilimsel araştırmalar için keşfedilmemiş bir alan kılmaktadır. Bu durum, ilçeyi agro-ekolojik perspektiften yapılacak çalışmalar için de özgün ve bakir bir alana dönüştürmektedir. Ceylanpınar ilçesinde ise daha önce gerçekleştirilmiş olan toprak bilimi odaklı değerli doktora çalışmaları mevcut olmakla birlikte, bu tezlerin bitkisel üretim faaliyetlerini etkileyen birincil faktörlerden olan iklim koşullarını analizlerine dahil etmediği ve bu nedenle iklim-toprak- bitkisel üretim ilişkisini bütüncül bir yaklaşımla ele almadığı tespit edilmiştir.

Tespit edilen eksikliklerden hareketle, eldeki bu çalışma, literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Araştırmanın özgün değeri, her iki ilçeyi de karşılaştırmalı olarak incelemesi ve sahanın agro-ekolojik potansiyelini tüm temel bileşenleriyle (iklim, toprak ve bitkisel üretim) bir arada, coğrafi bir sentez içerisinde değerlendirmesinden kaynaklanmaktadır. Mevcut çalışmaları tamamlayıcı bir nitelik taşıyan bu araştırma, özellikle Ceylanpınar'daki toprak çalışmalarına eksik olan iklim ile bitkisel üretim boyutunu ekleyerek ve Viranşehir gibi az çalışılmış bir alanı detaylıca analiz ederek literatüre bütüncül bir katkı sunmaktadır. Bu sayede, araştırma sahasının mevcut ve alternatif ürünler için bitkisel üretim potansiyelinin bilimsel temellere dayanan somut bir analizini sunmaktadır. Bu bilimsel temeli oluşturmak ve çalışmayı mevcut literatürle

ilişkilendirmek amacıyla, aşağıda araştırma konusu ve sahasıyla ilgili temel kaynaklar kronolojik sıraya göre sunulmuştur.

Araştırma Konusuyla İlgili Çalışmalar

Modern toprak biliminin ülkemizdeki kurucusu **Kerim Ömer Çağlar (1937)** tarafından Türkçe ve Almanca olarak kaleme alınan **"Anadolu Şartlarına Göre Su ve Toprak Münasebetlerinin Araştırılması"** adlı eser Türkiye'nin farklı bölgelerinde toprak ve su kaynaklarının durumunu, tarımsal üretimde nasıl faydalanılması gerektiğini ifade etmesi açısından önemli bir eserdir. Eserde önce toprak hakkında genel bilgiler verilmiş, toprak-su ilişkisi, toprağın oluşumunda suyun rolü, su-toprak-bitki ve mikroorganizma ilişkileri, suyun ziraattaki rolü gibi konular ele alınmıştır. Bu eser ülkemizde toprak alanında kaleme alınan ilk çalışmalardan olması bakımından önem arz etmektedir.

Rudolf Geiger'in kaleme aldığı ve **Ümran Emin Çölaşan (1945)** tarafından Türkçeye çevrilen **"Mikroklima ve Bitki İklimi"** adlı eserde, mikroklimanın oluşumunda etkili olan temel faktörler incelenmektedir. Eserde, toprak özellikleri, iklim unsurları ve arazi yapısının mikroklima üzerindeki etkilerini ele alınırken, bitki örtüsünün mikroklima ile olan ilişkisine de değinilmektedir. Özellikle toprak yüzeyindeki sıcaklık değişimleri, havanın nem oranı ve rüzgâr hareketlerinin mikroklima üzerindeki etkileri incelenen konular arasındadır. Geiger, bu çalışmasıyla mikroklimanın tarım, ormancılık ve bitki coğrafyası gibi alanlarda önemini vurgulamaktadır.

Şevket Ahmet Birand (1947) tarafından hazırlanan **"Tarımsal Mineraloji"** adlı çalışmanın giriş kısmında, minerallerin yer kabuğundaki önemi ve toprakla olan ilişkisi vurgulanırken, devamında minerallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmektedir. Birand, eserinde tarımsal üretim açısından faydalı mineralleri tanıtırken, ekonomik ve teknik açıdan önemli minerallere de yer vermektedir. Kitabın son bölümünde ise minerallerin tespiti için pratik bir tabela sunulması, çalışmanın uygulamaya yönelik yönünü güçlendirmektedir.

Holdefleıss tarafından yazılan ve **Ümran Emin Çölaşan** tarafından **1947**'de Türkçeye çevrilen **''Ziraat Meteorolojisi''** adlı eser, ziraat meteorolojisinin temel

kavramları ve bu alandaki ana ilkeleri açıklamaktadır. Eserde, topraktaki doğal üretim faktörleri, tohum, çiçek ve meyvelerin olgunlaşma süreçleri gibi bitkisel üretimle ilgili konulara değinilmiştir. Hava olayları ile kültür bitkileri arasındaki ilişkiler de eserde detaylandırılmış, ürün verimliliği ile hava koşulları arasındaki bağlantılar açıklanmıştır. Genel olarak, eser, ziraat meteorolojisi alanında temel bilgileri sunan küçük bir kaynak niteliğindedir.

Şevket Ahmet Birand (1948) tarafından kaleme alınan **"Toprak Jeolojisi"** adlı eserde toprak oluşumu ve toprak oluşumunda ana kayanın, iklimin, bitki örtüsünün, topografyanın ve zamanın rolü yüzeysel olarak açıklamaktadır. Bununla birlikte topraktaki organik ve inorganik bileşenler, toprağın farklı türleri ve doğal ortamda incelenmesi hakkında bilgiler sunmaktadır. Eserin sonunda ise toprak haritalarının önemi vurgulanarak, farklı harita yapım yöntemleri ele almaktadır.

Kerim Ömer Çağlar (1949) tarafından yazılan **"Toprak Bilgisi"** adlı eser Cumhuriyet Dönemi sonrası ülkemizdeki ilk toprak bilimi ders kitaplarındandır. Bu çalışmada toprağın oluşumu ve toprak oluşumunu etkileyen faktörler, toprağın organik ve inorganik yapısı, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprakların iklim faktörüne göre sınıflandırılması, toprakların coğrafi dağılışları, bitkilerin toprakta beslenmeleri, toprak analizleri ve toprağın korunması gibi konular işlenmiştir.

Rıza Güray (1958) tarafından kaleme alınmış olan **"Toprak Etüdü ve Zirai Maksatla Arazi Tasnifi"** adlı eser, ülkemizdeki arazi tasnifi çalışmaları açısından ilk eserlerdendir. Ancak, eserin genel olarak yüzeysel bir yaklaşımla kaleme alındığı söylenebilir. Güray, çalışmasında arazi tasnifinin ne olduğu, farklı arazi sınıflarının özellikleri ve ülkemizdeki toprak etüdü çalışmalarıyla ilgili genel bir değerlendirme yapmaktadır.

Harvey Oakes (1958) tarafından hazırlanan **"Türkiye Toprakları"** adlı çalışma Türkiye topraklarıyla ilgili ilk en kapsamlı çalışmalardandır. Türkiye'de görülen büyük toprak gruplarının özellikleri ve dağılışı ile bu topraklardan yararlanma ve tatbik edilen ziraat sistemi hakkında bilgiler verilmiştir. Bu değerli eser ülkemizde görülen toprakların profil özellikleriyle ilgili cetveller ve Türkiye topraklarının coğrafi dağılışını gösteren haritalar da içermektedir.

Walter P. Kelley'in yazdığı ve **İlhan Akalan** tarafından **1960** yılında Türkçeye kazandırılan **"Topraklarda Katyon Mübadelesi"** adlı eserde katyon mübadelesinin

topraktaki rolü tarihi bir perspektifte incelenerek, bu olayın temel prensipleri ve mekanizmaları detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Eserde ayrıca, toprağın Katyon Değişim Kapasitesini (KDK) belirleyen temel bileşenlerden biri olan kil minerallerinin özellikleri incelenmektedir.

Walter P. Kelley'in yazdığı ve **Özdemir Beyce** tarafından **1960'**da Türkçeye çevrilen **"Alkali Topraklar Teşekkülleri Özellikleri ve Islahları"** adlı eser, alkali topraklar üzerine kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Walter P. Kelley, bu çalışmasında topraktaki tuzların kökeni ve birikimi, tuzların toprak üzerindeki etkileri, alkali topraklarda bulunan eriyebilir tuzlar ve kabili mübadele bazlar, alkali toprakların oluşumu ve gelişimi, sulama ile alkali topraklar arasındaki ilişki, alkali toprakların bitki yetiştirmedeki etkileri ve bu toprakların ıslahı gibi konuları ele almaktadır. Çalışma, alkali toprakların anlaşılması ve ıslahı için temel bir kaynak olup, bu alanda yapılan çalışmalar için önemli bir kaynaktır.

Asaf Irmak'ın (1954) ''Arazi ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları'' adlı eseri, Türkiye'de toprak bilimi alanında hazırlanmış temel başvuru kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamlı çalışma, arazi koşullarında toprak örneklerinin toplanmasına yönelik standart prosedürleri ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Eser, aynı zamanda sahadan temin edilen bu numunelerin laboratuvar ortamında inceleneceği fiziksel ve kimyasal analiz yöntemlerini bütüncül bir metodoloji içerisinde sunmaktadır.

Erol Tümertekin (1957) tarafından kaleme alınan **"İktisadi Coğrafya Kurak Bölgelerde Ziraat"** adlı eserde kurak bölgelerde tarımın karmaşık yapısı ve zorlukları derinlemesine incelenmektedir. Türkiye özelinde kuraklık sorununu ele alan çalışma, ülkemizdeki kurak bölgelerde tarımın mevcut durumunu ve potansiyeli değerlendirilmektedir. Özellikle Türkiye'deki kurak bölgelerde tarım başlıklı bölüm, bu bölgelerde uygulanan tarımsal üretim sistemleri, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Sırrı Erinç'in 1957 yılında yayımlanan **"Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları"** adlı eseri, Türkiye'nin iklimine dair kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Eserde, sıcaklık, su buharı, nemlilik ve yoğuşma gibi temel klimatolojik kavramlar ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin yağış şartları ve bu iklim koşullarının hidrolojik sonuçları, akarsu rejimleri ve su ihtiyacı gibi konular detaylı bir şekilde

incelenmiştir. Eser, Türkiye'de kuraklık problemi ve su yönetimi gibi önemli meseleleri de değerlendirmekte ve iklim şartlarının hidrolojik neticelerine dair toplu bir bakış sağlamaktadır.

Ümran Emin Çölaşan'ın (1959) "Meteoroloji İklim ve Ziraat" adlı eseri, mikroklima ve mikroklimatolojik gözlemlerle ilgili önemli bilgiler sunarak, erozyon ve hava tahminlerinin tarım açısından önemi özellikle de iklim faktörlerinin ziraat üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur. Yani, sıcaklık, yağış, buharlaşma ve rüzgâr gibi klimatik unsurların bitkisel üretimle olan ilişkisi ele alınmıştır. Bu kapsamlı çalışma, bitkisel üretim faaliyetleri ve iklim arasındaki dinamiklerin anlaşılması için temel bir kaynak oluşturmakta olup, bu doktora tezi çalışması için de önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

Mecit Çağtay (1960) tarafından yazılan **"Toprakta Katyon Mübadelesi ve Bitki Besleme Yönünden Önemi"** başlıklı eser, toprakların kimyasal yapısı ve bitki beslenmesi arasındaki ilişkiyi derinlemesine inceleyen önemli bir çalışma olarak öne çıkmaktadır. Eserde, toprağın temel yapı taşları olan mübadele materyalleri ele alınırken, katyonların toprakta nasıl tutunduğu ve bitkiler tarafından nasıl alındığı gibi konulara da geniş yer verilmiştir. Ayrıca, toprakta katyon mübadelesini etkileyen çeşitli faktörler ve bu sürecin bitki beslenmesi üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri de incelenerek, toprağın verimliliği ve bitki yetiştirme açısından katyon mübadelesinin önemi vurgulanmıştır.

Ümran Emin Çölaşan'ın (1960) "Türkiye İklimi" adlı eseri, genel iklim bilgileri ve iklim gözlemleriyle başlamakta, ardından Türkiye'nin tamamı ve farklı bölgeleri için ayrıntılı iklim analizlerine yer vermektedir. Yağış, sıcaklık, bulutluluk, güneşlenme, rüzgâr ve nem gibi meteorolojik unsurların yanı sıra, bölgelerin iklim özelliklerini gösteren çeşitli cetveller de çalışmada sunulmaktadır. Çölaşan, kitabın sonunda Türkiye'de kuraklığın önemini vurgulayarak, kuraklık sınırlarını belirleyen yağış miktarlarını da incelemektedir. Bu çalışma, Türkiye'deki iklim koşullarının derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlayan önemli bir kaynaktır.

Ümran Emin Çölaşan'ın (1961) "Türkiye Fenolojik Atlası" adlı eserinde, fenolojinin tanımı ve tarihçesi ile birlikte bu bilim dalının bitkisel üretim açısından önemini detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Eserde, fenolojik değişimlere etki eden faktörler ve fenolojik haritaların önemi üzerinde durulmuştur. Türkiye'de

gerçekleştirilen fenoloji gözlemleri ve bu gözlemler sırasında dikkate alınması gereken hususlar da incelenmiştir. Ayrıca, ülkemizde yetişen hububat ve bakliyat türleri, pamuk, patates, şeker pancarı, bağ ile çeşitli meyve ağaçlarının fenolojik haritaları sunulmuştur. Alanında Türkiye'deki ender kaynaklardan biridir.

Doğan Dinçer'in (1962) Amerika Tarım Bakanlığı'nın bir çalışmasını Türkçeye kazandırdığı **"Sulanan Toprakların Tuz Problemleri"** adlı eser, konuya dair yüzeysel bir bakış açısı sunmaktadır. Eserde, sulanan alanlarda sıkça karşılaşılan tuzlanma sorununun kökenleri, tuzun bitki ve toprak üzerindeki olumsuz etkileri ve tuzlu toprakların ıslahı için bazı yöntemler özet bir şekilde incelenmektedir.

John T. Maletic tarafından kaleme alınan ve **Ziya Arıkök'ün (1962)** Türkçeye tercüme ettiği **"Toprak Etütleri ve Sulu Ziraatla Arazi Tasnifi Arasındaki Münasebetler"** adlı eser, toprak etütlerinin sulu tarım arazilerinin sınıflandırılmasındaki önemini vurgulayan bir incelemedir. Bu çalışma, toprak etütlerinin sulu tarım açısından arazi değerlendirmesinde nasıl kullanılabileceğine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Eyüb Hızalan'ın (1963) "Toprağın Ana Maddeleri ve Tecezzi Olayları" adlı eseri, toprak oluşumunun temel yapı taşları olan mineral ana maddeler, kayaçlar ve parçalanma olayları üzerine kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Eserde, özellikle püskürük ve tortul kayaçların parçalanma (ufalanma) olaylarına dair detaylı analizler yer almaktadır. Bu çalışma, toprakların oluşum süreçleri ve farklı kayaç türlerinin bu süreçteki rolleri hakkında daha derin bir anlayış sunmaktadır.

Sudi Kocaoğlu (1964) tarafından Türkçeye kazandırılan, **P. Buring** ve **A.P.A. Vink'e** ait **"Hava Fotoğraflarının Toprak Etütlerinde Kullanılması"** adlı çalışma, toprak bilimlerinde uzaktan algılamanın temel bir araç olarak benimsenmesinde ilk önemli kilometre taşlarındandır. Bu öncü çalışmada, hava fotoğraflarının toprak araştırmalarında bir harita olarak kullanılmasının yanı sıra, fotoğraf mozaiklerinin oluşturulması, fotoğraf üzerindeki nesnelerin tanınması ve sınıflandırılması, toprak etütlerinde hava fotoğrafı yorumlamasının temel prensipleri gibi konulara değinmiştir.

M. Şefik Yeşilsoy'un (1966) Türkçeye çevirdiği, **G.H. Bolt** tarafından kaleme alınan **''Toprak Kimyası ve Fiziğinin Esasları''** adlı eser, toprağın oluşum süreçleri, katı ve sıvı fazları arasındaki etkileşimler, katyon ve anyonların toprak tarafından tutulması gibi temel konular ele alınmaktadır.

Hans Jenny tarafından yazılan ve **Abdüsselam Ergene** ile **İnayet Berkman (1967)** tarafında Türkçeye tercüme edilen **"Toprak Oluş Faktörleri Kantitatif Pedolojinin Bir Sistemi"** adlı çalışmada toprak oluşumunu şekillendiren beş temel faktöre oldukça detaylı bir bakış açısı sunulmaktadır. Eserde, zamanın toprak profilinde yarattığı değişimler, ana materyalin toprak özelliklerine olan etkileri, topografyanın toprak oluşumundaki rolü, iklimin toprak oluşum süreçlerindeki önemi ve organizmaların toprak yapısına katkıları gibi konular ayrıntılı bir şekilde incelenmektedir.

İlhan Akalan (1968) tarafından hazırlanan **"Toprak (Oluşu, yapısı ve özellikleri)"** adlı çalışma içerik bakımından oldukça kapsamlı bir ders kitabıdır. Yirmi bölümden oluşan kitapta konular ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Eser toprak biliminin tarihsel gelişimi ile başlamaktadır. Bunu toprak ana materyali, toprak oluşumundaki ayrışma olayları, toprakların karakter kazanmasında rol oynayan faktörler, toprak profili, toprakların sınıflandırılması, toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri, bitki besin maddeleri ve bunların faydaları, toprak reaksiyonu, toprak canlıları, toprakların organik maddeleri, toprak-su ilişkileri, toprak havası ve sıcaklığı, organik topraklar, kirecin toprak ve bitkilerle olan ilişkileri, toprakların nitrojen, fosfor, potasyum ve mikro element durumu izlemektedir.

Ali Tanoğlu'nun (1968) "Ziraat Hayatı Cilt I Ziraat Tarihine Bir Bakış ve Orta İklim Memleketlerinde Ziraat" adlı çalışması, tarımsal faaliyetlerin köklü geçmişine dair kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Eserde, ziraat tarihi genel olarak değerlendirildikten sonra özellikle orta iklim bölgelerindeki tarım hayatına odaklanmaktadır. Tanoğlu, bu bölgelerde tarımın genel koşullarını detaylı bir şekilde analiz ederken özellikle buğday olmak üzere mısır, zeytin ve üzüm gibi temel bitkilerin yetiştirilmesi üzerine önemli bilgiler vermektedir. Bu çalışma, tarımın tarihsel gelişimini ve coğrafi koşullarla olan ilişkisini anlamak isteyen herkese hitap etmektedir.

Eyüp Hızalan'ın "Toprak Etüt ve Haritalama I-II" adlı kapsamlı çalışması, toprak bilimi alanında temel bir referans niteliğindedir. I. cildinin **1969** yılında II. cildinin ise **1976** yılında basıldığı bu eser, toprak haritalarının hazırlanması, toprak özelliklerinin belirlenmesi ve toprakların çeşitli amaçlarla değerlendirilmesi süreçlerini detaylı bir şekilde ele almaktadır. Birinci ciltte, toprak etütlerinin amacı, arazi çalışmaları için gerekli hazırlıklar, toprakların sınıflandırılması ve haritalanması gibi

konulara yer verilirken, ikinci ciltte toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprak drenajı ve toprakların kullanım potansiyelleri gibi daha spesifik konular üzerinde durulmaktadır.

İlhan Akalan'ın (1969) önemli çalışması olan **"Türkiye'nin Bazı Tipik Büyük Toprak Gruplarının Kil ve Mil Mineralojisi Üzerinde Bir Araştırma"** adlı eserde X-ışınları yansıma tekniğinin kil minerallerinin teşhisindeki önemi vurgulanmaktadır. Akalan, kaolin ve vermikülit gibi farklı kil minerallerinin belirlenmesi için detaylı analizler gerçekleştirmiştir.

Ahmet Ardel, Ajun Kurter ve **Yusuf Dönmez (1969)** tarafından kaleme alınan **"Klimatoloji Tatbikatı"** adlı eserde, klimatolojiye dair temel konular uygulamalı bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Eserde, sıcaklık, basınç, rüzgarlar, atmosferdeki su buharı ve yağış gibi temel iklim unsurları üzerinde durulmakta, bu konularla ilgili detaylı hesaplamalar ve pratik uygulamalar sunulmaktadır. Hava kütleleri ve hava tiplerinin analizi, iklim kuşakları ve iklim tiplerinin sınıflandırılması gibi konular da kitapta kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca, iklim diyagramları üzerinden yapılan analizler, teorik bilgilerin pratikte nasıl kullanılabileceğini gösteren önemli bir örnek teşkil etmektedir. Bu eser, klimatoloji alanında hem teorik bilgi hem de uygulama açısından değerli bir kaynak niteliğindedir.

Mehmet Şahin (1970) tarafından hazırlanan **"Organik Maddenin Toprak Teşekkülündeki Rolü"** adlı kısa çalışmada organik maddenin toprakların oluşumundaki rolü, topraklara kazandırdığı fiziksel ve kimyasal özelliklere değinilmiştir.

Mehmet Şahin (1970) tarafından hazırlanan **"Suyun Toprak Teşekkülüne ve Çeşitli Toprak Tiplerinin Genetik Özellikleri Üzerine Yapmış Olduğu Tesirler"** adlı çalışmada suyun toprak oluşumundaki rolü, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi, toprağa kazandırdığı genetik özellikler gibi konular ele alınmıştır.

Asaf Irmak'ın (1972) yılında kaleme aldığı **"Toprak İlmi"** adlı kapsamlı çalışması, toprak biliminin temel konularına ışık tutmaktadır. Eser, toprağın oluşumu, toprağın yapısı, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, kil mineralleri, organik madde ve toprak erozyonuna kadar geniş bir yelpazede bilgi sunmaktadır. Toprakların farklı iklim koşullarında nasıl teşekkül ettiği ve toprak haritalama yöntemleri gibi konular, çalışmada incelenen önemli başlıklar arasındadır.

Eyüp Hızalan (1972) tarafından hazırlanan **"Toprak Oluşu, Profili ve Horizonları"** adlı eserde toprak profili ve özellikleri ile ilgili önemli bilgiler yer almaktadır. Bu eserde ele alınan başlıca konular; toprak horizonlarının teşhisi ve isimlendirilmesi, sembollerin kullanılması, horizonların ölçülmesi, sınırları ve horizon değişimleri ile yüzey ve yüzey altı horizonların teşhisidir.

M. Tevfik Tarkan'ın 1973 yılında yayımlanan **"Zirai Klimatoloji"** adlı eseri, zirai klimatolojinin temel konularını ve amacını ele almaktadır. Eserde, iklim ve bitki yetiştirilmesi arasındaki ilişki incelenmiş ve bu bağlamda ziraat ile fenolojik gözlemlerin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, sıcaklık, rüzgâr ve yağış gibi iklim faktörlerinin bitkiler üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu çalışma, bitkisel üretim ve iklim koşulları arasındaki bağlantıyı anlamak için kritik bilgiler sunmaktadır.

İlhan Akalan (1974) tarafından kaleme alınan **"Toprak ve Su Muhafazası"** adlı eserde toprak ve suyun korumanın önemi, toprak erozyonunun meydana gelmesi ve özellikleri, erozyon tipleri, erozyonun iklim, toprak ve su ile ilişkileri, arazilerin erozyondan koruma yöntemleri, arazi kullanma kabiliyeti, kurak ve yarı kurak sahalarda mera ıslahı gibi konular ele alınmıştır.

Ahmet Nişancı'nın (1975) "Sıklık Dağılışları ve Hava Durumlarına Bağlılıkları İçinde Türkiye'nin Yağış Şartlarının İncelenmesi" adlı eseri, Türkiye'nin yağış koşullarını atmosfer dolaşım sistemi çerçevesinde ele almaktadır. Araştırmada, ülkemizin atmosferik dolaşım sistemi içindeki konumu ve bunun yağışlara etkisi incelenmiş, yıllık ortalama yağış dağılışı haritalanmıştır. Nişancı, çalışmasında yağışların hava durumu sistemleriyle olan ilişkisini de ele alarak, Türkiye'deki yağışların oluşum mekanizmaları hakkında önemli bilgiler sunmuştur.

Fuat Saatçı'nın 1975 yılında yayımlanan **"Toprak İlmi"** adlı eserinde, toprak biliminin temel kavramları ve süreçleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Saatçı, toprak oluşumunun karmaşık süreçlerini, toprağı meydana getiren minerallerin çeşitliliğini ve toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini detaylı bir şekilde incelemektedir. Eserde, toprak ve su arasındaki etkileşim, toprağın reaksiyonu ve toprakta yaşayan organizmaların toprak oluşumundaki rolü gibi konulara da yer verilmektedir

Necdet Tunçdilek'in (1978) "Türkiye'nin Kır Potansiyeli ve Sorunları" adlı eserinde, Türkiye'nin dünya üzerindeki konumu ve fiziksel potansiyeli (relief, iklim, toprak, su, bitki ve biyoklimatik koşullar gibi) ele alınmış, bu koşulların kırsal uğraşı

düzenleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin coğrafi potansiyeli içinde insan potansiyeli ve kırsal alanlardaki sorunlar da tartışılmıştır. Kitap, kırsal bölgelerin nasıl cazip hale getirilmesi gerektiğini ve bölgesel planlama açısından Türkiye'nin coğrafi bölgelerinin değerlendirilmesini içermektedir. Bu çalışma, Türkiye'nin kırsal potansiyelini ve bu potansiyelin nasıl daha verimli kullanılabileceğini ortaya koyan önemli bir kaynaktır.

Yusuf Dönmez'in 1979 tarihli **"Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları"** adlı eserinde, sıcaklık, atmosfer basıncı ve rüzgarlar ile su buharı ve yağış gibi temel iklim unsurlarının dağılışı ve değişimlerini ayrıntılı olarak ele almaktadır. Eserde, sıcaklığın dağılışı, yıllık değişimi, rejimi ve haritalanması gibi konular üzerinde durulmuş, sıcaklıkla ilgili uygulamalı çalışmalar ve uzun süreli değişimler incelenmiştir. Atmosferin genel sirkülasyonu, büyük rüzgâr sistemleri ve bunların rejimleri de kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Ayrıca, buharlaşma, yağış durumları ve bunlarla ilgili uygulamalı çalışmalar eserde geniş yer bulurken Köppen, De Martonne ve Thornthwaite gibi iklim sınıflandırmaları da değerlendirilmiştir. Dönmez'in eseri, iklim verilerinin analizi ve sınıflandırılması açısından önemli bir kaynak sunmaktadır.

Mehmet Tansoy'un (1981) "Toprak Etütlerinde Foto-Yorumlama" adlı çalışmada, foto-yorumlama yöntemiyle toprak haritalarının nasıl oluşturulduğu ve bu haritaların toprak araştırmalarındaki kullanım alanları incelenmektedir. Ayrıca Tansoy, toprak etütleri için gerekli olan foto-yorumlama elementlerini sıralayarak, bu yöntemin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gereken temel bilgileri sunmaktadır.

Nuri Munsuz (1982) tarafından hazırlanan **"Toprak-Su İlişkileri"** adlı eser ziraat fakülteleri toprak ilmi bölümü öğrencileri için kaleme alınmıştır. Eserde toprak suyu, toprakta suyun durumu ve tutulma enerjisi, toprakta nem sabiteleri ve toprak neminin sınıflandırılması, toprakta nem miktarı ve nem tansiyonunun ölçülmesi, toprakta suyun hareketi, infiltrasyon ve türleri, çıplak yüzeyli topraklarda evaporasyon ile tarım topraklarında su dengesi konularına değinilmiştir.

Faruk İnce (1983) tarafından kaleme alınan **"Yeni Toprak Ordo'ları (Temel Özellikleri ve Sınıflandırılmaları)"** adlı çalışmada, 1975 Toprak Taksonomisi'ne göre topraklar 10 temel ordo altında incelenmiştir. Bunlar sırasıyla Alfisol'ler, Aridisol'ler, Entisol'ler, Histosol'ler, İnceptisoller, Mollisol'ler, Oxisol'ler, Spodosol'ler, Ultisol'ler ve Vertisol'lerdir. Bu çalışma, toprakların sınıflandırılması konusunda önemli bir

kaynak niteliğinde olup, daha alt kategorilerdeki alt sınıfların da temel özelliklerini detaylı bir şekilde incelemektedir.

M. Doğan Kantarcı'nın (1983) "Türkiye'de Arazi Yetenek Sınıfları ile Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu" adlı eserinde, Türkiye'deki arazi yetenek sınıflarının coğrafi bölgelere göre durumunu ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de araziden faydalanma ile arazi yetenek sınıfları arasındaki ilişkiyi coğrafi bölgelere göre analiz ederek, farklı bölgelerdeki araziden faydalanma biçimlerinin yetenek sınıflarına nasıl uyduğunu göstermektedir. Kantarcı, orman, mera-çayır ve tarım alanlarının arazi yetenek sınıflarıyla olan ilişkisini bölgesel bazda inceleyerek, bu alanların potansiyel ve mevcut kullanımlarını değerlendirmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin farklı bölgelerinde arazi yetenek sınıflarının nasıl dağıldığını ve bu dağılımın araziden faydalanma üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.

M. Yüksel Dizdar'ın (1983) kaleme aldığı **"Toprak Sınıflaması"** adlı çalışma, toprakların sınıflandırılması alanında önemli bir referans kaynağıdır. Eser, farklı ülkeler ve kuruluşlar tarafından geliştirilen çeşitli toprak sınıflandırma sistemlerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Dizdar, Eski Amerikan Toprak Sınıflaması, Yeni Amerikan Toprak Sınıflaması (Toprak Taksonomisi) ve FAO/UNESCO Toprak Sınıflaması gibi uluslararası kabul görmüş sistemlerin yanı sıra, Avustralya, Fransa ve Rusya gibi ülkelerin özgün toprak sınıflandırma sistemlerini de ele almaktadır.

Akgün Aydeniz'in (1985) kaleme aldığı **"Toprak Amenajmanı"** adlı çalışmasında, toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği için denge ve düzenin ne kadar önemli olduğunu vurgulanır. Eser, tarımın karmaşık bir sistem içinde yer aldığını ve bu sistemde toprak, topografya ve iklim gibi faktörlerin verimliliği doğrudan etkilediğini belirtir. Aydeniz, bu denge ve düzenin bozulmasının, bitki besin dengesizlikleri gibi sorunlara yol açabileceğini ve bunun da tarımsal üretimi olumsuz etkileyebileceğini ifade eder. Çalışmada, tarımın sürdürülebilirliği için toprağın verimliliğinin artırılması ve korunması gerektiği, bunun için de toprak amenajmanı uygulamalarının önemi vurgulanır.

Necdet Tunçdilek'in (1985) kapsamlı çalışması olan **"Türkiye'de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı"** adlı çalışmada, Türkiye coğrafyasında araziden faydalanma ile relief şekilleri arasındaki ilişki derinlemesine incelenmektedir. Eserde, insanın araziden nasıl yararlandığı, bu süreçte litosferin rolü ve relief faktörlerinin önemi

gibi temel konulara yer veriliyor. Yazar, ova, plato ve dağ gibi farklı arazi tiplerinden faydalanma potansiyellerini ayrıntılı bir şekilde ele alırken, eğim faktörünün ve eğim gruplarının araziden faydalanmayı nasıl etkilediğini de vurguluyor. Tunçdilek'in bu çalışması, Türkiye'deki araziden faydalanma planlamaları ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi konusunda önemli bir referans kaynağı niteliğindedir.

Süha Göney (1987) tarafından yazılan **"Türkiye Ziraatinin Esasları I"** adlı eserde ülkemiz ziraatını şekillendiren iklim, toprak ve su gibi doğal faktörlerin yanı sıra, ziraat sahalarının mülkiyet ve tasarruf durumunun da ziraat hayatımız üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Eser ayrıca, Türkiye'nin ziraat tarihçesini ele alarak, günümüzdeki tarımsal üretim sisteminin kökenlerini ve gelişimini açıklamaya çalışmaktadır.

Ural Dinç, Suat Şenol, Selim Kapur, İbrahim Atalay ve Cemil Cangir (1997) tarafından hazırlanan **"Türkiye Toprakları"** adlı çalışmada Türkiye topraklarının yeni sınıflandırma sistemleri (7. Toprak Sınıflandırma Sistemi) içerisinde ordo düzeyinde dağılımları, oluşu ve genel karakteristik özellikleri ile örnek alınan toprak profillerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları yer almaktadır. Çalışmada yer alan diğer önemli konu ise Türkiye topraklarının potansiyeli ve bu topraklardaki erozyon, tuzluluk, alkalilik, toprak derinliği ve tarım topraklarının amaç dışı kullanımı gibi sorunlardır.

Erkan Kulabaş ve Muhammet Kılcı (1998) tarafından hazırlanan **"Anakayalar ve Toprakların Karakteristik Özellikleri ve Pratik Teşhis Anahtarları"** adlı eserde bazı kayaçların yapısında bulunan mineraller tanıtılmış ve bu kayaçların toprak verme özelliklerine değinilmiştir. Ayrıca kayaç türlerine göre ortaya çıkan toprak türlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ele alınmıştır.

Abdüsselam Ergene (1997) tarafından kaleme alınan **"Toprak Biliminin Esasları"** adlı eser toprak bilimi alanında temel bir başvuru kaynağı niteliğindedir. Ziraat fakülteleri öğrencilerine yönelik hazırlanmış olsa da toprak hakkında bilgi sahibi olmak isteyen herkes için kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Toplam 13 bölümden oluşan eserde toprağın genel yapısı, toprakların teşekkülü, toprakların sınıflandırılması, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, toprak-su ilişkisi, toprakta bitki besin elementleri ve besin elementleri ihtiyacı, toprağın korunması, gübreler ve topraktaki etkisi ile Türkiye toprakları konuları üzerinde durulmuştur. Kitabın son kısmında ise

toprak bilimi terimlerinin daha açıklıkla anlamaları amacıyla toprak terimleriyle ilgili bir bölümde eklenmiştir.

Barış Mater (1998) tarafından hazırlanan "**Toprak Coğrafyası"** adlı eser, toprak bilimi alanında temel bir kaynak niteliğindedir. Ders kitabı formatındaki bu çalışma, toprakların oluşumu, özellikleri ve coğrafi dağılımı gibi konuları kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Eserde, toprak yapısı, toprak oluşumunda etkili olan faktörler ve pedojenik süreçler detaylı olarak incelenirken, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri de ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır. Mater, toprak sınıflandırması ve farklı toprak türlerinin coğrafi dağılımı üzerinde durarak, toprakların coğrafi çevre ile olan ilişkilerini ortaya koymaktadır.

M. Doğan Kantarcı (2000) tarafından hazırlanan **"Toprak İlmi"** adlı eser içerik bakımından kapsamlı bir ders kitabıdır. Eser, toprak oluşumunu etkileyen faktörlerden başlayarak, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine kadar geniş bir yelpazede konuyu işler. Çalışmada topraktaki bitki besin elementleri, toprak genetiği ve sınıflandırılma türleri ele alınan diğer başlıca konulardır.

Müdahir Özgül'ün 2003 yılında kaleme aldığı **"Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Arazi Kullanım Haritalarının Hazırlanması"** adlı makale, uzaktan algılamanın temel kavramlarından görüntü işleme tekniklerine, arazi örtü tiplerinin belirlenmesinden CORINE projesine kadar geniş bir yelpazede konuya değinmektedir.

Ünal Altınbaş'ın (2006) kaleme aldığı **"Toprak Etüd ve Haritalama"** adlı eser, toprak bilimi alanında pratik bir uygulama kılavuzu niteliğindedir. Kitapta, toprak haritalarının hazırlanması ve yorumlanması sürecinde kullanılan yöntem ve teknikleri detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Altınbaş ayrıca, farklı araziden faydalanma yetenek sınıflarının belirlenmesi ve bu sınıflandırmalarda kullanılan standartlara dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Özşen Çorumluoğlu, İbrahim Kalaycı, Mehmet Burak Ceran (2007) tarafından kaleme alınan **"Bilgi Toplumlarında Modern Tarım Yaklaşımı: Hassas Tarımda Uydu ve Bilgi Sistemi Teknolojileri (GPS, Uzaktan Algılama ve CBS)"** adlı çalışmada, bilgi toplumlarında tarımın modernleşmesinde uydu ve bilgi sistemlerinin önemini vurgulanmaktadır. Araştırmada, Türkiye'nin bilgi toplumu olma yolundaki durumu değerlendirilirken, hassas tarımın ne olduğu ve bu alanda kullanılan

GPS (Global Positioning System), uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) gibi teknolojiler ele alınmaktadır.

İbrahim Atalay'ın (2010) "Uygulamalı Klimatoloji" adlı eseri, atmosferin katmanları ve bileşimlerinden başlayarak, dünyanın ısınması, atmosferin nemi, bulut ve yağış oluşumu gibi temel klimatolojik süreçleri ele almaktadır. Kitapta, rüzgâr oluşumu, atmosfer ve okyanustaki dolaşımları, hava kütleleri ve fırtınalar gibi meteorolojik olgular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sinoptik klimatoloji ve hava tahminlerinden geçmişteki iklim değişimlerine kadar geniş bir yelpazede bilgi sunan eser, iklim sınıflandırması ve dünyanın başlıca iklim bölgelerinin özelliklerini de kapsamaktadır. Türkiye'nin iklim koşulları ve bu koşulların bitki örtüsü ve toprakla ilişkisi de eserde geniş yer tutmaktadır. Atalay'ın bu klimatoloji eserinin diğer klimatoloji eserlerinden ayrılan en önemli yanı ise, iklimin doğal çevre ve insanla olan etkileşimini anlamak için önemli bir kaynak niteliği taşımasıdır.

İbrahim Atalay'ın (2011) kaleme aldığı **"Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası"** adlı eser, toprak hakkında bilgi almak isteyen kimseler için kapsamlı bir kaynak niteliğindedir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprağı oluşturan faktörler, toprakların sınıflandırılması, ülkemizde görülen başlıca toprak türleri ve dağılışları yine ülkemizde toprak-arazi kullanımı-bitki arasındaki ilişki incelenen başlıca konulardır. Bu eserin diğer toprak bilimi ders kitaplarından ayrılan en önemli yanı kitabın sonunda toprak bilimi ile ilgili oldukça geniş terminolojiye yer verilmesidir.

Mücahit Karaoğlu'nun (2013) "Meteoroloji Klimatoloji Zirai Meteoroloji" adlı eseri, zirai meteorolojinin tarımsal üretim üzerindeki kapsamlı etkisini ortaya koymaktadır. Eser, zirai meteorolojinin temel amaç ve faydalarından başlayarak, iklim faktörlerinin bitki büyümesi ve toprak özellikleri üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde incelemektedir. Bitkilerin sıcaklık ve su ihtiyaçları, toprak sıcaklığı ve nem içeriği gibi konulara ek olarak, bulut, yağış ve rüzgâr gibi meteorolojik olayların tarımsal üretim üzerindeki etkileri de ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Karaoğlu'nun çalışması, zirai meteorolojik gözlem ve uygulamaların yanı sıra, uzaktan algılama yöntemlerinin bu alandaki önemini de vurgulamaktadır. Bu kapsamlı inceleme, zirai meteorolojinin tarımsal verimliliği artırmada ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesinde ne kadar önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Esen Durmuş ve Ali Yiğit (2014) tarafından hazırlanan **"Türkiye'nin Tarım Yöreleri ve Bölgeleri"** isimli çalışmada üretilen tarım ürünlerinin alansal dağılışları ele alınmış ve Türkiye'nin tarım yöreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yöre ayırımında bitkisel üretim verileri kriter olarak alınmıştır. Bu çalışma, Türkiye tarımının bölgesel farklılıklarını ortaya koyması ve tarımsal üretim planlamasında önemli bir referans noktası olması açısından değerlidir.

İbrahim Atalay'ın (2014) "Toprak, Bitki ve Çölleşme Atlası" adlı çalışması, toprak bilimi, bitki ekolojisi ve arazi bozulması konularında genel bir bakış sunmayı amaçlayan görsel ağırlıklı bir eserdir. Kitap, toprak oluşumu süreçleri, farklı toprak tipleri, bitki örtüsünün yetişme şartları ve sınıflandırılması ile Türkiye'deki arazi degradasyonuna dair temel bilgileri sunmaktadır. Ancak, konuların daha çok yüzeysel olarak işlendiği ve derinlemesine bilimsel bir incelemeden ziyade görsel materyallere dayalı bir sunum olduğu söylenebilir.

Mehmet Zengin ve Aynur Özbahçe (2014) tarafından kaleme alınan **"Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri"** adlı eser, tarım sektöründe oldukça önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Söz konusu çalışma, farklı bitki türlerinin yetiştirilmesi için gerekli olan iklim ve toprak koşullarını kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Tarla bitkilerinden süs bitkilerine kadar geniş bir yelpazede bitki türünün iklim ve toprak istekleri hakkında detaylı bilgiler sunan bu eser, ilgili alanda çalışan araştırmacılar ve üreticiler için değerli bir kaynak niteliğindedir.

İbrahim Atalay ve H. Arzu Gökçe Gündüzoğlu (2015) tarafından hazırlanan **"Türkiye'nin Ekolojik Koşullarına Göre Arazi Kabiliyet Sınıflandırılması"** adlı eser, arazi kabiliyet sınıflandırması konusunda kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Çalışmada, dünya genelindeki arazi sınıflandırma uygulamalarına yer verilerek Türkiye'deki durumla karşılaştırılmıştır. Ülkemizde arazi sınıflandırılmasında temel alınan ölçütler ve ortaya çıkan sonuçlar ile Türkiye'nin arazi kabiliyet sınıfları detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Özellikle tarıma uygun ve uygun olmayan arazilerin belirlenmesi ve yanlış arazi kullanımının yol açtığı sorunlar üzerinde durulmuştur. Eser, bu sorunlara yönelik çözüm önerileri sunarak, sürdürülebilir araziden faydalanma konusunda önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Hayati Doğanay ve Ogün Coşkun (2015) tarafından kaleme alınan **"Tarım Coğrafyası"** adlı eser içerik bakımından bir ders kitabıdır. Eser altı ana bölümden

oluşmaktadır. Giriş bölümünde tarım ve tarım coğrafyası, ülkemizde tarım coğrafyası çalışmaları ve tarım tekniklerindeki gelişmeler gibi konular ele alınmıştır. Daha sonraki bölümlerde ise tarımsal faaliyetleri etkileyen doğal ve beşerî çevre koşulları, tahıl tarımı, meyve yetiştiriciliği, hayvancılık ve su ürünleri yetiştiriciliği ile ağaç ürünleri konuları üzerinde durulmuştur. Kitabın sonunda ise tarımsal etkinlikler ile ilgili terminolojiye yer verilmiştir.

Murat Türkeş'in 2017 tarihli **"Genel Klimatoloji Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri"** adlı eseri, meteoroloji ve klimatolojiye dair kapsamlı bir giriş sunmaktadır. Eser, atmosfer, hava, iklimin ilkeleri ile başlanmakta ve iklim sistemi detaylı bir şekilde ele almaktadır. Güneş ve yer ışınımı, enerji dengesi, hava sıcaklığı, basıncı, rüzgarlar ve genel atmosfer dolaşımı gibi konular, eserde geniş yer bulur. Ayrıca, hidrolojik döngü, hava nemi, yağış oluşumu ve çeşitleri, hava kütleleri, cepheler, siklonlar ve şiddetli hava olayları gibi meteorolojik olgular da derinlemesine incelenmiştir. Türkiye'nin iklim koşullarına dair değerlendirmeler, yerli araştırmacılar için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

İbrahim Atalay, Sevda Altunbaş, Mücahit Coşkun ve Muzaffer Siler (2020) tarafından hazırlanan **"Taşların Ekolojisi ile Topografyanın Toprak Oluşumu, Tarım ve Ormancılık Açısından Önemi"** adlı eserde, minerallerin ve kayaçların toprak oluşumundaki rolü ayrıntılı bir şekilde ele alınarak Türkiye'deki ana materyal gruplarının toprak oluşumu üzerindeki etkileri, tarım ve ormanlık alanların verimliliğine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Ayrıca Türkiye'deki topografya ve jeomorfoloji birimlerinin toprak oluşumuna olan etkileri de kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu çalışma, araziden faydalanma planlamalarında ve doğal kaynak yönetiminde önemli referans olarak öne çıkmaktadır.

Ahmet Ruhi Mermut (2021) başyazarlığında hazırlanan **"Toprak Bilimi"** adlı eserde, toprak bilimi disiplinine ilişkin temel kavramlar ve süreçler kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Eserde; toprak bilimine giriş, kayaçlar, mineraller ve toprak oluşumu, toprağın inorganik ve organik yapısı, toprak canlıları ve mikroskobik olaylar, toprak dokusu, agregat yapısı, boşluk oranı, renk, kıvam ve tav gibi fiziksel özellikler, toprak suyu, havası ve sıcaklığı, toprak reaksiyonu, besin maddelerinin alımı ve bitki gelişimi, toprak verimliliği ve besin maddesi yönetimi, toprak sınıflandırması, erozyon ve toprak bozulması, toprak ve çevre kirliliği, toprakların mühendislik özellikleri, toprak kalitesi

ve sağlığı ile küresel ölçekte gıda güvenliği gibi konular sistematik bir yaklaşımla işlenmiştir. Bu yönüyle eser hem akademik hem de uygulamalı çalışmalar için temel bir başvuru kaynağı niteliği taşımaktadır.

Muhammet Fatih Çakmakçı ve **Ramazan Çakmakçı (2023)** tarafından kaleme alınan **"Uzaktan Algılama, Yapay Zekâ ve Geleceğin Akıllı Tarım Teknolojisi Trendleri"** başlıklı makalede, tarım sektöründeki dijital teknolojilerin rolü detaylandırılmıştır. Makale, tarımsal uzaktan algılama, sürdürülebilir tarımda yapay zekâ ve nesnelerin interneti, tarımda insansız hava araçları ve dronların kullanımı gibi konuları kapsamaktadır. Hassas tarım teknolojilerinin bitki ve hayvan izleme, doğal kaynakların keşfi ve izlenmesi, sulama ve gübre kullanımının optimizasyonu gibi uygulama alanlarına değinilmiştir. Çalışmada, yeni teknolojilerin verim ve kaliteyi iyileştirme, maliyetleri azaltma ve sürdürülebilir gıda üretimine katkı sağlama potansiyeli vurgulanmıştır.

Ahmet Ertek'in (2024) "Toprak-Bitki-Atmosfer İlişkisinde Evapotranspirasyon (Bitki Su Tüketimi)" adlı eseri, bitki-su-toprak etkileşimini anlamak isteyenler için kapsamlı bir kaynak niteliğindedir. Eser, bitkilerin morfolojik yapılarından başlayarak, suyun bitki tarafından alım ve kullanım süreçlerine kadar geniş bir yelpazede konuyu ele almaktadır. Bitkilerde gerçekleşen kimyasal ve fizyolojik reaksiyonlar, bitki köklerinin topraktan su alım mekanizmaları, evaporasyon (buharlaşma) ve transpirasyon (terleme) gibi su kaybı süreçleri ve evapotranspirasyonun hesaplanması gibi konular detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca, toprak su içeriğini ölçmek için kullanılan çeşitli yöntemler de eserde yer almaktadır.

Araştırma Alanı ve Yakın Çevresi ile İlgili Çalışmalar

Köy İşleri Bakanlığı (1967) tarafından yayımlanan **"Köy Envanter Etütlerine Göre Urfa"** adlı çalışmada, Şanlıurfa ilindeki köylerin coğrafi, iklimsel, demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri incelenmektedir. Bu çalışma, ildeki köylerin coğrafi konumları, iklim koşulları, nüfus yapıları ve tarımsal faaliyetleri gibi temel özelliklerin yanı sıra, su kaynakları, ekonomik durumları, sosyal hizmetlere erişimleri ve yerleşim yerlerinin yapısal özellikleri hakkında da önemli bilgiler sunmaktadır.

Mustafa Bengisu (1968) tarafından coğrafi bakış açısıyla kaleme alınan **"Urfa İlinin Coğrafyası"** adlı küçük çalışma, dönemin imkanları çerçevesinde Şanlıurfa'nın coğrafyası hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Dönemin Urfa Lisesi Müdürü ve bir coğrafya öğretmeni olan Mustafa Bengisu, bu çalışmasında Şanlıurfa'nın coğrafi konumundan ekonomisine kadar geniş bir yelpazede bilgi sunmuştur. Eserde, ilin jeolojik yapısı, yeryüzü şekilleri ve iklim koşulları gibi doğal ortam şartlarıyla birlikte Şanlıurfa ilinin tarım potansiyelini de değerlendirilerek, bağcılık ve fıstık yetiştiriciliği gibi önemli ekonomik faaliyetlere yer vermiştir.

Yılmaz Toldaç'ın (1970) gerçekleştirdiği **"Ceylânpınar-Râsülayn Karstik Kaynaklarının Teşekkülü"** adlı çalışması, Ceylânpınar Ovası'nın jeolojik yapısı ve buradaki karstik kaynakların oluşumu üzerine önemli bilgiler sunmaktadır. Bölgedeki jeolojik yapı, karstik kaynakların oluşumunu doğrudan etkileyen bir faktördür. Toldaç, yaptığı araştırmalar sonucunda Ceylânpınar Ovası'ndaki kaynakların başlıca Eosen yaşlı kireçtaşları üzerinde geliştiğini ve bu kaynakların oluşumunda fayların değil, daha çok aşınma süreçlerinin etkili olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, çalışmasında kaynak sularının kimyasal özellikleri hakkında da analizler sunarak, bu suların kalitesi hakkında bilgiler vermiştir.

Ahmet Necdet Sözer (1974) tarafından hazırlanılan **"Doğu ve Güneydoğu Anadolu Coğrafya Bibliyografyası"** adlı çalışmada, özellikle 1974 yılına kadar ki bölgenin doğal ortam şartları ve sosyo-ekonomik yapısı hakkında önemli bilgiler sunan önceki çalışmalara yer verilmiştir. Sözer'in bibliyografya çalışması, bölgeyle ilgili geniş bir kaynak havuzunu ortaya koyarak, araştırma sahasıyla ilgili bu doktora tez çalışması için temel bir kaynak niteliğinde olmuştur.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından **1974** yılında hazırlanan **"Güneydoğu Anadolu'da Kuraklığa Karşı Duyarlığı Azaltma Projesi"** başlıklı çalışma, araştırma sahasının önemli bir bölümünü oluşturan Ceylanpınar Ovası'nın jeolojik yapısı, yer altı su kaynakları ve su kimyası hakkında bilgiler içermesi bakımından önem arz etmektedir. Bu bilgiler, tez çalışmasının söz konusu ovanın hidrojeolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasında katkı sağlamıştır. Projedeki ekonomik ve sosyal gözlemler ise, bölgenin genel durumu ve su kaynaklarının kullanımı açısından önemli ipuçları vererek, çalışmanın daha geniş bir perspektifte değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Faruk İnce (1976) tarafından basılmış doktora tezi olan **"Urfa, Diyarbakır, Erzurum ve Rize Bölgelerinde Kireç Taşı ve Bazalt Ana Kayalardan Oluşan Toprakların Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar"** adlı çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafya ve iklim özelliklerine sahip dört ilinde (Urfa, Diyarbakır, Erzurum ve Rize) yer alan kireçtaşı ve bazalt ana kayalarından meydana gelmiş toprakların incelemesini sunmaktadır. Araştırmacı, bu toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini detaylı bir şekilde analiz ederek, söz konusu bölgelerdeki toprak tiplerini belirlemiş ve bu toprakların temel özelliklerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular ışığında, araştırmacı bu toprakların yeni toprak sınıflandırma sistemindeki yerini belirlemek amacıyla bir değerlendirme yapmıştır.

Nilgün Summak (1989) tarafından hazırlanan **"Landsat-5 TM Termal Uydu Verileri ile Ceylanpınar Ovası Toprak ve Yüzey Materyallerinin Sıcaklıklarının İncelenmesi"** adlı yüksek lisans tezi çalışmasında Landsat-5 uydusunun termal band verileri kullanılarak Ceylanpınar ovasında yer alan farklı yüzeylerin sıcaklıkları belirlenmiştir. Bu çalışma, farklı yüzey örtülerinin sıcaklık farklılıklarını ortaya koyarak, uydu verilerinin bu tür araştırmalarda kullanılabileceğini göstermiştir.

Naci Öztürk'ün 1989 yılında hazırladığı **"Landsat-5 Sayısal Uydu Verileri Yardımıyla Ceylanpınar Ovası Topraklarının Sınıflandırılmasında Supervised ve Unsupervised Metodların Uygulanması"** adlı yüksek lisans tezi, Ceylanpınar Ovası'ndaki toprakların haritalanmasını amaçlamaktadır. Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Merkezinde gerçekleştirilen çalışmada, Eylül 1986 ve Ekim 1987 tarihli Landsat-5 TM uydu verileri değerlendirilmiştir. Araştırmada, farklı algoritmalar kullanılarak toprak serileri ve faz sınırlarının en iyi ayrımının sağlandığı belirlenmiştir. Arazi gerçeği doğrulamasında, 73 kuyu açılarak 21 toprak serisi tanımlanmış ve bu seriler, bilgisayarda elde edilen sınıflar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, arid iklime sahip toprakların sınıflandırılmasında sayısal uydu verilerinin yüksek doğruluk sağladığını göstermiştir.

Pembe Çürük (Evci) (1991) tarafından hazırlanan **"Şanlıurfa-Ceylanpınar Ovası Topraklarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma"** adlı yüksek lisans tezinde, Ceylanpınar Ovası'ndaki topraklarda, bazı önemli besin elementlerinin (fosfor, potasyum ve yararlı mikro elementler) rezerv durumu ve toprak profilindeki farklı horizonlara göre dağılımı araştırılmıştır.

Gerçekleştirilen analizlerde çalışma sahası topraklarının organik madde içerikleri genel olarak düşük bulunmuştur.

Seyyid Irmak (1991) tarafından gerçekleştirilen **"Şanlıurfa-Ceylanpınar Ovası Topraklarının Oluşu Temel Özellikleri ve Toprak Taksonomisi ile FAO/UNESCO Sistemine Göre Sınıflandırılması"** adlı doktora tezinde, öncelikle çalışma sahasında birbirinden farklı yaştaki arazi ve kayaçlar üzerinde oluşan toprakların morfolojik, fiziksel, kimyasal, mineralojik ve mikro mineralojik özellikleri incelenmiştir. Daha sonra Şanlıurfa-Ceylanpınar ovası topraklarının oluşumu incelenmiş ve bu topraklar hem Toprak Taksonomisine hem de FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmıştır. Irmak'ın çalışması, Ceylanpınar ovası topraklarının kökenini, zaman içindeki değişimlerini ve farklılıklarını ortaya koyarak, bölgenin toprak coğrafyası hakkında kapsamlı bir bilgi sunmaktadır. Irmak'ın çalışması, bölgedeki toprakların potansiyeli ve sınırlamaları hakkında önemli bilgiler sunarak, toprak yönetimi ve araziden faydalanma amaçlı planlamalar için temel bir referans noktası teşkil etmektedir.

Nafiz Gürel (1992) tamamladığı **"Ceylanpınar Ovasında Bazalt Akıntıları Üzerinde Oluşan Toprakların Genesisi"** adlı doktora tezinde, Ceylanpınar Ovası'ndaki bazalt akıntıları üzerinde oluşan toprakların oluşum süreçleri incelenmiştir. Araştırmacı, çalışma alanının jeolojik ve jeomorfolojik yapısını ele alarak, topladığı toprak örnekleri üzerinde fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizler gerçekleştirmiştir. Elde edilen bulgular, bu toprakların oluşum koşulları ve özelliklerine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Gürel'in çalışması, bölgedeki toprakların kökeni ve evrimi hakkında önemli bir kaynak niteliğindedir.

Hasan İdikurt'un 1998 yılında yayımlanan **"Geçmişten Günümüze Viranşehir**" adlı çalışmasında, Viranşehir'in tarihsel, kültürel ve coğrafi yönleri ele alınmaktadır. Eserde, Viranşehir'in doğal ortam özellikleri kısaca incelenerek, bölgenin zengin arkeolojik mirası hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca, Viranşehir'in tarihsel süreçteki yerini ve bu süreçte yaşanan önemli olayları kronolojik bir sırayla takip etmek mümkündür. Yazar, Viranşehir'in sosyal yapısını, ekonomik durumunu ve kültürel özelliklerini de incelerken, bölgenin kendine özgü gelenek ve göreneklerini de gözler önüne sermektedir.

Halid Pektezel'in 1999 yılında hazırladığı **"Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Ceylanpınar Ovasının Ziraat Yapısı Üzerinde Yaptığı ve Yapacağı Ekonomik Değişiklikler"** adlı yüksek lisans tezinde, Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Ceylanpınar Ovası üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Araştırma, Ceylanpınar Ovası'nın mevcut tarımsal yapısına genel bir bakış sunarak, tahıl ve baklagil tarımının o günkü durumu ve bu tarım türlerinin geliştirilmesi üzerinde durmaktadır. Endüstri bitkileri, ovadaki meyvecilik faaliyetleri ve mevcut durumu, yem bitkileri, çayır ve mera tarımı ile bu tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi hakkında da ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Çalışma, GAP'ın Ceylanpınar Ovası üzerindeki mevcut ve gelecekteki ekonomik etkilerini değerlendirerek, bölgenin tarımsal yapısında meydana gelen değişiklikleri kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Bu analizler, yörenin tarımsal potansiyelini ve ekonomik gelişimini anlamak ile mukayese açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Zekai Bakar, Leyla Şen ve Nazan Üstündağ (2002) tarafından kaleme alınan **"Karacadağ Köylerinde Sosyal Yapı, Tarım ve Doğal Kaynaklar"** adlı çalışmada, Karacadağ bölgesindeki köylerin sosyoekonomik yapısı incelenmektedir. Araştırmacılar, bu çalışmada köylerin nüfus yapısı, sosyal hizmetlere erişim durumu, toplumsal örgütlenme biçimleri, sosyal tabakalaşma, gelir kaynakları ve doğal kaynakların kullanımı gibi birçok önemli konuya değinmektedirler. Özellikle köylerde yaşayan insanların geçim kaynakları ve doğal kaynaklara bağımlılıkları, çalışmanın odak noktalarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Selçuk Ertekin (2002) tarafından kaleme alınan **"Karacadağ Bitki Çeşitliliği"** adlı çalışma, Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği açısından önemli bir merkez olan Karacadağ'ın flora zenginliğini detaylı bir şekilde incelemektedir. Eser, daha önce bölgede yapılmış olan çalışmalara ek olarak, Karacadağ'da yetişen endemik bitkiler, ekonomik değeri olan tarım bitkileri ve bu zenginliğin karşı karşıya olduğu tehditler gibi konulara odaklanmaktadır.

Sedat Benek (2005) tarafından hazırlanan **"Coğrafi Planlama Yönünden Şanlıurfa İlinin Tarımsal Yapısı"** adlı doktora tezi, Şanlıurfa ilinin tarımsal yapısını coğrafi planlama perspektifinden derinlemesine incelemektedir. Çalışmada, ildeki tarımsal faaliyetlerin tarihsel süreci ve günümüzdeki durumu detaylı bir şekilde analiz edilerek, Şanlıurfa'nın tarımsal potansiyeli ve karşılaştığı sorunlar ortaya konmuştur. Araştırmacı, ildeki araziden faydalanma tiplerini ve tarım ürünlerinin dağılımını

inceleyerek, Şanlıurfa'nın tarımsal coğrafyasını ortaya koymuştur. Çalışma, Şanlıurfa'nın tarımsal planlaması için önemli önerileri içermesi, ilin tarımsal potansiyelinin daha etkin kullanılması ve sürdürülebilir bir tarımın geliştirilmesi önemli bir kaynak niteliğindedir.

Sedat Benek (2009) tarafından kaleme alınan **"Viranşehir İlçesinde Doğal ve Beşerî Kaynakların Tespiti ve Kalkınma Planlamasına Yönelik Öneriler"** adlı çalışmada, bölgenin doğal ve beşerî kaynakları ayrıntılı bir şekilde incelenerek kalkınma planlamasına yönelik önemli öneriler sunmaktadır. Çalışmada, jeolojik ve jeomorfolojik yapı, iklim, bitki örtüsü ve hidrografya gibi doğal faktörlerin yanı sıra nüfus, yerleşme ve ekonomik faaliyetler gibi beşerî unsurlar da detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Benek, arazi kullanımının bölgedeki ekonomik faaliyetler üzerindeki etkilerini ve turizm potansiyelini de değerlendirerek, Viranşehir'in kalkınması için sürdürülebilir çözümler önermektedir.

Hakan Sidar Nurani (2009) tarafından yazılan **"Karacadağ'daki Taşlık Arazilerin Diyarbakır ve Bölge Ekonomisi İçin Önemi"** adlı yüksek lisans çalışmasının ilk bölümünde Karacadağ'ın doğal ortam özelliklerine değinilmiştir. İkinci bölümde ise, Karacadağ'ın ekonomik potansiyeli ve buna bağlı olarak özellikle bitkisel üretim ve hayvancılıkta yörenin sahip olduğu zenginliklerden bahsedilmiştir. Daha sonra Karacadağ yöresinde taşlık arazilerin tarıma açılması ve tarıma açılması neticesinde elde edilecek gelir ile yapılacak masrafın ne kadar sürede amorti edeceği konuları ele alınmıştır.

Sedat Benek (2013) tarafından kaleme alınan **"GAP Bölgesi'nde Tarımsal Faaliyetlerin Tarihsel Gelişimi ve Günümüzdeki Durumu"** adlı makalede araştırma sahasının da içerisinde yer aldığı GAP Bölgesi'ndeki tarımsal faaliyetlerin tarihsel süreç içindeki gelişimini ele alınmaktadır. Araştırmacı, bölgedeki tarımı Cumhuriyet öncesi dönem, Cumhuriyet dönemi ve GAP projesinin başlatılmasıyla birlikte yaşanan değişimler olmak üzere üç ana dönemde incelemektedir.

Hakan Çetinkaya, Enver Kendal ve **Mehmet Salih Sayar (2013)** tarafından kaleme alınan **"Ekolojik Tarım Açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesi"** başlıklı makale, bölgenin organik tarım potansiyeli yüksek olan ürünlerine odaklanarak önemli bir literatür katkısı sağlamaktadır. Makalede özellikle Antep fıstığı, Karacadağ çeltiği, kırmızı biber, makarnalık buğday, kırmızı mercimek, zeytin ve Diyarbakır karpuzu gibi

bölgeye özgü ürünlerin organik tarım açısından değerlendirilmesi üzerine durulmuştur. Bu ürünlerin, aynı zamanda Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde de sıklıkla yetiştirilmesi bölgenin tarımsal potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.

Uğur Bilge ve **Kerim Mesut Çimrin (2013)** tarafından yapılan **"Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği"** adlı çalışmada, bölgedeki toprak özellikleri ve ağır metal miktarlarını incelenmiştir. Araştırmada, ağır metal konsantrasyonlarının genel olarak kabul edilebilir sınır değerlerin altında olduğunu ve bu nedenle ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirlenmesinin olmadığını ortaya konmuştur. Buna rağmen, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metallerin konsantrasyonlarının karayolundan uzaklaştıkça azaldığı gözlemlenmiştir. Ağır metallerin en yüksek konsantrasyonları, karayoluna en yakın noktalarda tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çalışma alanındaki ağır metal konsantrasyonlarının mesafeye bağlı olarak değişim gösterdiği ve karayoluna yakın bölgelerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Fethullah Kösen'in 2014 yılında hazırladığı **"Ceylanpınar Ovası Topraklarının Sulama Öncesi Agregat Stabilitesi ve Bazı Toprak Özellikleri"** adlı yüksek lisans tezinde, Ceylanpınar Ovası'ndaki toprakların sulama öncesi özellikleri incelemektedir. Araştırmada, toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması süreçleri detaylandırılmıştır. Toplam 70 farklı noktadan, farklı derinliklerde alınan 140 toprak örneği üzerinde çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler arasında kireç tayini, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), tekstür, organik madde tayini, agregat stabilitesi, tarla kapasitesi, solma noktası ve suda çözünebilen Na, K, Ca ve Mg analizleri bulunmaktadır. Çalışma, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregat stabilitesine etkilerini araştırarak, sulama öncesi toprakların durumu hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Taner Kılıç'ın (2014) "Karacadağ'da Göçebe Hayvancılık ve Göçerler" adlı çalışması, Şanlıurfa ve Diyarbakır sınırları içinde yer alan Karacadağ'ın, göçebeler için önemli bir yazlık yayla alanı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, göçebelerin Karacadağ'da yürüttükleri geleneksel göçebe hayvancılık faaliyetleri, yaşadıkları zorluklar ve değişen yaşam koşulları incelenmiştir. Kılıç çalışmasında, Karacadağ'daki göçebe toplumunun karşı karşıya olduğu sorunlara dikkat çekerek, bu topluluğun korunması ve desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Abdullah Öktem'in (2016) kaleme aldığı **"Şanlıurfa Koşullarında Karacadağ Çeltiği *(Oryza sativa* L.*)* Yetiştiriciliği Üzerine Anket Çalışması"** adlı makale, Karacadağ pirincinin özellikleri ile başlamaktadır. Araştırma, Şanlıurfa'nın Siverek ilçesinde Karacadağ çeltiği yetiştiriciliği yapan 14 köy belirlenmiş ve bu köylerden rastgele seçilen 50 üreticiyle anket çalışması yapılmıştır. Anket yoluyla ve çiftçilerle yapılan görüşmeler sonucunda çeşitli başlıklar incelenmiştir. Bu başlıklar arasında arazi büyüklüğü, yapısı ve toprak işleme, çiftçilerin alet-ekipman varlığı, ekim nöbeti, ekim, tohum ve tohumluk yer almaktadır. Gübreleme, yabancı ot mücadelesi, çeltikte görülen hastalık ve zararlılar, çeltikte sulama, hasat zamanı, ürün satışı, çeltik kalitesi ve üreticilerin ekmek istedikleri çeltik çeşidinde aradıkları özellikler de ele alınan konular arasındadır. Çalışma, çiftçilerin bilgi desteği ihtiyaçlarını ve çeltik tarımında karşılaşılan sorunları da kapsamaktadır.

Ali Aydın ve **Mehmet Başbağ (2017)** tarafından gerçekleştirilen **"Karacadağ'ın farklı yükseltilerindeki meraların durumu ve ot kalitesinin belirlenmesi"** adlı çalışmada, Karacadağ'ın farklı yükseltilerindeki meraların durumu ve ot kalitesi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmacılar, Karacadağ'ın sekiz farklı noktasında yer alan meraların kalite derecesi ve ot kalitesini belirlemek amacıyla çeşitli analizler yapmışlardır. Bu analizler sonucunda, meraların kalite derecesi, ham protein oranı, asit deterjanlı lif (ADF), nötral deterjanlı lif (NDF), sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru maddenin tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD) ve mineral içerikleri gibi önemli parametreler değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, meraların kalite derecesi yıllar arasında ve yükseltiye göre farklılık göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında bazı meraların durumu "çok zayıf" olarak değerlendirilirken, ikinci yılda ise bazı meraların durumu "orta" ve hatta "iyi" olarak sınıflandırılmıştır.

Fatih Kaplan (2017) "Viranşehir İlçesinin Nüfus Gelişimi ve Özellikleri (1927-2015)" adlı yüksek lisans çalışmasında, Viranşehir ilçesinin nüfus dinamikleri kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Araştırmada, ilçenin 1927 yılından 2015 yılına kadar olan süreçteki nüfus büyüklüğü, artış hızı ve dağılışı gibi demografik veriler analiz edilmiştir. Ayrıca, nüfus hareketleri, yani göçler ve göç nedenleri de araştırmanın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Kaplan, çalışmasında ilçe nüfusunun sosyal ve ekonomik özelliklerine dair de önemli bulgular sunarak, Viranşehir'in nüfus yapısı hakkında bilgi vermektedir.

Ayşegül Demir Yetiş, M. İrfan Yeşilnaçar ve **Zeliha Selek (2018)** tarafından gerçekleştirilen **"Ceylanpınar Ovası'nda Yeraltı Suyu Tuzluluğunun Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli İncelenmesi"** adlı çalışmada, araştırma sahasının güneyinde yer alan ülkemizin en büyük tarım alanlarından biri olan Ceylanpınar Ovası'ndaki yeraltı sularının tuzluluk durumu coğrafi bilgi sistemleri desteğiyle incelenmiştir. Araştırmacılar, 2012-2013 yılları arasında toplanan farklı yeraltı suyu örneklerindeki iletkenlik değerlerini analiz ederek, ovadaki tuzluluk dağılımı CBS ortamında kriging enterpolasyon yöntemi ile haritalandırılmış ve böylece ovadaki tuzluluk dağılımı görselleştirilmiştir.

Ali Filiz (2019) tarafından tamamlanan **"Şehirsel Fonksiyonları Açısından Viranşehir"** adlı yüksek lisans tezi çalışmasında, Viranşehir'in şehirleşme süreci ve günümüzdeki yerleşim dokusu incelenmektedir. Çalışmada, Viranşehir'in kuruluşundan günümüze kadar olan gelişimi, şehirdeki farklı işlevlere sahip alanların dağılımı ve kentsel yaşamın karşı karşıya olduğu sorunlar ele alınmaktadır.

Mehmet Nuri Şanda'nın (2021) kaleme aldığı **"20. Yüzyılda Ceylanpınar Çiftliği"** adlı makale çalışmasında, Ceylanpınar Çiftliği'nin kuruluşundan itibaren geçirdiği dönüşümleri ve modernleşme süreçleri detaylı bir şekilde incelenmektedir. Çalışmada, Ceylanpınar'ın belediye ve ilçe statüsüne kavuşması, isminin değişmesi ve bölgede modern bir tarım çiftliğinin kurulması gibi önemli dönüm noktaları ele alınmaktadır. Şanda makalesinde, çiftliğin tarımsal üretimdeki önemi, çiftlikte uygulanan modern tarım teknikleri ve zirai mücadele yöntemleri gibi konulara yer vermiştir. Bu kapsamlı araştırma, Ceylanpınar Çiftliği'nin Türkiye'nin tarımsal modernleşme sürecindeki yerini ve rolünü daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır.

Mustafa Recep İrcan ve **Neşe Duman (2021)** kaleme alınan **"Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Şanlıurfa İklimi"** adlı çalışmada, Şanlıurfa ilinin 8 farklı istasyondaki (Şanlıurfa Merkez, Akçakale, Birecik, Bozova, Ceylanpınar, Hilvan, Siverek ve Viranşehir) meteorolojik verileri Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, Şanlıurfa genel olarak kurak ve yarı kurak bir iklime sahip olduğu belirlenmiştir. Ceylanpınar istasyonu, güneyde ve alçakta konumlanması ve daha güneydeki çöllerin sıcak ve kuru hava etkisi altında bulunması nedeniyle diğer istasyonlara göre daha kurak bir iklime sahiptir. Viranşehir istasyonu ise coğrafi konumu dolayısıyla kuzey ve güneydeki istasyonların iklim

özellikleri arasında bir geçiş niteliği taşımaktadır. Bu çalışma, Şanlıurfa'nın kuraklık ve çölleşme riskine karşı oldukça hassas olduğunu ortaya koymaktadır.

Neşe Duman ve **Mustafa Recep İrcan'ın 2021** yılında yayımlanan **"Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri"** adlı çalışmasında, Şanlıurfa ilinin yağış ve sıcaklık eğilimleri 1965-2019 yılları arasındaki veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Belirlenen istasyonlarda yağış ve sıcaklık değerinin ne yönde eğilim gösterdiğinin belirlenmesi için Mann-Kendall ve Sen's Slope yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgularda, Akçakale ve Ceylanpınar'da yağışların anlamlı bir şekilde azaldığını, Şanlıurfa merkez ve Birecik'te ise yağışta azalmaların anlamlı olmadığını, Siverek'te ise anlamlı olmayan artışların yaşandığını ortaya konmuştur. Sıcaklık eğilimleri ise araştırma sahasındaki tüm istasyonlarda önemli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Gülşen Kum (2022) tarafından kaleme alınan **"Yarıkurak Sahalarda Referans Evaporanstpirasyonun (Eto) Alansal Dağılımı ve Zamansal Değişimi: Şanlıurfa Örneği"** adlı çalışmada, Şanlıurfa il sınırları içerisinde yer alan sekiz istasyonda (Şanlıurfa, Akçakale, Birecik, Bozova, Ceylanpınar, Hilvan, Siverek ve Viranşehir) 1980-2020 yılları arasında referans evapotranspirasyon (ETo) değerlerinin zamansal ve alansal değişimi incelenmiştir. Çalışmada, özellikle güney kesimdeki Harran ve Ceylanpınar ovalarında ETo değerlerindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve bölgenin kuraklık koşullarında olduğu belirtilmiştir. Araştırmada, tarımın önemli olduğu Şanlıurfa ilinde özellikle güney kesimde su kaynaklarının yönetimi ve tarımsal sulama planlamasında ETo değerlerinin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Mehmet Bozkoyun, Numan Ertaş ve İrfan Baytar (2023) tarafından kaleme alınan **"Şanlıurfa İlinde Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma"** adlı eserde, Şanlıurfa ilinin tarımsal ve hayvansal üretim potansiyeli incelemektedir. Çalışmada, hem dünya ve Türkiye genelindeki tarımın durumu hem de Şanlıurfa özelindeki tarımsal üretim ve karşılaşılan sorunlar ele alınmaktadır. Yazarlar, Şanlıurfa'nın tarımsal potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kırsal kalkınma faaliyetlerinin önemini vurgulayarak, bu alanda yapılan ve yapılabilecek çalışmalara dair öneriler sunmaktadır.

Mehmet Nuri Şanda (2024) tarafından yazılan **"Osmanlı Devleti Döneminde Ra'sü'l-Ayn Çiftliğindeki Tarım ve Hayvancılık Faaliyetleri (19. yüzyıl)"** adlı makalede, 19. yüzyılda Ra'sü'l-Ayn Çiftliği'ndeki modernleşme çalışmaları ve tarımsal faaliyetler ele alınmaktadır. Araştırmada, çiftlikteki tohum miktarları ve meyvecilik

faaliyetleri gibi tarımsal çalışmalar incelenmiş, hayvancılık faaliyetleri ve ipek böceği yetiştiriciliğine de değinilmiştir. Ayrıca, Sur kasabasındaki susuzluk sorununun çözülmesi için yapılan çalışmalar da araştırmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Tablo 2: Araştırma sahası ve yakın çevresi ile ilgili diğer tez çalışmaları

Yazar Adı	Yılı	Çalışma Adı
HÜLYA YILDIRIM	1989	Bir eğitimsiz (unsupervised) sınıflandırma metodunun geliştirilmesi üzerine araştırmalar ve bunun Ceylanpınar Ovası topraklarına uygulanması
GÜLER ÖNCEL	1999	Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen değişik antepfıstığı çeşitlerinde bazı kalite özelliklerinin birbirleriyle ilişkileri
MUSTAFA YILDIZ	1999	Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen değişik antepfıstığı çeşitlerinde bazı özelliklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma
HİLAL ARSLAN	2000	Viranşehir bölgesi yaygın toprak serilerinde mevcut toplam ve bitkilerce alınabilir fosforun saptanması
GÖKHAN İSMAİL TUYLU	2002	Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde mekanize sulama sistemlerinin uygulanma olanakları
AYŞE GÜL ACAR	2002	Diyarbakır Karacadağ bazaltlarının endüstriyel amaçlı kullanım alanları
ÖMER FARUK KAYA	2002	Tektek dağları (Şanlıurfa) florası
HAMİD DİNÇER	2004	Şanlıurfa-Karacadağ bölgesindeki çeltik tarımı yapılan toprakların fiziksel özellikleri
ERGİN CANPOLAT	2005	Karacadağ (Diyarbakır) Volkanı jeomorfolojisi
ÖMER FARUK KAYA	2006	Karacadağ (Şanlıurfa/Diyarbakır)'ın bitki ekolojisi ve bitki sosyolojisi yönünden araştırılması
HAKKI EMRAH ERDOĞAN	2008	Ceylanpınar tarım işletmesinde sürdürülebilirlik için agro-ekolojik kalite ve hassasiyetlerinin belirlenmesi

UĞUR BİLGE	2010	Viranşehir-Kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği
ERCAN TAŞER	2011	Güneydoğu Anadolu bölgesi koşullarında yerel Karacadağ çeltiklerinin tarımsal ve kalite karakterlerinin bazı ıslah çeşitleriyle karşılaştırılması
REŞAT ESGİCİ	2012	GAP bölgesi Karacadağ yöresinde çeltik tarımının hasat harman mekanizasyonu
ZAFER ÖZTEMEL	2012	Şanlıurfa- Viranşehir karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği
AYŞEGÜL DEMİR YETİŞ	2013	Ceylanpınar Ovası yer altı suyu kalitesinin ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesi
MUTLU ÇALIŞKAN	2015	Ceylanpınar Tarım İşletmesinde ikinci ürün mısır tarımında koruyucu toprak işleme uygulamaları
ZEKİ YAMAN	2019	Viranşehir bölgesinde pamukta çeşit yaygınlığı, verim potansiyelleri ve kârlılığın belirlenmesi
MEHMET FATİH KAYIŞ	2019	Güneydoğu Anadolu Bölgesinde organize sanayi bölgeleri: Viranşehir OSB örneği
İBRAHİM DARI	2020	Şanlıurfa ili Viranşehir ilçesinde pamuk tarımının önemi ve ürün maliyetinin analizi
YUNUS KAYA	2020	Çok bantlı uydu görüntüleri kullanılarak buğday bitkisinin incelenmesi – Ceylanpınar TİGEM örneği
NİHAT BATAN	2021	Şanlıurfa ilinin Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin florasında bulunan bitkilerin etnobotanik özellikleri
MUHAMMED VEDAT ÇELİK	2022	Karacadağ Yöresi'nde arazi kullanımı ve planlamaya yönelik öneriler

1. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN DOĞAL ORTAM KOŞULLARI

Karacadağ'ın güney kesimi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, jeolojik dönemler boyunca etkili olan doğal süreçlerin bir ürünü olarak şekillenmiş ve kendine özgü doğal ortam özellikleri kazanmış bir alan niteliğindedir. Bu bölümde, söz konusu kesimin doğal ortam koşulları çok yönlü bir yaklaşımla ele alınmış; jeolojik, jeomorfolojik ve topografik özelliklerden hidrografik unsurlara kadar çeşitli bileşenler incelenmiştir. Ayrıca, tüm bu doğal ortam faktörlerinin bir sonucu olarak şekillenen bitki örtüsü de değerlendirilerek, yörenin doğal ortam dinamikleri bütüncül bir perspektifle ortaya konulmuştur.

1.1. Araştırma Sahasının Jeolojik Özellikleri

Güneydoğu Toros Dağları'nın Anadolu'da dışbükey kıvrım yaptığı alanın güneyinde, Karacadağ ile Suriye sınırı arasında yer alan araştırma sahası, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin genel jeolojik yapısını yansıtırken, Karacadağ volkanizmasının etkisiyle özgün bir karakter kazanmıştır (Atalay ve Mortan, 2011). Yörenin jeolojik yapısını anlamak için Karacadağ'ın oluşumunun ve jeolojik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Zira volkanik kökenli bu dağın jeolojik yapısı, toprak bileşimini ve verimliliğini belirleyen temel faktörlerden biridir. Bu bağlamda, Karacadağ'ın jeomorfolojik özellikleri, litolojik çeşitliliği ve tektonik geçmişi, toprak oluşum süreçleri, besin elementleri döngüsü ve su tutma kapasitesi gibi kritik parametreleri şekillendirerek bitkisel üretim potansiyelini etkilemiştir.

Araştırma sahasında, farklı jeolojik zamanlarda oluşmuş çeşitli kayaç grupları bulunmaktadır **(Harita 2)**. Bu çeşitlilik, sahanın zengin bir jeolojik geçmişe sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, Karacadağ volkanizması, yöredeki bütün kayaç gruplarının dağılımını önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle, volkanik aktiviteler sonucu oluşan bazaltik lav akıntıları ve piroklastik malzemeler, daha eski kayaçların üzerini örtmüştür. Bu durum, sahadaki toprak oluşum süreçlerini ve litolojik çeşitliliği etkileyerek, bitkisel üretim faaliyetlerinin dağılımı ve verimliliği üzerinde de belirleyici bir rol oynamıştır. Araştırma sahasının jeolojik özelliklerinin incelenmesi için stratigrafi, volkanizma ve tektonizma gibi temel unsurları değerlendirilmiştir.

1.1.1. Stratigrafi

Eosen-Oligosen yaşlı neritik kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı (marn) ve tebeşirli kireçtaşından oluşan bu litolojik topluluk araştırma sahasında gözlemlenen en eski kayaçlardır. İnce-orta katmanlı yapısı, yatay ve yataya yakın tabakalanmasıyla dikkat çeken birim; makro fosiller, kavkılar, sürüngen kalıp izleri, kurt izleri, tüpsü borucuklar ve bitki kırıntıları gibi önemli paleontolojik ve sedimantolojik özellikler barındırmaktadır. Genellikle silt, kum ve çakıl boyutunda terrijen kırıntılıları içeren birimde, bazı kesimlerde kalınlığı 20-60 cm arasında değişen çört tabakaları gözlenmektedir. Üst seviyelerde kil içeriği azalarak yerini 10-30 metre kalınlıkta, ince tabakalanmalı ve çözünme boşlukları içeren kırıntılı tebeşirli kireçtaşı seviyesine bırakır. Kil içeriğinin azalmasıyla yüzeyde sarımsı renkli ve sert bir kalker kabuklaşması gelişmiş, bu da birimin ilksel özelliklerini maskeleyerek çörtlü kireçtaşı ve kalsit oranı yüksek kireçtaşlarına dönüşüme yol açmıştır (Beyazpirinç ve Tarhan, 2013).

Eosen-Oligosen yaşlı kireçtaşları, inceleme alanının güney kesimlerinde, Ceylanpınar ilçe merkezinin kuzeyinden itibaren başlamak üzere, kuzey-güney yönlü bir hat boyunca yayılım göstermektedir. Bu birim, Ceylanpınar şehir merkezinin üzerine kurulu olduğu ana kayaç niteliğindedir. Yayılım alanı, TİGEM (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü) arazilerinin bir kısmını da kapsamaktadır. Ancak, araştırma sahası genelinde geniş bir alana sahip değildir ve TİGEM arazileri içerisindeki varlığı da sınırlıdır. Bu kireçtaşları, parçalı bir dağılım göstermek yerine, belirtilen hat boyunca kesintisiz ve bütüncül bir yayılım sunmaktadır **(Harita 2)**. Eosen–Oligosen yaşlı birimlerin yüzeylendiği alanlarda, kırmızımsı kahverengi topraklar görülmektedir.

Alt Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar, araştırma sahasında oldukça sınırlı bir yayılım göstermektedir ve yalnızca Viranşehir-Ceylanpınar ile Derik sınırlarının kesiştiği noktanın hemen kuzeyinde, Dedeköy'ün güneyinde gözlemlenebilmektedir **(Harita 2)**. Bu birim, akarsu ortamında çökelmiş konglomera, kumtaşı, silttaşı ve killi kireçtaşı gibi farklı kayaç türlerini içermektedir. Oluşumları muhtemelen Alt Miyosen döneminde yöredeki akarsuların taşıdığı malzemelerin birikmesi ve zamanla taşlaşmasıyla gerçekleşmiştir. Yayılım alanının oldukça dar olması, jeoloji haritasında bile bu birimin temsil edilmesini güçleştirmiştir.

Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşları, araştırma sahasında en yaygın olarak gözlenen birimlerdendir. Masif ve orta-kalın tabakalı yapıda olup yer yer ince

tabakalanma da gösteren bu kireçtaşları, krem, bej ve gri renklerde gözlenmekte ayrıca bol miktarda alg fosili içermektedir. Alt Miyosen kireçtaşları, 0 ila 200 metre arasında değişen kalınlıklara sahiptir ve kuzeyden güney-güneydoğuya doğru transgresif bir denizel ortamın şelf kenarı ile gerisindeki sığlıklarda resif tipi yığınak karbonatları şeklinde çökelmiştir. Mercan, ekinid, mollusk kavkıları ve bentik foraminiferler içeren bu kireçtaşlarının tabanında yer yer çakıllı kireçtaşı ve dolomitler bulunurken, üst seviyelerde killi kireçtaşlarına geçişler gözlenir (Çoruh vd., 1997; Umut, 2011). *Alt Miyosen* kireçtaşları, *Eosen-Oligosen* yaşlı beyaz ve gri renkli kireçtaşları ile killi kireçtaşları (marn) üzerine uyumsuz olarak gelir ve üstte *Üst Miyosen* yaşlı bazaltlar tarafından örtülür.

Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşları, inceleme alanının kuzey kesimleri hariç geniş bir yayılım göstermektedir. Viranşehir Platosu'nun güneybatısında, Yukarıdilimli köyünden başlayarak güneye doğru Samanlı köyü, Kolağası, Aslanbaba, Kavurga ve Engelli köyleri çevresinde belirgin mostra alanları oluşturmaktadır. Birim, özellikle Ceylanpınar Ovası'nda yaygın olarak bulunur ve ovanın güneybatı kesimi dışında kalan geniş bir alanı kaplar. Ceylanpınar Ovası'nın doğu ve güneydoğu kesiminde ise, Kızıltepe sınırındaki Alaca, Yukarıdurmuş, Aşağıdurmuş, Muratlı ve en güneyde Altınköy ve Maden köyleri ile bu köylerin güneyinden Suriye sınırına kadar olan hat boyunca görülmektedir **(Fotoğraf 5 ve 6)**. Alt Miyosen dönemine ait neritik kireçtaşları üzerinde gelişen kırmızımsı kahverengi topraklar, bu litolojinin saha genelinde geniş yayılım göstermesi nedeniyle araştırma alanı ölçeğinde baskın toprak tipini oluşturmaktadır.

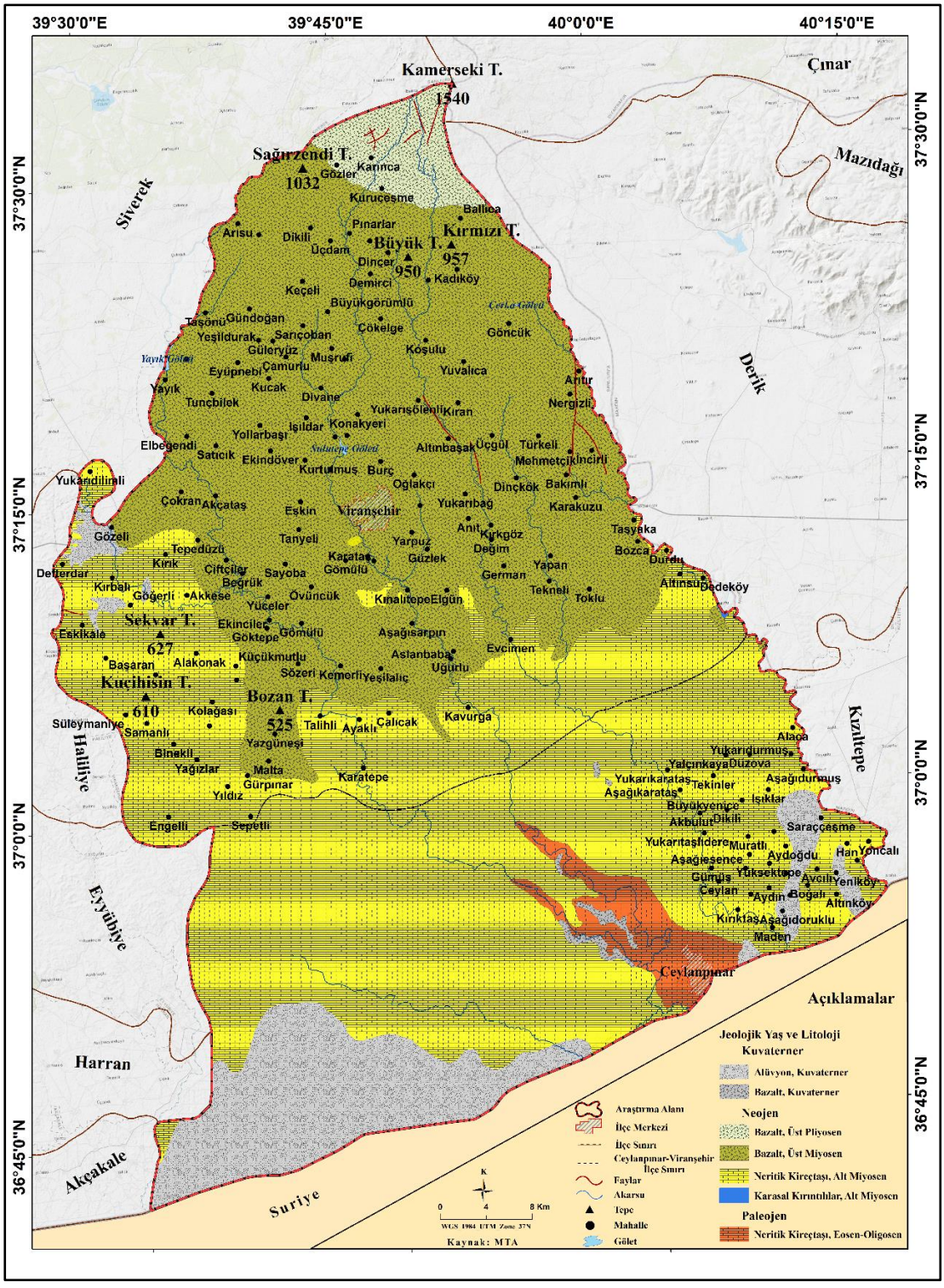
Fotoğraf 5: Araştırma sahasında geniş yer kaplayan Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşının görünümü

Fotoğraf 6: Araştırma sahasında, Kavurga Köyü çevresinde gözlemlenen Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşı. Bu formasyon, İbrahimağa (Aslanbaba) Deresi tarafından yarılmış olup, yamaçlarında çok sayıda doğal mağaraya ev sahipliği yapmaktadır.

Kuvaterner yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve bloklar ile tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kilden oluşan alüvyonlar inceleme alanında geniş bir yayılım göstermektedir. Bu kayaçlar, kızıl ve kahve renkli taban konglomerası ile başlayıp üste

doğru bordo, kahve renkli kum, silt ve kil depolanmalarına geçen, yatay tabakalanmalı ve orta-kalın katmanlı bir yapı sergilemektedir. Bu birimin oluşumunda, bazalt lavları ve piroklastik kayaçların gece-gündüz sıcaklık farkıyla ufalanması ve ayrışması etkili olmuştur. Ayrıca, sahada yüzeyleyen kayaçların aşınması sonucu oluşan materyaller ve güneyden rüzgarlarla taşınan lösler, yağış sularıyla taşınarak çöküntü ve düzlük alanlardaki geniş yataklarda birikmiştir. Bu süreçler, birimin litolojik özelliklerini ve stratigrafik yapısını şekillendirmiştir. Bu birim içinde, alüvyal dere dolgusu ve taban konglomerasına karşılık gelen çakıltaşı ile birlikte, üzerine allokton olarak kısa mesafede taşınmış bazalt bloklarından oluşmuş yaygı çökelleri de bulunmaktadır (Tarhan vd., 2012; Beyazpirinç ve Tarhan, 2013).

*Kuvaterne*r yaşlı alüvyonlar, araştırma sahasında farklı alanlarda çökelmiştir. Çakıl, kum, silt ve kilden oluşan bu birimler, akarsu yataklarında, çöküntü sahalarında ve ovalarda birikmiştir. Viranşehir ilçe sınırları içerisinde alüvyonlar, batı kesiminde belirginleşen iki ana kesim halinde gözlemlenir. İlk kesim, Gözeli, Defterdar ve Yukarıdilimli köyleri arasında konumlanırken, ikinci kesim Göğerli, Kırbalı, Başaran ve Eskikale köylerini kapsayan alanda yayılım gösterir. Bu iki kesimin sınırlı yayılımı, muhtemelen çalışma sahasının batısındaki topografik eğim ve akarsu ağının taşıma dinamiği ile yakından ilişkilidir. Ancak, Ceylanpınar sınırları içerisindeki alüvyon birikimleri farklı bir dağılım sergilemektedir. Bu birikimler, Tektek Dağları'nın güneydoğu kesiminden başlayarak Suriye sınırı boyunca uzanan ve Ceylanpınar şehir merkezine kadar devam eden hat üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca, Ceylanpınar Ovası'nın güneydoğu kesiminde yer alan Saraççeşme, Aşağıdoruklu, Boğalı ve Yeniköy çevresinde de bu alüvyal depolar geniş bir alanda gözlemlenir **(Harita 2)**. Söz konusu yayılımın temel nedeni, ovanın düşük eğimli topografyasının sediment birikimi için ideal koşullar sunmasıdır. Kuvaterner yaşlı alüvyon birikimlerinin bulunduğu alanlarda, bu birikimlerin litolojik özellikleriyle uyumlu olarak alüvyal topraklar gelişmiştir.



Harita 2: Karacadağ güney kesimi jeolojik yaş ve litoloji haritası

1.1.2. Volkanizma

Türkiye, jeolojik geçmişi boyunca farklı türlerde volkanik faaliyetlere ev sahipliği yapmıştır. Paleozoik'ten günümüze kadar, hem yüzeyde (ekstrüzif) hem de yer altında (intrüzif) gerçekleşen volkanizma, Anadolu'nun jeolojik ve jeomorfolojik evriminde önemli bir rol oynamıştır. Ekstrüzif volkanizma, Tersiyer ve Kuaterner'de yoğunlaşırken, intrüzif faaliyetler daha çok Paleozoik ve Mezozoik'te etkili olmuştur. Yüzeysel volkanik faaliyetler denildiğinde ise akla ilk olarak Neojen ve kısmen de Kuaterner volkanizması gelmektedir. Bu dönemlerdeki yoğun aktivite, Anadolu'nun morfolojisini önemli ölçüde etkilemiştir. Alpin orojenezi sonrası gelişen epirojenik hareketler, Kuaterner volkanizmasının temel nedeni olarak kabul edilmektedir (Lahn, 1945; Ardos, 1992).

Avrasya ve Arap levhalarının çarpışmasının etkisiyle sahada oluşan sıkışma ve gerilme kuvvetleri, yer kabuğunda derin yarıkların oluşmasına neden olmuştur. Bu yarıklar boyunca yükselen magma, soğuyarak Karacadağ Volkanik Kompleksi'ni oluşturmuştur. Geniş bir alana yayılan bazaltik lavlardan oluşan bu kalkan volkan (Hawaii tipi), Güneydoğu Anadolu'da, Orta Fırat ve Dicle bölümlerini ayıran bir konumda yer almaktadır. Karacadağ'ın volkanik aktivitesi, bölgenin jeolojik ve jeomorfolojik evrimini önemli ölçüde etkilemiştir. Bazaltik lav akıntıları ve piroklastik çökellerin yayılımı, topografyayı, drenaj sistemlerini ve kayaç çeşitliliğini şekillendirerek bölgenin coğrafi özelliklerinin oluşumunda önemli bir rol oynamıştır (Sözer, 1984). Bu nedenle, Karacadağ volkanizmasının anlaşılması, yörenin coğrafi özelliklerinin daha iyi kavranabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Karacadağ yanardağ alanı, *Üst Miyosen*'den tarihsel dönemlere kadar uzanan uzun bir volkanik aktivite geçmişine sahiptir. Bu aktivite, genellikle bazaltik bileşimli lav püskürmeleri ile karakterize olup, üç ana püskürme evresi göstermektedir. İlk evre ürünleri olan bazaltlar üzerinde yapılan radyometrik yaş tayinleri, 10 ± 0,3 milyon yıl gibi bir yaş aralığını işaret etmektedir. Bu evreyi takip eden volkanik aktivite ise, 2,7 ± 0,1 milyon yıl ve 1,3 ± 0,1 milyon yıl olarak tarihlendirilen iki farklı dönemde gerçekleşmiştir. Son evre volkanik faaliyetleri *Kuvaterner* döneme ait olup, günümüzdeki volkanik morfolojinin şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. İlk iki evre arasında gözlemlenen peneplenleşmeye yaklaşan yoğun aşınım yüzeyi, bu dönemler arasında önemli bir süre geçtiğini ve volkanik aktivitenin uzun süreli bir durgunluk

dönemi yaşadığını göstermektedir. Üçüncü evre bazalt lavları ise, ikinci evre bazaltları üzerinde gelişmiş olan drenaj sistemini doldurarak, günümüzde hala gözlemlenebilen volkanik morfolojinin korunmasını sağlamıştır. Bu durum, Karacadağ volkanizmasının genç jeolojik dönemlerde de aktif olduğunu ve topografyasını şekillendirmeye devam ettiğini göstermektedir. Çalışma sahasında yüzeylenen bol çatlaklı ve gaz boşluklu bir yapı sergileyen bazaltların, Karacadağ volkanizmasının ilk evresine ait ürünler olduğu belirlenmiştir (Haksal, 1981; Şaroğlu ve Emre, 1987; Kavak, 2013).

Üst Miyosen yaşlı bazaltlar, Karacadağ volkanik sahasında yapılan araştırmalar sonucunda, sahadaki en yaşlı volkanik kayaçlar olarak tanımlanmıştır. Bu bazaltlar, Karacadağ volkanizmasının birinci evre ürünlerini oluşturmakta ve yörenin volkanik aktivitesinin başlangıcına dair önemli bilgiler sunmaktadır. Haksal (1981) tarafından gerçekleştirilen radyometrik yaş tayinleri, bu bazaltların 10 ± 0,3 milyon yıl yaşında olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, Karacadağ'daki volkanik aktivitenin *Üst Miyosen*'de başladığı ve uzun bir süre devam ettiği hipotezini desteklemektedir.

Üst Miyosen yaşlı bazaltlar, Karacadağ volkanik sahasının temelini oluşturan önemli bir jeolojik birimdir. Bu bazaltlar, koyu gri ve siyah renkli olup, olivin bazalt ve olivin-ojit bazaltlardan oluşmaktadır. Genellikle porfirik dokulu olup, yer yer gaz boşlukları içerir ve bu boşluklar kalsit minerali ile doludur. El örneğinde, çıplak gözle beyaz ışık yansımalarıyla belirginleşen plajiyoklaz minerali ve mikroskobik incelemeler sonucunda tespit edilen olivin ve ojit fenokristalleri bir arada bulunmaktadır. Bol çatlaklı yapıları nedeniyle, *Üst Miyosen* bazaltları yuvarlağımsı bloklar halinde ayrışmaktadır. Araştırma sahasının kuzeyinde 180 metre kalınlığa ulaşan *Üst Miyosen* bazaltları, yayvan bir topografya oluşturmaktadır. Güneydeki yayılma alanlarında, 5 metreye kadar ulaşabilen kalın bir bazaltik toprak örtüsü gözlemlenmektedir (Umut, 2011; Koçbulut vd., 2012). Kuzeye doğru gidildikçe ise bu bazaltik toprak örtüsünün kalınlığı azalmakta ve sığlaşmakta hatta yer yer toprak gelişimi tamamen ortadan kalkmaktadır.

Üst Miyosen bazaltları, Karacadağ volkanik sahasında geniş bir yayılım göstermekte olup, stratigrafik olarak *Alt Miyosen* yaşlı Neritik Kireçtaşları üzerinde uyumsuz bir şekilde yer almaktadır. *Üst Pliyosen-Pleistosen* yaşlı bazaltlar tarafından örtülen bu birim, araştırma sahasının en yaygın volkanik kayaçlarını oluşturmaktadır. Araştırma sahası sınırları içerisinde Viranşehir-Ceylanpınar sınırındaki Malta köyünden başlayarak kuzeyde Ballıca ve Kuruçeşme köylerine kadar uzanan geniş bir alanda

gözlenen bu bazaltlar, özellikle Viranşehir sınırları içerisinde yaygın olarak bulunmaktadır **(Harita 2) (Fotoğraf 7)**.

Fotoğraf 7: Araştırma sahasında geniş yer kaplayan Üst Miyosen dönemine ait bazaltlar

Üst Pliyosen bazaltları, Karacadağ volkanizmasının ikinci evresinde etkinlik göstermiş olup, inceleme alanının en kuzey kesimlerinde dikkat çekici bir yayılım sergilemektedir. Bu bazaltlar, koyu gri ve siyah renkleriyle kolayca ayırt edilebilir ve olivin bazalt ile olivin-ojit bazalt türlerini içerir. Genellikle porfirik doku gösteren bu volkanik kayaçlar, olivin, ojit ve plajiyoklaz gibi minerallerin fenokristallerini barındırır. Ayrıca, yer yer gözlenen gaz boşluklarının kalsit minerali ile dolduğu görülmüştür ki bu özellik, *Üst Miyosen* bazaltları ile benzerlik göstermektedir. Ancak, ayrışma şekilleri açısından *Üst Miyosen* bazaltlarından ayrılırlar. *Üst Pliyosen* bazaltları, köşeli bloklar halinde ayrışma eğilimi gösterirken, *Üst Miyosen* bazaltları daha yuvarlak hatlı bloklar oluşturur (Sütçü, 2008). *Üst Pliyosen* bazaltlarının, *Üst Miyosen* bazaltlarına kıyasla daha az çatlaklı bir yapı sergilemesi, söz konusu farklılığın temel nedeni olabilir. Bu durum, *Üst Pliyosen* bazaltlarının göreceli olarak daha genç olması ve dolayısıyla ayrışma süreçlerine daha kısa bir süre maruz kalmasıyla ilişkilendirilebilir. Ayrıca, *Üst Pliyosen* bazaltlarının henüz çok genç olması sebebiyle üzerinde çok ince bir bazaltik toprak örtüsü gelişmiştir. Fakat çoğu yerde bu ince bazaltik toprak örtünün devamlılığı bozulmakta ve tamamen ortadan kalktığı gözlemlenmiştir.

Üst Pliyosen bazaltları, stratigrafik olarak Üst Miyosen bazaltları üzerinde uyumsuz bir şekilde yer almaktadır. Sütçü'ye (2008) göre, bu birim yanal ve düşey yönde *Üst Pliyosen-Alt Pleistosen* yaşlı aglomera ve tüflere geçiş göstermekte ve kalınlığı yaklaşık 150 metreye kadar ulaşabilmektedir. Araştırma sahasında, bu bazaltlar en kuzeyde, Karınca köyü çevresi ile Gözler ve Kuruçeşme köylerinin kuzeyinde gözlemlenmektedir **(Fotoğraf 8)**.

Fotoğraf 8: Araştırma sahasının dağlık kesiminde yer alan Karınca Köyü yakınlarında, geniş alanları kaplayan Üst Pliyosen yaşlı bazaltik yayılımlar

Üst Pliyosen-Alt Pleistosen dönemine ait piroklastik kayaçlar araştırma sahasının genelinde yaygın olarak bulunmazlar. Bunlar daha ziyade, volkanik aktivitenin yoğunlaştığı merkezlerin yakınlarında, parazit koniler etrafında sınırlı alanlarda gözlemlenir. Karacadağ volkanizmasının son evresinin ürünleri olan bu piroklastikler, volkan bombaları, koyu kahverengi tüfler ve aglomeralardan meydana gelir. Araştırma sahası içerisinde, bu kayaçlara özellikle Karınca köyünün kuzeyinde rastlamak mümkündür. İnceleme sahasının en yüksek noktasını oluşturan ve 1540 metreye yükselen Kamerseki tepesi çevresi ile 1032 metre yüksekliğe sahip Sağırzendi tepesi çevresi bu piroklastik oluşumların görüldüğü önemli bir alandır. Bu yapılar volkanik patlamaların şiddetiyle havaya fırlatılan volkan bombaları ve diğer volkanik malzemelerin birikmesiyle oluşmuştur **(Fotoğraf 9)**.

Fotoğraf 9: Araştırma sahasında bulunan Kuruçeşme Köyü ve yakın çevresinde gözlemlenen Üst Pliyosen-Alt Pleistosen yaşlı volkanik malzemeler.

Kuvaterner bazaltları, araştırma sahasında son derece sınırlı bir yayılım göstermekte olup, yalnızca Ceylanpınar ilçe merkezinin kuzeybatısında, Aliyatelli ve İbrahimağa çayları civarında dar bir alanda gözlemlenmektedir. *Üst Pliyosen* yaşlı bazaltik lav akıntılarının akarsular tarafından taşınmasıyla oluşan bu birimler, genellikle ince bir tabaka halindedir ve lav akıntıları şeklinde görülür. Akarsuyun aşındırma

faaliyeti sonucunda yüzeye çıkan bu bazaltların bir kısmının da muhtemelen *Kuvaterner*'de kırık ve çatlaklardan kaynaklanan lav çıkışları ile ilişkili olduğu söylenebilir.

1.1.3. Tektonizma

Çalışma sahası, Arap Levhası'nın Avrasya ve Arap-Afrika levhalarıyla gerçekleşen çarpışma neticesinde şekillenen ve Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı olarak bilinen aktif hattın güneyinde konumlanmaktadır. Ana deformasyonun bu kuşak boyunca yoğunlaşması, çalışma sahasının yapısal bütünlüğünü büyük ölçüde koruyarak tektonik açıdan nispeten stabil bir yapı sergilemesine olanak tanımıştır. Dolayısıyla çalışma sahası, yıkıcı deprem üretme potansiyeli düşük, sismik aktivitesi genellikle zayıf ve seyrek olaylarla karakterize edilen bir sahadır.

Neotetis Okyanusu'nun Alt Miyosen'de kapanması, bölgenin jeolojik evriminde önemli bir dönüm noktasıdır. Bu kapanmanın ardından Orta Miyosen'de Avrasya ve Arap-Afrika levhaları arasında başlayan çarpışma, Türkiye'nin güncel jeolojik ve jeomorfolojik yapısını şekillendiren temel etken olmuştur ve halen devam etmektedir. Bu çarpışma sonucu ortaya çıkan sıkışma rejimi, Türkiye'de KD-GB doğrultulu sol yönlü ve KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fayların oluşumuna neden olmuştur. Ayrıca, K-G doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan volkanik malzemeler de kıta-kıta çarpışmasının aktif ve pasif kenarlarında gelişmiştir. Bu jeodinamik süreçler, Bitlis Kenet Kuşağı'nın güneyinde yer alan Arap-Afrika Plakası üzerinde geniş çaplı bazaltik volkanizmanın başlamasına yol açmıştır. Kuzeye doğru hareket eden bu plaka üzerinde yer alan Karacadağ Volkanik Kompleksi, bu volkanizmanın en önemli örneklerinden biridir. Karacadağ volkanizmasının oluşumu ve petrojenetik mekanizması, Neotektonik dönemde Arap-Afrika Plakasının kuzey kısmında meydana gelen tektonik deformasyonlar ve volkanik aktiviteler hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Orta Miyosen'de Avrasya ile Arap Levhaları'nın birbirine yaklaşması ve son okyanus kabuğunun da kaybolması ile o döneme kadar etkili olan kıvrımlanma hareketi sona ermiştir. Bunun yerini dikey yükselmeler ve faylanmalar almıştır. Genç tektonik oluşumu ifade eden bu dönem, neotektonik dönem olarak tanımlanmaktadır (Şengör, 1980; Ekici vd., 2010).

Araştırma sahasının güneyinde konumlanan Ceylanpınar Ovası, Arap Platformu'nun yapısal bir unsuru olarak kuzey-güney doğrultusunda uzanan rift sistemlerinin tektonik denetimi altında gelişmiş çöküntü yapısı, jeolojideki karşılığıyla bir graben karakteri sergilemektedir. Bu belirgin riftleşme olayı, temel olarak Arap ve Avrasya levhalarının çarpışmasının yarattığı tektonik etkiler sonucunda ortaya çıkan kabuksal gerilme rejiminin bir yansıması olarak tezahür etmiştir. Ovanın batı kenarlarında gözlemlenen fay sistemleri, bu graben yapısının jeomorfolojik sınırlarını belirlemekle birlikte araştırma alanı dışında kalmaktadır. Bu durum, Ceylanpınar Ovası'nın, jeolojik geçmişinde belirgin aktif tektonik süreçlere maruz kaldığını göstermektedir. Graben yapısının varlığı, bu eski aktivitenin önemli bir göstergesi olmakla birlikte, mevcut jeolojik kanıtlar bölgesel bir dengeye işaret etmektedir. Bu denge durumu ise, düşük sismik aktivite düzeyleri gibi jeolojik verilerle doğrulanmaktadır. Viranşehir Platosu'nun jeolojik oluşumu ise evrimsel süreçte Karacadağ volkanizmasıyla doğrudan ve sıkı bir etkileşim içerisindedir. Bölgedeki tektonik rejimin tetiklediği kabuksal açılma zonları, magmanın üst mantodan yükselerek yeryüzüne erişimi için önemli kanallar oluşturmuş, bu sayede gerçekleşen volkanik faaliyetler Viranşehir Platosu'nun kademeli olarak yükselmesine ve genişlemesine katkı sağlamıştır. Bu volkanik faaliyetlerin başlamasının temel nedeni, Arap Levhası'nın kuzeye doğru sürmekte olan hareketiyle ortaya çıkan ve bölgesel yerkabuğunda etki gösteren gerilme kuvvetleri olarak belirlenmiştir. Platonun kuzey kesiminde tespit edilen çok sayıda küçük ve tanımlanmamış faylar, volkanizma ile eş zamanlı ve sonrasındaki tektonik lokal deformasyon süreçlerini yansıtmaktadır. Bu faylar, Viranşehir Platosu'nun oluşum dinamiklerinin ve volkano-tektonik etkileşiminin bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Yılmaz, 1981; Dewey vd., 1986; Tardu vd., 1987; Çemen ve Perinçek, 1990; Ardos, 1995; Canpolat, 2005).

1.2. Araştırma Sahasının Jeomorfolojik Özellikleri

Karacadağ'ın güney kesiminin jeomorfolojik evrimi, Orta Miyosen'de Avrasya ve Arap-Afrika levhaları arasında başlayan çarpışmanın tetiklediği tektonik süreçlerle yakından ilişkilidir. Bu çarpışma, bölgenin volkanik karakterini belirleyen Karacadağ kütlesinin oluşumuna yol açmış ve yoğun volkanik aktiviteye neden olmuştur. Karacadağ'dan püsküren bazaltik lav akıntıları, araştırma sahasının kuzey kesimlerinde

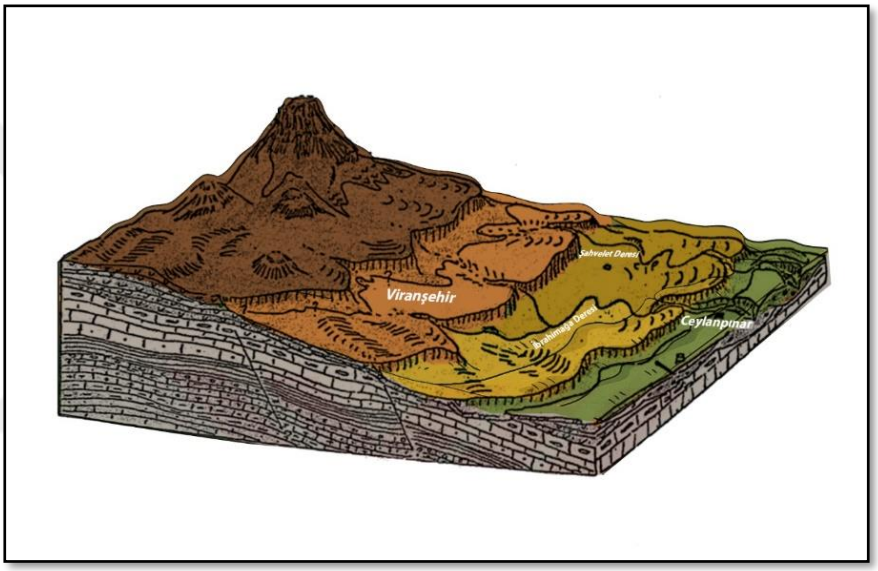
yaygın bir volkanik örtü oluşturarak, bu yörenin topografyasını belirgin bir şekilde etkilemiştir. Aynı tektonik hareketlilik, Arap Platformu üzerinde bir dizi rift sisteminin gelişmesine de neden olmuştur. Bu riftleşme süreçleri, genel olarak kuzey-güney yönlü uzanan graben yapıları oluşturarak, Karacadağ'ın güney kesiminde bir çöküntü ovasının oluşumuna zemin hazırlamıştır. Zamanla, akarsular tarafından taşınan alüvyonlar bu çöküntü ovasını doldurmuş, topografyanın düzleşmesine ve verimli tarım arazilerinin oluşmasına katkıda bulunmuştur.

Araştırma sahasının jeomorfolojik özellikleri dikkate alındığında, üç temel üniteye ayrılarak incelenebilir. Kuzeyde, volkanik Karacadağ kütlesinin morfolojik evrimine bağlı olarak gelişen dağlık alan yer almaktadır. Bu dağlık alan, çok sayıda parazit koni oluşumları barındırmaktadır. Parazit koniler görece dik yamaçlara sahip olmasına rağmen, alanda belirgin bir vadi oluşumu gözlenmemektedir. Ceylanpınar Ovası'nın güneyinden başlayarak ortalama 70 km'lik bir mesafe boyunca kademeli olarak yükselen topografya sadece 1200 metrelik bir yükselti farkı oluşturmaktadır. Bu durum, topografyanın genel olarak hafif dalgalı bir karakter sergilemesine ve dağlık alanın bazı kesimlerinin plato benzeri bir görünüm kazanmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, bu saha "volkanik kökenli, parazit konilerle hafifçe engebelileşmiş ve kademeli yükseltiye sahip dağlık alan" olarak tanımlanabilir **(Fotoğraf 10)**.

Fotoğraf 10: Araştırma sahasının kuzeyinde yer alan ve Karacadağ volkanizmasıyla ilişkili bir parazit koni.

Orta kesimde, dağlık sahaya göre daha alçak bir seviyede yer alan ve aşınım süreçlerinin etkisiyle şekillenmiş bir bazalt platosu uzanır. Bu ünite "aşınım süreçleriyle şekillenmiş bazalt platosu" olarak nitelendirilebilir. Güneyde ise, Arap Platformu

üzerindeki riftleşme süreçlerinin etkisiyle oluşmuş graben yapısı ve akarsu birikimleriyle karakterize bir ova yer alır. Ova genel olarak düz bir yapıya sahip olmakla birlikte, yer yer hafif dalgalanmalar görülmektedir. Bu ünite "graben yapılı, akarsu birikimleriyle şekillenmiş, yer yer hafif dalgalanmalar gösteren ova" olarak tanımlanabilir. Bu üç farklı jeomorfolojik ünitenin (kuzeydeki yüksek dağlık saha, orta kesimdeki plato ve güneydeki ova sahası) ayrı ayrı ele alınması, araştırma sahasının coğrafi özelliklerinin daha detaylı ve sistematik bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır **(Şekil 3 ve Harita 3)**.



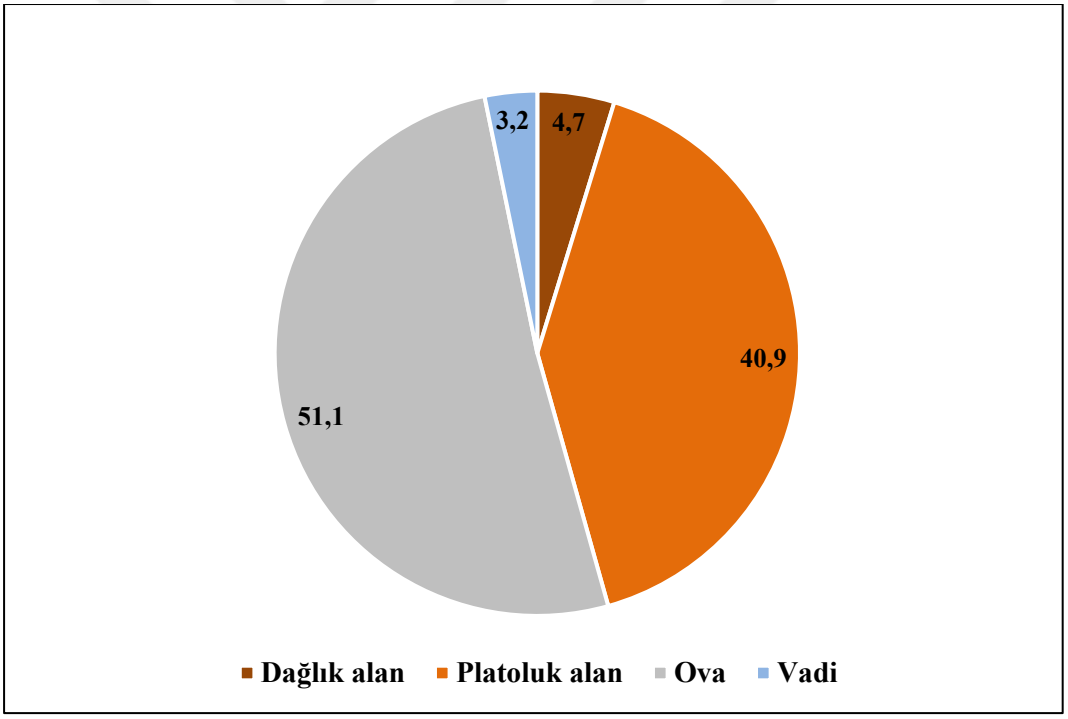
Şekil 3: Araştırma sahasına ait jeomorfolojik blokdiyagram (Gürel, 1992'den yeniden düzenlenmiştir)

İklim ve toprak farklılıklarından araziden yararlanma potansiyeline kadar pek çok faktör morfolojik birimlerin mekânsal dağılımı ile doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda, araştırma sahasının yüzey şekillerine göre alansal ve oransal dağılımı önemli ipuçları sunmaktadır. Verilere göre, ova alanları 1997,1 km² ile toplam alanın %51,13'ünü oluşturarak en geniş morfolojik birim olarak öne çıkmaktadır. Ova sahasını %40,90 oran ve 1597,8 km² büyüklük ile platoluk alanlar takip ederken, daha sınırlı bir yer kaplayan dağlık alanlar 185,2 km² (%4,74) ve vadiler ise 126,1 km² (%3,23) ile toplam yüzeyin daha küçük bir bölümünü kapsamaktadır. Bu dağılım, araştırma sahasının büyük ölçüde düz ve hafif eğimli arazilere sahip olduğunu, dolayısıyla bitkisel

üretim faaliyetleri açısından oldukça elverişli bir topografya sunduğunu ortaya koymaktadır **(Tablo 3 ve Şekil 4)**.

Tablo 3: Araştırma alanında morfografik birimlerin alansal ve oransal dağılımı

Birim	Alan (km²)	Oran (%)
Dağlık alan	185,2	4,74
Platoluk alan	1597,8	40,90
Ova	1997,1	51,13
Vadi	126,1	3,23
Toplam	3906,2	100



Şekil 4: Araştırma alanında morfografik birimlerin oransal dağılımı (%)

1.2.1. Dağlık Sahalar ve Tepeler

Araştırma sahasının topografyası, güneyden kuzeye doğru artan bir yükselti eğilimi göstermektedir. Güneyde yer alan Ceylanpınar Ovası, sahanın en alçak alanını oluştururken, kuzeye doğru gidildikçe yükselti kademeli olarak artmakta ve Viranşehir

Platosu'na ulaşmaktadır. Plato, ovaya göre daha fazla bir yükseltiye sahiptir. Saha, Karacadağ volkanına doğru ise hafif bir eğimle yükselmektedir.

Karacadağ, araştırma sahasının jeomorfolojisini domine eden en belirgin unsur olup, kuzeyde yer alan ve sahanın en yüksek noktasını oluşturan bir kalkan (Hawaii tipi) volkandır. 1957 metre yükseltiye ulaşan bu volkanik kütle, tipik bir lav kalkanı görünümündedir ve çevresindeki topografyayı belirgin bir şekilde etkilemektedir. Ancak, volkanın zirve kesimi araştırma sahası içerisinde yer almamaktadır. Karacadağ, ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Suriye sınırının yaklaşık 100 km kuzeyinde konumlanmış ve Arap otoktonu olarak bilinen platform üzerinde yükselen bir yapıdır. *Üst Miyosen*'de, peneplenleşmiş düzlüklerde yarık püskürmesi şeklinde başlayan volkanik aktivite, ilk evrelerinde plato şeklinde yayılım göstermiştir. Zamanla, üst üste yığılan lav akıntıları, kalkan şeklinin oluşumuna ve Karacadağ volkanının bugünkü görünümüne kavuşmasına neden olmuştur. Tarihsel dönemlere kadar çeşitli aralıklarla faaliyetini sürdüren volkanın küçük ekseni 80 km, büyük ekseni ise 120 km uzunluğundadır ve çevresel kısımlara doğru eğimi azalmaktadır. Volkanik kütle, ilk şeklini büyük ölçüde korumuş olup, çok sayıda merkezden çıkan ve belirli yönlerde yayılan lav akıntılarından oluşmaktadır. Bu merkezler genellikle kuzey-güney yönlü açılma çatlakları üzerinde konumlanmıştır (Şaroğlu ve Güner, 1981; Sözer, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1987).

Karacadağ volkanından Viranşehir Platosu'na doğru ilerlendikçe, yükselti belirgin bir düşüş göstermekle birlikte, bu değişim saha gözlemlerinde kolaylıkla fark edilememektedir. Volkanik sahadan uzaklaştıkça, yüzeydeki bazalt blokları azalmakta ve toprak kalınlığı artmaktadır. Bu durum, volkanik malzemenin taşınması ve birikmesi süreçlerinin yanı sıra erozyon ve ayrışma süreçlerinin de etkisiyle açıklanabilir. Araştırma sahasının zirve kesimlerinde ise, volkanik aktivitenin izleri daha belirgindir. Çok sayıda parazit koni, çalışma alanının jeomorfolojik çeşitliliğine katkıda bulunmaktadır. Bu koniler, geçmişte piroklastik ve lav püskürmelerinin gerçekleştiği noktalarda, volkanik malzemenin zamanla birikmesi sonucu oluşmuştur. Bu bağlamda, *Kamerseki Tepesi* (1540 m), *Sağırzendi Tepesi* (1032 m), *Kırmızı Tepe* (957 m) ve *Büyük Tepe* (950 m) gibi yükseltiler, söz konusu parazit konilere örnek teşkil etmektedir **(Harita 3)**.

Kamerseki Tepesi, güneye doğru açılan belirgin bir krater yapısıyla dikkat çeken volkanik bir konidir. 1540 metre yüksekliğe ulaşan bu koni, araştırma sahasının en yüksek noktasını oluşturmakta ve temelden itibaren yüksekliği 25-30 metre civarındadır. Koninin bu denli belirgin bir yapıya sahip olması, volkanik aktivitenin yoğunlaştığı bir merkez olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, kraterin güneye doğru açılması, lav akıntılarının ve piroklastik malzemelerin bu yönde yayıldığını göstermesi açısından önemlidir **(Fotoğraf 11)**.

Fotoğraf 11: Araştırma sahasının en yüksek noktası olan Kamerseki Tepesi ve yakın çevresi ile güneyinde konumlanan Ballıca Köyü'nün genel görünümü. Burası bazaltik malzemelerden belirgin bir şekilde yükselerek morfolojik bir birim oluşturmuştur.

Sağırzendi Tepesi, Gözler köyü yakınlarında konumlanan ve araştırma sahasındaki volkanik aktivitenin önemli bir göstergesi olan jeomorfolojik yerdir. Yaklaşık 2 km çapa sahip bu basık koni, 1032 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Koninin basık yapısı, volkanik aktivite sırasında etkili olan patlama şiddeti ve lav viskozitesi gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir. Bu durum, Sağırzendi Tepesi'nin volkanik aktivitenin farklı evrelerini yansıtan önemli bir örnek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Sağırzendi Tepesi'nin yakınlarında, Gözler köyünün kuzeydoğusunda, Karacadağ volkanizmasının en genç dönemini temsil eden bir başka parazit koni bulunmaktadır.

Kırmızı Tepe, araştırma sahasında bulunan ve 957 metre yüksekliğe sahip bir diğer parazit volkan konisidir. Piroklastik karakterli olan bu tepe, geçmişte volkanik cüruf çıkarılması amacıyla işletilen bir ocağa ev sahipliği yapmıştır. Kırmızı Tepe'nin oluşumu, patlayıcı volkanik aktivite dönemlerinde havaya fırlatılan volkanik

malzemelerin (cüruf, lapilli, volkanik kül gibi) birikmesi ve zamanla sertleşmesiyle gerçekleşmiştir. Bu nedenle, tepe genellikle gevşek ve gözenekli bir yapıya sahiptir **(Fotoğraf 12)**.

Fotoğraf 12: Araştırma sahasında yer alan, 957 metre yüksekliğindeki piroklastik karakterli Kırmızı Tepe parazit volkan konisi.

Araştırma sahasının orta kısımlarında yer alan Viranşehir Platosu, genel olarak düz bir topografyaya sahip olmakla birlikte, üzerinde yer yer bazı tepeler de barındırmaktadır. Bu tepelerden başlıcaları; ***Koşulu Tepesi*** (758 m), ***Sekvar Tepesi*** (627 m), ***Kuçihisin Tepesi*** (610 m) ve ***Bozan Tepesi*** (525 m) şeklinde sıralanabilir. Sekvar ve Kuçihisin Tepeleri, platonun güneybatısında bulunan *Alt Miyosen* yaşlı kireçtaşları üzerinde yer alırken, Bozan Tepesi yine platonun güneybatısında, Koşulu Tepesi ise platonun kuzeyinde, *Üst Miyosen* yaşlı bazaltik saha üzerinde konumlanmaktadır. Bu durum, platonun her ne kadar bazaltik lav karakterli olsa da jeolojik yapısının heterojen olduğunu ve farklı yaşlardaki formasyonları içerdiğini göstermektedir. Söz konusu tepelerin platodaki dağılımı incelendiğinde, dağınık bir yapı sergiledikleri görülmektedir.

Araştırma sahasının güney kesiminde yer alan Ceylanpınar Ovası, topografik olarak genel bir düzlük karakteri göstermekle birlikte, 500 metreyi aşan yükseltilere sahip birkaç tepe içermektedir. Bu tepelere, ***Pirahmet Tepesi*** (508 m) ve ***Hamdan Tepesi*** (510 m) örnek olarak verilebilir. Bu tepeler ovanın genel düzlüğünü bozmayan,

çoğunlukla sınırlı alanlarda gözlemlenen ve farklı jeomorfolojik süreçlerin etkileşimine bağlı olarak gelişen küçük ölçekli yükseltilerdir. Söz konusu tepeler *Alt Miyosen* dönemine ait neritik kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bu durum, Ceylanpınar Ovası'nın jeomorfolojik evriminde volkanik aktivitenin etkisine karşın, denizel çökelme süreçlerinin baskın rol oynadığını göstermekte ve ovanın paleocoğrafik geçmişine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Günümüzde bazaltlara yer yer rastlanması ve mevcut bazaltların da yoğun aşınım geçirmiş olması, bu görüşü desteklemektedir.

Araştırma sahasının batı sınırında, fakat çalışma alanı dışında kalan, kuzey-güney doğrultusunda uzanan ve plato görünümünde olan Tektek Dağları bulunmaktadır. Bu dağlar, araştırma sahası yakın çevresindeki jeomorfolojik çeşitliliğine katkıda bulunan önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Ancak, çalışma alanının kapsamı dışında kaldığı için bu dağların jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri ele alınmamıştır.

1.2.2. Dalgalı Düzlükler ve Platolar

Ceylanpınar Ovası ile Karacadağ volkanik kütlesi arasında konumlanan **Viranşehir Platosu**[5], jeolojik köken itibariyle Karacadağ'dan kaynaklanan bazaltik lav akıntıları ile şekillenmiştir. Bu volkanik aktivitenin bir sonucu olarak, plato yüzeyi büyük ölçüde *Üst Miyosen* dönemine ait bazaltlarla kaplıdır. Bununla birlikte, platonun güneybatı kesimleri farklı bir jeolojik yapı sergilemektedir. Bu kesimde, *Üst Miyosen* bazaltlarının yerini *Alt Miyosen* yaşlı neritik kireçtaşları almaktadır. Kuzeyden güneye doğru inildikçe bazaltik örtünün kalınlığında azalma gözlenirken, kireçtaşı formasyonlarının yüzeye yakınlaştığı ve topografyada belirginleştiği tespit edilmiştir. Kireçtaşı ve bazalt dokanağı, arazi çalışmaları sırasında toprak rengindeki değişim ile rahatlıkla belirlenebilmektedir. Bazaltlar üzerinde gelişen topraklar koyu siyah renkli olurken, kireçtaşlarına geçildiğinde toprak rengi kırmızımsı bir tona dönüşmektedir. Kireçtaşlarının yaygın olduğu sahalarda, çözünme süreçlerinin etkisiyle çeşitli karstik şekillerin gelişimi de gözlemlenmektedir.

[5] Araştırma sahası içerisinde yer alan önemli morfolojik birimlerden biri **Siverek-Viranşehir Platosu**'dur. Ancak söz konusu platonun yalnızca Viranşehir ilçesi sınırlarında kalan doğu uzantısı araştırma sahası içerisinde yer almakta, Siverek ilçesine ait batı kesimi ise saha dışında kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada, bütüncül plato adlandırması yerine yalnızca Viranşehir Platosu ifadesi tercih edilmiştir. Böylece hem mekânsal kapsamın sınırları netleştirilmiş hem de kullanılan terminoloji çalışmanın özgün sınırlılığına uygun hâle getirilmiştir.

Viranşehir ilçe merkezi, coğrafi olarak platonun merkezi konumunda yer almaktadır. Platonun genel olarak düz bir topografik yapıya sahip olması, yerleşim alanlarının gelişimini ve kentsel yayılımı kolaylaştırmıştır. Bununla birlikte, plato yüzeyinde hafif dalgalı özellikler de gözlemlenmektedir. Bu hafif dalgalanmalar, platoda 500 ile 800 metre arasında değişen yükseltilere sahip birçok tepenin varlığı ile ilişkilendirilebilir. Söz konusu tepeler, platonun topografik çeşitliliğini artırmakta ve yer yer engebeli alanlar oluşturmaktadır. Özellikle platonun güney kesimleri, bazaltların ayrışması sonucu oluşan kalın ve verimli toprak örtüsü ile dikkat çekmektedir. Bu verimli topraklar, yörede bitkisel üretim faaliyetlerinin yoğunlaşmasını sağlamış ve zirai faaliyetler, yerel halkın temel geçim kaynağı haline gelmiştir **(Fotoğraf 13)**. Platonun kuzey kesimlerinde ise, bazalt ayrışmasının daha sınırlı düzeyde olması nedeniyle toprak örtüsü daha ince bir yapı sergilemekte ve taşlı yüzeyler yaygınlaşmaktadır. Bu durum, platonun kuzeyinde meraya dayalı hayvancılık faaliyetlerinin daha baskın ekonomik pratikler olarak öne çıkmasına neden olmuştur.

Fotoğraf 13: Viranşehir Platosu'nun tipik görünümü ve üzerinde yoğun olarak gözlemlenen bazaltik malzemeler

1.2.3. Ovalık Alanlar

Araştırma sahasının güneyinde ülkemizin en önemli ovalarından biri olan **Ceylanpınar Ovası** yer almaktadır. Ceylanpınar Ovası'nda yükseltisi 500 metreyi geçen birkaç tepe dışında, genel olarak yükselti 500 metrenin altındadır. Ova, büyük oranda *Alt Miyosen* yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşmakla birlikte, yer yer *Eosen-Oligosen* yaşlı neritik kireçtaşları ve *Kuvaterner* yaşlı bazaltlar da gözlenmektedir. Özellikle araştırma sahasının güneybatısında, oldukça geniş bir alanda *Kuvaterner* alüvyonlar yayılım göstermektedir **(Fotoğraf 14)**.

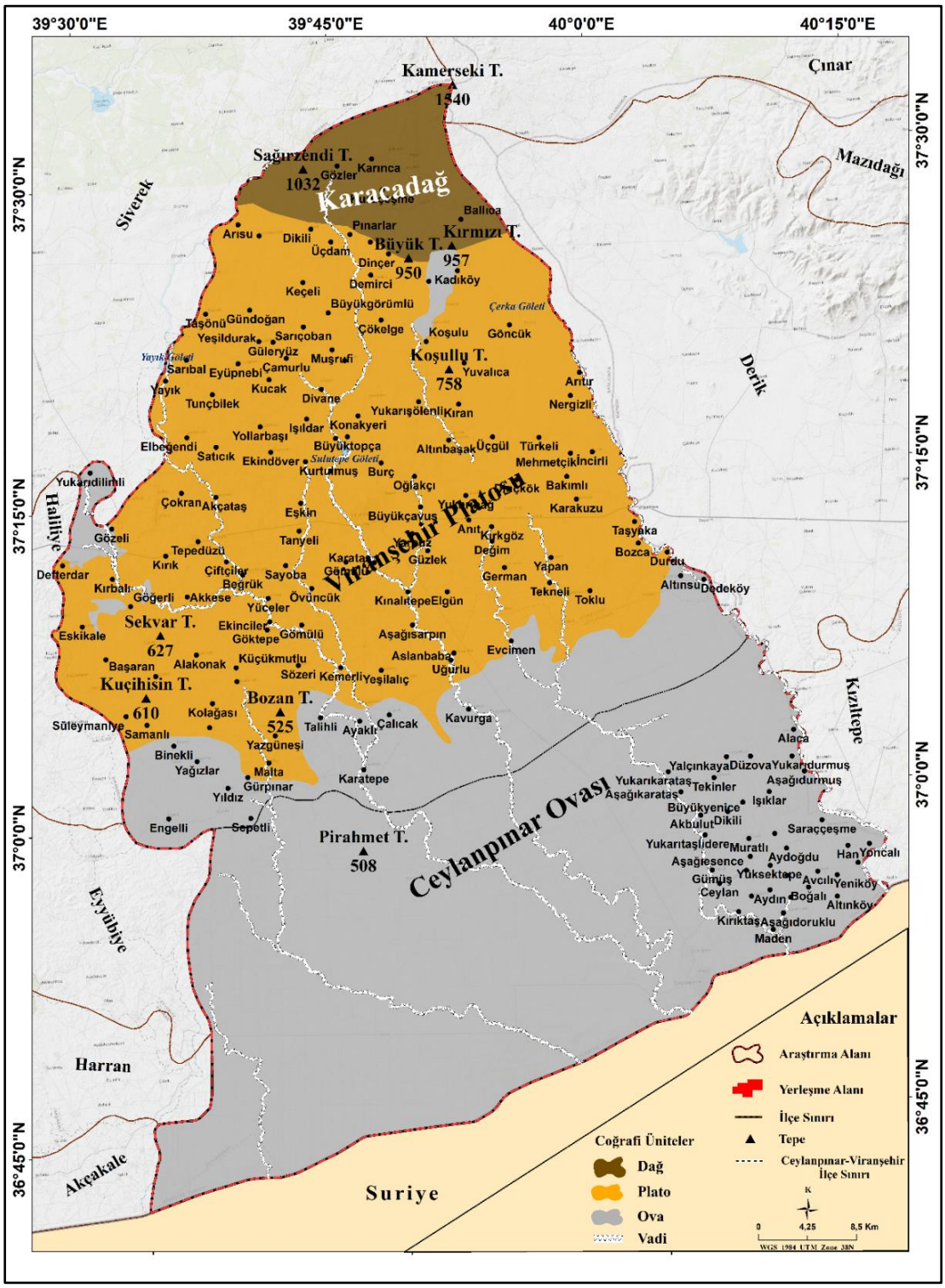
Fotoğraf 14: Ceylanpınar Ovası'nın en güneyinde kurulmuş olan Ceylanpınar şehri.

Ceylanpınar Ovası'nın jeomorfolojik evrimi, *Alt Miyosen* yaşlı neritik kireçtaşları ve *Üst Miyosen* yaşlı bazaltların etkileşimi ile şekillenmiştir. Öncelikle, *Alt Miyosen* döneminde denizel ortamda oluşan neritik kireçtaşları, ovanın temelini oluşturmuştur. Daha sonra, *Üst Miyosen*'de gerçekleşen volkanik aktivite sonucu bazaltlar bu kireçtaşlarının üzerine yayılmıştır. Ancak, bazaltlar zamanla yoğun bir aşınma sürecine maruz kalmış ve günümüzde ova yüzeyinde sınırlı olarak bulunmaktadır. Bu durum, bazaltların aşınması sonucu altta bulunan neritik kireçtaşlarının tekrar yüzeye çıktığını ve ovanın güncel morfolojisinde etkili olduğunu göstermektedir. Yani, ovanın jeomorfolojik evriminde hem denizel çökelme süreçleri (neritik kireçtaşları) hem de volkanik aktivite (bazaltlar) rol oynamıştır, ancak aşınma süreçleri nedeniyle denizel çökelme süreçlerinin izleri daha belirgindir.

Ceylanpınar Ovası, Arap Platformu üzerindeki riftleşme süreçlerinin etkisiyle gelişmiş bir graben yapısıdır ve akarsu birikimleri ile şekillenmiştir. Bu graben yapısı,

ovanın genel morfolojik karakterini belirleyen temel unsurdur. Genel olarak düz bir yapıya sahip olan Ceylanpınar Ovası'nda, yer yer hafif dalgalanmalar da gözlemlenmektedir. Ovanın en güney ucu ile Viranşehir Platosu'na geçiş gösteren kuzey ucu arasında yaklaşık 100 metrelik bir yükselti farkı bulunmaktadır. Bu yükselti farkı, ovanın hafif eğimli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bitkisel üretim açısından oldukça verimli olan Ceylanpınar Ovası'nın büyük bir kısmı, TİGEM (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü) tarafından işletilmektedir.

Ceylanpınar Ovası dışında, özellikle platoluk alanlarda da küçük çaplı ovalar bulunmaktadır. Kadıköy yakınlarındaki 15 km²'lik ova, bu tür ovalara güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu ova, büyük olasılıkla platoda meydana gelen tektonik hareketler sonucu oluşmuş tektonik kökenli bir ovadır. Hemen doğu ve batı kenarlarıyla arasında 25 metrelik bir yükselti farkının bulunması, bu sahada faylanma veya kırılma gibi tektonik olayların yaşandığını düşündürmektedir. Bu tektonik hareketler sonucunda, ovanın bulunduğu alan çökmüş ve etrafındaki yüksek alanlara göre daha alçak bir konuma gelmiştir.

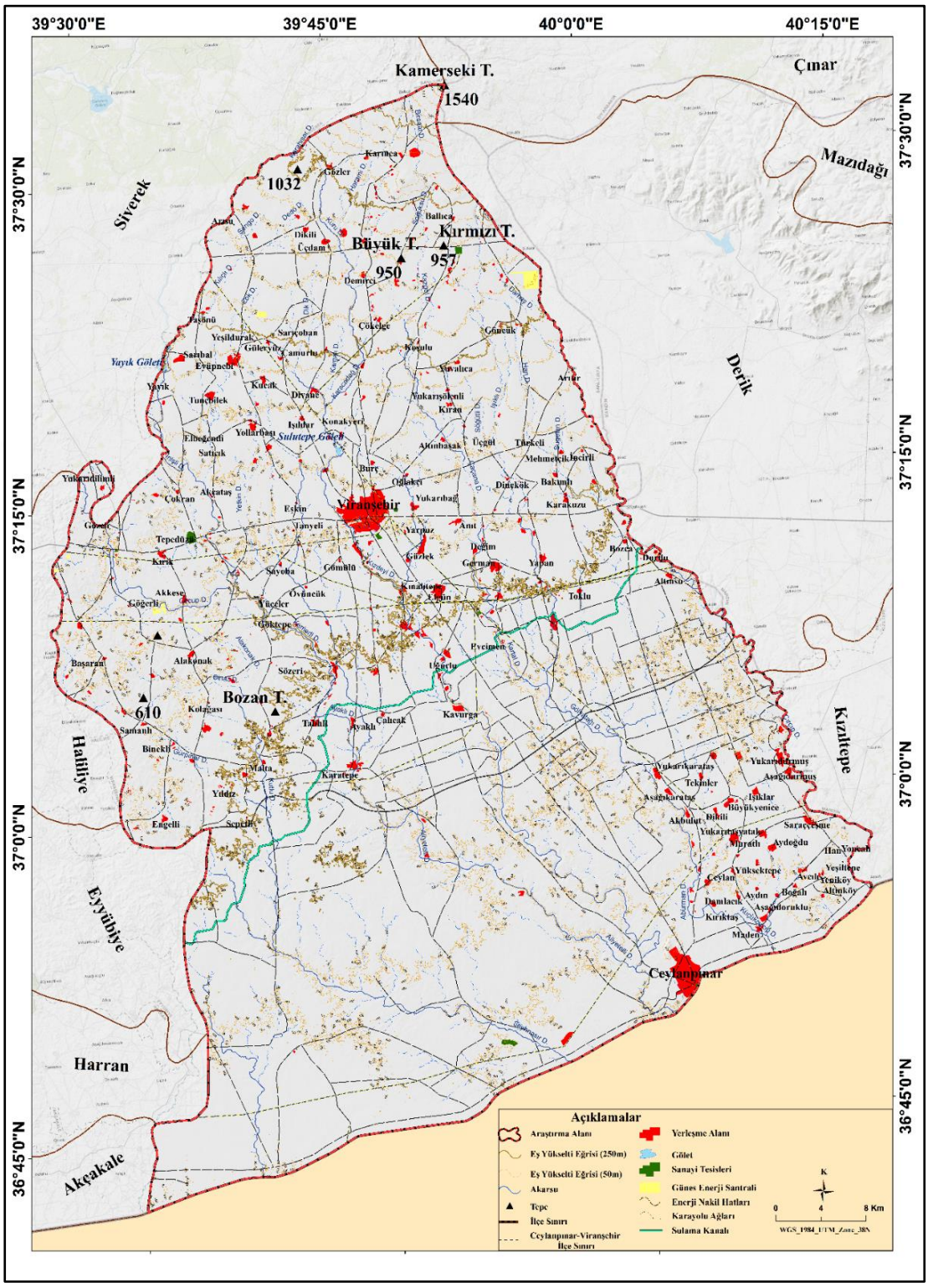


Harita 3: Karacadağ güney kesimi morfografya haritası

1.3. Araştırma Sahasının Topografya Özellikleri

Topografya, bir sahanın ekolojik şartları ve dolayısıyla bitkisel üretim üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Topografik yapının farklılaşması, kısa mesafelerde ekolojik özellikleri çeşitlendirerek bitkisel üretimde farklılıklara yol açabilir. Rölyef değişikliği, bitkiler için en temel iklim parametreleri olan sıcaklık ve yağış şartlarında değişikliklere neden olarak dolaylı yoldan vejetasyon gelişimini ve bitkisel üretimi etkiler. Özel koşullar hariç tutulduğunda, genel bir kural olarak yükseltinin her 100 metrede artış göstermesi, Kuzey Yarı Küre'de güneyden kuzeye doğru 100 km uzaklaşmaya karşılık gelir ve bu da bitkisel üretimde farklılıklara neden olmaktadır. Bu durum, vejetasyon döneminin başlangıcını ve çiçek açmalarını 4-6 gün geciktirerek bitkisel üretim sürecini etkiler ve ürün verimliliğini potansiyel olarak azaltır (Dönmez, 1985; Ünaldı ve Toroğlu, 2007; Atalay, 2008; Atalay ve Efe, 2015; Atalay ve Gündüzoğlu, 2015). Sonuç olarak, topografik yapıdaki farklılıklar, bitkisel üretimde önemli değişikliklere yol açabilir ve bu nedenle bitkisel üretim faaliyetlerinin planlaması ve yönetiminde topografyanın dikkate alınması büyük önem taşır.

Araştırma alanının topografya haritası incelendiğinde, sahanın genel olarak sade bir topografya görüntüsü verdiği görülmektedir. Ancak, araştırma sahasının en güneyini oluşturan Ceylanpınar Ovası'nın en alçak yeri ile en kuzeyinde Karacadağ üzerinde yer alan Kamerseki Tepesi arasında 1200 metreye yaklaşan bir yükselti farkı bulunmaktadır. Bu önemli yükselti farkı, arazinin kuzey-güney doğrultusunda eğimli bir yapıya sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. Eğim, ovadan dağlık kesime geçişte kademeli olarak arttığından, arazi üzerinde hareket edildiğinde bu eğim farkı kolayca algılanamamaktadır. Araştırma alanındaki bu yükselti farkı ve eğim, farklı iklim ve toprak koşullarının oluşmasına neden olarak bitkisel üretim faaliyetlerini doğrudan etkilemektedir **(Harita 4)**.

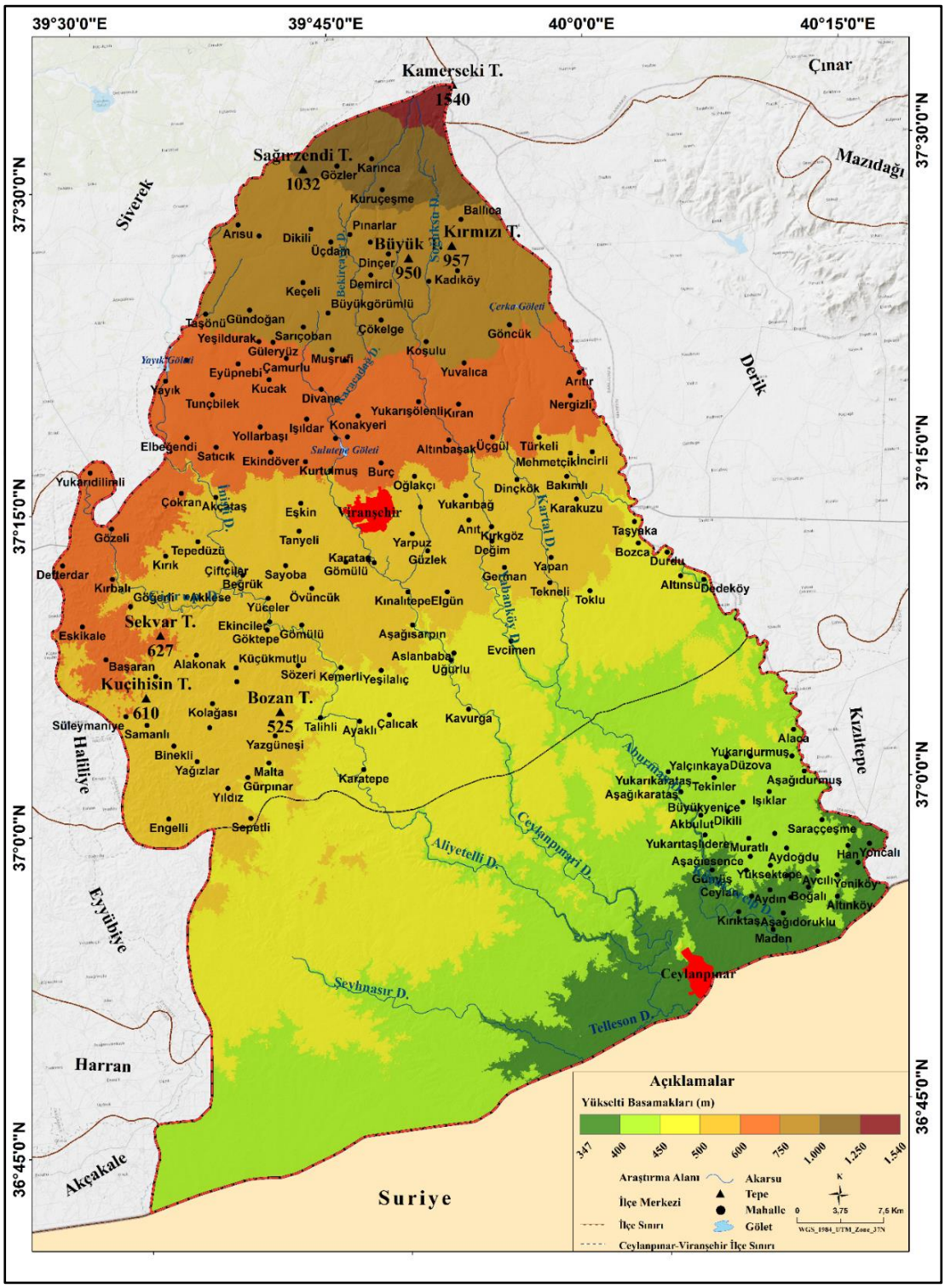


Harita 4: Karacadağ güney kesiminin topografya haritası

1.3.1. Yükselti

Yükselti, bir yerin ortalama deniz seviyesinden yüksekliğini ifade eden ve bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olan coğrafi bir faktördür (İzbırak, 1975). Yükselti, başta sıcaklık olmak üzere iklim elemanlarının şekillenmesinde kritik bir rol oynar. Nitekim iklim değişkenlerinin karakteristik özellikleri, yükseltiye bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterir. Yükseltinin artmasıyla birlikte, atmosfer basıncında ve hava yoğunluğunda meydana gelen azalma, sıcaklık, bağıl nem oranı ve su buharı miktarında düşüşe neden olur. Buna karşılık yükseltinin artışı yağış miktarında, buharlaşma oranında, günlük sıcaklık farkında, rüzgâr hızında ve solar radyasyon şiddetinde artışa yol açar (Erinç, 1967). Bu değişimler, yükselti faktörünün iklim üzerindeki belirleyici etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle sıcaklık rejimi üzerindeki etkisi, ilk ve son kar yağışı tarihleri, kar örtüsünün kalıcılığı, don süresi ile don olaylarının sıklığı ve şiddeti gibi faktörleri etkileyerek bitkisel üretim faaliyetlerini doğrudan etkiler (Erinç, 1969). Bu nedenle, yükselti, bitkisel üretim faaliyetlerinin planlamasında dikkate alınması gereken önemli bir parametredir.

Yarı kurak iklim kuşağında yer alan araştırma sahası, 347 metreden başlayarak Kamerseki Tepesi'nde 1540 metreye kadar çıkan geniş bir yükselti yelpazesi sunmaktadır **(Harita 5)**. Bu geniş yükselti aralığı, iklim elemanları üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, özellikle sıcaklıkta belirgin farklılıklar yaratmaktadır. Yükseltinin artmasıyla sıcaklık genel olarak düşüş gösterirken, bu durum araştırma sahasında farklı kesimler arasında belirgin iklim ayrımlarına yol açmaktadır. Meteorolojik veriler incelendiğinde, plato merkezi (Viranşehir İstasyonu, 18,2°C yıllık ortalama sıcaklık) ile Ceylanpınar Ovası (Ceylanpınar TİGEM İstasyonu, 18,4°C yıllık ortalama sıcaklık) arasında sıcaklık açısından kayda değer bir fark bulunmamaktadır. Bu durum, platonun güney ve merkezi kesimleri ile Ceylanpınar Ovası'nın benzer sıcaklık koşullarına sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, asıl sıcaklık farklılığı, platodan kuzeye doğru, dağlık kesimlere geçildiğinde belirginleşmektedir. Yükselti Kamerseki Tepesi'ne doğru artış gösterdikçe sıcaklıkta daha keskin bir düşüş yaşanmaktadır. Bu durum, yükseltinin kuzeye doğru artmasıyla birlikte, iklim koşullarının belirgin şekilde değiştiğini ve asıl iklim farklılığının plato ile dağlık kesimler arasında ortaya çıktığını açıkça göstermektedir.

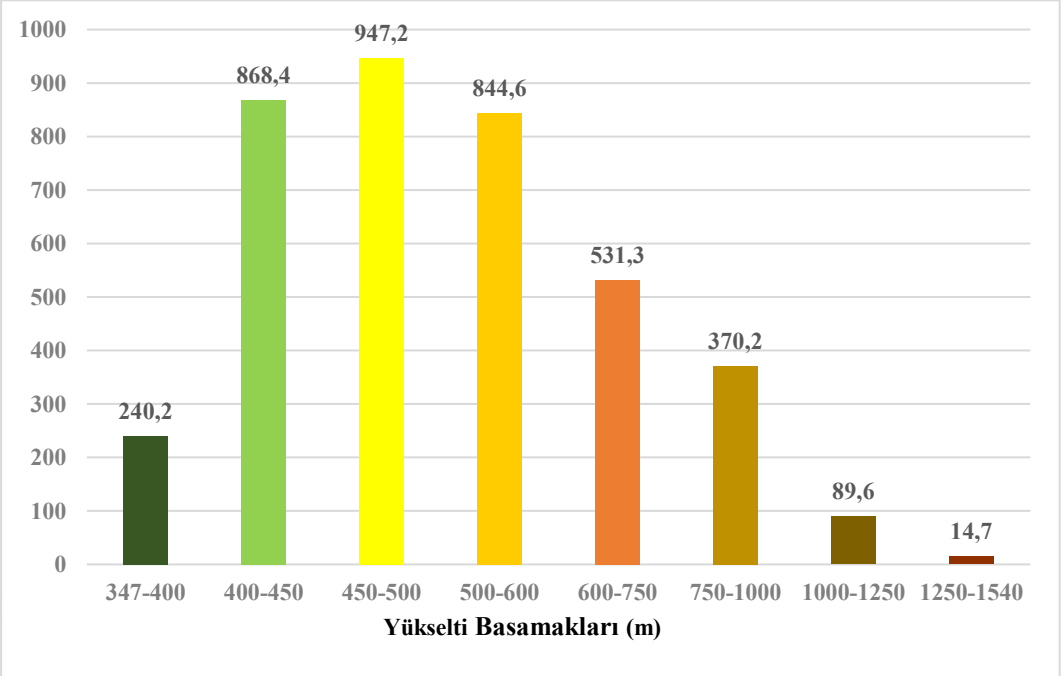


Harita 5: Karacadağ güney kesiminin yükselti basamakları haritası

Araştırma sahasının yükseltisi, güneyde Ceylanpınar Ovası seviyesinden (347 metre) başlayarak kuzeye, Kamerseki Tepesi zirvesine (1540 metre) doğru belirgin bir artış göstermektedir. Yükselti dağılımını detaylandırmak amacıyla, alt rakımlarda 50 metrelik aralıklarla başlanmış, daha yüksek rakımlara çıkıldıkça ise farklı genişliklerdeki 8 farklı yükselti grubu analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sahada yükseltinin homojen dağılmadığını, belirli aralıkların baskın olduğunu ortaya koymaktadır. 450-500 metre yükselti bandı, 947,2 km²'lik yayılımla, araştırma alanının yaklaşık dörtte birini (%24,25) kaplayarak en geniş paya sahiptir. Hemen ardından gelen 400-450 metre aralığı ise 868,4 km²'lik alan ve %22,23'lik oranla bu baskınlığı desteklemektedir. Bu iki grup, tek başına sahanın neredeyse yarısını oluşturarak alçak-orta yükselti zonlarının genişliğini göstermektedir. Orta ve yüksek yükselti grupları incelendiğinde, 500-600 metre (844,6 km², %21,62) ve 600-750 metre (531,3 km², %13,6) aralıklarının da sahada belirgin bir yer kapladığı görülmektedir. Ancak, dağlık yöreye karşılık gelen yüksek rakımlı grupların yayılışı önemli ölçüde azalmaktadır. Örneğin, 1000-1250 metre bandı yalnızca 89,6 km² (%2,3) ile temsil edilirken, en yüksek yükselti dilimini oluşturan 1250-1540 metre aralığı, sadece 14,7 km² (%0,38) ile sınırlı düzeydedir. En alçak kesimi temsil eden 347-400 metre aralığı ise 240,2 km² (%6,15) olarak belirlenmiştir. **(Tablo 4, Şekil 5 ve 6)**.

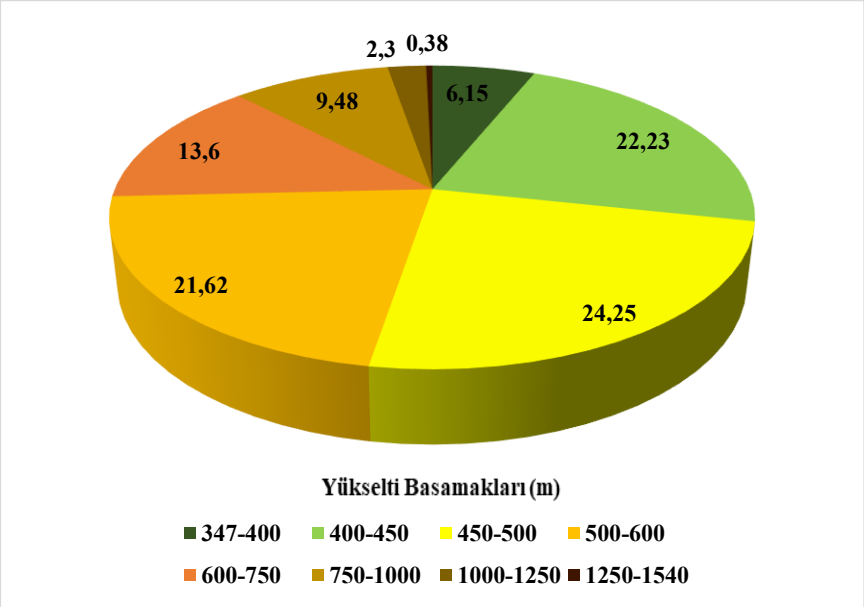
Tablo 4: Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre alansal ve oransal dağılımı

Yükselti Basamakları (m)	Alansal Dağılım (km²)	Oransal Dağılım (%)
347-400	240.2	6.15
400-450	868.4	22.23
450-500	947.2	24.25
500-600	844.6	21.62
600-750	531.3	13.6
750-1000	370.2	9.48
1000-1250	89.6	2.3
1250-1540	14.7	0.38
Toplam	**3906.2**	**100**



Şekil 5: Araştırma alanına ait yükselti basamaklarının alansal (km²) dağılımı

Verilen dağılım örüntüsü, araştırma sahasının genel morfolojisinin ağırlıklı olarak ovalık ve plato karakterinde olduğunu net bir şekilde göstermektedir. Dağlık sahanın varlığı göz ardı edilemez olsa da yüzölçümü içindeki payı oldukça sınırlıdır. Ova ve plato alanlarının geniş yüzölçüme sahip olması, bitkisel üretim faaliyetleri için uygun geniş alanların varlığı anlamına gelmektedir. Bu morfolojik yapı, makinalı tarım uygulamaları ve büyük ölçekli bitkisel üretim faaliyetleri için elverişli koşullar sunmaktadır.



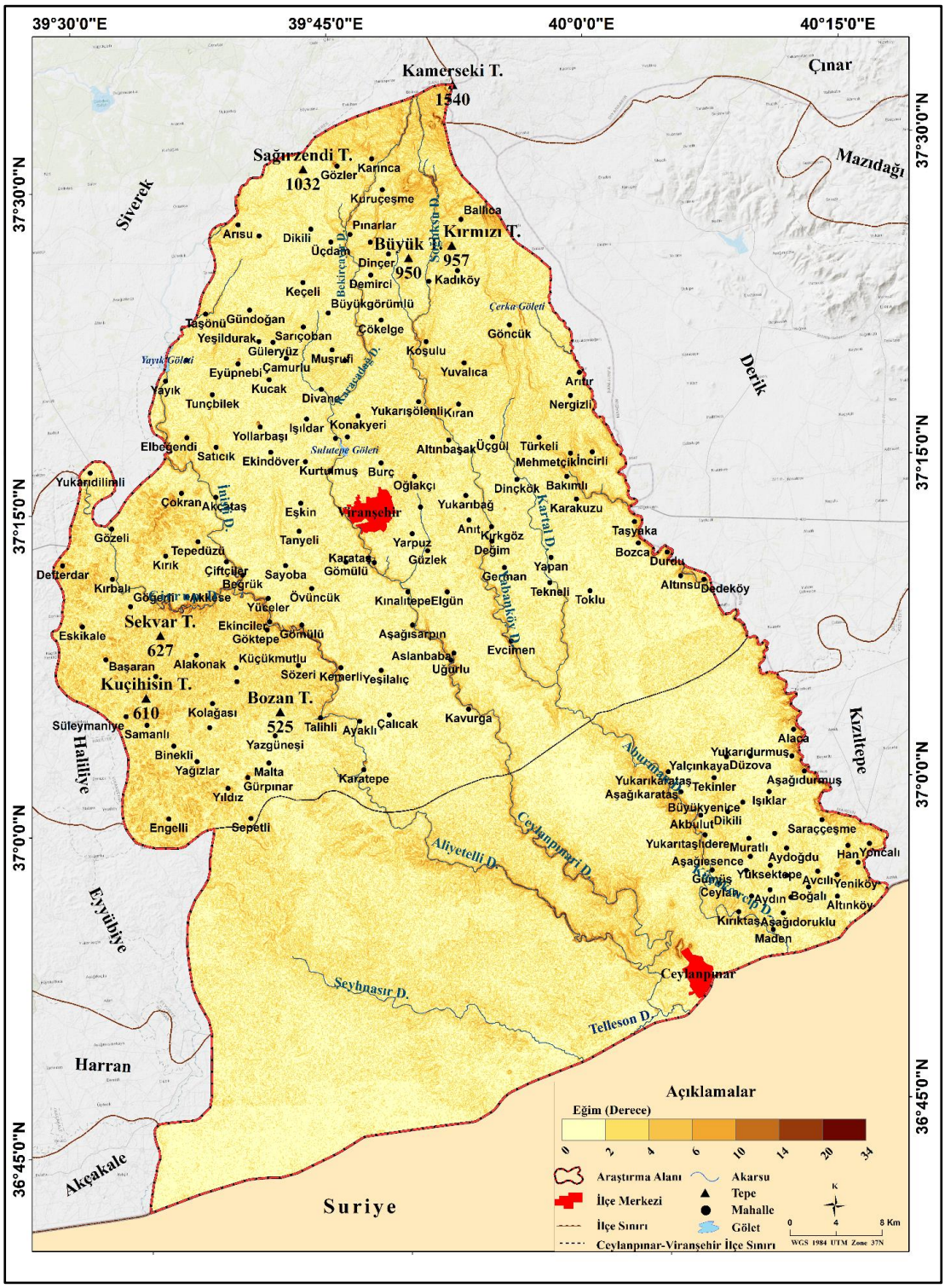
Şekil 6: Araştırma alanına ait yükselti basamaklarının oransal (%) dağılımı

1.3.2. Eğim

Belirli bir yatay uzaklıkta bulunan iki nokta arasındaki yükseklik ayrılığı olarak tanımlanan eğim, yükselti ve diğer topografya elemanları gibi bitkisel üretim faaliyetlerini etkileyen önemli bir faktördür (İzbırak, 1975). Bu etki, özellikle toprak oluşumu ve toprakların su tutma kapasitesi üzerinde kendini göstermektedir. Eğimin fazla olduğu yerlerde, aşınma süreçleri hızlandığından toprak oluşumu olumsuz etkilenir ve toprak derinliği azalır. Bu durum, bitki köklerinin gelişimi için gerekli olan toprak hacmini ve besin maddelerini sınırlayarak bitkisel üretim faaliyetlerini kısıtlamaktadır. Ayrıca, eğimli arazilerde yağış sularının yüzeysel akışa geçmesi, toprağın su tutma kapasitesini düşürerek bitkiler için elverişsiz bir ortam oluşturur. Bu nedenle, eğimli arazilerde toprağı tutacak ve erozyonu azaltacak, sığ köklü bitki türlerinin tercih edilmesi daha uygun olacaktır. Eğim azaldıkça, toprak oluşumu için daha uygun koşullar sağlanır ve toprak derinliği artar. Yüzeysel akışın azalmasıyla birlikte, toprak daha fazla su tutabilir hale gelir. Bu durum, bitkisel üretim faaliyetleri için daha elverişli bir ortam sunar. Derin topraklar ve yüksek su tutma kapasitesi, bitkilerin besin maddelerine ve suya daha kolay erişmesini sağlayarak verimliliği artırır. Böylece, eğimli arazilerde bitkisel üretim faaliyetleri, topografyanın sunduğu imkanlar ve sınırlamalar çerçevesinde şekillenmektedir (Jung, 1976; Yavuzşefik, 1998; Atalay, 2011; Doğanay ve Coşkun, 2015; Atalay vd., 2020; Coşkun ve Coşkun, 2020).

Yüzeyin eğim durumu, araziden en iyi şekilde yararlanma yolunu belirleyen önemli bir faktördür. Eğimin az olduğu ve topografik olarak düz veya hafif engebeli karakter gösteren alanlar, iklim koşulları da uygunsa, bitkisel üretim faaliyetleri için ideal bir ortam sunmaktadır. Bu durum, araştırma alanında da gözlemlenmektedir. Araştırma alanında düzlüklerin oldukça geniş yer kaplaması, bitkisel üretim potansiyelini artıran önemli bir özelliktir. Nitekim, yapılan incelemeler 4°'den daha az eğime sahip yüzeylerin geniş bir alana yayıldığını göstermektedir. Bu da araştırma alanının önemli bir kısmının bitkisel üretim faaliyetlerine uygun olduğunu göstermektedir **(Harita 6)**.

Araştırma alanındaki yüksek eğimli sahalar, genellikle kuzeydeki dağlık sahada bulunan parazit koniler, tepeler ve akarsu vadilerinin yamaçları gibi sınırlı alanlarda görülmektedir. Bu sahalardaki eğim değerleri çoğunlukla 25°'den fazla olup, bu durum bitkisel gelişim üzerinde önemli bir kısıtlama oluşturmaktadır. Yüksek eğimli yamaçlarda, yüzeyler genellikle gelişmiş bir toprak örtüsünden yoksundur ve anakayanın yüzeye çıktığı alanlar yaygındır. Bu nedenle, bitkiler anakayadan veya çatlaklar arasında oluşan topraklardan beslenmek zorunda kalır. Sınırlı toprak gelişimi ve besin maddesi eksikliği, zaten seyrek olan bitki örtüsünün gelişimini olumsuz etkileyerek bitkilerin çevreye göre daha cılız kalmasına neden olmaktadır.

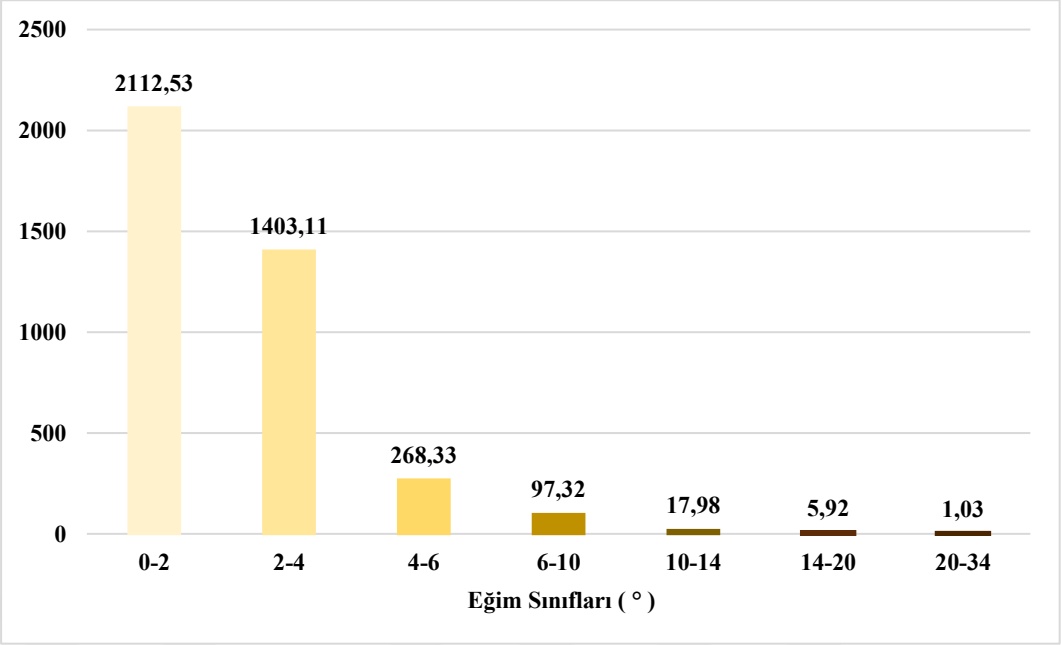


Harita 6: Karacadağ güney kesimi eğim haritası

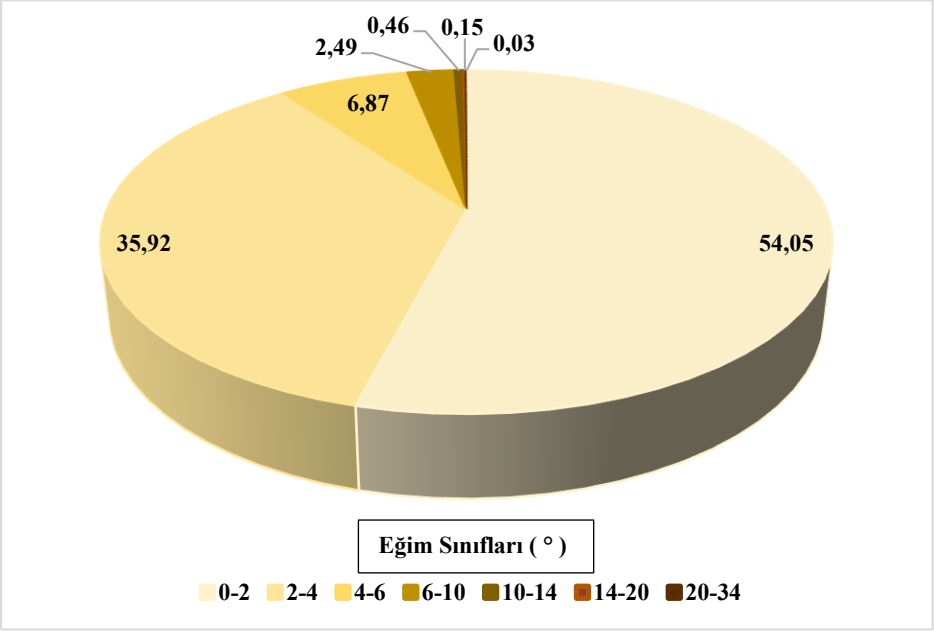
Araştırma sahasının eğim özellikleri, alansal dağılım ve oransal büyüklükleri dikkate alınarak 7 ayrı eğim kategorisinde incelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, eğim grupları içerisinde mutlak ve oransal olarak en baskın kategori, 0-2° eğim aralığı olarak tespit edilmiştir. Bu kategori, 2112,53 km²'lik bir alanı kapsamakta ve araştırma sahasının %54,05'ini oluşturmaktadır. Bu durum, sahanın yarısından fazlasının neredeyse düz veya çok hafif eğimli arazilerden meydana geldiğini göstermesi açısından önemlidir. Diğer eğim grupları incelendiğinde, 2-4° eğim aralığı 1403,11 km²'lik bir alan ve %35,92'lik oranla ikinci büyük kategoriyi oluşturmaktadır. Bu iki düşük eğimli kategori birlikte değerlendirildiğinde, araştırma sahasının %90'dan fazlasının <4° eğimli arazilerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu yüksek oran, sahada genel eğim değerlerinin oldukça düşük olduğunu ve eğimli arazilerin sınırlı bir yayılış gösterdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Daha yüksek eğim kategorileri ise giderek azalan oranlarda yayılış göstermektedir. 4-6° eğim aralığı 268,33 km² (%6,87) ile üçüncü büyük kategori olurken, 6-10° eğim aralığı 97,32 km² (%2,49) ve 10-14° eğim aralığı 17,98 km² (%0,46) ile temsil edilmektedir. 14-20° eğim aralığı 5,92 km² (%0,15) gibi daha da sınırlı bir alana sahipken, eğim değeri 20-34° arasında olan sahalara ise sadece 1,03 km² (%0,03) gibi çok düşük bir oranda rastlanmaktadır **(Tablo 5, Şekil 7 ve 8)**.

Tablo 5: Araştırma alanına ait eğim gruplarının alansal (km²) ve oransal (%) dağılımı

Eğim Sınıfları (%)	Alansal Dağılım (km²)	Oransal Dağılım (%)
0-2	2112.53	54.05
2-4	1403.11	35.92
4-6	268.33	6.87
6-10	97.32	2.49
10-14	17.98	0.46
14-20	5.92	0.15
20-34	1.03	0.03
Toplam	**3906.2**	**100**



Şekil 7: Araştırma alanına ait eğim gruplarının alansal (km²) dağılımı



Şekil 8: Araştırma alanına ait eğim gruplarının oransal (%) dağılımı

Verilen eğim dağılımı, araştırma sahasının genel jeomorfolojik özelliğinin düşük eğimli ve düz arazilerden oluştuğunu güçlü bir şekilde kanıtlamaktadır. Yüksek eğimli sahaların yok denilecek kadar az olması, sahanın tipik bir ova ve plato karakteristiği sergilediğini ve yüksek eğimden kaynaklanan topografik engebenin sınırlı olduğunu

göstermektedir. Bu durum, çalışmanın ana konusunu teşkil eden bitkisel üretim faaliyetleri açısından olumlu koşullar sunmaktadır. Buna karşılık eğim derecesi arttıkça erozyon riskinin de artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, eğimli sahalarda toprak koruma önlemlerinin alınması ve sürdürülebilir araziden yararlanma planlarının uygulanması büyük önem taşımaktadır.

1.3.3. Bakı

Bir yamacın güneş ışınlarına göre konumu veya ışınları alma durumu olarak ifade edilen bakı, bir sahanın iklim özelliklerini ve dolayısıyla bitkisel üretim faaliyetlerini etkileyen önemli bir topografik faktördür. Güneye bakan yamaçlar, daha fazla güneş radyasyonu aldıkları için kuzey yamaçlara ve düz alanlara göre daha sıcak olurlar. Bu nedenle, bakı faktörü özellikle dağlık sahalarda ve Türkiye gibi kuzey yarı kürede yer alan ülkelerde güneye bakan yamaçlarda daha fazla önem kazanmaktadır (Atalay, 2013).

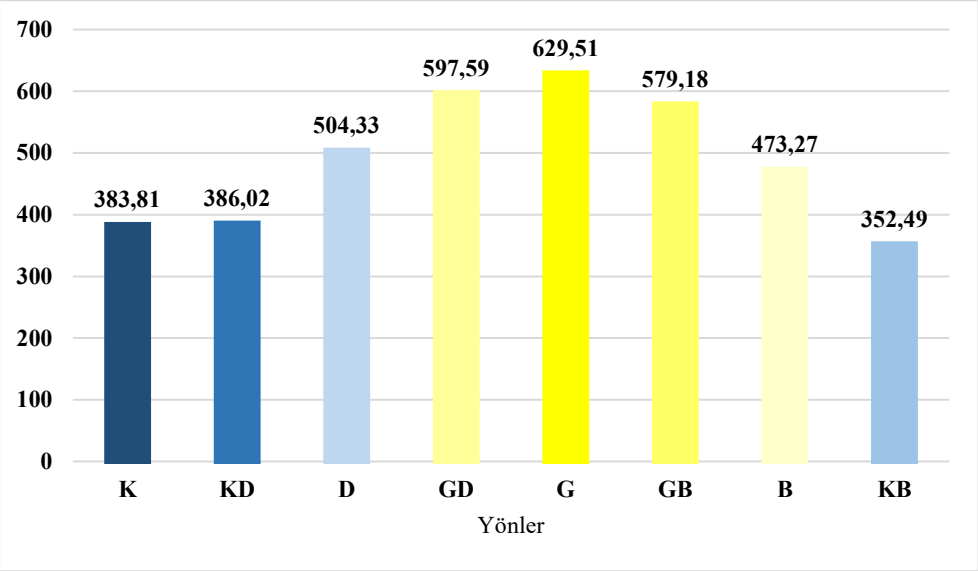
Bakı, özellikle iklim parametrelerinin başlıcaları olan sıcaklık ve yağış üzerinde etkili olarak bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde rol oynamaktadır. Sıcaklık için en temel belirleyici olan güneş ışınlarının yüzeye geliş açısını belirler. Güneş ışınları, Türkiye ve araştırma alanı koşullarında güney yönünden, tarihlere göre değişen açılar ile gelmektedir. Buna bağlı olarak, güney bakılı alanlara daha dike yakın açıyla ulaşarak yüzeye ulaşan solar spektrum şiddeti ve yüzey sıcaklığı daha yüksek olurken, kuzey bakılı arazilere ise hiçbir zaman dike yakın açıyla gelemez ve buna bağlı olarak ışık şiddeti ve sıcaklık değerleri daha düşük gerçekleşir. Güney bakılı arazilerde sıcaklığın ve ışık şiddetinin daha fazla olması, yüzeyden su kaybını artırır. Sıcaklığın artması, havanın mutlak nem kapasitesini artırırken, eğer ortamda yeterli buharlaşmanın gerçekleşeceği su kaynağı yok ise bağıl nem oranının düşmesine neden olur. Bu durum, özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu araştırma sahası gibi alanlarda bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde önemli sınırlandırıcı faktör haline gelmektedir (Coşkun, 2003; Atalay, 2010).

Karacadağ güney kesiminin bakı özellikleri, coğrafi yönlere göre detaylı bir analizle incelenmiştir. Bu analizde, ana yönler (kuzey, güney, doğu, batı) ve ara yönler (kuzeydoğu, güneydoğu, güneybatı, kuzeybatı) olmak üzere toplam 8 farklı bakı grubu tanımlanmıştır. Araştırma sahasının bakı yönelimleri değerlendirildiğinde, güney

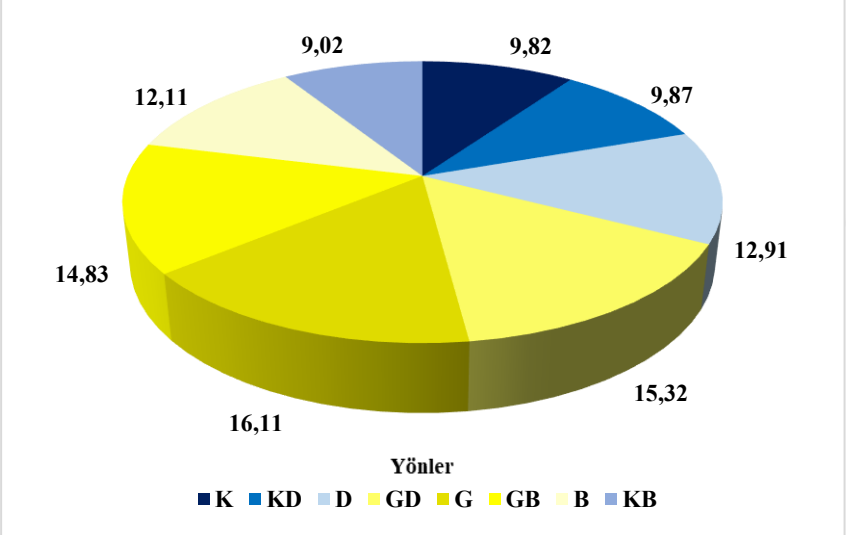
sektörlü bakıların, kuzey sektörlü bakılara kıyasla belirgin şekilde daha geniş alanlara yayıldığı görülmektedir. Yüzdelik dağılım verileri incelendiğinde, %16,11'lik oran ve 629,51 km²'lik alan büyüklüğü ile güney bakılı alanlar, araştırma sahasında en geniş yayılışa sahip bakı yönünü temsil etmektedir. Bu durumu, %15,32 oran (597,59 km²) ile güneydoğu bakısı ve %14,83 oran (579,18 km²) ile güneybatı bakısı izlemektedir. Bu ilk üç bakı yönü, tek başına araştırma sahasının yaklaşık %46'sını oluşturarak, güney sektörlü bakıların yöredeki baskın yönelim olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Diğer bakı yönlerinin dağılımına bakıldığında, doğu bakılı alanlar %12,91 (504,33 km²) ve batı bakılı alanlar %12,11 (473,27 km²) oranında bir yayılış sunmaktadır. Kuzey sektörlü bakılar ise, genel yayılış içerisinde daha düşük oranlara sahiptir. Kuzeydoğu bakısı %9,87 (386,02 km²), kuzey bakısı %9,82 (383,81 km²) ve kuzeybatı bakısı %9,02 (352,49 km²) ile en sınırlı yayılışa sahip bakı yönlerini oluşturmaktadır **(Tablo 6, Şekil 9 ve 10)**.

Tablo 6: Araştırma alanına ait bakı gruplarının alansal (km²) ve oransal (%) dağılımı

Yönler	Alansal Dağılım (km²)	Oransal Dağılım (%)
K	383.81	9.82
KD	386.02	9.87
D	504.33	12.91
GD	597.59	15.32
G	629.51	16.11
GB	579.18	14.83
B	473.27	12.11
KB	352.49	9.02
Toplam	**3906.2**	**100**



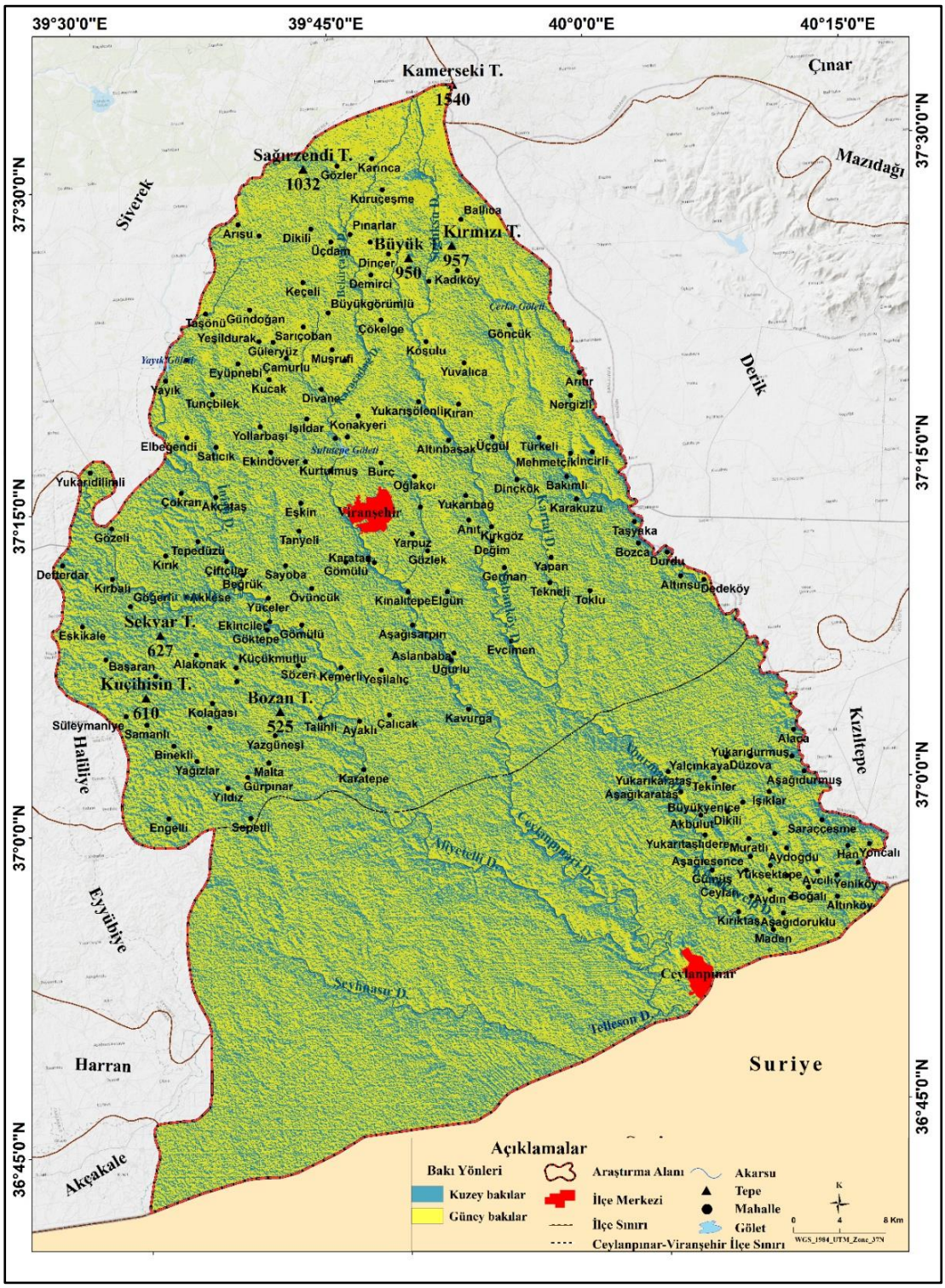
Şekil 9: Araştırma alanına ait bakı gruplarının alansal (km²) dağılımı



Şekil 10: Araştırma alanına ait bakı gruplarının oransal (%) dağılımı

Yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü Karacadağ güney kesimi, özgün topografik yapısı ve buna bağlı gelişen bakı özellikleri ile bitkisel üretim açısından özgün bir coğrafi çerçeve sunmaktadır. Yapılan bakı analizi sonuçları, araştırma sahasında güney sektörlü bakıların en geniş alanları kapladığını açıkça göstermekte, Güney (%16,11), Güneydoğu (%15,32) ve Güneybatı (%14,83) bakılarının yüzölçüm oranları bu durumu belirginleştirmektedir. Bu bakısal dağılım, güneye dönük yamaçların daha yoğun güneş ışınımına, dolayısıyla artan sıcaklık ve buharlaşma potansiyeline maruz kalması

sonucunu doğurmaktadır. Bu coğrafi koşullar göz önüne alındığında, araştırma alanında güney bakıların yaygınlığı, yörenin güneşlenme süresi, radyasyon enerjisi ve sıcaklık rejimini tayin eden temel bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, sınırlı su kaynaklarının etkin yönetimi, söz konusu güney yamaçlarda sürdürülebilir bitkisel üretimin vazgeçilmez bir unsuru haline gelmektedir. Bu bağlamda, mevcut su kaynaklarının muhafazası ve kapasitesinin artırılması ile birlikte, su tasarrufu esaslı sulama tekniklerinin (örneğin damla ve yağmurlama sulama sistemleri) kullanımının yaygınlaştırılması ve modernizasyonu, su kullanımında verimliliği en üst düzeye çıkarmanın ve doğal kaynakları korumanın kilit noktasıdır. Buna ek olarak, güneye bakan yamaçların yüksek sıcaklık ve güneşlenme potansiyelinden faydalanmak amacıyla, erkenci ve güneş sever bitki türlerinin tercih edilmesi, bitkisel üretimde başarıyı artırabilecek stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir. Bu sayede, bitkilerin vejetasyon dönemi boyunca su stresiyle karşılaşmadan gelişimlerini sürdürmeleri ve yüksek verim düzeylerine ulaşmaları mümkün kılınabilir. Haritada verilen kuzeyli bakılar KB-K-KD-D yönlerini ifade ederken güneyli bakılar B-GB-G-GD yönlerini kapsamaktadır. Türkiye'nin matematiksel konumu gereği kuzeyli ve güneyli bakılar bu biçimde ele alınmaktadır **(Harita 7)**.



Harita 7: Karacadağ güney kesimi bakı haritası

1.4. Araştırma Sahasının Hidrografik Özellikleri

Araştırma sahasında hâkim olan yarı kurak iklim koşulları, yörenin hidrografik yapısını önemli ölçüde etkilemektedir. Yaz aylarında yaşanan kuraklık ve yüksek sıcaklık değerleri, şiddetli buharlaşmaya neden olmakta ve bu durum, çalışma alanının bazı yerlerinde su tutma kapasitesinin düşük olmasıyla birleşerek hem yeraltı hem de yerüstü su kaynakları üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Ancak, bu olumsuzluklara rağmen, Karacadağ volkanik kütlesi, sahip olduğu gözenekli yapı ve çatlak sistemleri ile yöresel su döngüsünde önemli bir su deposu işlevi görmektedir. Araştırma sahasının güneyinde konumlanan Ceylanpınar Ovası ise, geniş bir alanı kaplayan kalkerli temel arazi yapısı sayesinde yüksek oranda geçirgen bir özellik göstermektedir. Bu geçirgen yapı, yağış sularının yeraltına sızmasını kolaylaştırarak kayda değer bir yeraltı suyu rezervi oluşumuna katkı sağlamaktadır. Nitekim, Ceylanpınar Ovası'ndaki bu zengin yeraltı suyu rezervi, Türkiye'nin su ihtiyacının beşte birini karşılayabilecek büyük bir potansiyele sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bu hidrografik özellikler dikkate alındığında, araştırma sahasında bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından su kaynaklarının akılcı yönetimi ve verimli kullanımı hayati bir öncelik arz etmektedir. Ceylanpınar Ovası'nın zengin yeraltı suyu potansiyeli, modern sulama teknikleri ve uygun ürün desenleriyle entegre edildiğinde, çalışma alanında yüksek verimli ve çeşitlendirilmiş bitkisel üretim için önemli bir temel oluşturabilir (Benek, 2009a; Güngördü, 2010; DSİ, 2012; Yetiş, 2013). Bu bağlamda, çalışma kapsamında değerlendirilen hidrografik unsurlar, yeraltı suları, kaynaklar, akarsular, göller ve kanallar olmak üzere dört ana başlık altında incelenmiştir.

1.4.1. Yer altı Suları ve Kaynaklar

Yeryüzüne inen yağışların bir kısmı, yerçekiminin etkisiyle toprak ve yerin derinliklerine doğru sızma eğilimi gösterir. Bu sızma sürecinde, kayaçların geçirgenlik (permeabilite) özelliği belirleyici bir rol oynar. Geçirgen kayaçlar, bünyelerindeki gözenekler ve çatlaklar sayesinde suyun geçişine izin verirken, geçirimsiz kayaçlar ise suyun ilerlemesini engellemektedir. Sızan sular, yeraltında karşılaştıkları geçirimsiz bir tabaka üzerinde birikerek yeraltı suyunu oluşturur. Bu geçirimsiz tabaka, akifer olarak adlandırılan su taşıyan tabakanın alt sınırını belirler. Yeraltı suları, akiferin özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde hareket ederler. Eğer akifer, sınırlayıcı bir üst tabakaya

sahipse, yeraltı suyu tutuklu halde bulunur. Bu durumda, yeraltı suyu basınç altındadır ve artezyen kuyuları vasıtasıyla yeryüzüne çıkarılabilir. Eğer akiferin üst sınırı serbestse, yeraltı suyu kaynaklar halinde doğal yollarla yeryüzüne çıkabilir. Sonuç olarak, yeraltı suları, genel hidrolojik döngünün önemli bir parçasıdır. Yağışlarla beslenen ve yüzey sularıyla etkileşim halinde olan yeraltı suları, su döngüsünün sürekliliğini sağlayan ve ekosistemler için hayati bir kaynak oluşturan dinamik bir sistemin parçasıdır. Yeraltı suyunun beslenmesinde etkili olan birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, jeolojik yapı, topografik özellikler, vejetasyon örtüsü ve iklim koşulları olarak sınıflandırılabilir (Atalay, 1986; İzbırak, 1990; Hoşgören, 2012).

Araştırma sahasında, taban suyu genellikle 8-10 metre derinliğe kadar inmektedir. Bu su, kaynaklardan (gözeler) çıkarak veya içme suyu temini amacıyla açılan kuyular aracılığıyla yüzeye çıkmaktadır. Taban suyu, sahanın yarı kurak iklim koşullarından önemli ölçüde etkilenmekte olup, kurak dönemlerde seviyesi düşmekte, yağışlı dönemlerde ise yükselmektedir. Araştırma sahasında asıl yeraltı sularına erişim, yöre halkı tarafından açılan sondaj kuyuları vasıtasıyla sağlanmaktadır. Viranşehir Platosu'nun kuzey kesimlerinde, bazalt derinliğinin fazla olması nedeniyle sondaj kuyularının 150-400 metre derinliğe ulaşması ön görülmektedir. Güney kesimlere doğru ilerledikçe, bazalt derinliği azalmakta ve buna bağlı olarak sondaj kuyularının derinliği de 50-150 metreye kadar düşmektedir. Yeraltı suyunun derinliği ile sürekliliği arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Derinliği artan yeraltı suları, genellikle daha sürekli ve güvenilir bir kaynak niteliği taşır. Ancak, son yıllarda araştırma sahasında tarımsal sulama faaliyetlerinin artması, aşırı su çekimine neden olmakta ve bu durum hem taban suyu hem de tabakalar arası suyun derinliklerinin artmasına yol açmaktadır. Başka bir deyişle, yeraltı suyu seviyeleri, aşırı kullanım nedeniyle giderek aşağılara doğru inmektedir. Ceylanpınar Ovası'nda ise durum biraz farklılık göstermektedir. Bu kesimde, geniş alanlara yayılmış kalker formasyonları, yeraltı suyunun depolanması ve taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle Eosen yaşlı kalkerler ve kısmen bazaltlar, yeraltı suyu taşıyan en önemli formasyonlardır. Miyosen yaşlı formasyonlar da su içermesine rağmen, su kalitesi daha düşüktür. Bu nedenle, Ceylanpınar Ovası'nda yeraltı suyu kullanımı, Eosen kalkerlerine ve bazaltlara odaklanılmaktadır (DSİ, 1970; Benek, 2009a; Yetiş, 2013).

Araştırma sahasının hidrografik zenginlikleri arasında önemli bir yere sahip olan kaynaklar, yörenin su döngüsü ve ekosistemleri için önemli bir rol oynamaktadır. Bu

kaynaklar, farklı jeolojik formasyonlardan beslenmekte ve sahanın coğrafi özelliklerine göre çeşitli karakteristik durumlar sergilemektedir. Özellikle araştırma sahasının kuzey kesimleri, bazalt formasyonlarından kaynaklanan bol ve soğuk su kaynakları açısından zengindir. İçeriğinde kireç bulunmaması sebebiyle düşük sertlik değerlerine sahip olan bu kaynak suları, yüksek kalitede olması sayesinde hem içme suyu temini hem de tarımsal faaliyetler için uygun kaynak niteliği taşımaktadır. Arazi çalışmaları sırasında, bu kaynak sularının bazı alanlarda kanallar aracılığıyla çeltik tarlalarına yönlendirildiği ve bu ziraatin gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Çeltik gibi bol su isteyen bitkilerin yetiştirilmesinde bu kaynakların kullanılması, yöredeki zirai potansiyelin değerlendirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır **(Fotoğraf 15)**. Karacadağ yöresindeki kaynaklara Ballıca Pınarı, Fatım Pınarı, Gökverim Pınarı ve Nacar Pınarı örnek verilebilir. Araştırma sahasının güneyinde yer alan Ceylanpınar Ovası'nda ise, kalker formasyonlarından gün yüzüne çıkan kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynakların suları, kalkerli yapıdan dolayı daha yüksek sertlik değerlerine sahiptir. Sertlik derecesindeki bu farklılık, suyun kimyasal bileşimini ve kullanım alanlarını etkileyen önemli bir faktördür.

Fotoğraf 15: Karacadağ çevresinde zirai potansiyelin değerlendirilmesinde kritik rol oynayan kaynak suları, çeltik ziraati için tarlalara akarken

Ceylanpınar Ovası, yalnızca ülkemiz için değil, aynı zamanda uluslararası öneme sahip, sınır aşan bir yeraltı suyu havzasıdır. Bu havza, Türkiye'nin toplam su ihtiyacının yaklaşık beşte birini karşılayabilecek kadar zengin bir yeraltı suyu rezervine ev sahipliği yapmaktadır. Bu denli büyük bir yer altı suyu rezervine sahip olması nedeniyle, Ceylanpınar Ovası'nın su kaynaklarının yalnızca verimli kullanılması değil, aynı zamanda gelecek nesiller için de sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda hayata geçirilen Mardin Ceylanpınar Sulaması projesi, Şanlıurfa ve Mardin illeri arasında uzanan geniş ve verimli bir coğrafi alanı kapsamına almakta ve yöredeki tarımsal sulama faaliyetlerine uzun vadeli ve önemli katkılar sunmayı hedeflemektedir. Proje, sulama tekniklerindeki çeşitliliği ve yöresel ihtiyaçları dikkate alarak, suyun dağıtım yöntemlerine göre "cazibeli" (kanal yoluyla doğal akış) ve "pompajlı" (enerjiyle suyun yükseltilmesi) olmak üzere iki temel ana kategori altında yapılandırılmış ve bu ana kategoriler altında toplamda altı ayrı ve birbirini tamamlayıcı alt proje detaylandırılmıştır. Bu alt projeler, su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasını ve bitkisel üretimin artırılmasını amaçlamaktadır (Akçakoca, 1997; DSİ, 2012).

Ceylanpınar yeraltı suyu sulama alanları, Mardin Ceylanpınar Sulaması Projesi'nin güney bölümünde stratejik bir konumda bulunmaktadır ve yaklaşık 104.589 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Bu geniş arazide, yalnızca işletmede olan yeraltı suyu sondaj kuyuları aracılığıyla şu anda 9.000 hektarlık bir alanda tarımsal sulama yapılmaktadır. Bu mevcut durum, yöredeki yeraltı suyu potansiyelinin henüz tam olarak kullanılmadığını ve sulama alanlarının genişletilmesi için olanakların bulunduğunu göstermektedir. Ceylanpınar havzasında yeraltı suyunun kullanımını ve yönetimini düzenlemek amacıyla bir dizi önlem alınmıştır. Bu kapsamlı önlemlerden en dikkat çekici olanlarından biri, işletme kuyularının hidrojeolojik prensiplere uygun olarak belirli gruplar altında titizlikle toplanması ve modern yöntemlerle kontrollü bir şekilde işletilmesidir. Ceylanpınar havzasında jeolojik etütler ve detaylı analizler sonucunda tespit edilmiş işletme kuyuları, yöresel su yönetimi etkinliğini artırmak amacıyla Beyazkule, İki Cırcıp, Telhamut, Afganlılar ve Akrepli olmak üzere coğrafi ve hidrolojik özellikleri dikkate alan beş farklı ve organize grupta yapılandırılmıştır. Bu kuyuların konumlandırılması, yalnızca havzanın hidrojeolojik yapısı incelenerek değil, aynı zamanda yöresel su ihtiyacının en yoğun olduğu kritik alanlarda da önceliklendirilerek titizlikle belirlenmiştir. Her bir gruptaki kuyu sayısı ve bireysel

kapasitesi, yerel su talebinin dengeli bir şekilde karşılanması ve aynı zamanda yeraltı suyu rezervlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin ödün verilmeden sağlanması gibi stratejik hedefler doğrultusunda optimize edilmiştir. Bu akılcı ve bütüncül yönetim yaklaşımı sayesinde, hem Ceylanpınar Ovası'nın su ihtiyacı güvenilir bir şekilde karşılanmakta, hem de yeraltı su kaynaklarının gelecek nesiller için korunması etkin bir şekilde garanti altına alınmaktadır (Akçakoca, 1997; Sepetçioğlu vd., 2010).

1.4.2. Akarsular

Fırat Havzası içerisinde konumlanan araştırma sahası, jeomorfolojik yapısı itibarıyla Karacadağ volkan konisi kaynaklı küçük ölçekli akarsularla karakterize olmaktadır. Bu akarsu sistemleri, volkanik koninin morfolojik konfigürasyonuna bağlı olarak radyal drenaj örüntüsü sergilemektedir. Yarı kurak iklim rejiminin hüküm sürdüğü araştırma alanı, akarsu ağı yoğunluğu açısından nispeten sınırlı bir yapı arz etmektedir. Sahanın başlıca akarsuları, doğudan batıya doğru sıralandığında Şanlıurfa-Mardin sınırını teşkil eden Şahvelet Deresi, İbrahimağa (Cırcıp) Deresi, Aliyetelli (Sesik) Deresi ve Şeyhnasır Deresi şeklinde sıralanmaktadır. Bu derelerin yatak uzunlukları, drenaj havzası genişliği ve periyodik yağış rejimi ile birlikte, özellikle kış mevsimindeki yağışlar ve Karacadağ kütlesindeki kar örtüsünün ilkbahar mevsiminde erimesiyle artış gösteren debi değerleri ile yakından ilişkilidir. Ek olarak, güney kesimde yer alan karstik formasyonların varlığı, yaz ayları süresince bu akarsuları sürekli besleyen kaynak sularının yüzeye çıkışını temin etmektedir. Araştırma sahası dahilindeki akarsular, eğimin azaldığı lokal alanlarda yer yer menderesler oluşturarak akış göstermektedir. Akarsu yatak eğiminin azalması, hidrolik akış enerjisinin düşüşüne ve suyun yanal erozyon aktivitesi sergileyerek menderesler meydana getirmesine neden olmaktadır. Ceylanpınar yerleşimine yakın bir noktada Suriye hudutlarını aşan bu akarsular, Suriye devleti sınırları içerisinde birleşerek Habur Çayı adını almaktadır. Habur Çayı, Suriye topraklarında çok sayıda karstik kaynaktan rejenerasyon sağlayarak Fırat Nehri'ne dökülmektedir **(Harita 8)**.

Şahvelet Deresi: Araştırma sahasının kuzeydoğusunda doğan ve Şanlıurfa-Mardin il sınırını oluşturan Şahvelet Deresi, akış güzergahı boyunca yer yer menderesler çizerek ilerlemektedir. Bu menderesleşme, akarsuyun taşıdığı enerji ile arazi yapısı arasındaki etkileşime bağlı olarak gelişen yanal aşındırma süreçlerinin bir sonucudur ve

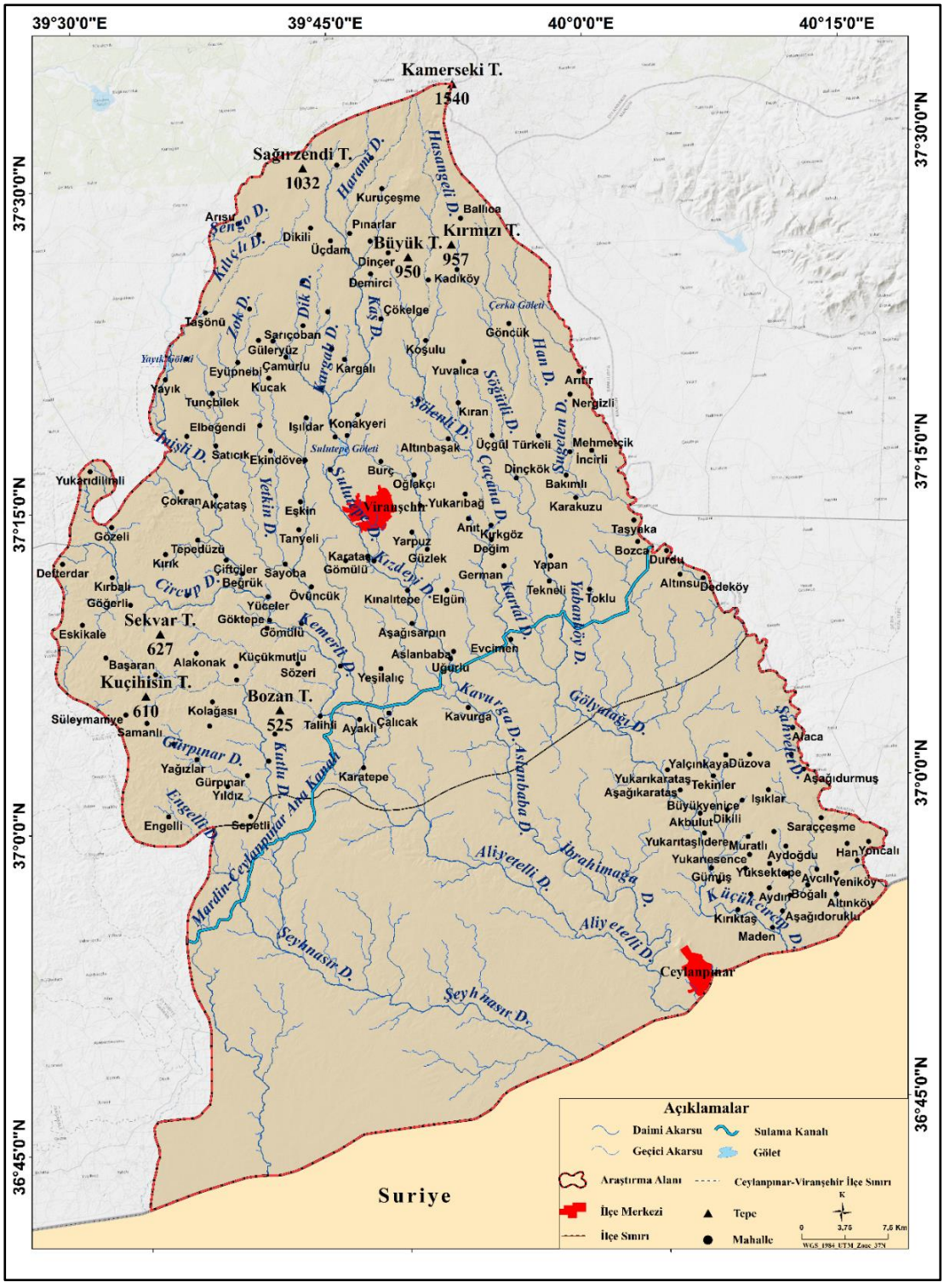
yaklaşık 100 km boyunca uzanarak Suriye sınırına kadar ulaşır. Viranşehir merkezinin 20 km doğusunda, kuzey-güney istikametinde uzanan iki vadi boyunca akışını sürdüren Şahvelet Deresi, bu vadilerin Taşkaya köyü yakınlarında birleşmesiyle tek bir vadi halinde akışa devam etmektedir. Vadilerin birleşme noktası, akarsuyun drenaj kapasitesini ve akış dinamiklerini etkileyen önemli bir morfolojik değişim alanıdır. Şahvelet Deresi'nin akışı, yörenin yarı kurak iklim koşullarına bağlı olarak mevsimlere göre değişiklik göstermekte, kış ve ilkbahar aylarında yağışlar ve kar erimeleri ile beslenirken yaz aylarında debi azalmaktadır. Şahvelet Deresi'nin yatak genişliği 60 ila 100 metre aralığında değişkenlik gösterirken, derinliği ise yer yer farklılaşmakla birlikte genel olarak 20 ila 30 metre arasında değişmektedir. Bu boyutlar, akarsuyun hem su taşıma kapasitesi hem de erozyon gücü hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Tarımsal faaliyetler için kullanılan sular ve yamaçlardan çıkan pınarlar sayesinde Şahvelet Deresi, yaz aylarında da suyunu kısmen koruyabilmektedir.

İbrahimağa (Cırcıp) Deresi: Araştırma sahasının önemli akarsu unsurlarından biri olan İbrahimağa Deresi (literatürde Cırcıp, Kargalı, Kızdeyi, Aslanbaba, Kavurga ve Ceylanpınar isimleriyle de anılmaktadır), Karacadağ'ın güney yamaçlarından doğarak kuzey-güney istikametinde akış sergilemektedir. Akarsu, Ceylanpınar yakınlarında Aliyetelli Deresi ile birleşimi sonrasında devlet sınırını aşarak Suriye topraklarına dâhil olmaktadır. Topografik çeşitlilik arz eden havzası, Karacadağ'ın volkanik teşekkülü ve çevresindeki platoluk alanların yanı sıra, güney sahadaki neritik kireçtaşlarının oluşturduğu karstik alanların tesiriyle şekillenmiş karmaşık bir yapı sunmaktadır. İbrahimağa Deresi'nin yatak genişliği ve derinlik parametreleri, yöresel topografya ve akım rejiminin etkileşimine paralel olarak değişkenlik göstermekte olup, yatak genişliği umumi olarak 25 ila 50 metre aralığında seyrederken, yatak derinliği ise 10 ila 30 metre arasında değişiklik göstermektedir. Akım rejimi incelendiğinde, kar erimeleri ve yağışlarla beslenen tipik bir Akdeniz rejimi karakteristiği gözlemlenmektedir. Nitekim, ilkbahar aylarında Karacadağ'daki kar örtüsünün erimesine bağlı olarak debi değerlerinde artış kaydedilmekte ve bu periyotta müteaddit taşkın vakaları yaşanabilmektedir. Geçmiş dönemlerde vuku bulan taşkın hadiselerinin can kayıplarına neden olduğu kayıt altına alınmıştır. Bununla beraber, yaz aylarında yağış miktarındaki azalma ve buharlaşmadaki artış, dere yatağında önemli ölçüde su kaybına ve bazı lokasyonlarda ise dere yatağının kurumasına zemin hazırlamaktadır **(Fotoğraf 16)**.

Fotoğraf 16: İbrahimağa (Cırcıp) Deresi güzergahında doğu yamaçta yer alan kireçtaşı birimleri akarsuyun aşındırmasıyla basamaklı bir yapı oluştururken batı yamaçta bazalt lavları daha yayvan bir topografya sunmaktadır. Bu durum morfolojinin litolojiye bağlı olarak farklı şekil kazandığını göstermektedir.

Aliyetelli (Sesik) Deresi: Viranşehir ilçe merkezinin yaklaşık 10 km batısında konumlanan Aliyetelli Deresi (diğer isimleriyle Sesik, Kemerli ve Yetkin Deresi), Karacadağ'ın güney eteklerinden doğarak genel olarak kuzey-güney yönünde uzanış göstermektedir. Akarsu, güneye doğru ilerleyişi esnasında farklı kollar vasıtasıyla beslenmekte olup, havzası Karacadağ'ın volkanik yapısı, çevresindeki platoluk alanlar ve güneydeki neritik kireçtaşı (karstik saha) formasyonlarının karşılıklı etkileşimiyle kompleks bir yapı kazanmıştır. Aliyetelli Deresi'nin yatak genişliği 40 ile 60 metre aralığında, derinliği ise 10 ile 20 metre aralığında değişkenlik arz etmektedir. Dere yatağı üzerinde, sulama amaçlı inşa edilmiş Yayık (Persörek) Göleti'nin mevcudiyeti, akarsuyun doğal akım rejimini ve su kalitesini etkileyebilecek önemli bir faktör olarak dikkati çekmektedir. Akım rejimi bakımından mevsimsel değişiklikler sergileyen Aliyetelli Deresi, yöredeki yarı kurak iklim koşullarına rağmen, Akdeniz rejimine benzeyen bir desen sunmaktadır. Nitekim kış aylarında yoğunlaşan yağışlarla beslenen akarsu, ilkbahar mevsiminde Karacadağ'daki kar örtüsünün erimesiyle birlikte debi artışına maruz kalmaktadır. Buna karşın, yaz periyodunda yağışlardaki azalma ve buharlaşmadaki yükseliş, dere suyunun seviyesinde belirgin bir düşüşe neden olmaktadır **(Fotoğraf 17)**.

Fotoğraf 17: Araştırma sahasında hidrografik yapının önemli bir parçası olan Aliyatelli (Sesik) Deresi. Beğrük Köyü civarında çekilen bu fotoğrafta, derenin akış güzergahında yer alan bir pamuk tarlası da görülmektedir.



Harita 8: Karacadağ güney kesimi hidrografya haritası

1.4.3. Göletler

Yayık (Persörek) Göleti: Viranşehir ve Siverek ilçe sınırlarının kesişim noktasında, araştırma sahasının kuzeybatı kesiminde yer alan suni bir sulama rezervuarıdır. Aliyetelli (Sesik) Deresi üzerine inşa edilmiş olan bu gölet, takriben 3 kilometrekarelik bir yüzölçümüne sahip bulunmaktadır. Göletin su seviyesi rejimi, yöresel yağış düzenine paralel olarak kış ve ilkbahar mevsimlerinde vuku bulan yağışlar ve kar erimeleriyle beraber artış göstermektedir. Bu hidrolojik davranış biçimi, göletin yöredeki doğal yağış rejimine direkt olarak bağımlı olduğunu göstermektedir. Yaklaşık 20.000 dönümlük tarım arazisini sulamak maksadıyla tesis edilen Yayık Göleti, yöresel bitki üretim faaliyetlerine önemli katkı temin etmektedir. Gölet bünyesinde icra edilen balıklandırma faaliyetleri ise, yerel sakinler için hem alternatif bir rekreasyon aktivitesi hem de dinlence/rekreasyon alanı oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Ancak, göletteki balıkçılık faaliyetleri ticari ölçekte bir üretimden ziyade, yerel halkın kişisel tüketim ve rekreasyon ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik karakteristik bir yapı sergilemektedir.

Topraksu (Sulutepe) Göleti: Viranşehir ilçe merkezinin takriben 5 kilometre kuzeyinde, araştırma sahasının iç kısımlarında lokasyon bulan bir diğer suni sulama rezervuarı olarak ön plana çıkmaktadır. Cırcıp Deresi üzerine Topraksu teşkilatı tarafından inşa edilmiş olan bu gölet, yaklaşık 1 kilometrekarelik bir alanı kaplamaktadır. Yayık Göleti'nde olduğu gibi, Topraksu Göleti'nin su seviyesi de bölgesel iklimin tesiriyle kış ve ilkbahar periyotlarında meydana gelen yağışlar ve kar erimeleri neticesinde kayda değer bir artış sergilemektedir. Bu hidrolojik özellik, göletin bulunduğu coğrafyadaki yağış rejimine benzer bir örüntü izlediğini kanıtlar niteliktedir. Topraksu Göleti, yaklaşık 5.000 dönümlük tarım arazisine sulama suyu sağlamak suretiyle, çalışma sahasının tarım ekonomisine katkı sunmaktadır. Sulama fonksiyonunun yanı sıra, Topraksu Göleti'ndeki balıklandırma faaliyetleri ve mesire alanı, yöre sakinlerine hem rekreasyonel amaçlı amatör balıkçılık imkânı, hem de tabiatla iç içe dinlenme ve sosyalleşme olanakları temin etmektedir. Bu sayede, gölet, yöre halkı için yalnızca tarımsal sulama kaynağı olmanın ötesinde, sosyo-ekonomik ve kültürel çok yönlü bir değer ifade etmektedir.

1.4.4. Kanallar

Mardin-Ceylanpınar Ana Kanalı, Türkiye'nin en vizyoner kalkınma hamlelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çerçevesinde inşa edilen Mardin-Ceylanpınar Ana Kanalı, ülkenin kıt su kaynaklarının optimal düzeyde kullanımını ve stratejik tarım sektörünün azami potansiyele ulaştırılmasını hedefleyen multidisipliner bir mühendislik şaheseri olarak ortaya çıkmıştır **(Fotoğraf 18)**. Bu kanal sistemi, Fırat Nehri'ne konuşlu Atatürk Barajı'ndan tahliye edilen muazzam su kütlelerini, Şanlıurfa ve Mardin vilayetlerinin engin tarım arazilerine sevk ederek, yöredeki sulama açığını kökünden gidermeyi amaçlamaktadır. Toplamda 221 kilometrelik bir uzanım teşkil eden su yolu, Atatürk Barajı rezervuarından temin edilen suyun kesintisiz iletimini mümkün kılan Şanlıurfa Tünelleri ile entegrasyon oluşturarak, yöresel sulama altyapısının omurgasını oluşturmaktadır. Şanlıurfa Tünelleri, inşa sürecinde uygulanan yüksek mühendislik aplikasyonları, devasa boyutları ve emsalsiz debi kabiliyet kriterleri dikkate alındığında, küresel ölçekte örnek teşkil eden su tünelleri arasında kayda değer bir konuma sahiptir. Kanal, 2019 yılında faaliyetine kısmi olarak başlamış olup, şu an itibarıyla son etap çalışmaları titizlikle sürdürülmektedir. Bu kapsamlı çalışmaların tamamına ulaşılmasıyla, Şanlıurfa'nın Akçakale, Harran, Ceylanpınar, Viranşehir ilçeleri ve Mardin'in Kızıltepe, Derik, Nusaybin ilçelerinde toplamda 250 bin hektarlık geniş bir tarım sahasının modern sulama sistemleriyle donatılması öngörülmektedir. Bu proje sayesinde, çalışma alanındaki müteşebbis çiftçiler, aynı topraklar üzerinde sene içerisinde üç defa ürün alma avantajına kavuşacak ve yöresel tarım verimliliği, daha önce emsali görülmemiş düzeyde bir ivme kazanacaktır **(Url 4 ve 5)**.

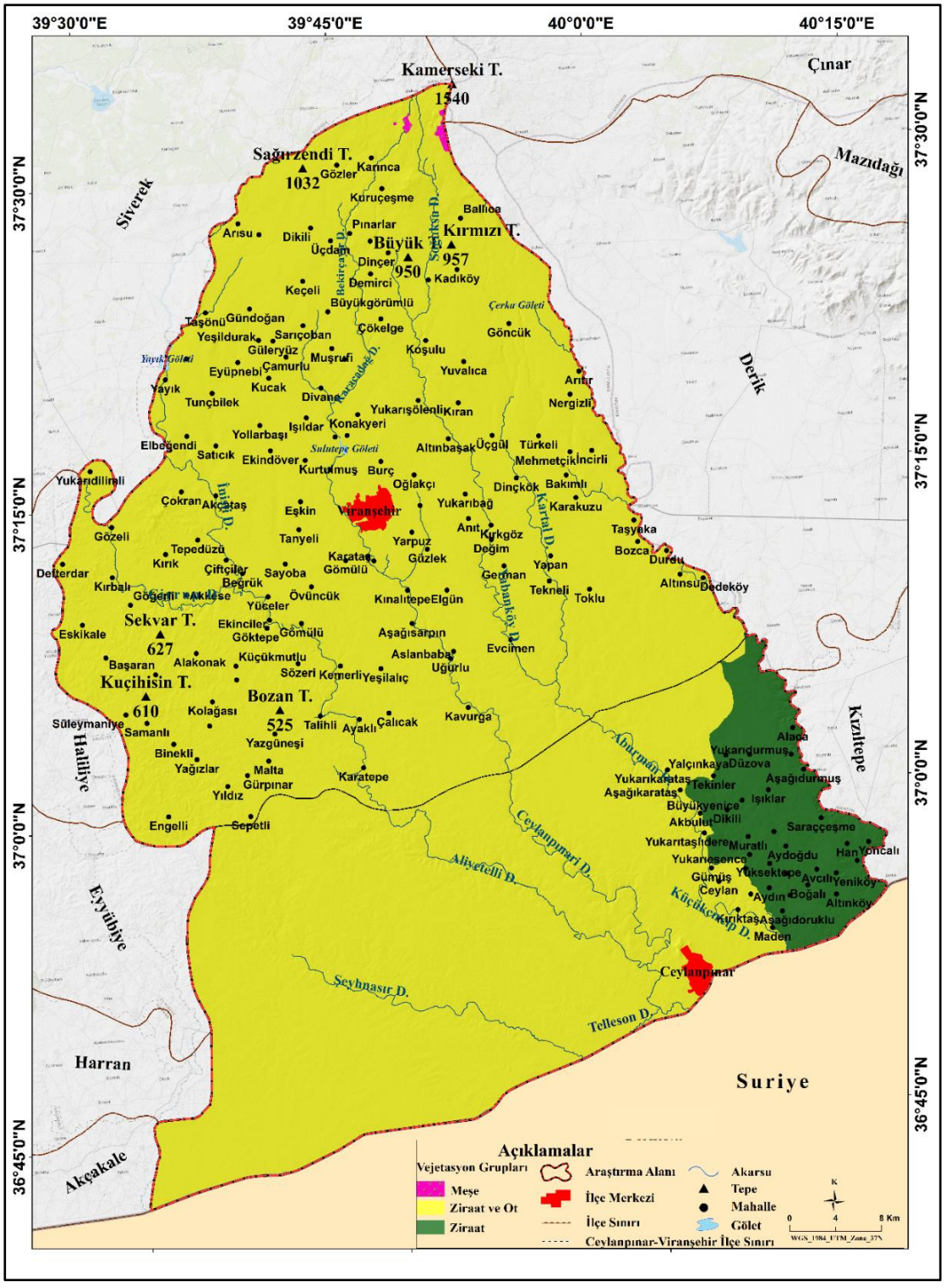
Fotoğraf 18: Araştırma sahasında bitkisel üretim potansiyelini artıran ve yörede sulu tarım faaliyetlerini destekleyen Mardin-Ceylanpınar Ana Kanalı'ndan bir görünüm

1.5. Araştırma Sahasının Bitki Örtüsü

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, coğrafi konumu ve topografik yapısı gereği karasal iklimin etkisi altında bulunmaktadır. Bu iklim tipinin tipik vasfı olan belirgin yaz-kış sıcaklık farkları ve nispeten düşük yağış miktarı, bölgede bozkır bitki örtüsünün baskın vejetasyon zonu olarak yaygınlaşmasına sebebiyet vermiştir. Bu ekolojik durum, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Türkiye'de orman varlığı açısından diğer bölgelere kıyasla daha sınırlı bir konuma sahip olmasına zemin hazırlamıştır. Mevcut orman alanlarının önemli bir bölümünün ise, insan kaynaklı tahribatlar, özellikle de tarım arazilerinin kontrolsüz genişletilmesi ve konvansiyonel yakacak ihtiyacının karşılanması amacıyla tahrip edildiği bilinen bir olgudur. Ancak belirtmek gerekir ki, bölgede yükseltinin arttığı lokalize yamaçlar, daha fazla orografik yağış almak suretiyle, yerel ölçekte dağınık orman ve çalılık formasyonlarının varlığını mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda Şanlıurfa ili, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Bölgesi'ndeki iller dâhilinde, yüzey yapısının genel hatlarıyla sade olmasına karşın, sergilediği topografik çeşitlilik ve bu çeşitliliğin doğurduğu olası mikroklima dinamikleri sayesinde, doğal bitki örtüsü çeşitliliği noktasında müstesna bir pozisyon işgal etmektedir. Türkiye

florasına kayıtlı verilere göre Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki iller arasında en zengin bitki türü popülasyonunu barındırmakta olup, bu biyoçeşitlilik, son yıllarda gerçekleştirilen kapsamlı floristik çalışmalar vasıtasıyla daha net bir biçimde teyit edilmektedir. Nitekim, sürdürülen detaylı araştırmalar neticesinde, bölgede bilim dünyası için yeni endemik bitki türleri keşfedilmekte ve bu pozitif gelişme vesilesiyle Şanlıurfa ilinin bitki biyoçeşitliliği sürekli olarak artış trendi göstermektedir (Ertekin, 2002; Benek, 2009a; Atalay, 2011).

Karacadağ'ın güney kesiminde yayılış gösteren doğal bitki örtüsü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin karakteristik florasını yansıtan bir desen sergilemekle birlikte, bölgenin floristik nitelikleri açısından önem arz eden bir alan vazifesi görmektedir. Araştırma sahasının İran-Turan floristik bölgesinin Mezopotamya provensine dâhil oluşu, bu provens dâhilinde konumlanması, sahanın bitki çeşitliliği perspektifinden zenginliğini desteklemektedir. Karasal iklim kuşağında yer alan bu coğrafi saha, yaz ve kış periyotlarında belirgin sıcaklık değişimlerini yaşamakta ve bu iklim koşulları, doğal bitki örtüsünün bozkır formasyonunda kalmasına neden olmaktadır. Ceylanpınar Ovası'ndan kademeli olarak kuzeye yani Viranşehir Platosu ve Karacadağ'ın engebeli alanlarına doğru gidildikçe, flora çeşitliliği zenginleşmekte ve giderek daha heterojen bir yapı kazanmaktadır. Bu durum, yükselti faktörünün doğal vejetasyon üzerindeki baskın rolünü açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Nitekim, Atalay ve Efe'ye (2015) göre; araştırma sahasında 500 metre rakım eşik değerinin altında kalan sahalar, doğal bozkır alanlarını temsil ederken, 500 metre eşik değeri üzeri rakımlar ise antropojen bozkır alanlarını temsil etmektedir **(Harita 9)**.



Harita 9: Karacadağ güney kesimi bitki örtüsü haritası

Araştırma sahasında yürütülen arazi çalışmaları bünyesinde, sahada yaşayan ileri yaş yöre sakinleri ile gerçekleştirilen görüşmelerde, 1950'li yıllara kadar Karacadağ yamaçlarının yoğun meşe (*Quercus sp.*) komüniteleriyle örtülü olduğunu işaret etmektedir. Bu devrede, yörenin yaban hayvanı açısından da kayda değer bir zenginliğe ev sahipliği yaptığı da ifade edilmiştir. Ancak, yoğunlaşan avcılık faaliyetleri ve insan kaynaklı müdahaleler, yaban hayatı popülasyonlarında ciddi bir azalmaya sebep olmuş ve hatta bazı türlerin neslinin tükenme aşamasına gelmesine dahi yol açmıştır. Günümüzde, araştırma sahasında neredeyse otokton orman vejetasyonuna rastlanmamakta, meşe (*Quercus sp.*) ağaçları ise yalnızca insan tesirinden izole, ulaşılması güç saklı alanlarda cılız ve kopuk kümeler halinde varlıklarını idame ettirebilmektedir. Bu olumsuz tablo, geçmişte sahada yer alan sık orman örtüsünün ciddi ölçüde tahrip edildiğini açıkça gözler önüne sermektedir. Mevcut koşullarda, yer yer dağınık vaziyette görülen meşe ağaçları, yörenin tarihsel ekoloji dokusunun silik izlerini günümüze taşımaktadır. Bununla birlikte, Viranşehir Orman Şefliği yetkilileri ile yapılan görüşmeler, Kamerseki Tepesi'nin güney istikametinde badem ağaçları ile birlikte meşe ağaçlarının yeniden fidan dikimi çalışmalarının aktif bir şekilde icra edildiğini ortaya koymuştur. Bu umut vadeden girişim, yörede orman örtüsünün rehabilite edilmesi ve doğal biyoçeşitliliğin muhafaza altına alınması gözetilerek yürütülen kıymetli bir ekolojik restorasyon inisiyatifi olarak değerlendirilmektedir **(Fotoğraf 19)**.

Fotoğraf 19: Karacadağ'da, ağaç örtüsünün korunması ve geliştirilmesi amacıyla yapılan yerel ağaçlandırma faaliyetlerine örnek teşkil eden bir alan

Araştırma sahasının kuzeyi, tarihsel süreçte çeşitlilik arz eden bitki komünitelerine ev sahipliği yapmasına karşın, günümüzde insan faaliyetlerinin artmasıyla birlikte geven (*Astragalus sp.*) gibi dikenli bitki türlerinin baskın hale geldiği yöreye dönüşüm göstermiştir. Bu dönüşüm sürecinde, gevenler, belirgin bitki unsuru olarak öne çıkmakta ve doğal bitki örtüsündeki vuku bulan ekolojik değişime işaret etmektedir. Son yıllarda araştırma sahasının kuzey kesiminde taş temizliği, tarım arazilerinin alan olarak genişletilmesi ve modern sulu tarım uygulamalarının yaygınlaşması gibi antropojenik etkenler, doğal bitki örtüsünde önemli bir degradasyona neden olmuştur. Özellikle 1300-1400 metre rakım aralığından itibaren, çeşitli bitki türleri, yerlerini dikenli ve kurakçıl koşullara mukavemeti yüksek olan geven türlerine terk etmiştir. Bu durum, yöredeki ekolojik değişim sürecinin insan müdahaleleriyle hızlandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu alanlarda düğün çiçeği *(Ranunculus)* gibi zehirli bitki türlerine de rastlanmaktadır. Aşırı otlatmanın etkisiyle, Viranşehir Platosu'ndaki otsu türlerin yoğunluğu önemli ölçüde azalmış ve bu türler, yerlerini kenger *(Gundelia)* gibi dikenli ve sert yapraklı bitkilere terk etmiştir. Benzer şekilde, birçok dikenli bitki geniş alanları işgal etmiş durumdadır. İlkbahar aylarında, zehirli ve yumrulu olan yılan yastığı *(Arum)* ve zehirli düğün çiçeği türlerinin tarlalar halinde yayılım gösterdiği dikkati çekmektedir. Yöredeki bitki çeşitliliği, papatya *(Matricaria)*, kan damlası *(Adonis)*, hardal *(Sinapis)* ve diğer otsu bitkilerin geniş alanlarda görülmesiyle de zenginleşmektedir. Ayrıca, sütleğen *(Euphorbia)* türleri, yaz aylarında geniş bir yayılım göstererek bu alanın önemli zehirli bitki gruplarından birini oluşturmaktadır (Ertekin, 2002; Benek, 2009a).

Viranşehir Platosu'nun güneyinde yer alan Ceylanpınar Ovası, kurak bozkır karakterinin belirgin bir şekilde kendini gösterdiği ve ekolojik açıdan önemli özellikler sergileyen nadir ekosistemlerden biridir. Bu saha, Türkiye'nin doğal bozkır alanları arasında özel bir konuma sahip olup, içerdiği floristik çeşitlilik ve doğal ortam koşullarıyla dikkat çekmektedir. Sahanın genelinde, bitki örtüsünün son derece cılız ve seyrek bir yapıda olması, yörenin ekolojik özellikleri ve iklim dinamikleri hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Ovanın Suriye sınırına yakın güney kesimlerinde, düşük yükselti ile yağış miktarının yetersizliği, bitki örtüsünün zayıf ve seyrek olmasına neden olmaktadır. Bu sahada yer alan otsu bitki toplulukları, kuzeydeki antropojen bozkır alanlarına kıyasla daha erken dönemde sararıp kuruma eğilimi göstermekte ve kuraklık koşullarına bağlı olarak yaşam döngülerini hızla tamamlamaktadır (Benek, 2009a; Saya

ve Güney, 2014; Atalay ve Efe, 2015). Sahanın karakteristik ot toplulukları dikkate alındığında, çeşitli familyalara ait çok sayıda türün öne çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda hatmi *(Alcea spp.)*, geven *(Astragalus spp.)*, zarifeotu *(Onobrychis spp.)*, sütleğen *(Euphorbia spp.)*, sıracaotu *(Scrophularia spp.)* ve sığırkuyruğu *(Verbascum spp.)* gibi cinslere ait çeşitli taksonlar, bozkır vejetasyonunun belirleyici unsurları olarak gözlemlenmektedir. Akarsu mecraları boyunca ve özellikle engebeli yamaç alanlarında, ağaç ve çalı türlerine ait farklı formasyonlara rastlanılmaktadır. Söz konusu bitki örtüsü içerisinde menengiç *(Pistacia terebinthus)*, dikkat çekici türler arasında yer almaktadır. Aslanbaba Köyü civarındaki Aslanbaba Deresi yamaçları, söz konusu bitki topluluklarının bu coğrafyadaki varlığına doğal ve somut bir örnek sunmaktadır **(Fotoğraf 20)**.

Fotoğraf 20: Aslanbaba Deresi yamaçlarında yaşam alanı bulan menengiçler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, buğdaygiller ve baklagillerin gen merkezi olarak kabul edilmekte olup, tarımın tarihsel kökenlerine dair önemli ipuçları sunan bir bölge olarak dikkat çekmektedir. Bitkilerin ne zaman ve nerede ilk kez tarıma alındığı, bilimsel araştırmaların ve tartışmaların odağında olmayı sürdürmekle birlikte, Karacadağ ve çevresi, MÖ 10.000'li yıllarda tarıma başlanan buğdayın olası anavatanı hipotezini destekleyen biyo-genetik kanıtlar sunmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde doğal olarak yetişen yaklaşık 10 doğal buğday türünün yarısının Karacadağ'da yayılış

göstermesi, yörenin buğdayın genetik çeşitliliği açısından taşıdığı önemi daha da artırmaktadır. Karacadağ ve yakın coğrafyasındaki bu genetik zenginlik, yalnızca buğdayın paleo-tarımsal geçmişine ışık tutmakla kalmayıp, aynı zamanda tarımsal biyoçeşitliliğin muhafaza altına alınması gerekliliği açısından kritik bir role de sahip olduğunu göstermektedir (Aktaş vd., 2018).

Karacadağ ve yakın çevresi, yalnızca buğdayın zirai geçmişine ışık tutmakla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda zirai üretimi yapılan birçok bitkinin yabani ve geçiş formlarını da barındırması nedeniyle önemli bir gen kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Genetik çeşitliliğin korunması ve idamesi açısından kritik bir alan niteliği sergileyen bu sahada, gen merkezinin Anadolu ve çevresi olduğu düşünülen muhtelif bitkilerin doğal yayılış gösterdiği somut olarak tespit edilmiştir. Karacadağ ekosisteminde yetişen bitki türleri, buğdaygil ve baklagiller başta olmak üzere, süs bitkileri, sebzeler ve meyveler gibi farklı kullanım alanlarına sahip çeşitli bitki gruplarını kapsayacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Bu durum, araştırma yapılan sahanın yalnızca tarımsal üretimin başlangıcına ev sahipliği yapmakla kalmayıp, aynı zamanda biyoçeşitlilik ve genetik kaynaklar noktasında da büyük bir öneme sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Ertekin, 2002; Benek, 2009a).

Yöredeki yabani ve geçiş formlarına ait genetik kaynaklar, bu ekosistemin sürdürülebilirliği ve buradaki biyolojik çeşitliliğin etkili şekilde korunması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Araştırma sahası ve yakın çevresinde doğal olarak yetişen bitkiler, yörenin ekonomisine katkı sağlayan tahıllar, baklagiller, sebzeler ve meyveler gibi birçok farklı bitki türlerini içermektedir. Bu bitki çeşitliliği, sadece bitkisel üretim faaliyetlerinde kullanılmakla kalmaz, ayrıca ekosistemin işleyişi ve biyolojik çeşitliliğin sürekli var olması için de çok büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, ekonomik değere sahip tahıllar, baklagiller, sebzeler ve meyveler hakkında özet bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Buğdaygiller (*Gramineae*) familyasına ait ekonomik değeri yüksek bitki türleri, gelecekte tahıl bitkileri için önemli bir gen kaynağı potansiyeli taşımaktadır. Bu bitkiler, günümüzde kültürü yapılan tahıl bitkilerinin yabani akrabalarıdır. Öne çıkan türler arasında buğday türleri (*Triticum dicoccoides*, *Triticum baeoticum*, *Triticum monococcum*), arpa türleri (*Hordeum spontaneum* ve diğer *Hordeum* türleri) ve *Aegilops* türleri (*Aegilops speltoides* ve diğerleri) bulunmaktadır. Ayrıca, pirinç (*Oryza sativa*),

Karacadağ'ın sulanabilen alanlarında yaygın olarak yetiştirilmektedir. Yörede "Karacadağ pirinci" olarak bilinen bu kültür çeşidi, yöre halkı tarafından büyük ölçüde tercih edilmektedir. **Baklagiller (*Leguminosae*)** familyasına ait bitkiler, ekonomik ve ekolojik açıdan büyük öneme sahiptir. Bu familyadan türler, sahanın bitki çeşitliliğinin önemli bir kısmını oluşturarak doğal meraların iyileştirilmesinde potansiyel katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda, kültürü yapılan baklagil bitkilerinin yabani akrabalarıdır. Karacadağ'da baklagiller familyasına ait yaklaşık 100 kadar takson tespit edilmiştir. Bu türler arasında nohut (*Cicer*), bezelye (*Pisum*), bakla (*Vicia*) ve mercimek (*Lens*) gibi kültür bitkilerinin yabani formları yer almaktadır. Karacadağ, sadece tahıl ve baklagillerle değil, aynı zamanda **süs bitkileri** ile de biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamaktadır. Bunlar arasında dağ lalesi (*Anemone coronaria*) ve kan damlası (*Adonis aleppica*) gibi dikkat çekici türler bulunmaktadır. Özellikle dağ lalesi (*Anemone coronaria*) ve kan damlası (*Adonis aleppica*), iri ve kırmızı çiçekleriyle Karacadağ'ın daha alçak kesimlerinde doğal olarak yetişmektedir. Karacadağ'da doğal olarak yetişen bazı bitki türleri sebze ve meyve olarak kullanılmaktadır. **Sebze** olarak kullanılan bitkiler arasında tere (*Lepidium sativum*), kenger (*Gundelia tournefortii*), akbandır (*Ornithogalum* türleri), yarpuz (*Mentha longifolia*), tuzik (*Nasturtium officinale*), çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris*), hardal (*Sinapis arvensis*) ve diğer bazı türler (*Trapogopon* türleri) yer almaktadır. **Meyve** olarak kullanılan türler ise alıç (*Crataegus* türleri), dardağan (*Celtis* türleri), yabani kiraz (*Cerasus microcarpa*) ve ahlat (*Pyrus syriaca*) olarak sıralanabilir (Ertekin, 2002; Benek, 2009a).

2. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN İKLİM ÖZELLİKLERİ

Türkiye'nin mevsimlik hava tiplerinin oluşumu ile iklim elemanlarının zaman içindeki değişimi ve mekâna göre dağılışının anlaşılması, iki temel faktör grubunun dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu faktörler, makroklima ve mikroklima etkenleri olarak sınıflandırılmakta ve Türkiye'nin karmaşık iklim yapısının anlaşılmasında önemli bir çerçeve sunmaktadır. Makroklima etkenleri, ülkenin coğrafi konumu ve genel atmosferik sirkülasyon şartları ile yakından ilişkili olup, geniş ölçekli iklim özelliklerini belirlemektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin enlem değeri ve genel rüzgâr sistemleri gibi planeter faktörler etkili olmaktadır. Diğer yandan, mikroklima etkenleri ise bir ülkenin kendisine özgü yer şekilleri, yükselti, deniz etkisine yakınlık ve bakı gibi coğrafi özelliklerinden kaynaklanan termik ve dinamik süreçleri içermekte ve daha yerel ölçekte iklim farklılıklarının ortaya çıkmasında rol oynamaktadır (Erinç, 1984; Atalay, 2010). Makroklima ve mikroklima sınıflandırması, Türkiye iklimini şekillendiren temel etkenleri anlamak ve iklim çeşitliliğini açıklamak amacıyla sıklıkla başvurulan temel bir referans noktası olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla, Türkiye iklim araştırmalarında bu iki faktör grubunun ayrı ayrı ve etkileşimli olarak araştırılması, kapsamlı bir iklim çalışmasının vazgeçilmez bir parçasını oluşturmaktadır.

2.1. Araştırma Sahasında İklim Üzerinde Etkili Olan Faktörler

Herhangi bir coğrafi sahada gözlemlenen mevsimlik hava tiplerinin meydana gelmesinde ve aynı zamanda iklimi oluşturan sıcaklık, basınç, rüzgâr, nemlilik ve yağış gibi temel elemanların zaman ve mekân içerisindeki değişkenliğinde rol oynayan faktörler, birbiriyle karşılıklı bir ilişki içindedir. Bu yapıyı daha anlaşılır kılmak için, iklimi şekillendiren bu etkenler "Planetar Faktörler" ve bu genel etkileri yerel ölçekte farklılaştıran "Coğrafi Faktörler" olarak iki ana başlığa ayrılmaktadır (Şengün ve Kıranşan, 2016).

2.1.1. Planeter Faktörler

Türkiye'de mevsimlik hava tiplerinin ve mevsimlerin genel karakterinin temel hatlarını belirleyen unsurlar "Planeter Faktörler (Makroklima Etkenleri)" kavramı altında ele alınmaktadır. Bu kapsamda, ülkenin hava kütleleri, cephe sistemleri,

atmosferik akımların yönelimleri ve siklonik faaliyetler gibi kilit bileşenler makroklimatik rejimin ana hatlarını çizmektedir. Bu makroklimatik çerçevenin oluşumunda, atmosferdeki aktivitenin asıl kaynağı olan Güneş ışınları temel enerji girdisini sağlarken, hava kütleleri de ayrıca önemli bir termik faktör olarak hava olaylarının gelişim sürecinde kritik bir rol üstlenmektedir. Dolayısıyla, planeter faktörler başlığı altında incelenen bu unsurlar ve özellikle Güneş ışınlarının atmosferdeki enerji girdisi ile hava kütlelerinin termik etkileri, Türkiye'nin makroklimatik yapısını derinlemesine anlamak ve mevsimsel hava tiplerini kavramak açısından bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır (Erinç, 1984; Atalay, 2010).

Genel hava dolaşımı ve hava kütleleri açısından Türkiye, hava kütlelerinin kaynak bölgesi konumunda bulunmaması nedeniyle, mevsimsel döngülere bağlı olarak farklı coğrafi bölgelerden intikal eden çeşitli hava kütlelerinin tesiri altında kalmaktadır. Bu durum, yaz aylarında güneyden sokulan sıcak tropikal hava kütlelerinin, kış aylarında ise kuzeyden inen soğuk polar hava kütlelerinin ülke iklimi üzerinde belirleyici bir rol oynamasına neden olmaktadır. Ancak, belirtilen hava kütleleri, kaynak sahalarından ayrıldıktan sonra seyirleri esnasında, yüzey özellikleri ve coğrafi engeller gibi faktörlerin etkisiyle özelliklerinde önemli değişimler yaşamaktadır. Örneğin, yaz mevsiminde Sahra üzerinden gelen karasal tropikal hava kütlesi (cT), Akdeniz üzerinden geçerken nem içeriğini artırarak, Akdeniz hava kütlesi olarak yeniden şekillenmektedir. Bu dönüşüm, bir geçiş hava kütlesi karakteristiği kazanmasına yol açmaktadır. Benzer şekilde, Azor yüksek basınç alanından kaynaklanan denizel sıcak hava kütlesi (mT) de, Türkiye'nin kuzey kesimlerine varana kadar neminin bir kısmını kaybetmektedir. Kış mevsiminde ise Türkiye, hem soğuk ve nemli denizel polar (mP) hava kütlesinin, hem de soğuk ve kuru karasal polar (cP) hava kütlesinin yanı sıra, güneyden ilerleyen tropikal hava kütlelerinin etki alanına girmektedir. Bu farklı hava kütlelerinin Anadolu üzerindeki yayılım alanları ve tekrar sıklıkları, Türkiye'nin yağış rejimi ve sıcaklık koşullarında önemli değişikliklere yol açmaktadır. Hava kütlelerinin Türkiye iklim koşulları üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek amacıyla, yaz ve kış mevsimlerindeki hava kütlesi konumlanmasını ayrı ayrı değerlendirmek gerekmektedir (Erol, 2010; Atalay, 2010).

Yaz mevsiminde Türkiye, genel atmosferik dolaşımın tesiriyle, güneyden kuzeye doğru seyreden sıcak tropikal hava kütlelerinin etki alanına girmektedir. Bu dönemde ülkenin güneydoğu kesimi, Arabistan ve Suriye üzerinden intikal eden kuru ve

sıcak tropikal hava kütlelerinin egemenliğine girerken, batı kesimleri ise Sahra üzerinden gelen karasal tropikal (cT) ve Atlas Okyanusu kaynaklı denizel tropikal (mT) hava kütlelerinin etki sahasına girmektedir. Yaz mevsiminde, polar hava kütleleri kuzeye doğru çekilmekte, bu durum Akdeniz Bölgesi'nde kuzeyden güneye genel bir hava akımının oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Türkiye üzerinde ise kuzeybatıdan gelen bu hava akımı, Anadolu üzerinde Karadeniz ve Akdeniz olmak üzere iki kola ayrılmaktadır. Özellikle Ege kıyıları boyunca esen Etezyen rüzgarları, Batı Anadolu kıyılarını serinletirken, Karadeniz kıyıları boyunca yükselen hava akımları yağışlara neden olmaktadır. Yaz mevsiminde Karadeniz üzerindeki yüksek basınçtan, Anadolu kara kütlesi üzerindeki alçak basınca doğru sürekli bir hava akımı gözlemlenmektedir. Anadolu'nun güney kıyılarında ise güneybatıdan kuzeydoğuya doğru ayrı bir hava akımı etkindir. Bu hava akımı Nur Dağları ve Torosların yamaçlarında orografik yağışlara yol açmaktadır. Bununla birlikte, yazın Basra alçak basınç merkezinin araştırma sahasının yer aldığı Güneydoğu Anadolu'yu içine almasıyla kuru ve aşırı sıcak hava koşulları bu coğrafyada hâkim hale gelmektedir. Bu durum zaman zaman Kuzeydoğu Anadolu'ya kadar bile uzanabilmektedir (Gürgen, 2002; Atalay, 2010).

Kış mevsimi, Türkiye'yi bu mevsime yakın erken ilkbahar aylarını da kapsayacak bir zaman diliminde, Akdeniz havzasına erişen farklı karakterdeki hava kütlelerinin ve bu hava kütlelerinin etkileşiminden doğan cephe sistemleri ile basınç oluşumlarının etkisi altında bırakmaktadır. Bu süreç, özellikle Kasım ayı sonundan Nisan ayı başına kadar uzanan periyotta belirginleşmektedir. Yaz dönemi koşullarının aksine, kuzeydeki soğuk hava kütlelerinin güney istikametinde ilerleyerek Akdeniz üzerindeki tropikal hava kütleleriyle karşılaşması, Akdeniz cephe sisteminin oluşumuna yol açar. Bu sistem, Kuzeybatı Avrupa'dan Basra Körfezi'ne kadar uzanan geniş bir koridor boyunca hareket ederek dinamik bir atmosferik ortam yaratmaktadır. Bu cephe sisteminin iki ana kolu, biri Karadeniz üzerinden, diğeri Ege ve Akdeniz üzerinden ilerleyerek Türkiye'nin batı kesimlerinde sürekli yer değiştirir. Bu hareketlilik, nem ve sıcaklık gradyanlarındaki belirgin farklılıklar nedeniyle kararsız hava koşullarını tetikler. Örneğin, güneyden sokulan denizel tropikal (mT) hava kütleleri, özellikle Azor antisiklonundan köken alarak Akdeniz üzerinden Anadolu'ya ulaştığında sıcaklıkları ani şekilde yükseltir ancak yağış üretme potansiyeli sınırlıdır. Buna karşılık, kuzeydoğudan gelen karasal polar (cP) hava kütleleri, Doğu Avrupa ve Hazar havzası üzerinden Türkiye'ye ulaşarak iç ve doğu bölgelerde sıcaklıkların keskin düşüşüne ve kuru-soğuk

hava koşullarının egemen olmasına neden olmaktadır (Koçman,1993; Atalay, 2010; Yetmen, 2020).

Polar cephenin güney kanadında etkili olan Akdeniz cephe sistemi, hava kütlelerinin ısı ve nem özelliklerindeki belirgin farklılıklar sebebiyle, özellikle kıyı bölgelerinde yoğun yağışlara neden olmaktadır. Söz konusu yağışlar, Batı Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerinde öncelikli olarak etkili olmakla birlikte, doğuya doğru hareketleri sayesinde araştırma sahasının konumlandığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne kadar yayılım gösterebilmektedir. Ancak, iç kesimlerde yüksek basınç ve karasal polar (cP) hava kütlelerinin baskınlığı, bu bölgelerde yağışın azalmasına ve kış kuraklığına yol açar. Benzer şekilde, Avrupa üzerinden gelen denizel polar (mP) hava kütleleri, kıyı bölgelerde yağış bırakırken, iç bölgelerde sıcaklıkların düşmesine neden olur. Doğu Anadolu'da cP hava kütlelerinin etkisi altında, gündüzleri güneşli ancak geceleri aşırı soğukların yaşandığı karasal iklim koşulları gözlenir. Buna karşın, araştırma sahasının yer aldığı Güneydoğu Anadolu'da polar hava kütlelerinin geçici etkisiyle sıcaklıklar düşse de kar örtüsünün yerde kalma süresi sınırlıdır. Hazar yüksek basıncından kaynaklanan karasal polar (cP) hava kütleleri, Doğu Anadolu'da inversiyon ve sis oluşumlarını tetikler. Kış döneminde etkinleşen bu hava kütleleri, iç ve doğu bölgelerde soğuk hava koşullarına neden olur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne kadar uzanabilen karasal polar (cP) hava kütleleri, bu bölgede çok yoğun olmasa da hava sıcaklıklarında belirgin azalışlara yol açarak bölgenin iklim özelliklerini etkilemektedir (Koçman,1993; Gürgen, 2002; Atalay, 2010).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve araştırma sahası olan Karacadağ'ın güney kesimi hem yaz hem de kış mevsimlerinde kendine özgü iklim koşullarına sahiptir. Yaz aylarında, Basra alçak basıncının genişlemesi ve sıcak karasal tropikal (cT) hava kütlelerinin etkisiyle zaman zaman 40°C'yi aşan sıcaklıklar, düşük nem ve samyeli rüzgârları, kuraklık stresini artırmaktadır. Bu koşullar, bitkisel üretim faaliyetlerinde sulamayı zorunlu kılmakta veya kuraklığa dayanıklı ürünlerin tercih edilmesini gerektirmektedir. Kış aylarında ise, Akdeniz cephe sistemlerinden kaynaklanan yağış rejimleri ve karasal polar (cP) hava kütlelerinin etkisiyle kısa süreli sıcaklık düşüşleri, çoğunlukla kalıcı olmayan kar yağışlarına yol açmakta bu da toprak neminde dalgalanmalara ve bazı senelerde donlu gün sayısının artmasına neden olur. Bu durum, özellikle erken çiçeklenme evresindeki bitkisel ürünlerde zaman zaman verim kayıplarına neden olmaktadır. Fakat, kış mevsiminde polar hava kütlelerinin etkisine

bağlı sıcaklık düşüşleri yaşansa da bölgedeki termik rejim kalıcı bir kar örtüsünün oluşumu için elverişli değildir.

Atmosfer salınımları (ENSO, NAO, NCP), Türkiye iklim koşullarının karmaşık yapısının ardındaki temel dinamiklerden birini oluşturmakta ve söz konusu salınımların periyodik değişimleri, yalnızca temel atmosferik sirkülasyon sistemlerinin etkileşimiyle izah edilemeyen iklim varyasyonlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu kapsamda, Güney Salınımı (ENSO= El Nino/La Nina), Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ve Kuzey Denizi-Hazar Paterni (NCP) gibi küresel ve bölgesel ölçekte etkili osilasyonların Türkiye iklimi üzerindeki tesirleri müşahede edilmektedir (Coşkun, 2022). Bu osilasyonlar, atmosferik basınç ve sıcaklık dağılımlarında meydana gelen periyodik değişimleri ifade etmekte ve bu değişimler, Türkiye'nin mevsimlik hava tipleri ile yağış rejimleri üzerinde kayda değer etkilere sahip olabilmektedir. Örneğin, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Kuzey Atlantik bölgesindeki atmosferik basınç farklılıklarını temsil eden mühim bir indeks niteliği taşımakta ve Türkiye iklimi üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenmektedir. NAO'nun pozitif evresinde, Türkiye genelinde ortalama yağış miktarlarına kıyasla daha düşük yağış değerlerinin gerçekleştiği bilinmektedir. Bununla beraber, NAO'nun negatif evresinde ise, ülke genelinde ortalama değerlerin üzerinde yağış düşüşlerinin yaşandığı kaydedilmektedir. Bu durum, NAO'nun farklı evrelerinin, Türkiye'nin genel yağış rejimi ve dolayısıyla su kaynakları üzerinde önemli sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir (Türkeş ve Erlat, 2005; Yetmen, 2020; Coşkun, 2022).

Araştırma sahasının yer aldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi özelinde, bu iklim salınımlarının etkileri yağış ve sıcaklık rejimlerinde meydana gelen değişiklikler vasıtasıyla bitkisel üretim faaliyetlerini doğrudan tesir altında bırakabilir. Örneğin, NAO'nun pozitif evresi bölgede kuraklık tehdidini artırma potansiyeli taşırken, negatif evresi ise yağış miktarında tezahür eden artış, bazı bitki türleri için olumlu katkılar sağlayabileceği gibi, aşırı yağışa hassas mahsuller açısından ise verim kayıplarına neden olması muhtemeldir. NCP ise negatif fazında olduğunda araştırma sahası ve yakın çevresini ortalama sıcaklık değerlerinin üzerinde ve ortalama yağış değerlerinin altında güçlü akışların altında bırakma eğiliminde olur. Buna karşılık, pozitif fazda ise ortalamanın altında sıcaklık değerleri ve ortalamanın üzerinde yağış miktarları gözlenmektedir (Coşkun, 2022).

Güneşlenme süresi, bilindiği üzere, bir bölgenin coğrafi enlemi ve Dünya'nın Güneş'e göre konumu (mevsim faktörü) gibi temel astronomik etkenlere bağlı olarak değişiklik gösteren kritik bir iklim parametresidir. Esasen güneşlenme süresi, doğrudan Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaştığı ve etkili olduğu zaman dilimini ifade etmektedir. Bu tanım, şafak ve gurup vakitlerindeki uzun süreli aydınlanma periyotlarında ortaya çıkan ve diffüz ışınlar olarak adlandırılan dolaylı güneş ışınlarını kapsamamaktadır. Yine de gün uzunluğu olarak tabir edilen bu aydınlanma süresince diffüz ışınlar vasıtasıyla da Güneş'ten enerji alınması mümkündür. Ancak, enerji alımının temel belirleyicisi, ışınların yeryüzüne ulaşma açısı kadar, güneşlenme süresinin uzunluğudur. Zira enerji alımı zamana bağlı bir süreçtir ve bir yüzey ne kadar uzun süre doğrudan güneş ışınlarına maruz kalırsa, o kadar fazla enerji absorbe eder (Nişancı, 1990; Erol, 2010). Yerin küresel şekli, yeryüzünün farklı noktalarının aynı miktarda ışınım ve enerji almasını engelleyen temel bir faktördür. Uzaydan paralel demetler halinde gelen güneş ışınları, küresel yapıdaki Dünya'nın Ekvator çevresine dik açılarla ulaşırken, kutuplar civarına doğru giderek eğik açılarla düşmektedir. Dolayısıyla, güneşlenme süresi ve ışınım açısı, yeryüzüne ulaşan enerji miktarını ve dağılımını belirleyerek iklim parametrelerini (sıcaklık, basınç, rüzgâr, nemlilik ve yağış) doğrudan şekillendirir (Erol, 2010).

Güneşlenme süresi ve şiddetinin değerlendirilmesinde, Viranşehir Meteoroloji İstasyonu'nda güneşlenme süresini ölçen helyograf ve güneşlenme şiddetini ölçen aktinograf cihazlarının mevcut bulunmaması nedeniyle, sadece coğrafi enlemi 36° 50' 26" olan Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonuna ait güneşlenme süresi ve şiddeti verilerinden yararlanılmıştır. Ancak, Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonunun Viranşehir'e göreceli yakınlığı ve benzer coğrafi enlemde konumlanması, bu istasyona ait güneşlenme süresi verilerinin Viranşehir için yaklaşık bir değer sunabileceği varsayımına dayanmaktadır.

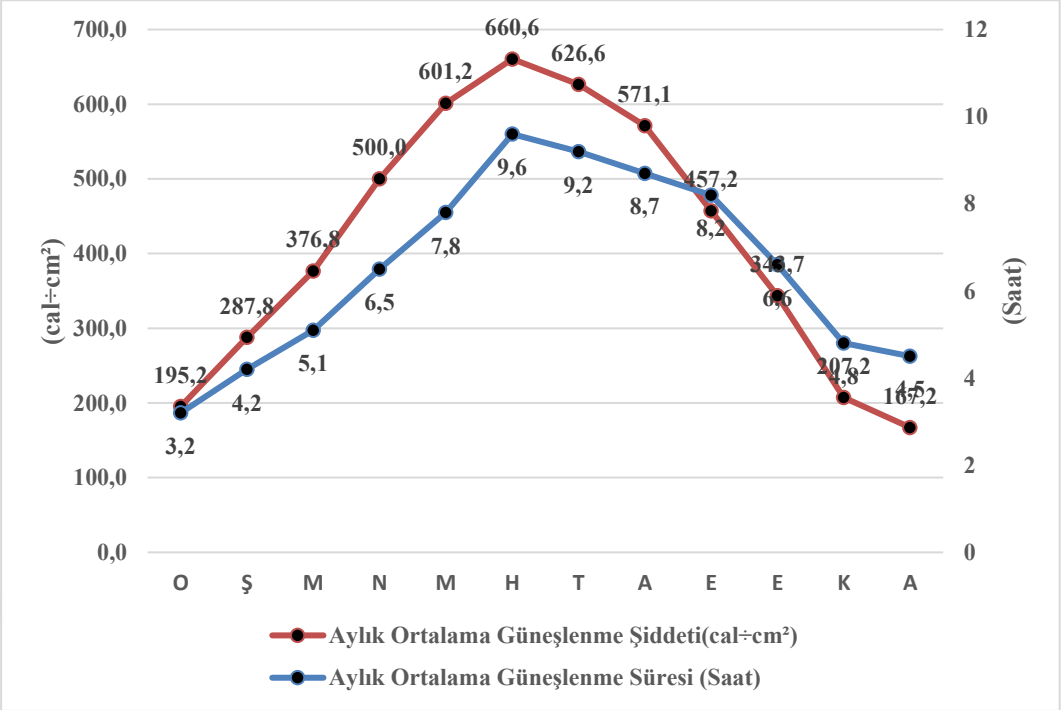
Araştırma sahasında en uzun güneşlenme süreleri ve en yüksek şiddet değerleri yaz döneminde kaydedilmektedir. Nitekim Ceylanpınar'da Haziran ayında ortalama güneşlenme süresi 9,6 saat ile maksimuma ulaşırken, bunu Temmuz (9,2 saat) ve Ağustos (8,7 saat) ayları takip etmektedir. Benzer şekilde, güneşlenme şiddeti Haziran ayında 660 cal/cm² ile en yüksek seviyeye çıkmakta, Temmuz ayında 626 cal/cm² ve Ağustos ayında 571 cal/cm² olarak gerçekleşmektedir. Bu yüksek değerler, yaz aylarında Dünya'nın eksen eğikliği nedeniyle güneş ışınlarının daha dik açılarla gelmesi

ve gündüz süresinin uzamasıyla ilişkilidir. Kış mevsimi ise, güneşlenme süresi ve şiddeti açısından en düşük değerlerin gözlendiği dönemdir. Ocak ayında ortalama güneşlenme süresi 3,2 saat ile minimuma inerken, Aralık ayı 4,5 saat ve Şubat ayı ise 4,2 saat olarak kaydedilmiştir. Güneşlenme şiddeti ise Aralık ayında 167 cal/cm² ile en düşük seviyededir ve Şubat ayında 287 cal/cm²'ye yükselmektedir. Bu düşük değerler, kış aylarında güneş ışınlarının daha eğik açılarla gelmesi ve gündüz süresinin kısalmasıyla açıklanmaktadır.

İlkbahar ayları, güneşlenme süresi ve şiddetinde düzenli bir artışın yaşandığı geçiş dönemini temsil etmektedir. Mart ayında 5,1 saat olan ortalama güneşlenme süresi, Nisan ayında 6,5 saate ve Mayıs ayında ise 7,8 saate ulaşmaktadır. Paralel olarak, güneşlenme şiddeti Mart ayında 376 cal/cm² iken, Mayıs ayında 601 cal/cm²'ye yükselerek güneşlenme potansiyelinin arttığını göstermektedir. Sonbahar mevsiminde ise güneşlenme süresi ve şiddetinde kademeli bir azalma trendi gözlenmektedir. Eylül ayında 8,2 saat olan ortalama güneşlenme süresi, Ekim ayında 6,6 saate ve Kasım ayında 4,8 saate düşmektedir. Güneşlenme şiddeti de Eylül ayında 457 cal/cm² iken, Kasım ayında 207 cal/cm²'ye gerilemektedir. Güneşlenme süresi ve şiddetindeki bu düşüş, güneş ışınlarının atmosferde aldığı mesafenin uzaması ve kış mevsimine yaklaştıkça bulutluluk miktarının artması gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir **(Tablo 7, Şekil 11)**.

Tablo 7: Ceylanpınar'da günlük ortalama güneşlenme süresinin ve şiddetinin yıl içindeki değişimi

Aylar		**O**	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**	**K**	**A**	**Y**
Aylık Ortalama	**Güneşlenme Süresi (Saat)**	3.2	4.2	5.1	6.5	7.8	9.6	9.2	8.7	8.2	6.6	4.8	4.5	6.5
Aylık Ortalama	**Güneşlenme Şiddeti (cal÷cm²)**	195.2	287.8	376.8	500.0	601.2	660.6	626.6	571.1	457.2	343.7	207.2	167.2	416.2



Şekil 11: Ceylanpınar'da güneşlenme süresi ve güneşlenme şiddetinin aylara göre değişimi

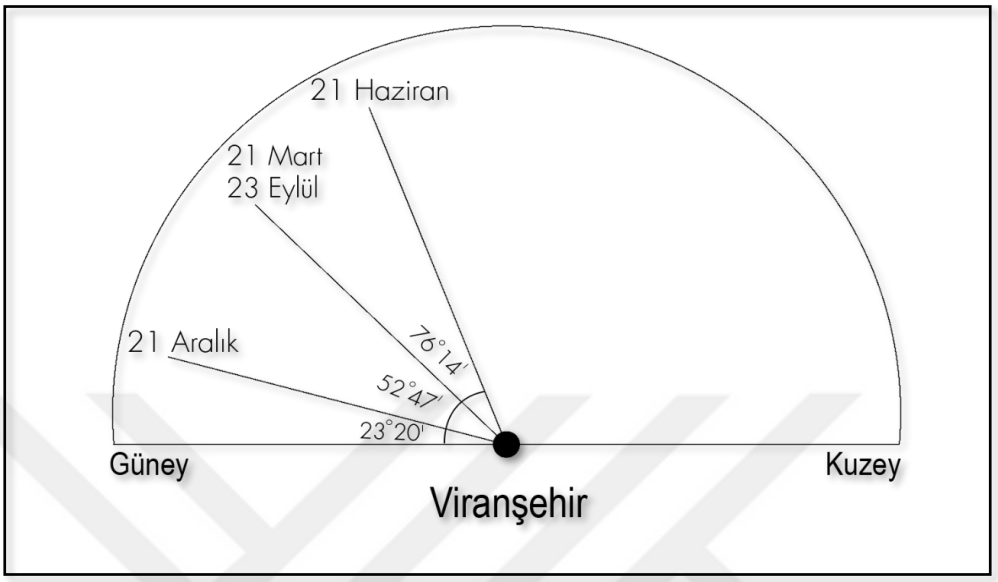
Bitkisel üretimde fotosentez hayati bir öneme sahip olup, bu süreç doğrudan güneşlenme süresi ve enerjisine bağlıdır. Ancak, bitki türleri arasında güneşlenme gereksinimleri çeşitlilik göstermekte, bazıları doğrudan güneş radyasyonunu tercih ederken, diğerleri diffüz radyasyon koşullarında daha iyi gelişim sergilemektedir. Bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi için güneşlenme isteklerinin alt sınırının karşılanması gerektiği gibi, üst sınırının da aşılmaması önem arz etmektedir. Zira, bitkilerin güneşlenme ihtiyacının yetersiz kaldığı durumlarda, ürettikleri organik madde miktarı tüketimlerini karşılayamaz hale gelmekte, bu durum bitkilerde besin açlığına yol açmaktadır. Besin açlığı ise bitkilerin sağlıklı gelişimini engellemekte ve nihayetinde bitki formlarında bozulmalara neden olmaktadır. Bu durum, bitkisel üretimde güneşlenme süresinin ne denli kritik olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Kürklü, 1995; Köse, 2014; Öztekinci, 2023; Beyazgül ve Alpat, 2024). Karacadağ güney kesiminde gerçekleştirilen bitkisel üretim faaliyetleri yaz aylarında ortalama 9 saatin üzerindeki yüksek güneşlenme süresi ve ortalama 571-660 cal/cm² güneşlenme şiddeti ile karakterize olan iklim koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Yüksek güneşlenme süresi ve şiddeti yöre ziraatinin mihenk taşlarından birini oluşturmaktadır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında gözlemlenen uzun süreli güneşlenme süresi bu

dönemde yetişen pamuk, mısır, ayçiçeği, mercimek, nar, Antep fıstığı, üzüm ve sebze gibi bitkiler için optimum gelişim ortamı sunmaktadır.

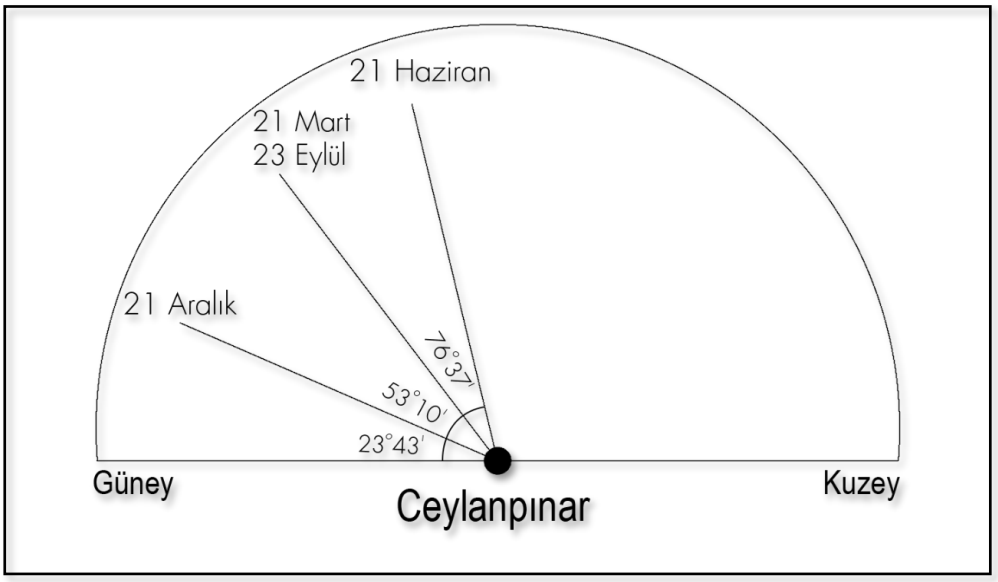
Güneş ışınlarının geliş açısı, yeryüzündeki herhangi bir yüzeyin absorbe ettiği ısı miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Güneş ışınları yüzeye dik veya dike yakın açılarla ulaştığında, enerji yoğunluğu en üst düzeye çıkar ve yüzeyde maksimum ısınma meydana gelir. Işınların yüzeye eğik açılarla gelmesi durumunda ise aynı miktardaki enerji daha geniş bir alana yayılır, bu da birim alana düşen enerjiyi azaltarak yüzeyin daha az ısınmasına neden olur. Dönenceler haricindeki coğrafi konumlarda, Güneş'in ufuk üzerindeki yüksekliği hiçbir zaman 90°'ye ulaşmaz. Dünya'nın yörünge düzlemi ile yer ekseni arasındaki 23°27' 'lık eğim, Güneş ışınlarının her daim Ekvator'a dik açıyla gelmesini engellemektedir. Eksen eğikliği, yılın farklı zamanlarında Güneş ışınlarının Ekvator'un kuzeyinde ve güneyinde 23°27' 'lık dönencelere dik olarak ulaşmasını sağlar. Bu durum, 21 Haziran tarihinde Güneş ışınlarının Yengeç Dönencesi'ne 90°'lik bir açının (Yaz Solstisi) gelmesiyle sonuçlanırken, 21 Aralık'ta ise Oğlak Dönencesi'ne 90°'lik bir açıyla (Kış Solstisi) ulaşır. 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde (Ekinoks) ise Güneş ışınları Ekvator'a 90°'lik bir açı yapmaktadır. Bu temel astronomik prensipler ışığında, Viranşehir ve Ceylanpınar gibi belirli matematik konumdaki meteoroloji istasyonları için, söz konusu dört önemli astronomik evrede Güneş ışınları ile yapılan açının hesaplanması mümkündür (Dönmez, 1979; Atalay, 2012).

Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait güneş ışınlarının geliş açısı, ufuk düzlemi ile Güneş arasındaki açıyı ifade eden ve $h = 90° - |\varphi - \delta|$ formülü ile hesaplanmıştır. Burada h solar yükseklik açısını, φ istasyonun coğrafi enlemini ve δ ise Güneş'in deklinasyon açısını temsil etmektedir (Ardel vd., 1969). Yaz gün dönümünün yaşandığı 21 Haziran tarihinde (δ, + 23° 27'), her iki lokasyonda da yüksek açılar saptanmıştır. Viranşehir'de 76° 14' ve Ceylanpınar'da 76° 37' olarak hesaplanan bu değerler, yaz aylarında bölgenin yoğun bir güneş radyasyonu girdisine maruz kaldığını ve dolayısıyla sıcaklık koşullarının yüksek seyrettiğini göstermektedir. Kış gün dönümünde yani 21 Aralık tarihinde (δ, -23° 27') ise bu açılar önemli bir azalma göstermekte, Viranşehir'de 29° 20' 'ya ve Ceylanpınar'da 29° 43' 'ya gerileyerek kış mevsimindeki sınırlı güneş enerjisi potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. İlkbahar ve sonbahar ekinokslarının yaşandığı 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde (δ = 0°) de her iki istasyonda orta düzeyde açılar tespit edilmiştir. Viranşehir'de 52° 47' ve Ceylanpınar'da

53° 10' olarak hesaplanan değerler, mevsimsel geçiş dönemlerinin enerji alımını yansıtmaktadır **(Şekil 12 ve 13)**.



Şekil 12: Viranşehir İstasyonu'nda güneş ışınlarının geliş açısının ekinoks ve solstis tarihlerine göre değişimi



Şekil 13: Ceylanpınar İstasyonu'nda güneş ışınlarının geliş açısının ekinoks ve solstis tarihlerine göre değişimi

2.1.2. Coğrafi Faktörler

İklim koşullarının şekillenmesinde, yerel coğrafi unsurların yanı sıra, başta karasallık derecesi ve orografik özellikler olmak üzere, çeşitli coğrafi faktörlerin önemli etkileri bulunmaktadır. Bu faktörler, farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasında kilit rol oynamaktadır. Türkiye'nin oldukça engebeli bir topografyaya sahip olması, yağış rejimi, sıcaklık değerleri, bağıl nem, bulutluluk oranı, kar örtüsünün özellikleri ve karın yerde kalma süresi gibi iklim değişkenleri üzerinde önemli farklılaşmalara ve genel rüzgâr yönlerinde sapmalara neden olmaktadır. Bu durum, sonuç olarak, yerel (lokal) iklim koşullarının oluşumunu tetiklemektedir (Koçman, 1993; Atalay, 2010).

Karasallık, bir bölgenin deniz etkisinden uzaklığına bağlı olarak sıcaklık rejiminde görülen belirgin yıllık dalgalanmayı ifade etmektedir. Bu durum, yıllık sıcaklık farkı (amplitüdü) ile yakından ilişkilidir. Yüksek bir yıllık sıcaklık farkı, karasallığın baskın olduğu alanları işaret ederken, düşük bir amplitüd ise denizel etkilerin belirgin olduğunu göstermektedir. Türkiye, etrafı denizlerle çevrili bir yarımada olmasına rağmen, coğrafi konumu ve fiziki yapısı nedeniyle deniz etkisinin iç kesimlere sınırlı olarak ulaştığı, büyük ölçüde karasal özellikler taşıyan bir ülkedir. Kıyı şeridinin hemen gerisinden itibaren yükselen dağ sıraları, denizel iklim etkilerinin iç kısımlara ulaşmasını engellemektedir. Bu nedenle, denizellik etkisi ancak kıyı bölgelerinde gözlemlenmektedir. Nitekim, Türkiye'de yıllık sıcaklık farkının kıyı bölgelerinde düşük, iç bölgelerde ise yüksek değerler arz etmesi, karasallık üzerinde denizden uzaklığın birincil derecede etkili bir faktör olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Ardel vd., 1969; Koçman, 1993).

Araştırma sahasında sıcaklık rejiminin ortaya çıkarılmasında kullanılan temel göstergelerden biri olan yıllık sıcaklık farkı, en sıcak ile en soğuk ay ortalamaları arasındaki amplitüd üzerinden hesaplanmaktadır (Ardel vd., 1969). Buna göre; Viranşehir'de Temmuz ayına ait ortalama sıcaklık 31,7°C ve Ocak ayına ait ortalama sıcaklık 5,3°C olarak kaydedilmiş olup, bu iki değer arasındaki fark 26,4°C'dir. Benzer şekilde, Ceylanpınar'da Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 32°C ve Ocak ayı ortalama sıcaklığı 5,6°C olarak kaydedilmiş, dolayısıyla yıllık sıcaklık farkı amplitüdü 26,4°C olarak hesaplanmıştır **(Tablo 8)**. Karacadağ güney kesiminin Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerindeki sıcaklık karasallığının derecesini belirlemek amacıyla, Conrad ve

Gorczynski tarafından geliştirilen ampirik formüllere dayalı yöntemlerden yararlanılmıştır.

Conrad (1950) ve Gorczynski (1922) formüllerine göre elde edilen sıcaklık karasallığı analizleri, araştırma sahasının iklim özellikleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Erinç, 1984; Sezer, 1990; Gadiwala vd., 2013). Buna göre; **Conrad formülü** hesaplamalarında Viranşehir, %47,14 karasal ve %52,86 denizel özellikler sergilemektedir. Aynı formüle göre Ceylanpınar ise %48,50 karasal ve %51,50 denizel karakterde bulunmuştur. **Gorczynski formülü** uygulandığında ise Viranşehir'in %53,85 karasal ve %46,15 denizel özellikler gösterdiği, Ceylanpınar'ın ise %54,5 karasal ve %45,5 denizel karakterde olduğu belirlenmiştir. Karacadağ'ın güney kesiminde saptanan yüksek yıllık sıcaklık amplitüdü (26,4°C), sahanın denizel etkilerden görece yalıtılmış olduğunu göstermekle birlikte, Conrad ve Gorczynski formüllerinden elde edilen denizel oranlar (%45,5 ile %52,86 aralığında değişen değerler), sahanın Akdeniz ve karasal iklim arasında bir geçiş karakteri sergilediğine işaret etmektedir **(Tablo 8)**.

Tablo 8: İstasyonların yükselti, ortalama sıcaklık, en sıcak ay ortalaması, en soğuk ay ortalaması, amplitüd ve karasallık değerleri (Conrad ve Gorczynski Formülü)

İstasyon	Yükselti	Yıllık Ort. Sıcaklık (°C)	En Sıcak Ay Ort. (°C)	En Soğuk Ay Ort. (°C)	Sıcaklık Amp. (°C)	Karasallık (%) Conrad Formülü	Karasallık (%) Gorczynski Formülü
Viranşehir	556	18.2	31,7 (Temmuz)	5,3 (Ocak)	26.4	47,14	53,85
Ceylanpınar	360	18.4	32 (Temmuz)	5,6 (Ocak)	26.4	48,50	54,5

Orografik özellikler, bir bölgenin iklim karakterini şekillendiren temel coğrafi faktörler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda, yükselti, eğim, bakı, dağların uzanış doğrultusu ve arazinin yarılma derecesi gibi topografik unsurlar, yerel iklimin mikroklima düzeyinde farklılaşmasına neden olabilmektedir. Yükseltinin artmasıyla birlikte sıcaklıkta genellikle azalma eğilimi görülürken, yağış miktarı belirli bir irtifa eşiğine kadar artış sergilemektedir. Özellikle kıyı şeridine paralel bir şekilde

uzanan dağ sıraları, denizden gelen hava kütlelerinin iç bölgelere doğru olan hareketini engelleyerek karasallığın etkisini artırabilmektedir. Yükselti faktörü, özellikle bir yamaç boyunca sıcaklık koşullarında meydana getirdiği farklılık nedeniyle bitkisel üretim faaliyetlerini sınırlandırabilmektedir (Ardel, 1973; Atalay, 2010).

Araştırma sahasının bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, genel topografik görünüm itibarıyla sade bir yapıya sahip olmakla birlikte, kuzey sınırını teşkil eden Güneydoğu Toroslar ve batısında konumlanan Nur Dağları vasıtasıyla orografik koşulların belirgin etkisi altında bulunmaktadır. Birçok noktada 2000 metreyi aşan yükseltiye sahip olan Nur Dağları, Akdeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ulaşımını kısmen engellemektedir. Bu orografik engelin batısında 1200 mm'ye ulaşan yıllık yağış miktarlarına karşın, dağ kütlesinin doğu tarafında kalan bölgelerde yağış miktarı 500 mm seviyelerine gerilemektedir. Bölgenin iç kesimlerinde yer alan bazı alanların yükseltileri daha fazla olmasına rağmen, aldıkları yağış miktarı oldukça düşüktür. Nur Dağları'nın oluşturduğu bu topografik engel, yalnızca yağış koşullarında değil, aynı zamanda nem ve sıcaklık gibi diğer iklim elemanlarının veri dağılımında da önemli farklılıklara neden olmaktadır. Benzer şekilde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni kuzeyden çevreleyen Güneydoğu Toroslar da bölgenin iklim koşulları üzerinde etkili bir rol oynamaktadır. Kış aylarında etkili olan polar hava kütleleri, Anadolu'nun iç kısımlarına kadar ilerleyebilmekte iken, Güneydoğu Toroslar'ın oluşturduğu engel nedeniyle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerine ulaşmakta zorlanmaktadır. Bu durum, kış mevsiminde iç ve doğu bölgelerde hava sıcaklıklarının önemli ölçüde düşmesine ve yoğun kar yağışlarının görülmesine karşın, güney ve güneydoğu bölgelerinde hava sıcaklığının genellikle 0°C'nin üzerinde seyretmesine ve kar yağışının çok daha az olmasına yol açmaktadır (Ardel, 1973; Koçman, 1993; Erinç, 1996; Gürgen, 2002; Ünaldı, 2009; Atalay, 2010; Türkeş, 2017).

Araştırma sahasının genel iklim özellikleri Karacadağ'ın yöre iklimi üzerindeki etkisinden bağımsız değildir. Bitkisel üretim faaliyetleri açısından değerlendirildiğinde, Karacadağ, iklim parametrelerini doğrudan etkileyen baskın bir jeomorfolojik unsurdur. Yükselti artışına bağlı olarak sıcaklıkta meydana gelen düşüşler (0,6°C/100 m) ve yağış rejiminde farklılaşmalar gözlemlenirken, özellikle Karacadağ'ın güney yamaçları bakı etkisiyle daha yüksek güneş radyasyonu almaktadır. Bu durum vejetasyon periyodunu uzatmaktadır (Ardel, 1973). Araştırma sahasının yüksek rakımlı yerlerinde serin iklim sayesinde tahıl (arpa ve buğday) ile Karacadağ'a özgü Karacadağ çeltiği yetiştirilirken,

Kamerseki tepesinden başlayarak Viranşehir Platosu ve Ceylanpınar Ovası gibi alçak alanlarda ise özellikle pamuk ve mısır gibi yüksek sıcaklık toleransına sahip ürünler yetiştirilmekte ve sebze üretimi için elverişli koşullar bulunmaktadır. Bu durum, topografik özelliklerin yörede farklı zirai ürünlerin yetiştirilebilme potansiyeli üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

2.2. İklim Elemanları

Herhangi bir sahada etkili olan iklimin temel unsurlarını; sıcaklık, basınç, rüzgârlar, nem ve yağış gibi atmosferik bileşenler oluşturmaktadır. Bu bileşenlerden oluşan iklim koşulları ise bitkilerin vejetasyon dönemini, çimlenme süreçlerini, büyüme ve gelişme evrelerini, aynı zamanda coğrafi yayılış alanlarını doğrudan etkilemekte, hatta bazı durumlarda bu süreçleri sınırlandırıp kontrol edebilmektedir. Zira her bitki türünün sıcaklık ve ışık ihtiyacı farklılık göstermekte bazı bitkiler doğrudan güneş radyasyonunun yoğun olduğu ortamları tercih ederken, bazıları gölge veya difüz radyasyon koşullarında daha iyi gelişim göstermektedir. Bununla birlikte, nemlilik ve yağış da bitki türlerinin dağılımı ve gelişimi üzerinde önemli roller oynarken, rüzgârlar ise bitkilerin su dengesini, tozlaşmasını ve hatta fiziksel yapısını etkileyebilmektedir (Erol, 2010; Atalay ve Efe, 2015).

2.2.1. Sıcaklık

Yeryüzündeki yaşamı derinden etkileyen temel iklim elemanlarından biri sıcaklıktır. Atmosfer sıcaklığının birincil kaynağı olan Güneş, yeryüzünün ana enerji kaynağını teşkil etmektedir. Güneş'ten yayılan enerjinin önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve burada cisimleri ısıtarak termik enerjiye dönüşür. Atmosfere giriş anından itibaren kırılmaya, yansımaya ve emilmeye uğrayan güneş ışınları, nihayetinde uzaya geri dönerken, yeryüzü güneşin yaydığı bu muazzam enerjinin küçük bir bölümünü absorbe eder. Ancak bu enerji miktarı dahi, yeryüzündeki bitkisel üretim faaliyetleri başta olmak üzere tüm yaşam süreçlerini düzenlemektedir (Ardel, 1973; Erol, 2010, Atalay, 2010). Bu nedenle, iklim elemanları içerisinde bitkisel üretim faaliyetleri açısından yaşamsal bir öneme sahip olan sıcaklık verileri, Karacadağ güney kesiminde yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait rasat

kayıtları değerlendirilerek, yıl, ay ve gün içerisindeki değişimleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu inceleme, söz konusu yöredeki bitkisel üretim potansiyelini ve sınırlayıcı faktörlerini anlamak açısından oldukça önemlidir.

2.2.1.1. Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ve Aylara Dağılımı

Viranşehir Meteoroloji İstasyonu'nun 1965 ile 2023 yılları arasındaki kapsamlı ve uzun soluklu (58 yıllık) kayıtları ile Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonlarının 1957'den 2023'e uzanan geniş zaman serisi (66 yıllık) içeren verilerinin istatistiksel analizi sonucunda, Viranşehir'in yıllık ortalama sıcaklığı 18,2 °C olarak saptanırken Ceylanpınar'ın yıllık ortalama sıcaklığının ise 18,4 °C olduğunu göstermektedir. Bu değerler, Türkiye'nin iklim haritası üzerinde 18 °C'nin üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların karakteristik olduğu Akdeniz kıyı şeridi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güney kesimi gibi sıcak iklim zonları ile paralellik arz etmektedir (Atalay, 2011). Gerçekten de Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarından elde edilen yıllık ortalama sıcaklıklar, ülkemizin genelinde kaydedilen en yüksek sıcaklık değerleri arasında yer almaktadır.

Viranşehir ve Ceylanpınar'ın yıllık ortalama sıcaklıklarının bölgesel ve kıyısal bağlamda daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla, araştırma sahası ve yakın çevresindeki bazı meteoroloji istasyonları ile Akdeniz kıyı kesimindeki belirli lokasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, aşağıda istasyonların yaklaşık olarak doğudan batıya doğru sıralanmasıyla sunulmaktadır:

- Mardin (1941-2017): 16,0 °C
- Diyarbakır (1929-2017): 15,9 °C
- Şanlıurfa (1929-2023): 19,5 °C
- Gaziantep (1940-2017): 15,2 °C
- Osmaniye (1987-2017): 18,5 °C
- Hatay (1940-2017): 18,3 °C
- Adana (1929-2017): 19,2 °C
- Mersin (1940-2017): 19,2 °C
- Antalya (1930-2017): 18,8 °C

Veriler incelendiğinde, Viranşehir (18,2°C) ve Ceylanpınar'ın (18,4°C) yıllık ortalama sıcaklıklarının, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki diğer bazı istasyonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum coğrafi konum, topografya ve iklim dinamiklerinin sıcaklık üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Mardin (16,0°C) ve Diyarbakır (15,9°C), Viranşehir ve Ceylanpınar'a kıyasla daha düşük yıllık ortalamalara sahiptir. Bu fark, Mardin'in yüksek plato yapısı ve rakımın (1080 m) soğutucu etkisiyle ilişkilidir. Diyarbakır'ın düşük sıcaklık değerleri ise, şehrin Karacadağ volkanik kütlesi ile Güneydoğu Toroslar arasında sıkışmış bir havzada yer almasından kaynaklanmaktadır. Bu topografik hapsolma, inversiyon tabakalarını artırarak kış soğuklarını şiddetlendirirken, yaz aylarında ise yüksek dağ sıralarının gölge etkisi ve hava akımlarının kısıtlanması nedeniyle sıcaklık birikimini sınırlamaktadır. Şanlıurfa (19,5°C), bölgedeki en yüksek sıcaklık ortalamasına sahip olup, bu durum şehrin düşük rakım (500 m), Suriye Çölü'ne yakınlığı ile açıklanabilir. Benzer coğrafi koşullar, araştırma sahasını teşkil eden Viranşehir ve Ceylanpınar'ın da yüksek sıcaklık değerleri sergilemesinde etkilidir**.** Gaziantep (15,2°C) ise, yüksek plato yapısı ve rakımının (850 m) bir sonucu olarak daha serin bir sıcaklık profili çizmektedir (Kalelioğlu, 1966; Gürgen, 2002; Atalay, 2011).

Akdeniz kıyı şeridindeki ve kıyıya yakın istasyonlardan Osmaniye (18,5°C), Hatay (18,3°C), Adana (19,2°C), Mersin(19,2°C) ve Antalya (18,8°C), yıllık sıcaklık ortalamalarında Viranşehir ve Ceylanpınar ile benzer veya daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu sıcaklık benzerliği, Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin konum olarak hem karasal hem de Akdeniz iklim sistemlerinin etkileşimine açık bir geçiş sahasında yer aldığını göstermektedir. Özellikle kış mevsiminde Akdeniz'den gelen hava kütlelerinin bölgeye sızması, sıcaklık ortalamalarını kısmen yükseltmektedir. Buna karşılık, yaz mevsiminde karasal etkilerin baskınlaşması, Akdeniz'den farklı bir sıcaklık profili oluşturur (Gürgen, 2002; Ünaldı, 2009; Atalay, 2011).

Sıcaklık Rejimi: Sıcaklık rejimi veya termik rejim, bir bölgede sıcaklık değerlerinin yıllık periyot içerisinde mevsimsel veya aylık ölçekte gösterdiği değişimleri ifade eden klimatolojik bir parametredir. Bu rejim, bir yerin iklim karakterini belirlemede önemli rol oynar ve bitkisel üretim faaliyetlerinde planlama yapılırken temel veri sağlar. Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının termik rejimlerinin

incelenmesi, araştırma sahasının sıcaklık dinamiklerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Sıcaklık rejiminin analizinde, sıcaklık verilerinin yıllık gidişatına ilişkin istatistiksel ortalamalar temel alınır. Bu bağlamda, meteorolojik verilerin aylık ortalama sıcaklık değerleri üzerinden dağılımının incelenmesi, mevsimsel dalgalanmalar, yıllık sıcaklık amplitüdü ve sahanın karasallık derecesi hakkında ipuçları sunmaktadır (Ardel vd., 1969; Dönmez, 1990).

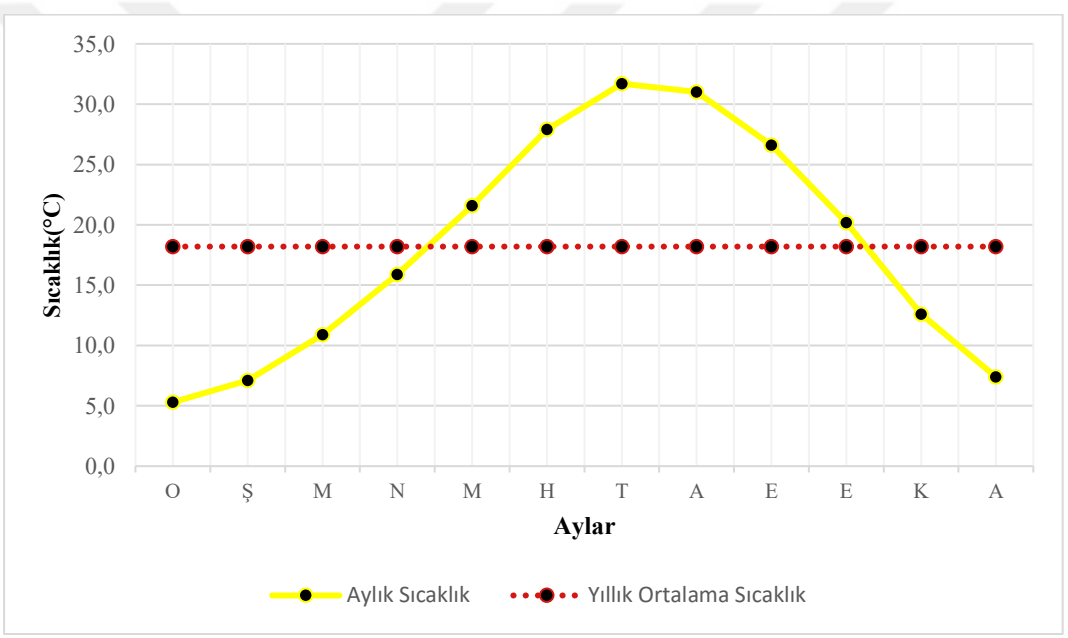
Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının yıllık sıcaklık değişimlerinin mevsimlere bağlı dinamikleri incelendiğinde, araştırma sahasında **Karasal Akdeniz Termik Rejimi** görülmektedir (Atalay, 2011). Buna göre; Viranşehir ve Ceylanpınar'da Aralık, Ocak ve Şubat ayları haricinde tüm ayların ortalama sıcaklık değerlerinin 10°C eşiğinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Şubat ayından Mart ayına geçiş sürecinde, her iki lokasyonda da sıcaklık eğrisinin eğimi artış gösterir. Viranşehir'de ortalama sıcaklık 7,1°C'den 10,9°C'ye (+3,8°C), Ceylanpınar'da ise 7,4°C'den 11,3°C'ye (+3,9°C) yükselerek ilkbahar başlangıcının termik ivmesini yansıtır. Bu dönem, Karasal Akdeniz Termik Rejim bölgelerinde kış soğuklarının gerilemesi ve güneş radyasyonunun artmasıyla uyumludur. Mart ayından Temmuz ayına kadar olan süreçte, sıcaklık artışı düzenli bir seyir izler. Viranşehir'de Mart-Nisan arası 5,0°C, Nisan-Mayıs arası 5,7°C, Mayıs-Haziran arası 6,3°C ve Haziran-Temmuz arası 3,8°C'lik artışlar gözlemlenirken; Ceylanpınar'da sırasıyla 5,1°C, 6,2°C, 6,1°C ve 3,3°C'lik artış değerleri kaydedilir. Bu veriler, Nisan-Mayıs-Haziran aylarında maksimum termik yükselişin yaşandığını ve Haziran-Temmuz geçişinde artış hızının yavaşladığını göstermektedir. Her iki sahada da Temmuz ayının, Viranşehir'de 30,7 °C ve Ceylanpınar'da 32 °C ortalama sıcaklık ile yılın en sıcak ayı olması, yaz maksimumlarına sahip olduğunu ve bu özelliğin karasal iklim karakteri ile denizel etkilerden uzak konumlanmayla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Temmuz ayından sonraki dönemde, sıcaklıklarda düşüş başlar ancak bu azalma başlangıçta küçük düzeydedir. Viranşehir istasyonunda Temmuz-Ağustos arası 0,7°C, Ceylanpınar'da 0,9°C'lik hafif bir gerileme gözlenir. Ancak Ağustos'tan Eylül'e geçişte azalma hızı belirgin şekilde artar. Viranşehir'de 4,4°C, Ceylanpınar'da 4,3°C'lik düşüş ile sonbaharın termik etkisi kendini hissettirir. Eylül'den Ocak'a kadar olan süreçte ise sıcaklık azalması sistemli bir eğilim izler. Viranşehir istasyonunda Eylül-Ekim arası 6,4°C, Ekim-Kasım arası 7,6°C, Kasım-Aralık arası 5,2°C ve Aralık-Ocak arası 2,1°C'lik düşüşler kaydedilirken; Ceylanpınar istasyonunda ise sırasıyla 6,5°C, 7,6°C,

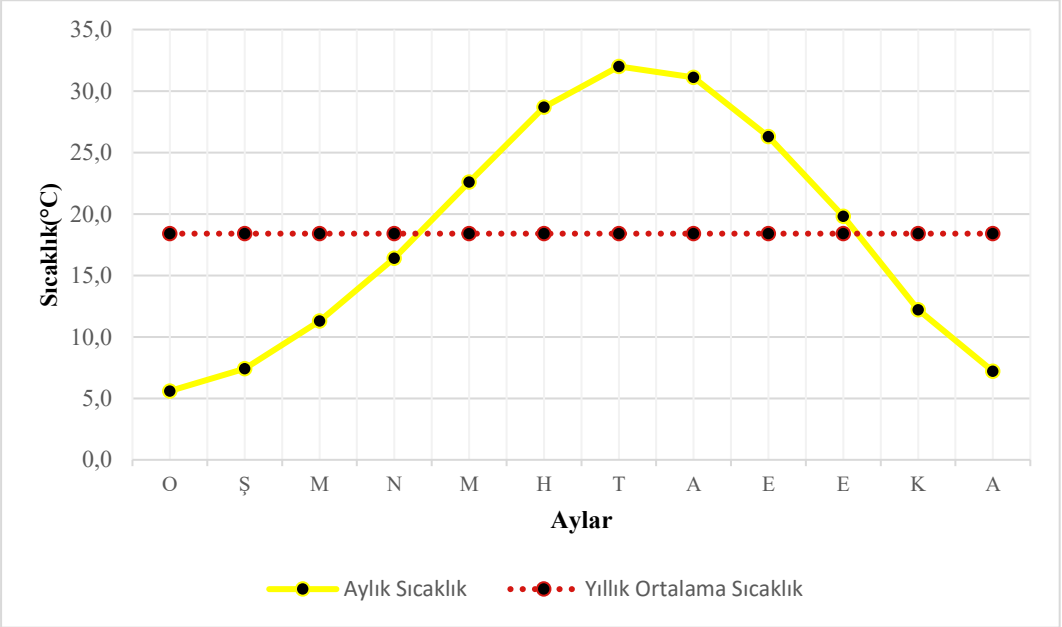
5,0°C ve 1,6°C'lik değerler ölçülmüştür. Aralık-Ocak geçişindeki düşük azalma oranları, Ocak ayının her iki sahada da en soğuk ay olmasıyla sonuçlanır **(Tablo 9, Şekil 14 ve 15)**.

Tablo 9: Araştırma alanında bulunan istasyonların aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
VİRANŞEHİR	5.3	7.1	10.9	15.9	21.6	27.9	31.7	31.0	26.6	20.2	12.6	7.4	18.2
CEYLANPINAR	5.6	7.4	11.3	16.4	22.6	28.7	32.0	31.1	26.3	19.8	12.2	7.2	18.4



Şekil 14: Viranşehir İstasyonu'nda yıllık ortalama sıcaklık seyri

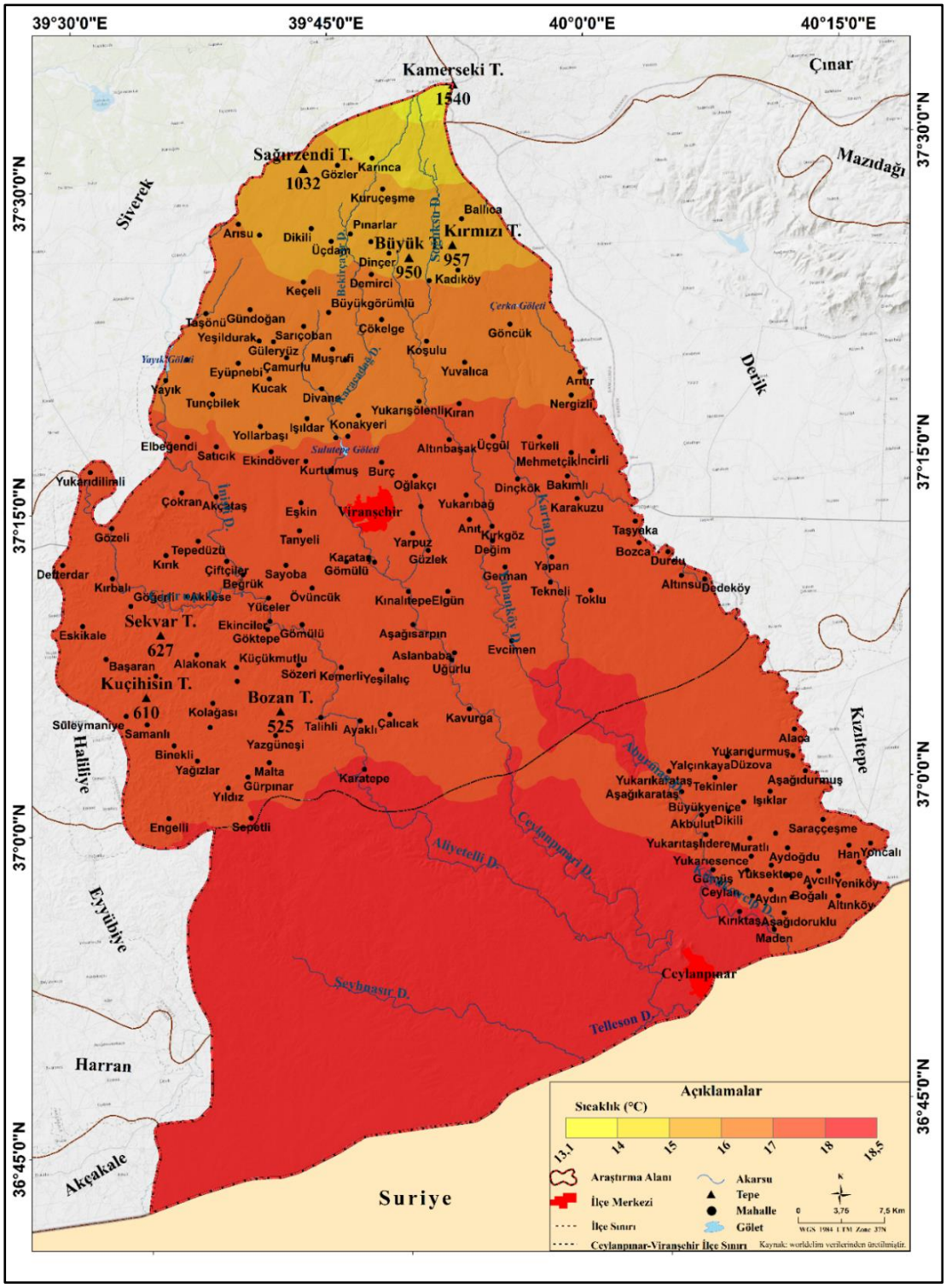


Şekil 15: Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık ortalama sıcaklık seyri

Viranşehir'de yıllık ortalama sıcaklık 18,2°C ve Ceylanpınar'da 18,4°C, Nisan ayının sonlarına doğru aşılarak, Ekim ayının sonuna kadar süren yaklaşık altı aylık bir periyot boyunca bu değerlerin üzerinde seyretmektedir. Ekim ayının sonlarından itibaren ise aylık ortalama sıcaklık değerleri, bir sonraki yılın Nisan ayı ortalarına kadar olan dönemde genellikle yıllık ortalamanın altında bir seyir izlemektedir. Kış aylarında, sıcaklıkların 10°C'nin altına düşmesiyle birlikte, kış mevsimi ortalama sıcaklıkları Viranşehir'de yaklaşık 6,6°C, Ceylanpınar'da ise 6,7°C civarında gerçekleşmektedir. Sahadaki kış sıcaklıkları, sert karasal iklimin yaşandığı İç ve Doğu Anadolu bölgelerine kıyasla yüksek, ancak tipik Akdeniz ve Ege kıyı bölgelerinin ılıman kışlarına göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum, Karacadağ'ın güney kesiminin, Akdeniz iklimi etkisi ile iç bölgelerin karasal iklim özelliklerinin bir arada görüldüğü bir geçiş zonunda yer aldığını açıkça yansıtmaktadır.

Araştırma sahasında sıcaklık değerleri, Ceylanpınar istasyonunun bulunduğu güney kesimlerden Kamerseki Tepesi'ne doğru gidildikçe azalma eğilimi göstermektedir. Kamerseki Tepesi ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklıkların 13,1 °C'ye kadar düşmesi, Ceylanpınar ile bu yüksek kesimler arasında yaklaşık 5,3 °C'lik bir sıcaklık farkının oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, araştırma sahasında yükselti farkının sıcaklık rejimi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Tüm bu

sıcaklık koşulları, yüksek sıcaklığa dayanıklı zirai ürünlerin yetiştirilmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır **(Harita 10)**.



Harita 10: Karacadağ güney kesimi yıllık ortalama sıcaklık haritası

2.2.1.2. Yıl Boyunca Sıcaklık Değişimi: Meteorolojik Mevsimler, Gerçek Mevsimler ve Sıcak/Soğuk Dönemler

İklim biliminde meteorolojik mevsimler, yıllık sıcaklık ve yağış rejimlerinin analizi başta olmak üzere, uzun dönemli iklim eğilimlerinin belirlenmesi ve farklı coğrafi bölgeler arasındaki iklim karşılaştırmalarının yapılması amacıyla yaygın bir kullanım alanına sahip, sabit takvim aralıklarına dayanan standart zaman dilimlerini temsil etmektedir. Bu bağlamda Türkiye'de kış mevsimi 1 Aralık ile 28 Şubat, ilkbahar mevsimi 1 Mart ile 31 Mayıs, yaz mevsimi 1 Haziran ile 31 Ağustos ve sonbahar mevsimi ise 1 Eylül ile 30 Kasım tarihleri arasında tanımlanmaktadır. Söz konusu standart mevsim süreleri, genel iklim karakteri için elverişli bir çerçeve sunmakla birlikte, belirli bir araştırma sahasının kendine özgü topografik yapısı, deniz etkisine olan mesafesi, enlemi ve yüksekliği gibi faktörlerden kaynaklanabilecek fenolojik mevsim geçişlerini her zaman tam olarak yansıtmayabilir (Sever, 2011; Öztekinci, 2023). Bu nedenle, bu çalışma kapsamında, inceleme alanının iklim özelliklerini daha ayrıntılı analiz etmek ve yerel koşullara özgü mevsimsel değişimleri belirlemek amacıyla hem standart meteorolojik mevsim süreleri hem de ampirik verilere dayalı olarak hesaplanan gerçek mevsim süreleri ile sıcak ve soğuk dönemler detaylı bir şekilde incelenmiştir.

2.2.1.2.a. Meteorolojik Mevsimler

Türkiye'nin orta kuşakta yer alması, ülkenin belirgin bir dört mevsim sergilemesine olanak tanımaktadır. Dünya'nın eksen eğikliği ile Dünya'nın Güneş etrafındaki yıllık hareketi esnasında Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşma açısında periyodik değişimlere neden olmakta, bu durum ise yılın farklı zamanlarında Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerinin niteliklerinde farklılaşmalara yol açmaktadır. Söz konusu farklılaşma, özellikle sıcaklık değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, yaz aylarında daha sıcak, kış aylarında ise daha soğuk ve potansiyel olarak denizel veya karasal kökenli hava kütlelerinin hâkim olmasına neden olmaktadır. Bu dinamik süreç, yıllık döngü içerisinde sıcaklıkların belirgin bir şekilde değişmesine ve dolayısıyla ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış olarak adlandırılan mevsimlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Erinç, 1957; Koçman, 1993, Atalay, 2011).

Kış mevsiminde, Viranşehir ve Ceylanpınar'da ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 6,6°C ve 6,7°C olarak hesaplanmıştır. Aylık sıcaklık değişimleri incelendiğinde, her iki lokasyonda da Ocak ayı sıcaklıklarının Aralık ayına göre belirgin düşüş bir göstermektedir. Viranşehir'de Ocak ayı, Aralık ayına kıyasla 2,1°C daha soğuk geçerken, Ceylanpınar'da bu fark 1,6°C'dir. Şubat ayında ise sıcaklıklar her iki alanda da 1,8°C'lik artışla kısmi bir yükselme eğilimi sergilemektedir. Öte yandan, kış mevsimi ortalamasının altına yalnızca Ocak ayı sıcaklıklarının düştüğü gözlemlenmiştir. Yörede kışların nispeten ılıman seyretmesinin temel nedeni ise, Akdeniz üzerinden gelen nemli hava kütlelerinin sıcaklık üzerindeki ılıtıcı etkisidir.

İlkbahar mevsiminin başlamasıyla birlikte sıcaklık koşullarında belirgin bir değişim gözlenmektedir. Kış mevsimine kıyasla sıcaklıkların, Viranşehir'de yaklaşık 9,5 °C ve Ceylanpınar'da 10 °C artış göstermesi, ilkbahar mevsiminin sıcaklıkların belirgin bir ivmeyle yükseldiği bir dönem olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim, ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıkları Viranşehir'de 16,1 °C ve Ceylanpınar'da 16,7 °C olarak hesaplanmıştır. Veriler değerlendirildiğinde, Mart ayında Viranşehir'de 10,9 °C olan sıcaklığın Nisan ayında 5 °C'lik bir artışla 15,9 °C'ye ve Mayıs ayında ise 5,7 °C'lik bir yükselişle 21,6 °C'ye ulaştığı görülmektedir. Benzer şekilde, Ceylanpınar'da Mart ayı ortalama sıcaklığı 11,3 °C iken, Nisan ayında 5,1 °C artarak 16,4 °C'ye ve Mayıs ayında da 6,2 °C'lik bir yükselişle 22,6 °C'ye erişmektedir. Bu veriler, Mart ayının sıcaklık koşulları açısından kış mevsiminin bir devamı niteliğini taşıdığını buna karşılık Mayıs ayındaki sıcaklıkların ise yaz mevsimine özgü değerlere yaklaştığını göstermektedir. Sıcaklıklardaki bu düzenli artışın temelinde, Güneş'in ufuk üzerindeki konumunun yükselmesi ve buna bağlı olarak yüzeye ulaşan dik ve dike yakın açılı güneş radyasyonundaki yoğunluğun artması yatmaktadır.

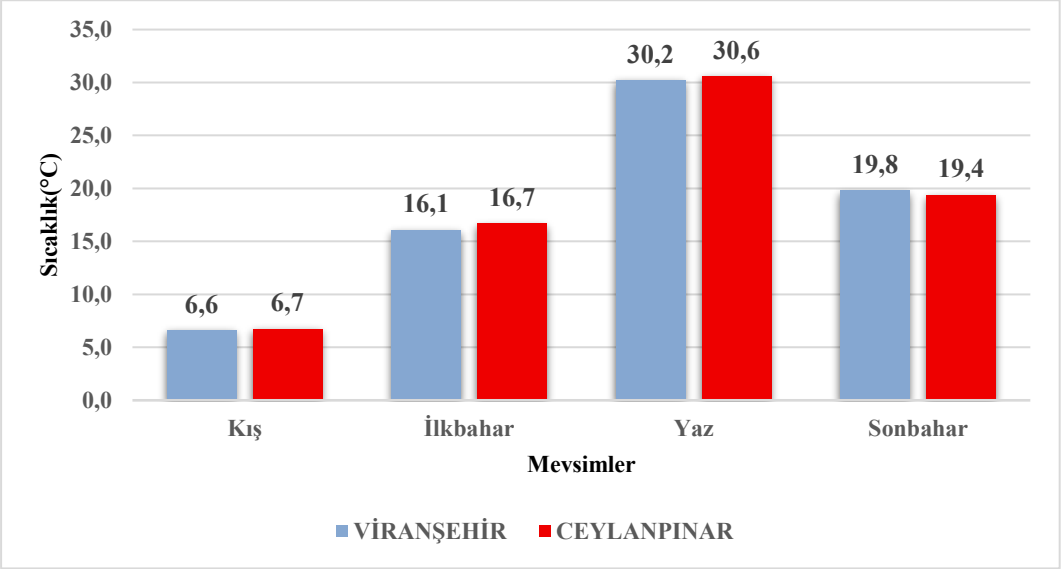
Yaz mevsimine geçişle birlikte, ilkbahar sıcaklıklarının yaklaşık iki katına varan bir artış gözlemlenmekte olup, sıcaklık değerleri 30 °C'nin üzerine çıkmaktadır. Bu dönemde, sıcaklık koşullarında yüksek bir kararlılık söz konusudur. Yaz mevsiminin belirgin özellikleri arasında yok denecek kadar az yağış, oldukça düşük nispi nem ve yüksek potansiyel buharlaşma yer almaktadır. Güneş radyasyonunun yoğun etkisiyle birlikte sıcaklıklar önemli ölçüde yükselmekte ve mevsim ortalama sıcaklıkları Viranşehir'de 30,2 °C, Ceylanpınar'da ise 30,6 °C gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Aylık sıcaklık değişimleri incelendiğinde, Viranşehir'de Haziran ayı sıcaklığının Temmuz ayına göre 3,8 °C daha düşük olduğu, Ağustos ayı sıcaklığının ise Temmuz

ayından sadece 1,7 °C daha az (31 °C) olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Ceylanpınar'da Haziran ayı sıcaklığı Temmuz ayına kıyasla 3,3 °C daha düşükken, Ağustos ayı sıcaklığı Temmuz ayından sadece 0,9 °C daha az (31,1 °C) olarak kaydedilmiştir. Bu yüksek sıcaklık koşulları düşük yağış seviyeleri ile birleştiğinde, toprak neminin önemli ölçüde azalmasına ve dolayısıyla kurak koşulların hâkim olmasına neden olmaktadır.

Sonbahar mevsiminde, yaz dönemine kıyasla sıcaklıklarda Viranşehir'de 10,4 °C, Ceylanpınar'da ise 11,2 °C'lik belirgin bir düşüş gözlemlenmektedir. Mevsim boyunca ortalama sıcaklıkların Viranşehir'de 19,8 °C, Ceylanpınar'da ise 19,4 °C olarak gerçekleşmesi ve ilk ile son ay arasındaki sıcaklık farkının her iki sahada da 15 °C'ye yaklaşması, sonbaharın yazın devamı niteliğinde başlayıp giderek kış koşullarına geçişin yaşandığı bir dönem olduğunu ortaya koymaktadır. Viranşehir'de sonbahar ortalama sıcaklıkları ilkbahara göre 3,7°C, Ceylanpınar'da ise 2,7°C daha yüksek çıkmaktadır. Bu durumun temel nedeni, sonbaharın başlangıcında yaz mevsiminin termik etkisinin devam etmesi ve toprak yüzeyinin hala yüksek bir ısı kapasitesine sahip olmasıdır. Nitekim, sonbaharın ilk ayı olan Eylül'de Güneş ışınlarının geliş açısı yaz aylarına göre daha yatay olsa da toprakta biriken ısının atmosfere yavaş salınımı nedeniyle sıcaklıklar Viranşehir'de 26,6 °C, Ceylanpınar'da ise 26,3 °C ile Haziran ayına yakın seyretmektedir. Ancak Viranşehir'de Eylül'deki 26,6 °C'lik ortalama sıcaklık, Ekim ayında 6,4 °C'lik bir azalışla 20,2 °C'ye, Kasım'da ise benzer hızda düşerek 12,6 °C'ye gerilemektedir. Ceylanpınar'da ise Eylül ayı sıcaklığı 26,3 °C'den, Ekim ayında 6,5 °C azalarak 19,8 °C'ye Kasım'da ise 7,6 °C'lik bir düşüşle 12,2 °C'ye kadar inmektedir **(Tablo 10, Şekil 16)**.

Tablo 10: İstasyonlara göre mevsimlik sıcaklık (°C) ortalamaları

İstasyon	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
VİRANŞEHİR	6.6	16.1	30.2	19.8	18.2
CEYLANPINAR	6.7	16.7	30.6	19.4	18.4



Şekil 16: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında sıcaklığın mevsimlere göre dağılışı

2.2.1.2.b. Gerçek Mevsimler

Gerçek mevsimler, belirli bir coğrafi alandaki iklim koşullarını, özellikle günlük ortalama sıcaklık değerlerini esas alarak tanımlanan ve standart meteorolojik mevsimlerden farklılık gösterebilen mevsimsel periyotları ifade etmektedir. Meteorolojik mevsimlerin başlangıç ve bitiş tarihleri genellikle uzun yıllara ait ortalamalara dayandığından, yöresel iklim özelliklerinin daha hassas bir şekilde belirlenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda, Gürsoy (1950) tarafından geliştirilen bir yöntem, yıl içerisindeki günlük ortalama sıcaklık verilerini kullanarak gerçek mevsimleri ayırt etmeye olanak tanımaktadır (Gürsoy, 1950; Çiçek, 2000; Öztekinci, 2023).

Gürsoy (1950) metodolojisine göre; kış mevsiminin ardından günlük ortalama sıcaklıkların 10°C eşiğine ulaşması ilkbaharın başlangıcı olarak kabul edilmekte ve 10-20°C arasındaki sıcaklık aralığı ilkbahar dönemi olarak tanımlanmaktadır. Sıcaklıkların 20-25°C arasında ölçüldüğü dönem yaz mevsimini işaret ederken, 25°C üzerindeki sıcaklıklar ise tropikal yaz olarak sınıflandırılmıştır. Yaz mevsiminin sona ermesiyle birlikte sıcaklıkların tekrar azalarak 20°C'nin altına düşmesi sonbaharın başlangıcı olarak kabul edilmekte ve 20-10°C arasındaki sıcaklık aralığı sonbahar dönemi olarak açıklanmaktadır. Gürsoy'un sınıflandırmasında 10-5 °C arasındaki günler ılık kış olarak ifade edilmekte olup, bu dönem yıl içerisinde iki farklı zaman diliminde

yaşanabilmektedir. Sonbahar mevsiminin ardından sıcaklıkların 10°C'nin altına inerek 5-10°C aralığında seyrettiği periyot ılık kışın birinci evresini oluştururken, gerçek kış dönemini takiben sıcaklıkların 5 °C'nin üzerine çıkarak 5-10°C arasında ölçüldüğü günler ise ılık kışın ikinci evresini temsil etmektedir. Son olarak, günlük ortalama sıcaklıkların 5 °C'nin altına düştüğü periyot ise gerçek kış olarak adlandırılmıştır (Gürsoy, 1950; Çiçek, 2000; Öztekinci, 2023). Araştırma sahasında yer alan istasyonlar tarafından ölçülen günlük ortalama sıcaklık verileri detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve Gürsoy (1950) tarafından tanımlanan metodoloji çerçevesinde gerçek mevsim süreleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre:

Ceylanpınar İstasyonu'nda ilkbahar mevsimi, 4 Mart ile 4 Mayıs tarihleri arasında toplam 62 gün sürmekte olup, bu döneme ait ortalama sıcaklık 14,4°C'dir. Normal yaz dönemi, 5 Mayıs-26 Mayıs ile 23 Eylül-17 Kasım tarih aralıklarını kapsayan toplam 47 gün süresince etkili olmuş ve bu sürede ortalama sıcaklık 22,4°C olarak belirlenmiştir. Tropikal yaz ise 27 Mayıs-22 Eylül arasında gerçekleşmiş, 119 günle yılın en uzun mevsimi olup bu dönemde ortalama sıcaklık 29,77 °C'dir. Sonbahar mevsimi 18 Ekim-26 Kasım tarihleri arasında 40 gün sürmüş ve bu süreçte sıcaklık ortalaması 14,37°C olarak hesaplanmıştır. Kış mevsimi ise ılık kış ve gerçek kış olmak üzere iki alt döneme ayrılmış; ılık kış dönemi 27 Kasım-3 Mart arasında 97 gün boyunca etkili olmuş ve bu süreçte ortalama sıcaklık 6,89°C olarak belirlenmiştir. Gerçek kış dönemine ait gün sayısı ise tespit edilememiştir **(Tablo 11)**.

Viranşehir İstasyonu'nda ilkbahar mevsimi, 24 Şubat ile 27 Nisan tarihleri arasında 63 gün sürmekte olup, bu döneme ait ortalama sıcaklık 13,6°C'dir. Erken başlayan ve ılıman sıcaklıklarla seyreden bu ilkbahar dönemi, kış sonrası bir geçiş evresi olarak bitkisel üretim faaliyetleri açısından uygun koşullar sunmaktadır. Normal yaz dönemi ise 28 Nisan-26 Mayıs ile 24 Eylül-20 Ekim tarihleri arasında olmak üzere iki farklı evrede toplam 56 gün boyunca etkili olmuş ve bu süreçte ortalama sıcaklık 22,37°C olarak belirlenmiştir. Tropikal yaz mevsimi, 27 Mayıs ile 23 Eylül arasında 120 gün süresince devam etmiş ve bu dönemde sıcaklık ortalaması 30,49 °C ile oldukça yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Sonbahar mevsimi, 21 Ekim-1 Aralık tarihleri arasında 42 gün sürmüş ve bu süreçte ortalama sıcaklık 14,54°C olarak ölçülmüştür. Göreli olarak kısa süren bu dönem, yazın sona erip daha ılıman koşullara geçişi yansıtmaktadır. Kış mevsimi, 2 Aralık-23 Şubat tarihleri arasında toplam 84 gün süresince etkili olmuştur. Bu dönemde ortalama sıcaklık 7,47°C düzeyinde seyretmiş ve mevsim, genel olarak

Gürsoy sınıflamasına göre “ılık kış” koşullarıyla karakterize edilmiştir. Gürsoy’un sınıflamasına göre, ortalama sıcaklıkların 5°C’nin altına düşmemesi nedeniyle, söz konusu süreçte gerçek kış koşulları gözlenmemiştir **(Tablo 12)**.

365 günlük sıcaklık verilerine dayanan analiz sonuçları, Ceylanpınar ve Viranşehir istasyonlarında sıcaklıkların Gürsoy’un tanımına göre yıl boyunca 5°C’nin üzerinde seyrettiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, araştırma sahasında tropikal yaz döneminin yılın büyük bölümünü kapsadığını ve gerçek kış koşullarının oluşmadığını göstermektedir. Her iki ilçenin sıcaklık rejimi uzun süren tropikal yazlar, yıl içinde iki kez gözlemlenen normal yaz dönemleri ve ılıman kış koşullarıyla, kendine özgü bir mevsimsel özellik taşımaktadır. Bu mevsimsel yapı, araştırma sahasının bitkisel üretim faaliyetlerindeki potansiyelini olumlu yönden şekillendiren önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 11: Gürsoy (1950)'a göre Ceylanpınar İstasyonu'nun gerçek mevsim süreleri ve ölçümlenen ortalama değerleri

İstasyon	Parametre	İlkbahar	Normal Yaz	Tropikal Yaz	Sonbahar	Kış		Toplam
						Ilık Kış	Gerçek Kış	
CEYLANPINAR	Gün Sayısı	62	47	119	40	97	0	365
	Ort. Sıcaklık (°C)	14.4	22.4	29.77	14.37	6.89	0	
	Periyot	4 Mart - 4 Mayıs	5 - 26 Mayıs 23 Eylül - 17 Kasım	27 Mayıs - 22 Eylül	18 Ekim - 26 Kasım	27 Kasım - 3 Mart	0	

Tablo 12: Gürsoy (1950)'a göre Viranşehir İstasyonu'nun gerçek mevsim süreleri ve ölçümlenen ortalama değerleri

İstasyon	Parametre	İlkbahar	Normal Yaz	Tropikal Yaz	Sonbahar	Kış		Toplam
						Ilık Kış	Gerçek Kış	
VİRANŞEHİR	Gün Sayısı	63	56	120	42	84	0	365
	Ort. Sıcaklık (°C)	13.6	22.37	30.49	14.54	7.47	0	
	Periyot	24 Şubat - 27 Nisan	28 Nisan - 26 Mayıs 24 Eylül - 20 Ekim	27 Mayıs - 23 Eylül	21 Ekim - 1 Aralık	2 Aralık - 23 Şubat	0	

2.2.1.2.c. Sıcak ve Soğuk Dönem

Türkiye'nin iklim özelliklerine göre, yıllık sıcaklık rejiminde belirgin farklılıklar gözlemlenmekte olup, ortalama sıcaklık değerleri dikkate alınarak yıl, genel olarak sıcak ve soğuk olmak üzere iki ana döneme ayrılmaktadır. Bu bağlamda, Mayıs ile Ekim ayları arasındaki altı aylık periyot, ortalama sıcaklıkların nispeten yüksek seyrettiği **''sıcak dönem''** olarak kabul edilirken, Kasım ayından Nisan ayına kadar olan altı aylık dönem ise ortalama sıcaklıkların daha düşük olduğu **''soğuk dönem''** olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemsel ayrımın belirlenmesinde, mevsim geçişlerinin kendine özgü dinamikleri de etkili olmaktadır. Nitekim kış mevsiminden ilkbahara geçiş sürecinde kış koşullarının etkisinin bir süre daha devam etmesi nedeniyle, sıcak dönemin başlangıcı Mayıs ayına kaymaktadır. Benzer şekilde, yaz mevsiminden sonbahara geçişte yaz koşullarının devamlılığı, sıcak dönemin Ekim ayı sonuna kadar uzamasına ve dolayısıyla soğuk dönemin Kasım ayında başlamasına ve Nisan ayında sona ermesine neden olmaktadır (Çiçek, 2000; Öztekinci, 2023).

Elde edilen veriler ışığında, araştırma sahasındaki istasyonlara ait sıcak ve soğuk dönemlere ilişkin ortalama sıcaklık değerleri analiz edilmiştir. Viranşehir İstasyonu'nda yapılan değerlendirmelerde, soğuk dönem (Kasım-Nisan ayları) için ortalama sıcaklık 9,8°C olarak hesaplanırken, sıcak dönemde (Mayıs-Ekim ayları) bu değerin 26,5°C'ye yükseldiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Ceylanpınar İstasyonu'nda soğuk dönem ortalama sıcaklığı 10°C ve sıcak dönem ortalama sıcaklığı 26,7°C olarak tespit edilmiştir. Karacadağ İstasyonu'na ait 2018 yılı tekil veri seti incelendiğinde ise, sıcak dönem ortalama sıcaklığının 17,8°C ve soğuk dönem ortalama sıcaklığının ise 3°C olduğu görülmektedir. Bu bulgular, Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında sıcak ve soğuk dönemler arasında belirgin sıcaklık farklılıkları olmadığını ve her iki istasyonun da benzer ortalama sıcaklık değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Öte yandan, yükselti faktörüne bağlı olarak Karacadağ İstasyonu'nun hem sıcak hem de soğuk dönem ortalama sıcaklıklarının diğer iki istasyona kıyasla belirgin biçimde düşük olması dikkat çekicidir. Bu durum özellikle zirai faaliyetlerin türünü, süresini ve ürün desenini doğrudan etkilemektedir (**Tablo 13)**.

Tablo 13: İstasyonlara göre soğuk ve sıcak dönem ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	Yükselti	Soğuk Dönem	Sıcak Dönem	Yıllık
VİRANŞEHİR	556	9.8	26.5	18.2
CEYLANPINAR	360	10.0	26.7	18.4

2.2.1.3. Günlük Ortalama Sıcaklıklar

İklim araştırmaları bağlamında, günlük ortalama sıcaklık verileri temel bir değişken olarak oldukça önemlidir. Uzun süreli gözlem kayıtlarından elde edilen günlük ortalama sıcaklık değerlerinin titizlikle derlenmesi ve ardından bir diyagram formatında görselleştirilmesi, 365 gün boyunca sıcaklıkların sergilediği değişimin açık ve anlaşılır bir biçimde sunulmasına olanak tanır. Bu şekilde oluşturulan grafiksel gösterimler, yalnızca bir ay içerisindeki sıcaklık dalgalanmalarını betimlemekle kalmaz, aynı zamanda aylara bağlı kalmadan yıl içindeki en yüksek ve en düşük sıcaklıkların hüküm sürdüğü dönemlerin başlangıç ve bitiş tarihlerinin kesin olarak saptanmasına da imkân sağlar (Ardel vd.,1969; Dönmez, 1990). Bu nedenle, günlük sıcaklık değerleri temel alınarak bitkilerin gelişim dönemi olan vejetasyon süresinin başlangıcı ve bitiş zamanları belirlenmektedir. Her bitki türü farklı sıcaklık ihtiyaçları gösterdiği gibi, çiçeklenme, meyve oluşumu ve tohum olgunlaşması gibi gelişim evrelerinde gereken sıcaklık düzeyi de türler arasında değişiklik göstermektedir. Yani, günlük sıcaklık değişimlerinin yıl boyunca izlediği seyir, bir sahadaki bitkisel üretim çeşitliliğini ve üretim dönemlerini doğrudan etkilemektedir. Nitekim bir bitkinin ekim zamanı, gelişim evreleri ve hasat dönemi gibi süreçler büyük ölçüde sıcaklık koşullarına bağlı olarak şekillenmektedir (Çölaşan, 1959; Karaoğlu, 2013).

Yıllık sıcaklık değişimleri, vejetasyon döneminin süresini (uzun veya kısa oluşunu) ve başlangıç ile bitiş zamanlarını doğrudan etkileyen temel bir faktördür. Genel olarak, ortalama sıcaklıkların yüksek seyrettiği coğrafi bölgelerde, vejetasyon süresi daha uzun olmakta ve başlangıç tarihi de daha erken bir döneme denk gelmektedir. Buna karşılık, ortalama sıcaklıkların düşük olduğu alanlarda ise vejetasyon süresi kısalmakta ve başlangıç tarihi de gecikmektedir. Vejetasyon süresinin başlangıç ve bitiş tarihlerinde kullanılan sıcaklık eşikleri literatürde farklı yaklaşımlarla ele alınmaktadır. Rubner, bu dönemin başlangıç ve bitişini tanımlarken 10°C'lik sıcaklık eşiğini esas alırken, Tivy bu kritik değeri yaklaşık 6°C olarak kabul etmektedir. Öte yandan Šiška, Špánik, Repa ve

Gálik (2005), bitkilerde fizyolojik faaliyetlerin başlaması için 5°C'nin eşik değer olduğunu belirtmekte ve vejetasyon süresinin tayininde bu sıcaklığı temel almaktadır. Benzer şekilde, Goergen vd. (2013), Lüksemburg çevresindeki bitki örtüsü üzerine yaptıkları çalışmalarda, ardışık en az beş gün boyunca ortalama sıcaklıkların 5°C ve üzerinde seyrettiği dönemi vejetasyon periyodunun başlangıcı olarak tanımlamışlardır. Aynı şekilde, ortalama sıcaklıkların beş ardışık gün boyunca 5°C'nin altına düşmesini ise bu dönemin sonu olarak tanımlamışlardır. Kišš vd. (2022) çalışmalarında 5°C sıcaklık eşiğini temel alarak vejetasyon periyoduna yönelik incelemeler gerçekleştirmişlerdir (Aydınözü, 2010; Öztekinci, 2023).

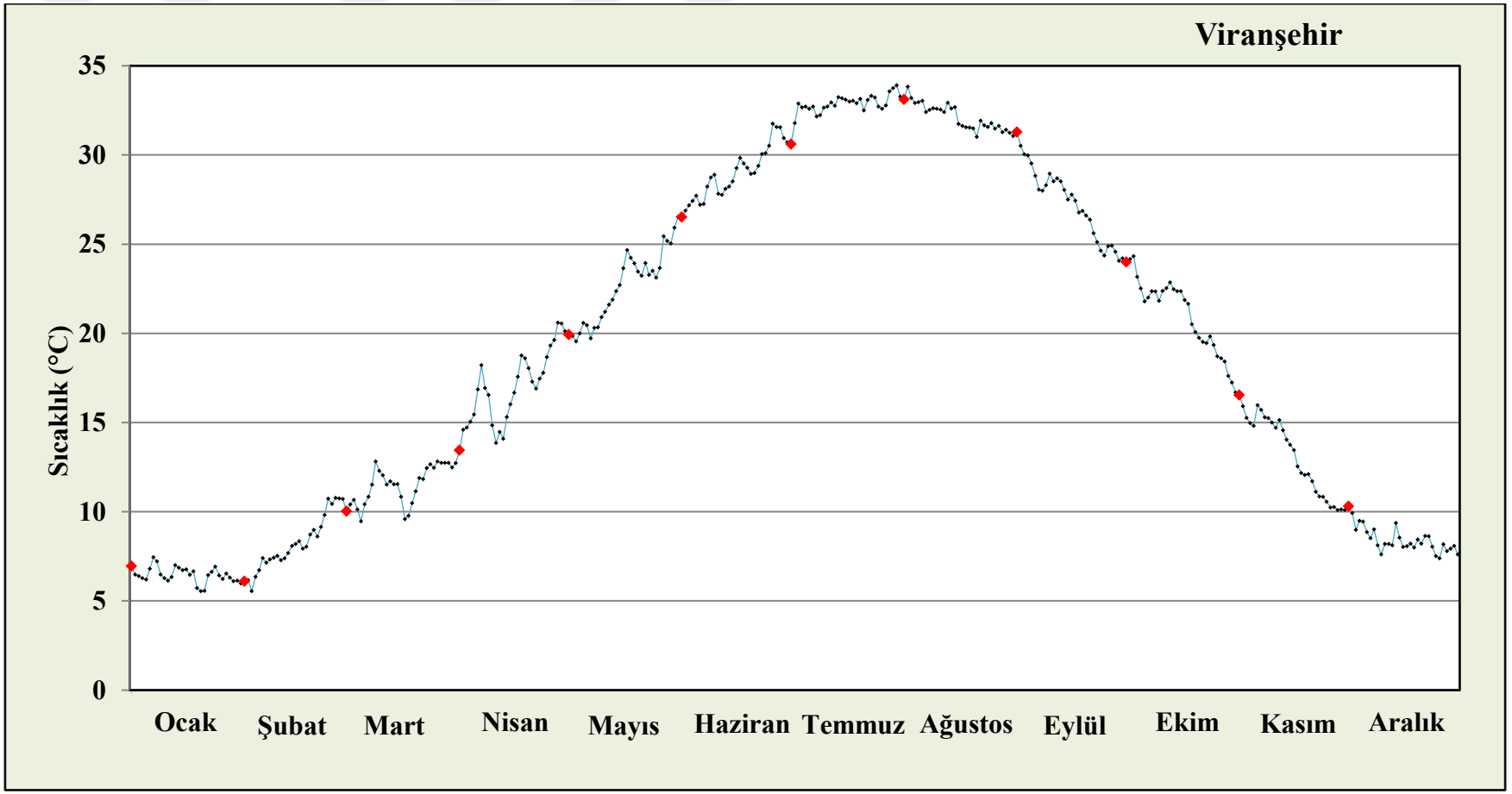
Türkiye'deki vejetasyon süresinin başlangıç tarihleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ise vejetasyon araştırmalarının öncülerinden olan Erinç (1967), bitki örtüsünün gelişiminin başlaması için gerekli olan sıcaklık eşiğini 5°C olarak belirtirken, Dönmez (1985) vejetasyon süresinin başlangıcını, günlük ortalama sıcaklıkların 8°C'ye ulaşmasıyla ilişkilendirmiştir. Atalay (1994) ise, Dönmez (1985)'in yaklaşımından farklı olarak, Türkiye'de günlük ortalama sıcaklık koşullarının istikrarlı bir şekilde 8°C seviyesine ulaştığı dönemi vejetasyonun başlangıcı olarak kabul etmektedir. Sonuç olarak uluslararası ve ulusal literatür incelendiğinde, vejetasyon periyodunun tanımlanmasında esas alınan sıcaklık eşiklerinin farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Araştırma alanındaki meteoroloji istasyonlarına ait vejetasyon periyodu süreleri, uzun yıllara ait günlük ortalama sıcaklık verileri esas alınarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar kapsamında, vejetasyon süresinin başlangıcını belirlemede literatürde yaygın kabul edilen sıcaklık eşikleri dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, Erinç tarafından kullanılan 5°C ve Atalay (1994) tarafından benimsenen kesintisiz 8°C eşik değerleri ayrı ayrı değerlendirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

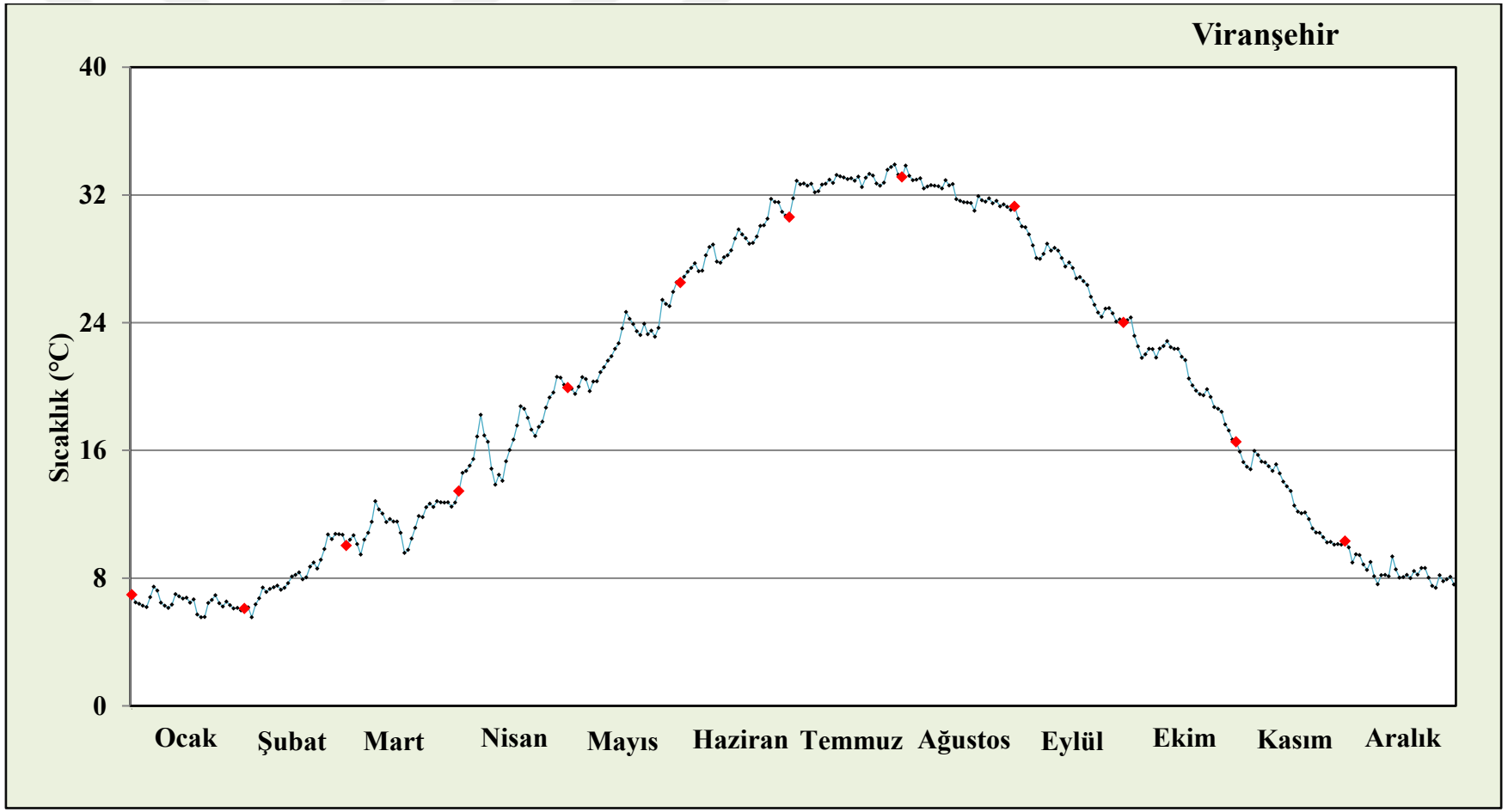
Viranşehir İstasyonu'na ait günlük ortalama sıcaklık verilerinin, Erinç tarafından önerilen 5 °C'lik eşik değere göre yapılan analizinde, yıl boyunca kaydedilen en düşük değer olan 5,5 °C'nin dahi bu sınırın üzerinde kaldığı görülmektedir. Bu bulgu, istasyonda sıcaklıkların yıl boyunca 5 °C'nin altına düşmediğini ve dolayısıyla bu eşiğe göre vejetasyon faaliyetlerinin kesintisiz bir şekilde, tüm yıl (365 gün) boyunca devam ettiğini göstermektedir **(Şekil 17)**. Diğer taraftan, Atalay (1994) tarafından çalışmalarında uyguladığı kesintisiz 8°C eşik değeri kullanıldığında farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu eşik değere göre yapılan hesaplamalar ve sıcaklık seyrini

gösteren **Şekil 18**, kış aylarında sıcaklıkların 8°C'nin altına düştüğü bir dönemin varlığını ortaya koymaktadır. Verilere göre, 8°C'nin üzerindeki sıcaklıklarla tanımlanan vejetasyon periyodu, 18 Şubat tarihinde (o günkü ortalama 8.04°C ile) başlamakta ve 30 Aralık tarihine kadar devam etmektedir. Bu süre zarfında, yılın ortalama 316 günü vejetasyon gelişimi için uygun sıcaklık koşullarına sahiptir. Bu eşiğe göre sıcaklıkların 8°C'nin altında kaldığı ve bitkiler için "soğuklama dönemi" olarak kabul edilebilen periyot ise 31 Aralık ile 17 Şubat tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır.

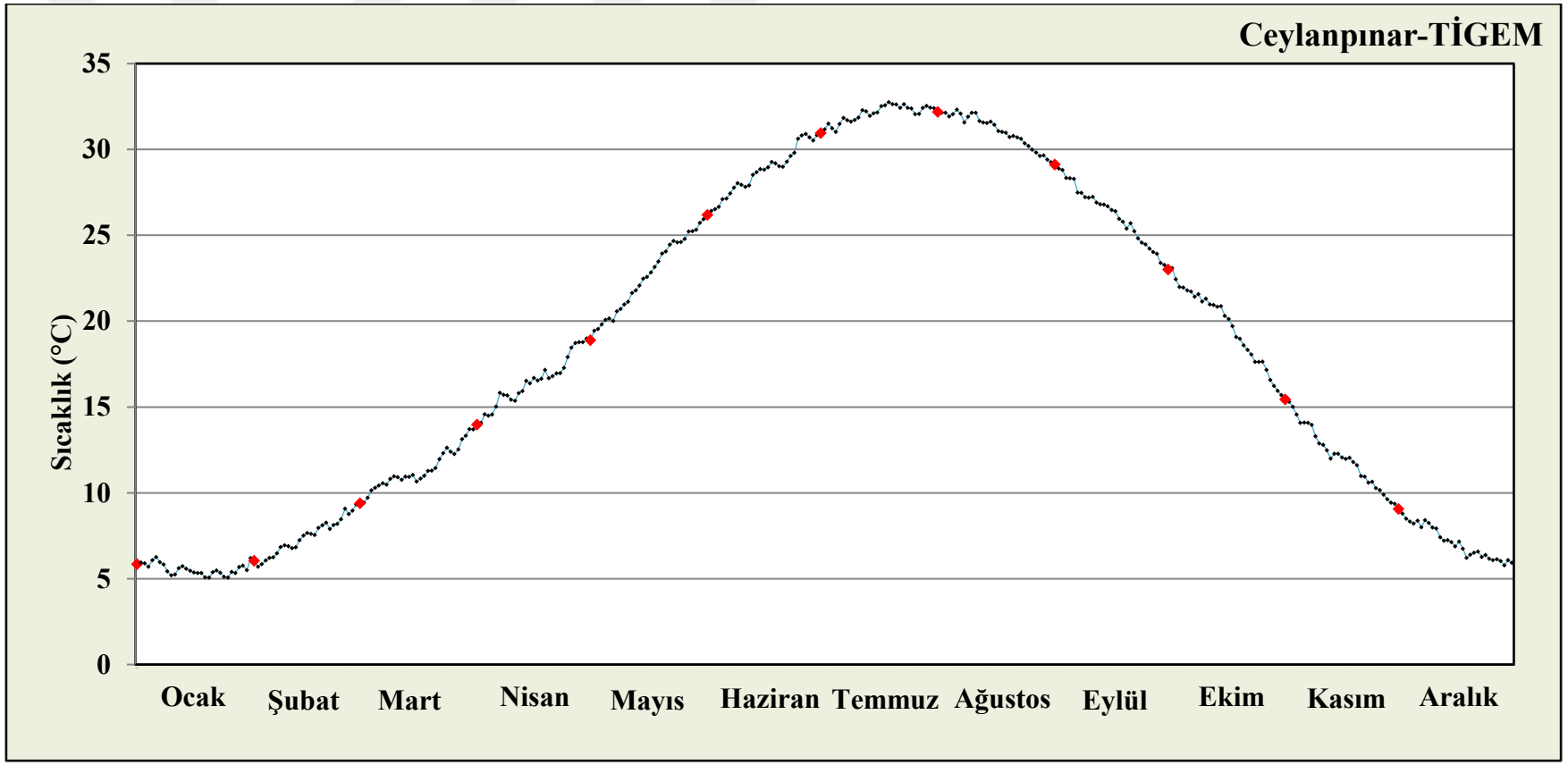
Ceylanpınar İstasyonu'nda ölçülen günlük ortalama sıcaklıklar, Erinç tarafından önerilen 5 °C eşik değeri kapsamında incelendiğinde, yılın en soğuk günleri olan 19, 20, 24 ve 25 Ocak tarihlerinde kaydedilen en düşük günlük ortalama sıcaklığın 5,1 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu değer, 5 °C eşik değerinin üzerinde bulunması nedeniyle, sıcaklıkların yıl boyunca bu seviyenin altına düşmediğini ve dolayısıyla 5°C eşiğine göre vejetasyon periyodunun kesintisiz olarak 365 gün sürdüğünü göstermektedir **(Şekil 19)**. Ancak, Atalay (1994)'ın çalışmalarında uyguladığı kesintisiz 8°C eşik değeri kullanıldığında farklı bir tablo ortaya çıkmaktadır. Bu kritere göre, Ceylanpınar'da vejetasyon faaliyetleri için elverişli dönem 22 Şubat'ta (o günkü ortalama 8,13°C ile) başlamakta ve 9 Aralık'ta sona ermektedir. Bu durum, yıllık periyodun ortalama 291 gününün vejetasyon gelişimi için uygun sıcaklıklara sahip olduğunu göstermektedir **(Şekil 20)**. Sıcaklıkların 8°C eşiğinin altında seyrettiği ve bitkiler için "soğuklama dönemi" olarak nitelendirilebilecek zaman aralığı ise 10 Aralık ile 21 Şubat tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır.



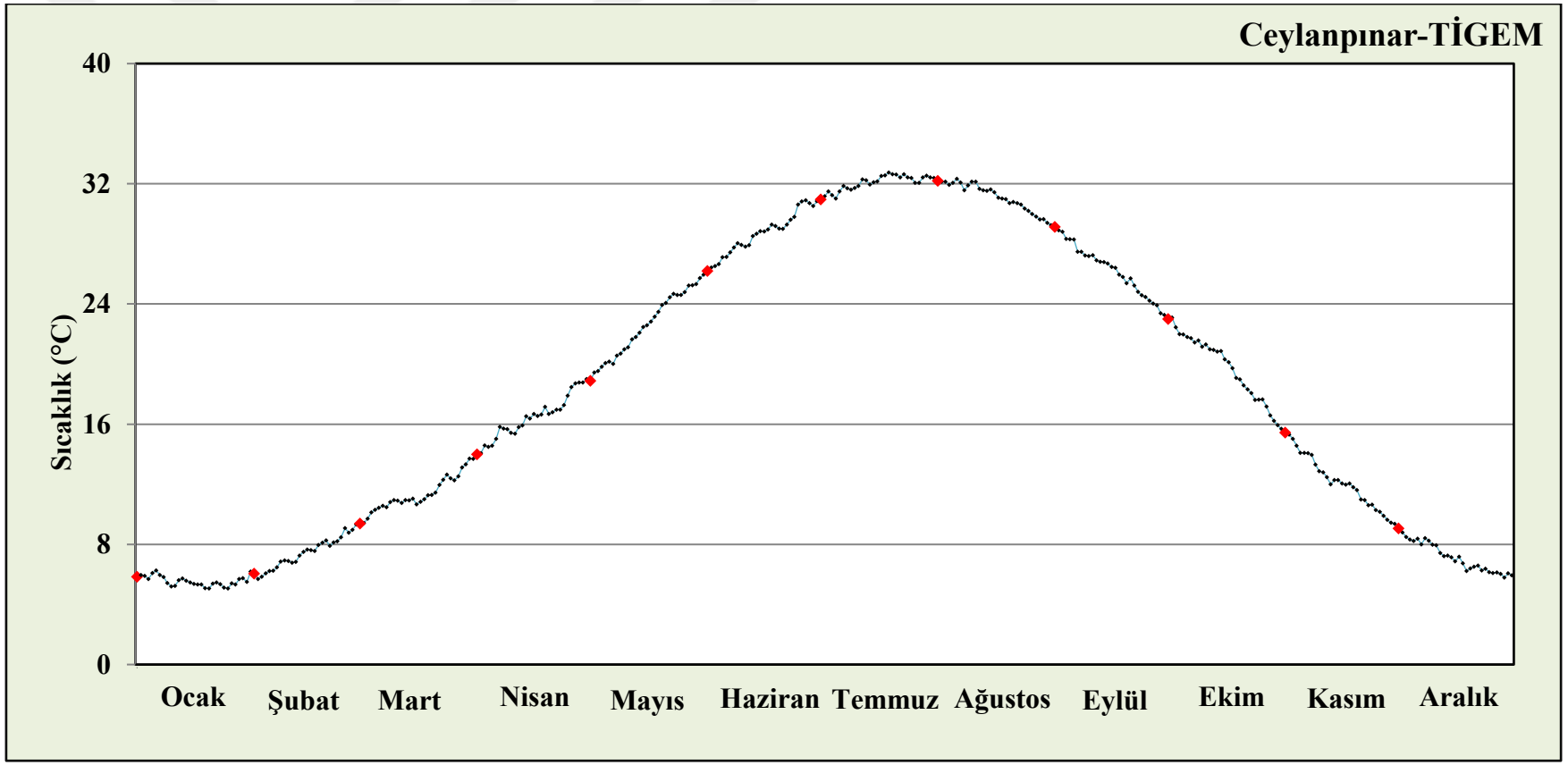
Şekil 17: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (5°C aralıklarla)



Şekil 18: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (8°C aralıklarla)



Şekil 19: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (5°C aralıklarla)



Şekil 20: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (8°C aralıklarla)

2.2.1.4. Vejetasyon Süreleri

Vejetasyon süresi, belirli bir coğrafi alanda bitkilerin normal fizyolojik faaliyetlerini ve gelişimlerini gerçekleştirebildikleri zaman dilimi olarak tanımlanmaktadır. Bu periyodun uzunluğu ve zamanlaması, ekseriyetle sıcaklık ve toprak nemi gibi abiyotik faktörler tarafından sınırlandırılmaktadır (Çölaşan, 1961; Çepel, 1996a). Vejetasyon süresinin uzunluğu hem doğal bitki örtüsünün dinamikleri hem de bitkisel üretim faaliyetlerinin verimliliği ve planlaması açısından temel bir ölçüt olarak kabul edilir. Bu sürede gözlemlenen yıllık değişkenliklerin temel kaynağı, genellikle sıcaklık değişimlerinin ilkbahar fenolojisi üzerindeki etkisidir. Bu etki tomurcuklanma, yapraklanma ve çiçeklenme gibi olayların zamanlamasında kendini gösterir. Öte yandan, sonbahar fenolojik evreleri (yaprak renklenmesi ve dökülmesi gibi) genellikle daha düşük yıllar arası değişkenlik sergileme eğilimindedir (Chmielewski ve Rötzer, 2000). Literatürdeki çeşitli çalışmalarda vejetasyon süresinin tanımı, günlük ortalama sıcaklığın belirli eşik değerlerin (5°C, 8°C ve 10°C gibi) üzerinde seyrettiği gün sayısı olarak ifade edilmektedir (Sütgibi, 2023).

Viranşehir İstasyonu'nun 2009-2023 dönemi sıcaklık verileri kullanılarak, farklı sıcaklık eşiklerine (5°C, 8°C ve 10°C) göre vejetasyon süreleri ve ilgili dönemlerdeki ortalama sıcaklıklar incelenmiştir. Yapılan analizler, kullanılan sıcaklık eşiğine bağlı olarak Viranşehir'deki vejetasyon periyodunun başlangıç, bitiş ve uzunluk sürelerinde farklılıklar olduğu görülmektedir. 5°C eşik değeri kullanıldığında, Viranşehir'de günlük ortalama sıcaklıkların yılın hiçbir döneminde sürekli olarak bu eşiğin altına düşmediği saptanmıştır. Bu eşiğe göre vejetasyon süresi yıl boyunca (365 gün) devam etmekte ve bu periyottaki ortalama sıcaklık, istasyonun yıllık ortalama sıcaklığı olan 18,2°C olarak kaydedilmiştir. 8°C eşik değeri temel alındığında ise vejetasyon süresinin ortalama olarak 18 Şubat'ta başladığı ve 30 Aralık'ta sona erdiği hesaplanmıştır. Buna göre vejetasyon süresi 316 gün uzunluğunda olup, bu dönemdeki ortalama sıcaklık 21,1°C olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın bu eşiğin altında kaldığı soğuklama dönemi ise 49 gün sürmektedir (ortalama sıcaklık 6,74°C). Günlük ortalama sıcaklığın 10°C ve üzerinde olduğu günler dikkate alındığında, vejetasyon periyodunun başlangıcı ortalama 24 Şubat, bitişi ise 1 Aralık olarak tespit edilmiştir. Bu durumda vejetasyon süresi 281 güne düşmekte, ancak bu periyottaki ortalama sıcaklık 22,7°C'ye yükselmektedir. Bu eşik değer için tanımlanan soğuklama dönemi ise 84 gün sürmektedir (ortalama sıcaklık 7,47°C) **(Tablo 14, 15 ve 16)**.

Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresi için 2009-2023 dönemi verilerine göre hesaplanan vejetasyon süresi, tanımında kullanılan sıcaklık eşiğine bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Düşük eşik değerleri yılın tamamına yakın veya tamamını kapsayan bir vejetasyon süresi gösterirken, daha yüksek eşikler süreyi kısaltmakta ancak dönem içi ortalama sıcaklığı artırmaktadır. Her durumda, bulgular Viranşehir'de yılın büyük bölümünde bitki gelişimi için termik açıdan uygun koşulların hâkim olduğunu göstermekte ve bu veriler yörenin bitkisel üretim potansiyeli ile ekolojik süreçlerinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Farklı bitki türlerinin spesifik sıcaklık gereksinimleri göz önüne alındığında, uygun eşik değerinin seçimi, potansiyel yetiştirme döneminin daha hassas belirlenmesinde önemli bir faktördür.

Ceylanpınar İstasyonu'na ait 1960-2023 yılları arasındaki uzun dönemli sıcaklık verileri kullanılarak, farklı sıcaklık eşiklerine (5°C, 8°C ve 10°C) göre vejetasyon süresi hesaplamalarına göre; 5°C eşik değeri kullanıldığında Ceylanpınar'da vejetasyon süresinin yıl boyunca (365 gün) kesintisiz devam ettiği ve bu dönemdeki ortalama sıcaklığın, aynı zamanda 1960-2023 periyodunun yıllık ortalaması olan 18,4°C olduğu belirlenmiştir. Bu durum, en düşük sıcaklık eşiği baz alındığında yörede bitki gelişimi için yıl boyu sıcaklıkta bir sınırlama olmadığını göstermektedir. 8°C eşik değeri temel alındığında, vejetasyon süresi ortalama olarak 22 Şubat'ta başlamakta (8,13°C) ve 9 Aralık'ta sona ermektedir (8,25°C). Bu eşiğe göre vejetasyon süresi 291 gün olup, dönem içi ortalama sıcaklık 21,54°C olarak hesaplanmıştır. 74 gün süren soğuklama dönemi (10 Aralık- 21 Şubat) ortalama 6,28°C sıcaklığa sahiptir. Günlük ortalama sıcaklığın 10°C ve üzerinde olduğu günler dikkate alındığında ise vejetasyon periyodu ortalama 4 Mart (10,14°C) ile 26 Kasım (10,17°C) arasına denk gelerek 268 gün sürmekte ve bu periyottaki ortalama sıcaklık 22,62°C'ye ulaşmaktadır. Bu durumda 97 gün süren soğuklama döneminin (27 Kasım- 3 Mart) ortalama sıcaklığı 6,89°C olarak tespit edilmiştir **(Tablo 14, 15 ve 17)**.

Ceylanpınar İstasyonu ve yakın çevresi için vejetasyon süresinin hesaplanmasında kullanılan sıcaklık eşiklerine (5°C, 8°C ve 10°C) bağlı olarak periyotların önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır. 5°C eşiği yıl boyu uygun koşullara işaret ederken, 8°C ve 10°C eşikleri sırasıyla 291 ve 268 günlük, daha çok sıcaklık ihtiyacı yüksek olan bitkilerin aktif büyüme dönemini yansıtan, daha kısa fakat daha sıcak periyotlar tanımlamaktadır. Genel olarak Ceylanpınar'ın uzun bir vejetasyon

periyoduna sahip olduğunu ve yılın büyük bölümünde bitkisel üretim faaliyetlerinin gelişimi için elverişli termik şartlar sunduğunu göstermektedir.

Tablo 14: Eşik sıcaklık değerine göre (8 °C) araştırma alanı vejetasyon süresinin başlangıç-bitiş zamanı

İstasyonlar	En Soğuk Gün		En Sıcak Gün		8 °C ve Üzerine İlk Çıktığı Gün		Kesintisiz 8 °C ve Üzerine Çıktığı Gün		8 °C'nin Altına Düştüğü İlk Gün		8 °C ve Üstüne Çıktığı Son Gün	
	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık
VİRANŞEHİR	20 Ocak	5.5	30 Temmuz	33.9	14 Şubat	8.1	18 Şubat	8.04	10 Aralık	7.6	30 Aralık	8.1
CEYLANPINAR	19, 20, 24 ve 25 Ocak	5.1	19 Temmuz	32.8	18 Şubat	8	22 Şubat	8.13	11 Aralık	7.9	10 Aralık	8

Tablo 15: Eşik sıcaklık değerine göre (10 °C) araştırma alanı vejetasyon süresinin başlangıç-bitiş zamanı

İstasyonlar	En Soğuk Gün		En Sıcak Gün		10 °C ve Üzerine İlk Çıktığı Gün		Kesintisiz 10 °C ve Üzerine Çıktığı Gün		10 °C'nin Altına Düştüğü İlk Gün		10 °C ve Üstüne Çıktığı Son Gün	
	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık	Tarih	Ortalama Sıcaklık
VİRANŞEHİR	20 Ocak	5.5	30 Temmuz	33.9	24 Şubat	10.7	19 Mart	10.5	2 Aralık	9.9	1 Aralık	10.3
CEYLANPINAR	19, 20, 24 ve 25 Ocak	5.1	19 Temmuz	32.8	4 Mart	10.17	4 Mart	10.17	27 Kasım	9.9	27 Kasım	9.9

Tablo 16: Viranşehir İstasyonu meteorolojik verilerine göre belirlenen vejetasyon süreleri

		Başlangıç Tarihi	Sıcaklık Ortalaması	Bitiş Tarihi	Sıcaklık Ortalaması	Periyot Gün Sayısı	Periyot Sıcaklık Ortalaması
5 Derece	Vejetasyon Periyodu	Yıl Boyu				365	18.2
	Soğuklama Dönemi						
		Başlangıç Tarihi	**Sıcaklık Ortalaması**	**Bitiş Tarihi**	**Sıcaklık Ortalaması**	**Periyot Gün Sayısı**	**Periyot Sıcaklık Ortalaması**
8 Derece	Vejetasyon Periyodu	18 Şubat	8.04	30 Aralık	8.09	316	21.1
	Soğuklama Dönemi	31 Aralık	7.61	17 Şubat	7.94	49	6.74
		Başlangıç Tarihi	**Sıcaklık Ortalaması**	**Bitiş Tarihi**	**Sıcaklık Ortalaması**	**Periyot Gün Sayısı**	**Periyot Sıcaklık Ortalaması**
10 Derece	Vejetasyon Periyodu	24 Şubat	10.73	1 Aralık	10.31	281	22.7
	Soğuklama Dönemi	2 Aralık	9.93	23 Şubat	9.82	84	7.47

Tablo 17: Ceylanpınar İstasyonu meteorolojik verilerine göre belirlenen vejetasyon süreleri

		Başlangıç Tarihi	Sıcaklık Ortalaması	Bitiş Tarihi	Sıcaklık Ortalaması	Periyot Gün Sayısı	Periyot Sıcaklık Ortalaması
5 Derece	Vejetasyon Periyodu	Yıl Boyu				365	18.4
	Soğuklama Dönemi						
		Başlangıç Tarihi	**Sıcaklık Ortalaması**	**Bitiş Tarihi**	**Sıcaklık Ortalaması**	**Periyot Gün Sayısı**	**Periyot Sıcaklık Ortalaması**
8 Derece	Vejetasyon Periyodu	22 Şubat	8.13	9 Aralık	8.25	291	21.54
	Soğuklama Dönemi	10 Aralık	7.98	21 Şubat	7.89	74	6.28
		Başlangıç Tarihi	**Sıcaklık Ortalaması**	**Bitiş Tarihi**	**Sıcaklık Ortalaması**	**Periyot Gün Sayısı**	**Periyot Sıcaklık Ortalaması**
10 Derece	Vejetasyon Periyodu	4 Mart	10.14	26 Kasım	10.17	268	22.62
	Soğuklama Dönemi	27 Kasım	9.89	3 Mart	9.71	97	6.89

2.2.1.5. Günlük Sıcaklık Frekansları

Sıcaklık frekansı, belirli bir zaman dilimi boyunca hava sıcaklığının belirli değer aralıklarında kaç gün veya ne kadar süreyle gözlemlendiğini ifade eder. Bu analiz, bir bölgenin hâkim termik karakterini ve sıcaklıkların dağılımını anlamak için temel bir araçtır (Ardel vd., 1969). Sıcaklık frekansı bitkisel üretim faaliyetler açısından çok önemlidir çünkü bitkilerin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan optimal sıcaklık aralığının yıl içinde ne kadar süreyle mevcut olduğunu gösterir. Aynı zamanda, bitkisel üretim faaliyetlerini olumsuz etkileyebilecek aşırı sıcaklar veya donlu gün gibi stres koşullarının ne sıklıkta yaşandığını ortaya koyarak risk analizine olanak tanımaktadır.

Viranşehir İstasyonu'nun 2009-2023 dönemi ölçüm yapılan 5.121 günlük sıcaklık frekansı analizi, yörenin yüksek termik yapısını ortaya koymaktadır. Bu hesaplama, vejetasyon verimliliği açısından yılın büyük bir kısmının bitki gelişimi için elverişli sıcaklık koşullarına sahip olduğunu göstermektedir. Viranşehir'de vejetasyon için temel termik potansiyelin yılın yarısından fazlasında mevcut olduğunu görülmektedir. Bununla birlikte, özellikle yaz ayları belirgin yüksek sıcaklıklarla öne çıkmaktadır. Sıcaklıklar Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yoğunlaşmaktadır. 30°C üzerindeki ortalama sıcaklıklar %19,4 frekansa sahiptir. Bu yüksek yaz sıcaklıkları, sıcaklık isteği yüksek olan bitkisel ürünler için avantaj sağlarken, aynı zamanda bazı bitkiler için termik ve su stresi riski oluşturmaktadır **(Tablo 18)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nun 1960-2023 dönemine ait ölçüm yapılan 23.121 günlük sıcaklık frekansı analizi, yörenin yüksek sıcaklık rejimini ortaya koymaktadır. Hesaplanan veriler, yılın önemli bölümünde vejetasyon gelişimi için uygun sıcaklık koşullarının hâkim olduğunu göstermektedir. Bu durum, araştırma sahasında bitkisel üretim faaliyetleri için temel bir termik potansiyelin varlığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, termik rejimin diğer bir baskın özelliği, Viranşehir'de olduğu gibi yaz aylarında yoğunlaşan yüksek sıcaklıklardır. Bu yüksek sıcaklıklar, özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında belirgindir. 30°C üzerindeki ortalama sıcaklıklar %16,6 frekansa sahiptir. Düşük sıcaklıkların (0°C ve altı) toplam frekansı ise %0,63 ile oldukça düşüktür bu da şiddetli don olaylarının nadir olduğunu ancak hafif don riskinin kış aylarında mevcut olduğunu göstermektedir **(Tablo 19)**.

Tablo 18: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık frekanslarının dağılışı

Değer Aralıkları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam	%
> 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	0	0	0	0	2	0.04
(26) - (38,9)	0	0	0	0	0	**2**	**31**	**20**	0	0	0	0	53	1.03
(33) - (35,9)	0	0	0	0	0	**42**	**188**	**118**	**14**	0	0	0	362	7.07
(30) - (32,9)	0	0	0	0	**6**	**109**	**173**	**222**	**65**	0	0	0	575	11.23
(27) - (29,9)	0	0	0	0	**48**	**154**	**38**	**67**	**160**	**12**	0	0	479	9.35
(24) - (26,9)	0	0	0	**8**	**110**	**96**	**3**	**1**	**137**	**78**	0	0	433	8.46
(21) - (23,9)	0	0	0	**50**	**125**	**17**	0	0	**42**	**154**	**3**	0	391	7.64
(18) - (20,9)	0	0	**8**	**111**	**88**	0	0	0	**13**	**133**	**30**	0	383	7.48
(15) - (17,9)	0	**7**	**57**	**126**	**48**	0	0	0	**3**	**72**	**90**	0	403	7.87
(12) - (14,9)	**4**	**45**	**133**	**83**	**7**	0	0	0	0	**12**	**137**	**35**	456	8.90
(9) - (11,9)	**64**	**117**	**134**	**36**	0	0	0	0	0	0	**118**	**178**	647	12.63
(6) - (8,9)	**205**	**120**	**62**	**6**	0	0	0	0	0	0	**37**	**159**	589	11.50
(3) - (5,9)	**108**	**63**	**16**	0	0	0	0	0	0	0	**5**	**54**	246	4.80
(0) - (2,9)	**32**	**21**	**7**	0	0	0	0	0	0	0	0	**18**	78	1.52
(-3) - (-0,1)	**13**	**6**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	21	0.41
(-6) - (-3,1)	**2**	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.06
(-9) - (-6,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Genel Toplam	**428**	**380**	**417**	**420**	**432**	**420**	**434**	**429**	**434**	**461**	**420**	**446**	**5121**	**100**

Tablo 19: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık frekanslarının dağılışı

Değer Aralıkları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam	%
> 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	1	0.004
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**	0	0	0	3	0.01
(26) - (38,9)	0	0	0	0	0	**7**	**72**	**24**	**3**	**1**	0	0	107	0.46
(33) - (35,9)	0	0	0	0	**1**	**117**	**626**	**375**	**18**	0	0	0	1137	4.91
(30) - (32,9)	0	0	0	**1**	**28**	**521**	**907**	**1008**	**139**	**2**	0	0	2606	11.25
(27) - (29,9)	0	0	0	**3**	**204**	**743**	**317**	**483**	**597**	**15**	**8**	0	2370	10.23
(24) - (26,9)	0	0	0	**34**	**497**	**428**	**30**	**75**	**775**	**167**	**0**	0	2006	8.66
(21) - (23,9)	0	0	**5**	**149**	**589**	**88**	0	**1**	**317**	**590**	**9**	0	1748	7.55
(18) - (20,9)	0	0	**29**	**424**	**430**	**3**	0	0	**45**	**618**	**68**	0	1617	6.98
(15) - (17,9)	0	**13**	**210**	**606**	**195**	0	0	0	**2**	**400**	**293**	**5**	1724	7.44
(12) - (14,9)	**13**	**129**	**614**	**520**	**34**	0	0	0	0	**126**	**656**	**87**	2179	9.41
(9) - (11,9)	**217**	**456**	**702**	**150**	0	0	0	0	0	**33**	**499**	**518**	2575	11.12
(6) - (8,9)	**706**	**660**	**311**	**17**	0	0	0	0	0	**3**	**252**	**713**	2662	11.49
(3) - (5,9)	**654**	**354**	**93**	**4**	0	0	0	0	0	0	**87**	**443**	1635	7.06
(0) - (2,9)	**301**	**145**	**13**	0	0	0	0	0	0	0	**14**	**172**	645	2.78
(-3) - (-0,1)	**68**	**31**	**3**	0	0	0	0	0	0	0	0	**29**	131	0.57
(-6) - (-3,1)	**5**	**4**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**6**	15	0.06
(-9) - (-6,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Genel Toplam	**1964**	**1792**	**1980**	**1908**	**1978**	**1907**	**1953**	**1966**	**1899**	**1955**	**1886**	**1973**	**23161**	**100**

Sonuç olarak, hem Viranşehir (2009-2023) hem de Ceylanpınar (1960-2023) istasyonlarının sıcaklık frekansları incelendiğinde, her iki lokasyonda yılın yaklaşık yarısı, birçok kültür bitkisinin gelişimi için elverişli kabul edilen sıcaklıklarla karakterize olmaktadır. Bu durum, her iki sahada uzun bir vejetasyon periyoduna işaret etmektedir. Ancak her iki yörede de sıfırın altındaki sıcaklıkların seyrek olması şiddetli don riskinin düşüklüğünü göstermektedir. Viranşehir ve Ceylanpınar, yaz dönemi sıcaklık stresi gibi zorluklara rağmen, yılın önemli bir bölümünü kapsayan elverişli sıcaklık koşulları sayesinde bitkisel üretim faaliyetleri için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

2.2.1.6. Ortalama Maksimum ve Ortalama Minimum Sıcaklıklar

Aylık ortalama maksimum sıcaklık verilerinin analizine göre, yıllık ortalama maksimum sıcaklık Viranşehir'de 24,5°C, Ceylanpınar'da ise 26,4°C olarak kaydedilmiştir. Ortalama maksimum sıcaklık ile genel ortalama sıcaklık arasındaki fark, Viranşehir için 6,3°C, Ceylanpınar için ise 8,0°C olarak hesaplanmıştır. Bu fark, Ceylanpınar'ın gündüz saatlerinde daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşması nedeniyle, daha baskın bir termik karakter sergilediğine işaret etmektedir.

Yaz mevsiminde, maksimum sıcaklıkların aylık ortalama sıcaklıklara görece daha yakın seyrettiği gözlemlenmektedir. Viranşehir'de Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 31,7°C iken, aynı dönemde kaydedilen maksimum sıcaklık 39,0°C olup, aradaki fark 7,3 °C'dir. Ceylanpınar'da ise Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 32,0°C, maksimum sıcaklığı ise 41,0°C olarak ölçülmüş ve fark 9,0 °C'ye ulaşmıştır. Haziran ayında, Viranşehir'de ortalama sıcaklık 27,9 °C, maksimum sıcaklık ise 35,0 °C olarak kaydedilmiş; Ceylanpınar'da ise aynı ayda ortalama sıcaklık 28,7°C, maksimum sıcaklık 37,2°C olmuştur. Ağustos ayında da benzer bir durum söz konusu olup, Viranşehir'de ortalama sıcaklık 31,0°C iken maksimum sıcaklık 38,6°C'ye, Ceylanpınar'da ise ortalama sıcaklık 31,1°C'ye karşılık maksimum sıcaklık 40,5°C'ye ulaşmıştır. Bu durum yaz mevsiminde, tropikal hava kütlelerinin neden olduğu yüksek sıcaklık, düşük nem ve bulutluluk oranı ile açıklanabilir.

Sonbahar mevsimi, yörede maksimum sıcaklıkların yıllık ortalamalara göre yüksek sapmaların gözlendiği dönem olarak öne çıkmaktadır. Veriler, Viranşehir'de Eylül ayı ortalama maksimum sıcaklığının 34,4°C olduğunu ve bu değerin, aynı aya ait

ortalama sıcaklık (26,6°C) ile karşılaştırıldığında 7,8°C daha yüksek seyrettiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Ceylanpınar'da Eylül ayı ortalama maksimum sıcaklığı 36,2°C olarak ölçülmüş olup, bu değer Eylül ayı ortalamasına (26,3°C) göre 9,9°C'lik bir sapma göstermektedir. Ekim ayında ise maksimum sıcaklıklar Viranşehir'de 27,1°C, Ceylanpınar'da ise 29,1°C düzeyinde gerçekleşmiştir. Kasım ayında da benzer bir eğilim gözlenmekte olup, Viranşehir'de maksimum sıcaklık 18,6°C, Ceylanpınar'da ise 20,2°C olarak kaydedilmiştir.

Kış mevsimi incelendiğinde Viranşehir'de kış aylarındaki ortalama maksimum sıcaklık değerleri, aynı aylara ait genel ortalama sıcaklık değerlerinden sırasıyla + 4,9 °C, + 4,5 °C ve + 5,2 °C gibi bariz bir oranda daha yüksek seyretmektedir. Ceylanpınar'da ise kış mevsiminde kaydedilen maksimum sıcaklıklar Ocak ayında 11,5 °C, Şubat ayında 13,9 °C ve Aralık ayında 13,4 °C olup, bu değerler genel ortalama sıcaklıklara göre sırasıyla + 5,9 °C, + 6,5 °C ve + 6,2 °C'lik bir pozitif sapma göstermektedir.

İlkbahar mevsimi, araştırma sahasında maksimum sıcaklıkların belirgin biçimde arttığı bir geçiş dönemi olarak öne çıkmaktadır. Viranşehir'de Mart, Nisan ve Mayıs aylarında kaydedilen maksimum sıcaklıklar sırasıyla 16,5°C, 22,2°C ve 28,4°C olup; bu değerler, aynı aylara ait ortalama sıcaklıkların (10,9°C, 15,9°C, 21,6°C) üzerinde sırasıyla +5,6°C, +6,3 °C ve +6,8°C fark göstermektedir. Ceylanpınar'da ise bu fark daha belirgin olup, Mart (18,5°C), Nisan (24,3°C) ve Mayıs (31,0°C) aylarında kaydedilen maksimum sıcaklıklar, ilgili ayların ortalamalarına (11,3°C, 16,4°C, 22,6°C) göre sırasıyla +7,2°C, +7,9°C ve +8,4°C daha yüksektir. İlkbahar mevsiminde artan güneşlenme süresi ve şiddeti maksimum sıcaklık değerlerinin yükselmesinde etkili başlıca faktördür **(Tablo 20, Şekil 21 ve 22)**.

Tablo 20: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	9.8	12.3	16.5	22.2	28.4	35.0	39.0	38.6	34.4	27.1	18.6	12.3	24.5
CEYLANPINAR	11.5	13.9	18.5	24.3	31.0	37.2	41.0	40.5	36.2	29.1	20.2	13.4	26.4

Aylık ortalama minimum sıcaklık verileri analiz edildiğinde hem Viranşehir'de hem de Ceylanpınar'da minimum sıcaklıklar, yıllık ortalama sıcaklıkların önemli ölçüde altında seyretmektedir. Viranşehir'de yıllık minimum sıcaklık ortalaması 11,7°C iken, genel ortalama 18,2°C'dir (-6,5°C). Ceylanpınar'da ise yıllık minimum ortalaması 10,3°C, genel ortalamadan (18,4°C) -8,1°C daha düşüktür. Elde edilen veriler, çalışma alanındaki minimum sıcaklık değerlerinin düşük seyretmesinde karasallık etkisinin belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle kış aylarında meydana gelen soğuma olayları, bu durumu pekiştiren başlıca meteorolojik süreçler arasında yer almaktadır. Buna ek olarak, zaman zaman kutup kökenli soğuk hava kütlelerinin etkisini güneye doğru genişleterek çalışma alanına kadar ulaşması, termik rejimin daha da soğumasına neden olmakta ve minimum sıcaklıklarda gözlenen düşüşü desteklemektedir (Atalay, 2010; Atalay, 2011).

Kış mevsiminde Viranşehir'de minimum sıcaklık ortalamaları Ocak ayında 1,6°C, Şubat ayında 2,7°C ve Aralık ayında 3,2°C olarak ölçülmüştür. Bu değerler, aynı aylara ait ortalama sıcaklıklardan (Ocak: 5,3°C, Şubat: 7,1°C, Aralık: 7,4°C) sırasıyla 3,7°C, 4,4°C ve 4,2°C daha düşük olarak kaydedilmiştir. Ceylanpınar'da ise kış aylarında minimum sıcaklıklar Ocak'ta 0,8°C, Şubat'ta 1,6°C ve Aralık'ta 2,0°C ile ortalama sıcaklıkların (Ocak: 5,6°C, Şubat: 7,4°C, Aralık: 7,2°C) altında seyretmektedir. Söz konusu düşük sıcaklık değerleri, kış mevsiminde yüksek basınç sistemlerinin neden olduğu hava koşullarıyla ilişkilidir.

İlkbahar mevsiminde Viranşehir'de minimum sıcaklık değerleri Mart ayında 5,7°C, Nisan ayında 9,7 °C ve Mayıs ayında 14,2°C olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, aynı aylara ait ortalama sıcaklıklar olan 10,9°C, 15,9°C ve 21,6°C'den sırasıyla 5,2°C, 6,2°C ve 7,4°C daha düşüktür. Benzer şekilde, Ceylanpınar'da ilkbahar aylarında minimum sıcaklıklar Mart'ta 4,6°C, Nisan'da 8,7°C ve Mayıs'ta 13,4°C olarak ölçülmüştür. Bu minimum değerler, ortalama sıcaklıklar olan 11,3 °C, 16,4 °C ve 22,6 °C'ye kıyasla sırasıyla 6,7 °C, 7,7 °C ve 9,2 °C daha düşük seviyededir.

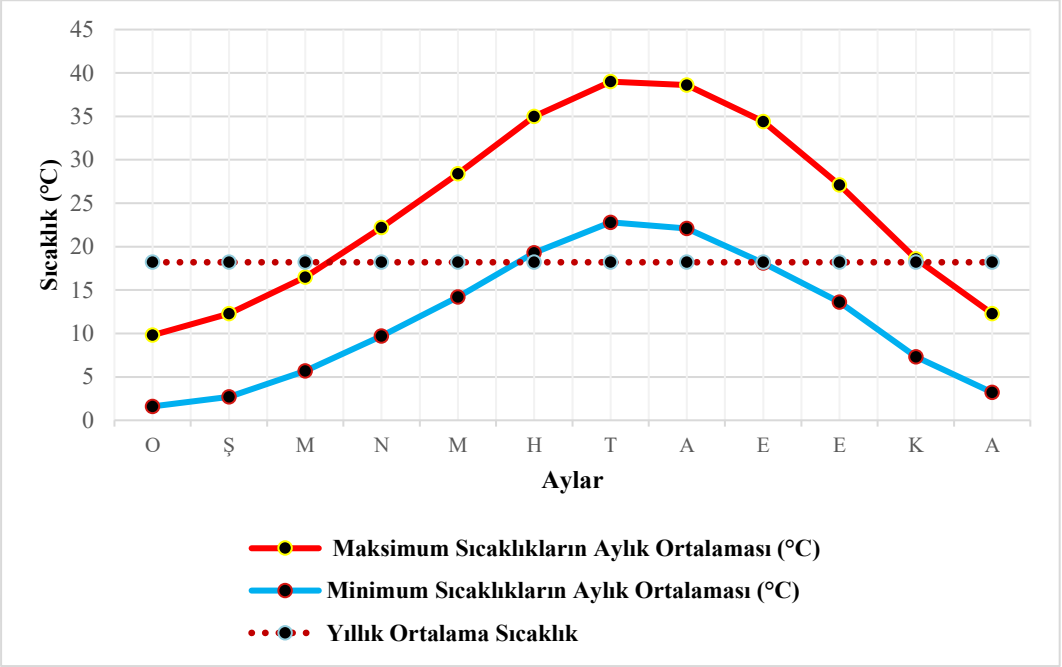
Yaz mevsiminde Viranşehir'de minimum sıcaklıklar Haziran ayında 19,3°C, Temmuz ayında 22,8°C ve Ağustos ayında 22,1°C olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, aynı aylara ait ortalama sıcaklıklar olan sırasıyla 27,9°C, 31,7°C ve 31,0°C'den 8,6°C, 8,9°C ve 8,9°C daha düşüktür. Ceylanpınar'da ise yaz aylarında minimum sıcaklıklar Haziran'da 18,3°C, Temmuz'da 21,6°C ve Ağustos'ta 20,7°C olarak ölçülmüştür. Bu

minimum değerler, ilgili ayların ortalama sıcaklıkları (Haziran: 28,7°C, Temmuz: 32,0°C, Ağustos: 31,1°C) ile karşılaştırıldığında, sırasıyla 10,4°C, 10,4°C ve 10,4°C'lik bir fark görülmektedir. Atalay (2010, 2011) tarafından ifade edildiği üzere, yaz mevsiminde gözlenen minimum ve ortalama sıcaklıklar arasındaki belirgin farkın temel nedeni; gündüz saatlerinde etkili olan subtropikal yüksek basınç sistemlerinin sıcaklıkları yükseltmesi, gece saatlerinde ise düşük nem oranları ve açık gökyüzü koşullarının radyasyonel soğumayı hızlandırarak minimum sıcaklıkların önemli ölçüde düşmesine yol açmasıdır.

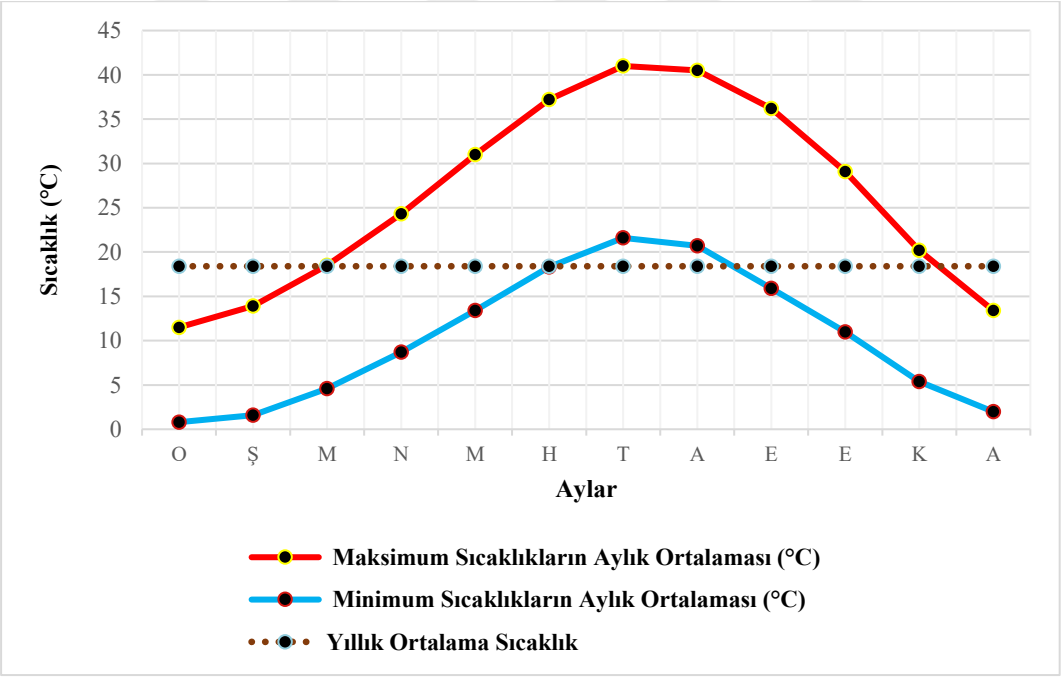
Sonbahar mevsiminde Viranşehir'de minimum sıcaklık değerleri Eylül ayında 18,1°C, Ekim ayında 13,6°C ve Kasım ayında 7,3°C olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, aynı aylara ait ortalama sıcaklık değerlerinden (Eylül: 26,6°C, Ekim: 20,2°C, Kasım: 12,6°C) sırasıyla 8,5°C, 6,6°C ve 5,3°C daha düşüktür. Ceylanpınar'da ise sonbahar aylarındaki minimum sıcaklıklar Eylül'de 15,9 °C, Ekim'de 11,0°C ve Kasım'da 5,4°C olarak ölçülmüştür. Bu değerler, aynı döneme ait ortalama sıcaklıklara (Eylül: 26,3°C, Ekim: 19,8°C, Kasım: 12,2°C) kıyasla sırasıyla 10,4°C, 8,8°C ve 6,8°C daha düşüktür. Sonbahar mevsiminde azalan güneşlenme süresi ve şiddeti buna karşılık artan gece süreleri, yer yüzeyinin ve dolayısıyla minimum sıcaklıkların hızla düşmesine neden olmaktadır **(Tablo 21, Şekil 21 ve 22)**.

Tablo 21: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	1.6	2.7	5.7	9.7	14.2	19.3	22.8	22.1	18.1	13.6	7.3	3.2	11.7
CEYLANPINAR	0.8	1.6	4.6	8.7	13.4	18.3	21.6	20.7	15.9	11.0	5.4	2.0	10.3



Şekil 21: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki değişimi



Şekil 22: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki değişimi

2.2.1.7. Mutlak Ekstrem Sıcaklıklar

Mutlak ekstrem sıcaklıklar, belirli bir coğrafi konumda, sistematik kayıtların tutulmaya başlandığı tarihten itibaren ölçülmüş en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerini ifade etmektedir. Bu değerler, söz konusu sahanın sıcaklık rejiminde gözlemlenebilecek en üst ve en alt sınırları temsil ederek bir bölgenin karşılaşabileceği en uç sıcaklık koşulları hakkında kritik bilgiler sunmaktadır. Mutlak ekstrem sıcaklıklar, bir bölgede görülen iklim koşullarının potansiyel risklerini ve değişkenliğini anlamak için önemli bir parametredir (Çölaşan, 1960).

Bitkisel üretim faaliyetlerinde her bir bitki türünün temel fizyolojik süreçlerini başarıyla tamamlayabilmesi ve verimli bir şekilde gelişebilmesi için belirli sıcaklık aralıklarına ihtiyacı bulunmaktadır. Bu sıcaklık gereksinimleri, yetiştirilen türe özgü olup, aynı zamanda türün uyum gösterdiği doğal ortam koşullarına göre de değişiklik arz edebilmektedir. Ancak, bitkisel üretim faaliyetlerinde her yılın kendine özgü meteorolojik koşulları ve sıcaklık seyirleri olduğu, bundan dolayı yıl içerisinde beklenmedik ekstrem hava olayları ve sıcaklık dalgalanmaları yaşanabilmektedir (Öztekinci, 2023). Karacadağ güney kesimindeki Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarında da benzer bir durum söz konusudur. Bu bağlamda, istasyonların yıllık ekstrem maksimum sıcaklık değerlerinin incelenmesi, bitkisel üretim faaliyetlerinin planlaması ve risk yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Aylık mutlak maksimum sıcaklık verileri, Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının termik ekstremler açısından bariz farklılıklar sergilediğini ortaya koymaktadır. Viranşehir'de Temmuz 2021'de kaydedilen 46,7°C, bu sahanın yıllık mutlak maksimumunu temsil ederken, Ceylanpınar'da Eylül 2016'da ölçülen 48,8°C hem yerel hem de ulusal ölçekte dikkat çeken bir ekstrem olarak öne çıkmaktadır. Her iki lokasyonda da en yüksek mutlak ekstrem maksimum sıcaklıkların yaz ve erken sonbahar döneminde kaydedilmesi, sahanın karasal ikliminin tipik bir göstergesidir.

Viranşehir İstasyonu'nda en düşük mutlak maksimum sıcaklık Ocak ayında 18,9°C (2021) olarak kayıtlara geçerken, bu değer Şubat ayında 24,1°C'ye (2016), Mart ayında 26,4°C'ye (1970) ve Nisan ayında ise belirgin bir artışla 34,3°C'ye (2021) ulaşmaktadır. İlkbaharın sonuna doğru sıcaklıklar daha da yükselerek Mayıs ayında 41,0°C'ye (2021) erişmektedir. Yaz mevsimi, en uç sıcaklıkların gözlendiği dönem olup, Haziran ayında 44,0°C (2019), Temmuz ayında ise yıllık mutlak maksimum

sıcaklık rekoru olan 46,7°C (2021) kaydedilmiştir. Ağustos ayında da sıcaklıklar yüksek seviyesini koruyarak 46,0°C (2017) olarak ölçülmüştür. Sonbahar aylarında ise sıcaklıklar kademeli bir düşüş sergilemekte, Eylül ayında 44,7°C (2022), Ekim ayında 37,8°C (2012) ve Kasım ayında 30,5°C'ye (2019) gerilemektedir. Aralık ayında ise 21,5°C (2017) mutlak maksimum sıcaklık kaydedilmiştir **(Tablo 22)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nda ise Ocak ayında 22,6°C (1971) ile başlayan mutlak maksimum sıcaklıklar, Şubat ayında 26,0°C'ye (1977) ve Mart ayında 32,2°C'ye (2008) doğru bir ivme kazanmaktadır. Nisan ayında 37,5°C'ye (2008) ve Mayıs ayında ise zirveye yakın bir değer olan 44,3°C'ye (2021) ulaşılmaktadır. Yaz aylarında sıcaklıklar olağanüstü seviyelere çıkarak Haziran ayında 46,9°C (2021), Temmuz ayında 48,2°C (2000) ve Ağustos ayında 47,2°C (1957) değerlerine ulaşmıştır. En dikkat çekici mutlak maksimum sıcaklık ise Eylül ayında kaydedilen ve yıllık rekor olan 48,8°C'dir (2016). Sonbahar aylarında sıcaklıklar düşüşe geçmekte, Ekim ayında 39,4°C (1969), Kasım ayında 37,0°C (2016) ve Aralık ayında 27,4°C (2016) mutlak maksimum sıcaklıklar kaydedilmiştir **(Tablo 22)**.

Aylık mutlak minimum sıcaklık verileri incelendiğinde, Viranşehir ve Ceylanpınar'da yıl içinde oldukça düşük sıcaklık değerlerinin kaydedildiğini ve don olaylarının potansiyel olarak etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Her iki istasyonda da ekstrem minimum sıcaklıkların kış aylarında gerçekleşmesi, sahanın karasal iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Ceylanpınar'da Aralık ayında ölçülen -13,0°C'lik minimum sıcaklık ile Viranşehir'de kaydedilen -12,2°C'lik minimum sıcaklık, zaman zaman şiddetli soğuma koşullarının etkili olduğunu göstermektedir. Bu tür düşük ekstrem değerler, özellikle tarımsal üretim açısından don riski açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken önemli bir klimatolojik parametre niteliğindedir.

Viranşehir İstasyonu'nda en yüksek mutlak minimum sıcaklık Temmuz ayında 13,6°C (1975) olarak kaydedilirken, bu değer Ağustos ayında 10,8°C'ye (1976) ve Haziran ayında 9,5°C'ye (1980) düşmektedir. İlkbahar aylarında sıcaklıklar kademeli olarak azalmakta, Mayıs ayında 2,0°C'ye (1977) ve Nisan ayında -3,3°C'ye (1980) inmektedir. Mart ayında ise -7,4°C (1976) mutlak minimum sıcaklık kaydedilmiştir. Kış mevsimi, en düşük ekstrem sıcaklıkların kaydedildiği mevsim olup, Şubat ayında -10,1°C (2017), Ocak ayında -10,8°C (1972) ve yıllık mutlak minimum sıcaklık rekoru

olan -12,2°C'ye (Kasım 1967 ve Aralık 1979) ulaşılmıştır. Eylül ayında ise 0,0°C (2009) ve Ekim ayında -4,4°C (1969) mutlak minimum sıcaklıklar kaydedilmiştir **(Tablo 23)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nda ise en yüksek mutlak minimum sıcaklık Temmuz ayında 14,2°C (1962) olarak belirlenirken, Ağustos ayında 10,4°C'ye (2016) ve Haziran ayında 8,0°C'ye (1978) gerilemektedir. İlkbahar aylarında sıcaklıklar düşüş göstermekte, Mayıs ayında 2,1°C'ye (1964) ve Nisan ayında -4,2°C'ye (1965) inmektedir. Mart ayında ise -8,4°C (1985) mutlak minimum sıcaklık kaydedilmiştir. Kış mevsiminde en şiddetli soğuklar yaşanmakta olup, Şubat ayında -10,0°C (1997), Ocak ayında -12,3°C (2008) ve yıllık mutlak minimum sıcaklık olan -13,0°C'ye (Aralık 1972) ulaşılmıştır. Eylül ayında 6,4°C (2009), Ekim ayında -2,4°C (1965) mutlak minimum sıcaklıklar kaydedilmiştir. Kasım ayında ise -8,2°C (1958) mutlak minimum sıcaklık gözlemlenmiştir **(Tablo 23)**.

Tablo 22: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait maksimum mutlak ekstrem sıcaklık değerleri

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	18.9	24.1	26.4	34.3	41.0	44.0	46.7	46.0	44.7	37.8	30.5	21.5	46.7
	07/01/2021	18/02/2016	31/03/1970	26/04/2021	21/05/2021	27/06/2019	20/07/2021	10/08/2017	03/09/2022	01/10/2012	06/11/2019	04/12/2017	20/07/2021
CEYLANPINAR	22.6	26.0	32.2	37.5	44.3	46.9	48.2	47.2	48.8	39.4	37.0	27.4	48.8
	02/01/1971	24/02/1977	24/03/2008	26/04/2008	21/05/2021	22/06/2021	30/07/2000	01/08/1957	16/09/2016	01/10/1969	30/11/2016	01/12/2016	16/09/2016

Tablo 23: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait minimum mutlak ekstrem sıcaklık değerleri

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	-10.8	-10.1	-7.4	-3.3	2.0	9.5	13.6	10.8	0.0	1.0	-4.4	-12.2	-12.2
	24/01/1972	01/02/2017	02/03/1976	17/04/1980	01/05/1977	07/06/1980	05/07/1975	22/08/1976	18/09/2009	30/10/1969	27/11/1967	29/12/1979	29/12/1979
CEYLANPINAR	-12.3	-10.0	-8.4	-4.2	2.1	8.0	14.2	10.4	6.4	-2.4	-8.2	-13.0	-13.0
	16/01/2008	01/02/1997	01/03/1985	05/04/1965	01/05/1964	03/06/1978	05/07/1962	08/08/2016	30/09/2009	30/10/1965	24/11/1958	27/12/1972	27/12/1972

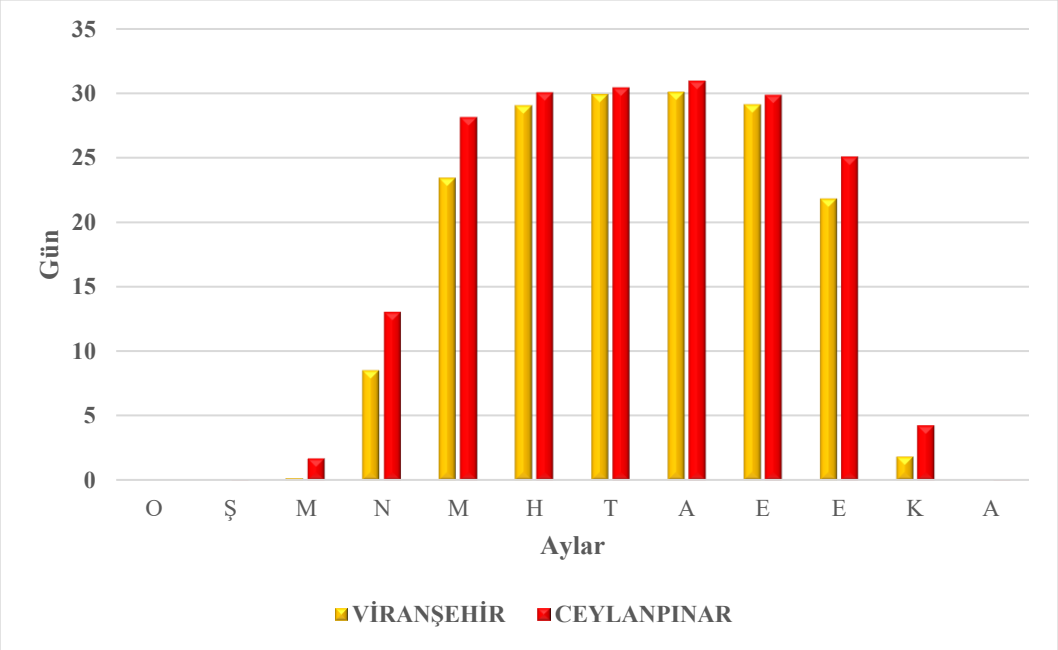
2.2.1.8. Yaz Günü ve Tropik Gün

Meteorolojik terminolojide **‘‘yaz günü’’**, 24 saatlik bir zaman dilimi içerisinde günün en yüksek sıcaklık değerinin 25°C veya üzerine çıkması durumunda kullanılan bir tanımlamadır. Bu sıcaklık eşiğine ulaşılması, tüm gün boyunca bu seviyede kalınması gerekliliğini içermez. Benzer şekilde, **‘‘tropik gün’’** kavramı ise aynı zaman diliminde günün en yüksek sıcaklığının 30°C veya üzerine çıkması halinde geçerli olup, bu da sıcaklığın belirli bir süre için bu eşiği aşmasının yeterli olduğu anlamına gelmektedir (Çölaşan, 1960). Bu tanımlamalar ışığında, her tropik günün, sıcaklık eşiği daha düşük olan yaz günü kriterini de karşılaması nedeniyle bir yaz günü olduğu sonucuna varılabilir. Ancak, günlük maksimum sıcaklığın 25°C ile 30°C arasında seyrettiği durumlarda, söz konusu gün yalnızca yaz günü olarak sınıflandırılmaktadır.

Yaz günü sayılarında yıllık toplamlar incelendiğinde, Ceylanpınar’ın 193,3 gün ile Viranşehir’in 174,1 gününe kıyasla daha fazla sayıda yaz gününe sahip olduğu görülmektedir. Mevsimsel dağılıma bakıldığında, her iki istasyonda da yaz mevsimi en fazla yaz gününün yaşandığı dönemdir. Bu dönemde Viranşehir’de ortalama 89,1 gün, Ceylanpınar’da ise 91,3 gün yaz günü kaydedilmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde de belirgin sayıda yaz günü yaşanmakta olup, Viranşehir’de ilkbaharda 32,2 ve sonbaharda 52,8 gün, Ceylanpınar’da ise ilkbaharda 42,8 ve sonbaharda 59,1 gün yaz günü ortalaması bulunmaktadır. Kış aylarında ise her iki istasyonda da yaz günü kaydedilmemiştir. Aylık bazda incelendiğinde, yaz günlerinin en yoğun olduğu aylar her iki istasyon için de Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Ceylanpınar genellikle bu aylarda Viranşehir’e göre biraz daha yüksek sayıda yaz gününe sahiptir. **(Tablo 24, Şekil 23)**. Buna ek olarak, 2018 yılında Karacadağ İstasyonu’nda kaydedilen verilere göre, yıllık toplam yaz günü sayısı 82 olarak belirlenmiştir. Bu yaz günlerinin aylara göre dağılımı ise Haziran ayında 8 gün, Temmuz ve Ağustos aylarında 31 gün ve Eylül ayında 12 gün şeklindedir. Karacadağ’da kaydedilen bu sıcaklık değerleri, Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarıyla karşılaştırıldığında önemli bir düşüş göstermektedir.

Tablo 24: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonu verilerine göre yaz günü sayıları

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR			0.2	8.5	23.5	29.1	29.9	30.1	29.1	21.8	1.9		174.1
CEYLANPINAR			1.7	13.0	28.1	30.0	30.4	30.9	29.8	25.0	4.3		193.3



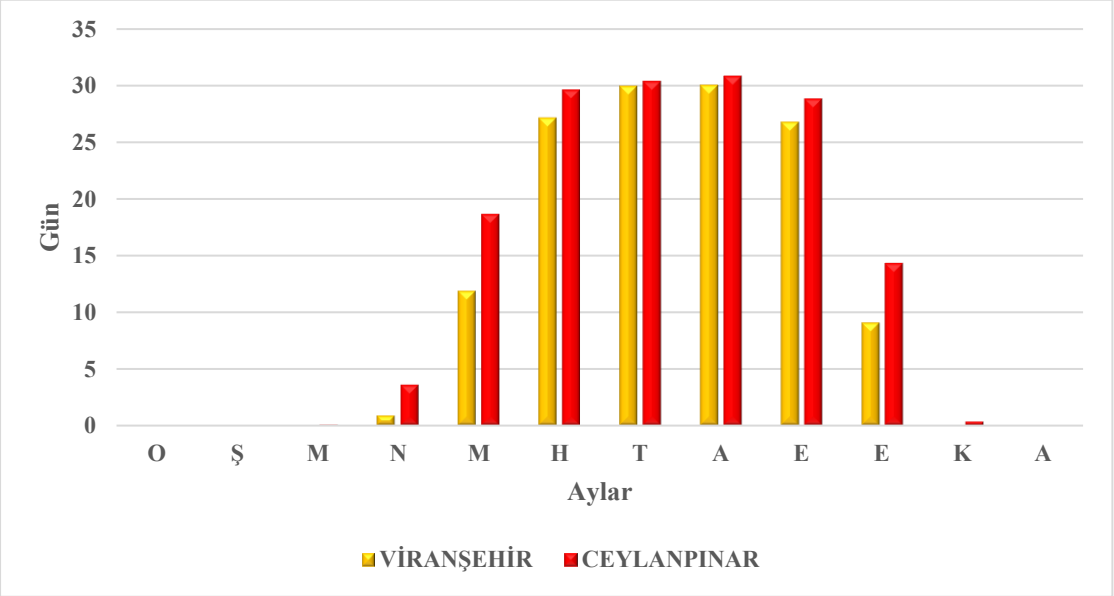
Şekil 23: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait yaz günü sayıları

Tropik Gün verilerindeki yıllık toplamlar incelendiğinde, Ceylanpınar'da 156,6 gün ile Viranşehir'de kaydedilen 135,7 güne kıyasla daha fazla tropik gün gözlemlenmiştir. Mevsimsel dağılım incelendiğinde ise, her iki istasyonda da en fazla tropikal gün yaz mevsiminde yaşanmaktadır. Viranşehir'de ortalama 87 gün, Ceylanpınar'da ise 90,8 gün tropikal gün kaydedilmiştir. İlkbaharın Nisan ve Mayıs ayları ile sonbahar mevsiminde de tropikal günler görülmekte olup, Viranşehir'de ilkbaharda 12,8 ve sonbaharda 35,9 gün, Ceylanpınar'da ise ilkbaharda 22,3 ve sonbaharda 43,4 gün tropikal gün ortalaması bulunmaktadır. Kış aylarında ise her iki istasyonda da tropikal gün kaydedilmemiştir. Aylık bazda değerlendirildiğinde, tropikal günlerin en sık yaşandığı aylar her iki istasyon için de Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Bu dönemde Ceylanpınar genellikle Viranşehir'e göre daha yüksek sayıda tropikal güne sahiptir. Yaz günü verileriyle karşılaştırıldığında, tropikal gün sayılarının

özellikle ilkbahar ve sonbaharda daha düşük seyrettiği gözlemlenmektedir **(Tablo 25, Şekil 24)**. Öte yandan, Karacadağ istasyonunda 2018 yılı için kaydedilen tropikal gün sayısı ise yıllık toplamda 16 gün olarak belirlenmiştir. Bu günlerin aylara göre dağılımı Haziran ayında 1 gün, Temmuz ayında 8 gün ve Ağustos ayında 7 gün şeklindedir.

Tablo 25: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonu verilerine göre tropikal gün sayıları

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VIRANŞEHIR				0.9	11.9	27.1	29.9	30.0	26.8	9.1			135.7
CEYLANPINAR				3.6	18.7	29.6	30.4	30.8	28.8	14.3	0.3		156.6



Şekil 24: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait tropikal gün sayıları

2.2.1.9. Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Yıllar Arası Değişimi

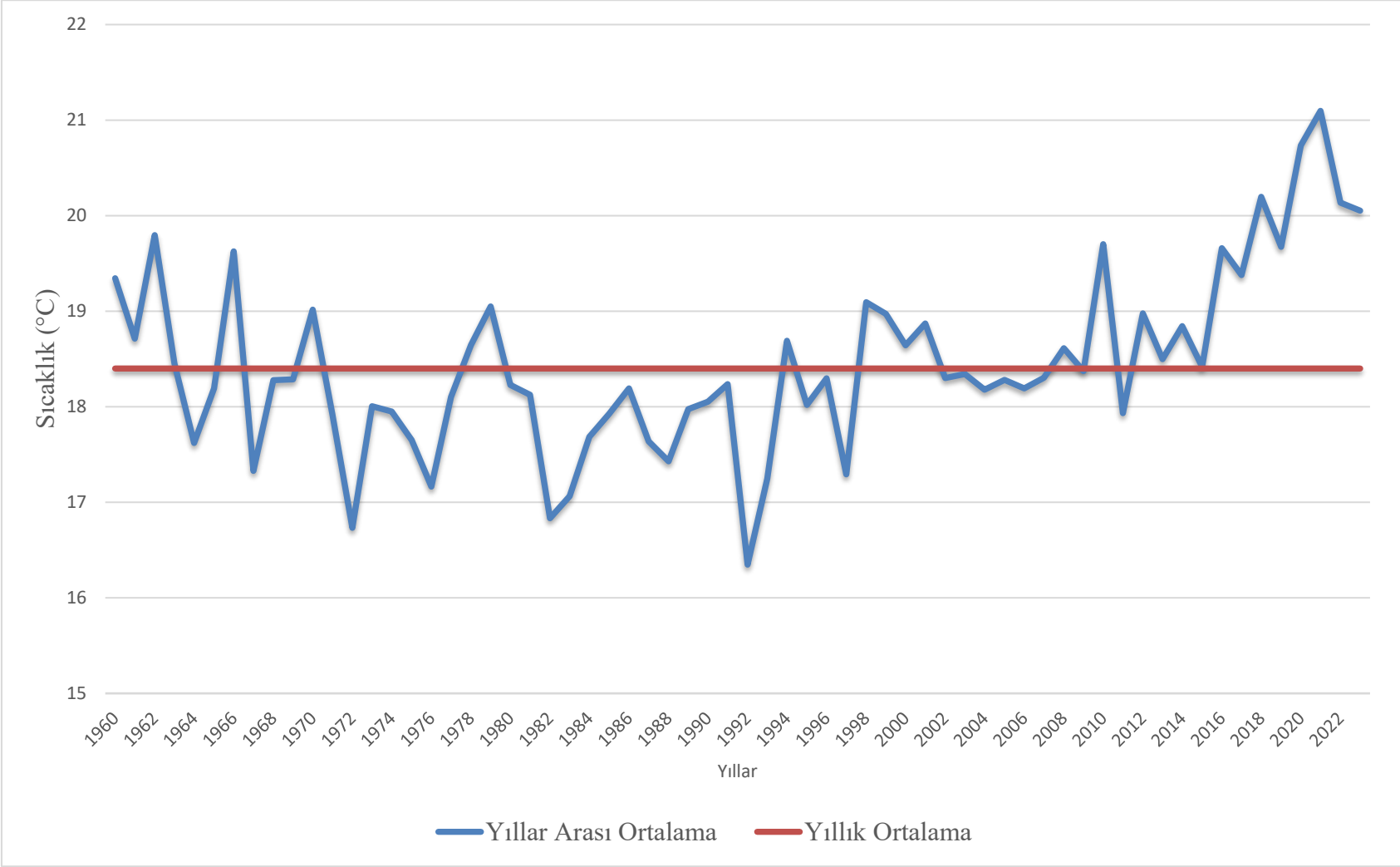
Yıllık ortalama sıcaklıkların yıllar arası değişimi, bir coğrafi bölgede kaydedilen yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin uzun zaman dilimi içerisindeki dalgalanma eğilimlerini ifade eden bir parametredir (Türkeş, 1995). Bu doğrultuda, Ceylanpınar İstasyonu'na ait 1960-2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde, 18,4 °C olarak hesaplanan uzun dönem ortalaması çerçevesinde belirgin dalgalanmaların yaşandığı görülmektedir. Bu uzun yıllara dayanan veri seti, yörenin

sıcaklık geçmişi ve uzun vadeli değişim trendleri hakkında bilgi sunmaktadır. Buna karşılık, Viranşehir İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklık verileri, 2010-2023 yılları arasını kapsayan daha kısa süreli bir döneme dayanmaktadır. Bu sınırlı zaman serisi, Ceylanpınar'ın daha uzun süreli kayıtlarıyla karşılaştırıldığında, yıllık sıcaklık değişimlerinin uzun vadeli eğilimlerini tam anlamıyla yansıtmayabilir. Bununla birlikte, her iki istasyonda ölçülen ortalama yıllık sıcaklık değerlerinin birbirine yakın olması, sahanın genel termik koşulları açısından benzerlik taşıdığını göstermektedir.

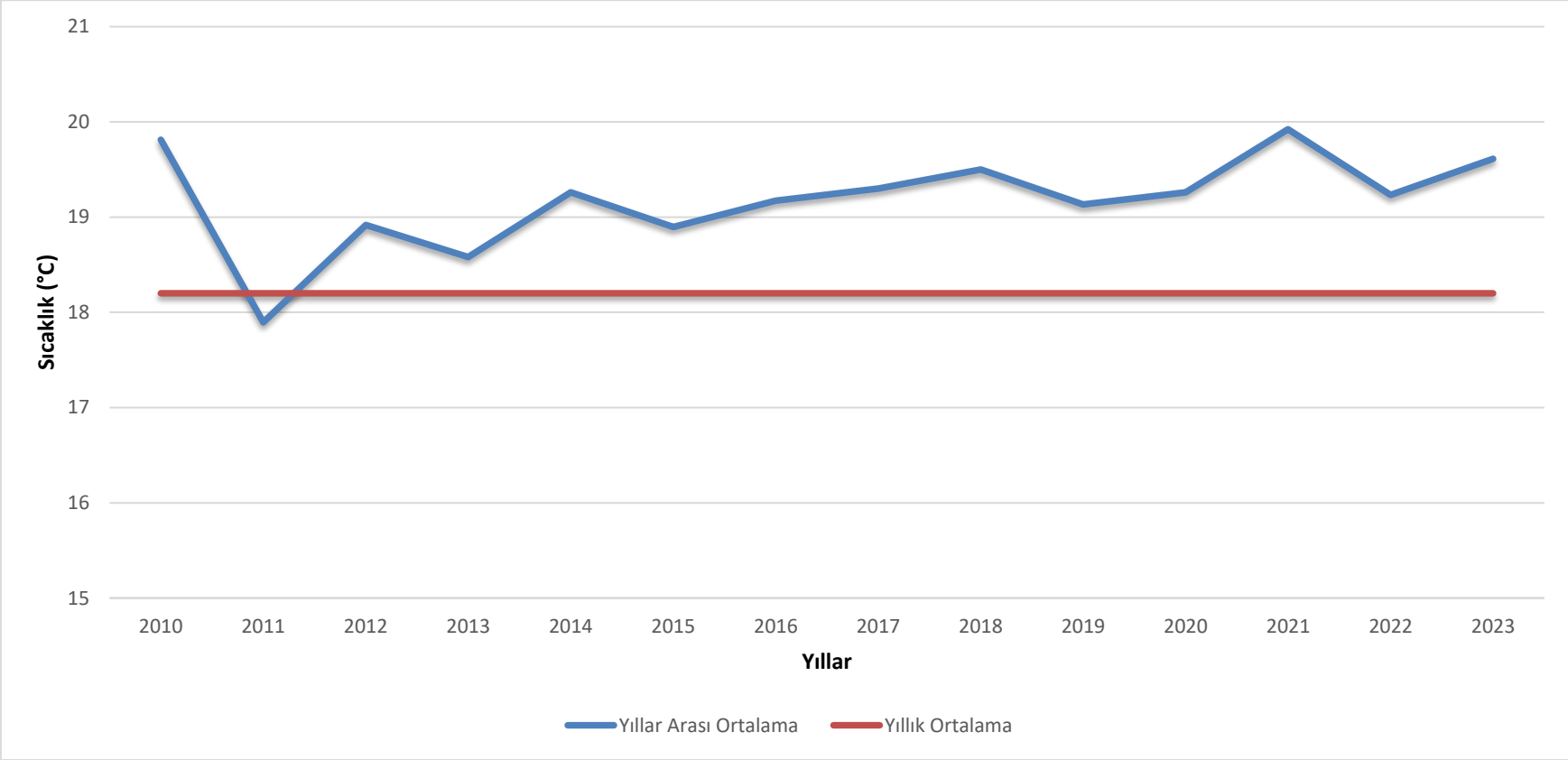
Ceylanpınar İstasyonu'nda 1960-1980 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin göreceli olarak istikrarlı bir seyir izlediği görülmektedir. Bu yıllar arasında sıcaklık zaman zaman 18,4°C'nin üzerine çıkmış, zaman zaman ise bu değerin altına inmiştir. Ancak genel olarak, uzun dönem ortalamasına yakın değerlerin hâkim olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle 1960'lı yılların başında ortalama sıcaklığın 19°C'nin üzerine kadar ulaştığı hatta 20°C'ye yaklaştığı, ancak 1970'li yılların başında sıcaklıkların 17°C'nin altına kadar düştüğü görülmektedir. 1970'li yıllarda sıcaklıkların seyri genel ortalamanın altında seyretmiştir. 1980-2000 dönemi incelendiğinde, yıllık sıcaklıkların uzun dönem ortalamasına yakın değerlerde gerçekleştiği, ancak bu süreçte içsel dalgalanmaların daha belirgin şekilde ortaya çıktığı dikkat çekmektedir. Özellikle 1990'lı yılların başı, uzun dönem ortalamasının oldukça altında seyreden yıllık ortalama sıcaklık değerleriyle karakterize olup, 1992 ve 1993 yıllarında bu değerler yaklaşık 16 °C civarında gerçekleşmiştir. Bu dönem, genel ortalamaya kıyasla daha serin yılların yoğunlaştığı bir evre olarak değerlendirilebilir. Ancak, 1990'lı yılların sonlarına doğru sıcaklık değerlerinde bir artış eğilimi vardır. 2000'li yıllarla birlikte sıcaklık eğiliminde önemli değişiklikler gözlemlenmeye başlanmıştır. 2000-2010 yılları arasındaki veriler incelendiğinde, sıcaklıkların uzun dönem ortalaması olan 18,4°C seviyesine yakın seyrettiği görülmektedir. Ancak 2010 sonrası yıllarda sıcaklık değerlerinde belirgin bir artış eğilimi ortaya çıkmıştır. 2010-2023 döneminde, sıcaklık değerlerinin artan bir trend izleyerek 20°C'ye yaklaştığı ve bazı yıllarda bu değeri geçtiği gözlemlenmektedir. 2015 yılından sonra özellikle sıcaklık artışının hızlandığı ve önceki yıllara kıyasla daha yüksek sıcaklık ortalamalarının hâkim olduğu belirginleşmiştir. 2020 sonrası dönemde sıcaklıkların 21°C'nin üzerine kadar yükseldiği ve uzun dönem ortalamasının oldukça üzerine çıktığı görülmektedir **(Şekil 25)**.

Viranşehir İstasyonu'nda 2010-2023 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin göreceli olarak istikrarlı bir seyir izlediği görülmektedir. 2011 yılındaki

düşüşten sonra 2012-2016 döneminde sıcaklık ortalamaları, 18,2°C seviyesine yakın 18°C-19°C aralığında seyretmiştir. Bu dönemde belirgin bir sıcaklık artışı veya azalışı olmamakla birlikte, 2014 yılında gözlemlenen ani sıcaklık artışı ile 19°C'nin üzerine çıkmaktadır. 2015 sonrasında ise sıcaklık eğiliminde belirgin bir yükseliş eğilimi gözlemlenmektedir. Özellikle 2017-2023 yılları arasında, ortalama sıcaklık değerleri uzun dönem ortalamasının üzerinde seyrederken, 2021 yılında zirve noktasına ulaştığı görülmektedir. 2022 yılında sıcaklıkta bir miktar düşüş gözlemlense de 2023 yılı itibariyle tekrar artış eğilimine girmiştir **(Şekil 26)**.



Şekil 25: Ceylanpınar İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklıkların yıllar arası değişim grafiği



Şekil 26: Viranşehir İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklıkların yıllar arası değişim grafiği

2.2.1.10.Don Olaylı Günler

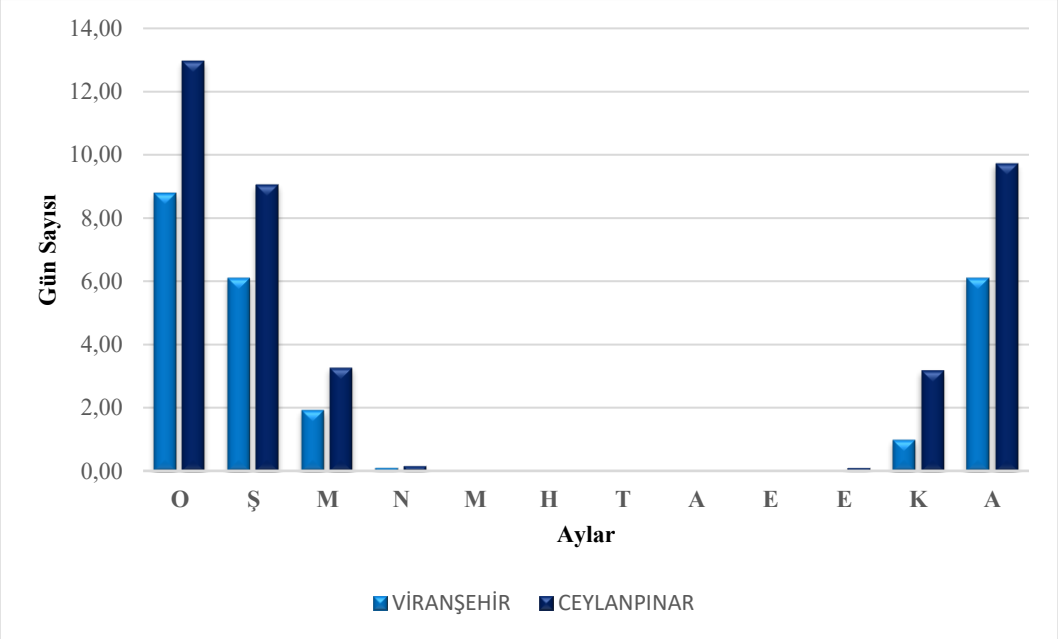
Günlük en düşük sıcaklığın 0°C'nin altına düşmesiyle karakterize edilen günler "donlu günler" olarak tanımlanmaktadır. Bu sıcaklık değerlerinin -10°C'nin altında seyrettiği günler ise "şiddetli donlu günler" şeklinde adlandırılmaktadır. Türkiye'deki don olaylarının coğrafi dağılımı incelendiğinde, karasallık derecesi başta olmak üzere, yükselti ve yılın soğuk döneminde etkili olan hava kütlelerinin nitelikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak belirgin bölgesel farklılıklar gözlemlenmektedir. Klimatolojik açıdan don olayları değerlendirilirken, donun yoğunluğu, süresi ve meydana geldiği zaman dilimi gibi temel unsurlar dikkate alınmaktadır. Uzun süreli ve yüksek şiddetli don olayları önemli hasarlara neden olabilirken, kısa süreli ve düşük şiddetli don olaylarının olumsuz etkileri genellikle daha sınırlı kalmaktadır. Özellikle bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği alanlarda yaşanan şiddetli don olayları, mevsimsel döngüye bağlı olarak önemli ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Don olaylarının bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki etkileri oldukça çeşitlilik göstermektedir. Odunsu bitkilerin gövde ve dalları dona karşı daha dirençli olmasına rağmen, yaprak ve meyveler önemli ölçüde zarar görebilmektedir. Ağaçların çiçeklenme ve yapraklanma dönemine denk gelen ilkbahar donları, sonbahar ve kış aylarında meydana gelen donlara kıyasla bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde daha yıkıcı etkilere sahiptir (Çölaşan, 1960; Tarkan, 1973; Erinç, 1984; Karaoğlu, 2013).

Karacadağ güney kesiminin yıllık ortalama sıcaklıkları yüksek olmasına rağmen karasallığın etkisiyle belirgin sayıda donlu gün gözlemlenmektedir. Kış aylarında donlu gün sayısı en yüksek seviyededir. Aralık ayında Viranşehir'de 6,11, Ceylanpınar'da 9,74; Ocak ayında Viranşehir'de 8,80, Ceylanpınar'da 12,98; Şubat ayında ise Viranşehir'de 6,11, Ceylanpınar'da 9,07 donlu gün kaydedilmiştir. İlkbahar mevsiminin başlangıcı olan Mart ayında don olaylarının sıklığı her ne kadar azalma eğilimi gösterse de bu azalma Nisan ayında daha belirgin bir hâl almaktadır. Mart ayı ortalamasına göre Viranşehir'de 1,94 gün, Ceylanpınar'da ise 3,28 gün don olayı kaydedilirken; Nisan ayında bu değerler sırasıyla 0,11 gün ve 0,17 gün düzeyine gerilemektedir. Nisan ayından itibaren ise ekim ayına kadar olan süreçte don olayına rastlanmamaktadır. Ekim ayında ise yalnızca Ceylanpınar'da düşük bir don frekansı tespit edilmekte olup, bu dönemde ortalama 0,11 gün don olayı görülmektedir. Kasım ayı ile birlikte don olaylarının yeniden artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu artış Viranşehir'de ortalama 1 gün, Ceylanpınar'da ise 3,20 gün olarak kaydedilmektedir **(Tablo 26, Şekil 27)**.

Karacadağ İstasyonu'nun 2018 yılına ait verileri doğrultusunda donlu gün sayıları incelendiğinde, don olaylarının en yoğun olarak kış mevsiminde gerçekleştiği görülmektedir. Bu bağlamda, Ocak ayında 23 gün, Şubat ayında ise 21 gün don olayı kaydedilmiştir. İlkbahar mevsimine geçişle birlikte donlu gün sayılarında belirgin bir azalma yaşanmış; Mart ayında 5 gün, Nisan ayında ise yalnızca 1 gün don olayı gözlemlenmiştir. İlkbahar sonu, Yaz ayları ve sonbahar başlarında (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) ise don olaylı güne rastlanmamıştır. Sonbahar aylarında don olaylı günler Ekim ayında 2 gün, Kasım ayında ise 4 gün olarak tekrar görülmeye başlanmıştır. Aralık ayında ise 8 gün don olaylı gün tespit edilmiştir. Karacadağ İstasyonu'nda 2018 yılındaki toplam don olaylı gün sayısı 64 gün olarak belirlenmiştir.

Tablo 26: Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarında don olaylı gün sayıları

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	8.80	6.11	1.94	0.11							1.00	6.11	24.07
CEYLANPINAR	12.98	9.07	3.28	0.17						0.11	3.20	9.74	38.55



Şekil 27: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında don olaylı günlerin yıllık seyri

Yapılan incelemeler, Ceylanpınar ilçesinin, Viranşehir ilçesine kıyasla tüm mevsimlerde daha fazla donlu gün sayısına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yıllık toplam donlu gün sayısı incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir. Viranşehir'de donlu gün sayısı 24,07 olarak kaydedilirken, Ceylanpınar'da bu değer 38,55 gün olarak belirlenmiştir. Bu farklılık, Ceylanpınar'ın Viranşehir'e göre daha düşük bir rakıma sahip olmasına rağmen, Suriye sınırına yakınlığı nedeniyle karasallığın etkisinin daha belirgin olmasıyla ilişkilendirilebilir. Viranşehir ve Ceylanpınar ile karşılaştırıldığında, Karacadağ İstasyonu'nda 2018 yılında kaydedilen donlu gün sayısının belirgin şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir. Karacadağ'daki 64 günlük donlu gün sayısı, bu iki merkeze göre oldukça fazladır. Bu durum, Karacadağ'ın daha yüksek rakımlı ve dağlık bir sahada yer almasıyla açıklanabilir. Nitekim yükselti arttıkça sıcaklıkların düşmesi ve donlu gün sayısının artması gerçekleşmesi beklenen bir durumdur. Bu durum, özellikle yüksek rakımlara uygun ve don olayına dayanıklı bitki türlerinin seçilmesi ve gerekli koruyucu önlemlerin alınması açısından önem taşımaktadır.

Araştırma sahasında şiddetli donlu günlerin incelenmesi, bu tür ekstrem sıcaklık olaylarının oldukça nadir gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Meydana gelen şiddetli don hadiseleri tamamen kış mevsimi ile sınırlı kalmaktadır. Ceylanpınar İstasyonu'nda Aralık ayında 0,05 gün, Ocak ayında 0,13 gün ve Şubat ayında 0,02 gün olmak üzere yıllık toplamda yalnızca 0,20 gün şiddetli don olayı kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Viranşehir ilçesinde de şiddetli donlu günler kış mevsiminde yoğunlaşmakta olup, Aralık ayında 0,02 gün, Ocak ayında 0,20 gün ve Şubat ayında 0,02 gün olarak belirlenmiş, yıllık toplam ise 0,24 gün olarak saptanmıştır. Görüldüğü üzere, her iki ilçede de şiddetli donlu günlerin yıllık frekansı oldukça düşüktür. Bu durum, araştırma sahasındaki bitkisel üretim faaliyetleri açısından aşırı düşük sıcaklıkların oluşturabileceği riskin sınırlı olduğunu göstermektedir.

2.2.1.11. Toprak Sıcaklıkları

Toprak sıcaklığı, toprak profili içerisinde farklı derinliklerde ölçülen termik durumu ifade eder ve özellikle araştırmanın ana konusunu teşkil eden bitkisel üretim faaliyetleri açısından kritik bir parametredir. Hava sıcaklık değerlerinin aksine, toprak sıcaklıkları daha yüksek bir termik stabiliteye sahiptir. Hava sıcaklığındaki ani değişimler, toprağın düşük termik iletkenliği nedeniyle ancak belirli bir gecikmeyle ve

genellikle azalarak toprak katmanlarına intikal eder. Bu durum, toprağın, üzerinde bulunduğu atmosfer kadar hızlı ısınıp soğumasını engeller. Toprak profilindeki sıcaklık dağılımının tespiti amacıyla standart olarak 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerde ölçümler yapılmaktadır (Gürgen, 2002; Atalay, 2016).

Toprak sıcaklığının yüzeyden derine doğru değişim profili, çok sayıda faktörün etkileşimiyle şekillenir. Bu faktörler arasında gelen güneş radyasyonunun şiddeti, arazinin yükseltisi, mevcut vejetasyon örtüsünün yoğunluğu ve türü ile toprağın fiziksel özellikleri (renk, nem içeriği, porozite, tekstür) yer alır. Toprağın ısınmasında en birincil etken güneş ışınları olmakla birlikte, bulutluluk, nem oranı, üzerindeki bitki ve kar örtüsü gibi unsurlar toprağın ısınma ve soğuma dinamiklerini önemli ölçüde etkiler (Erol, 2010). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verileri, Türkiye özelinde 0,5 cm ile 100 cm arasındaki toprak derinliklerinde, sıcaklık değerlerinin mevsimsel olarak (yaz-kış) ve coğrafi konuma (yükselti farklılıkları, kıyı ve iç kesimler arası) bağlı olarak belirgin değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır (Atalay, 2011).

Toprak yüzeyine en yakın katman olan **5 cm** derinlik, özellikle tohumların çimlenmesi, fidelerin toprak yüzeyine çıkışı ve yüzeydeki mikrobiyal aktivite açısından büyük öneme sahiptir (Atalay, 2016; Atalay vd. 2020). Verilere göre, bu derinlikte her iki lokasyonda da belirgin bir mevsimsel sıcaklık değişimi gözlenmektedir. Ocak ayında ortalama sıcaklıklar Viranşehir'de 5,6°C ve Ceylanpınar'da 5,8°C gibi düşük seviyelerde seyrederken, Temmuz ayında bu değerler sırasıyla 32,0°C ve 36,0°C'ye ulaşarak önemli bir termik genlik göstermektedir. Yıllık ortalamalara bakıldığında, Ceylanpınar 20,5°C ile Viranşehir'e (18,5°C) kıyasla 5 cm derinlikte yaklaşık 2°C daha sıcak bir termik rejime sahiptir **(Tablo 27)**. Bu katmanındaki toprak sıcaklığı don riski, toprak sürme zamanlaması ve erken dönem bitki gelişimi üzerinde doğrudan etkilidir.

Tablo 27: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 5 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	5.6	7.0	11.4	16.6	22.3	28.3	32.0	31.3	27.2	19.9	12.3	7.7	18.5
CEYLANPINAR	5.8	7.7	12.4	18.5	25.2	32.0	36.0	35.5	30.2	21.8	13.0	7.4	20.5

Bitki kök sisteminin gelişmeye başladığı önemli bir alan olan **10 cm** derinlikteki toprak sıcaklığı, 5 cm derinliğe kıyasla atmosferik koşullardan bir miktar daha az etkilenmekle birlikte, yine de belirli bir mevsimsel değişim sergilemektedir. Verilere göre, kış minimumları Ocak ayında Viranşehir'de 6,3°C, Ceylanpınar'da ise 6,2°C olarak ölçülmüştür. Bu değerler 5 cm derinlikteki minimumlardan biraz daha yüksektir (Viranşehir için) veya benzerdir (Ceylanpınar için). Yaz maksimumları ise Temmuz ayında Viranşehir'de 30,9°C ve Ceylanpınar'da 34,7°C olup, 5 cm'deki zirve değerlerden biraz daha düşüktür. Bu durum, yüzeydeki aşırı ısınmanın 10 cm derinliğe bir miktar azalarak iletildiğini gösterir. Yıllık ortalama sıcaklıklar açısından Ceylanpınar (20,3°C), Viranşehir'e (18,4°C) göre yaklaşık 1,9°C daha sıcaktır **(Tablo 28)**. 10 cm derinlikteki sıcaklık koşulları, birçok bitki türünün kök gelişimi ve besin maddesi alımı için önemli olan sıcaklık eşiklerine ulaşma zamanlamasını doğrudan etkilemektedir.

Tablo 28: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 10 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri

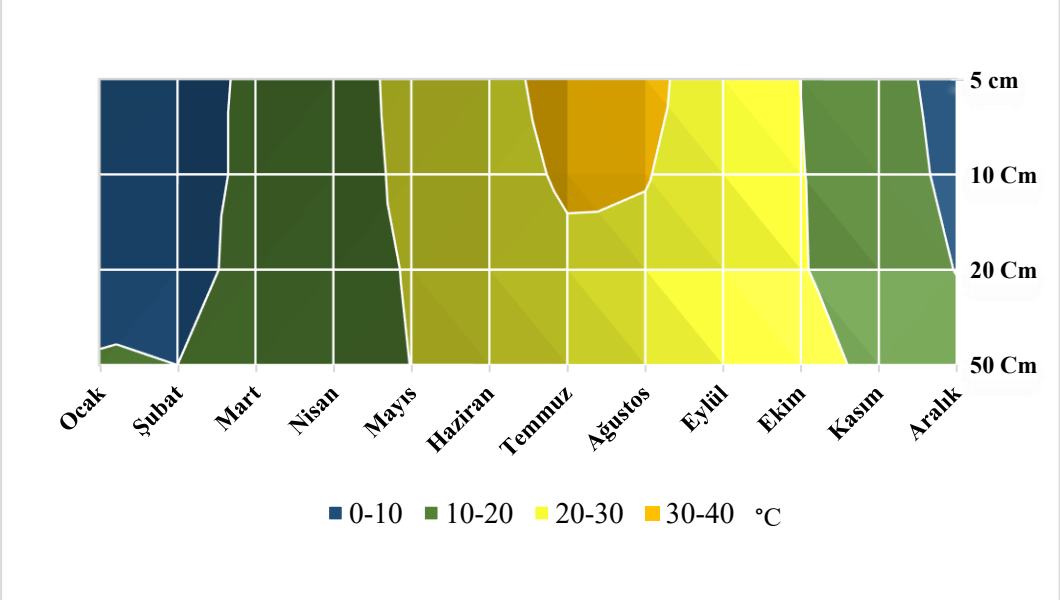
İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	6.3	7.4	11.4	16.3	21.8	27.5	30.9	30.3	26.8	20.4	13.1	8.4	18.4
CEYLANPINAR	6.2	7.9	12.4	18.3	24.5	30.8	34.7	34.4	29.7	22.5	13.6	8.0	20.3

20 cm derinlikteki toprak sıcaklığı, yüzeye kıyasla daha az dalgalanan bir mevsimsel değişim sergiler. Bu derinlik, kök sisteminin daha derine indiği bitki türleri açısından önem arz etmektedir. Verilere göre, kış aylarındaki en düşük sıcaklıklar (Ocak) Viranşehir'de 7,5°C ve Ceylanpınar'da 7,1°C olarak ölçülmüş olup, bu değerler hem 5 cm hem de 10 cm derinliklerdeki Ocak ayı minimumlarından daha yüksektir. Bu durum, 20 cm derinliğin kış soğuklarına karşı daha iyi bir yalıtım sağladığını teyit eder. Yaz aylarındaki en yüksek sıcaklıklar (Temmuz) ise Viranşehir'de 28,7°C ve Ceylanpınar'da 32,8°C olarak kaydedilmiştir. Bu değerler yüzeye yakın katmanlardaki zirve sıcaklıkların altındadır. Yıllık ortalama sıcaklıklar Ceylanpınar'da 20,0°C, Viranşehir'de ise 18,1°C olarak ölçülmüş olup; bu derinlikte de yaklaşık 1,9°C'lik bir sıcaklık farkı gözlemlenmektedir **(Tablo 29)**.

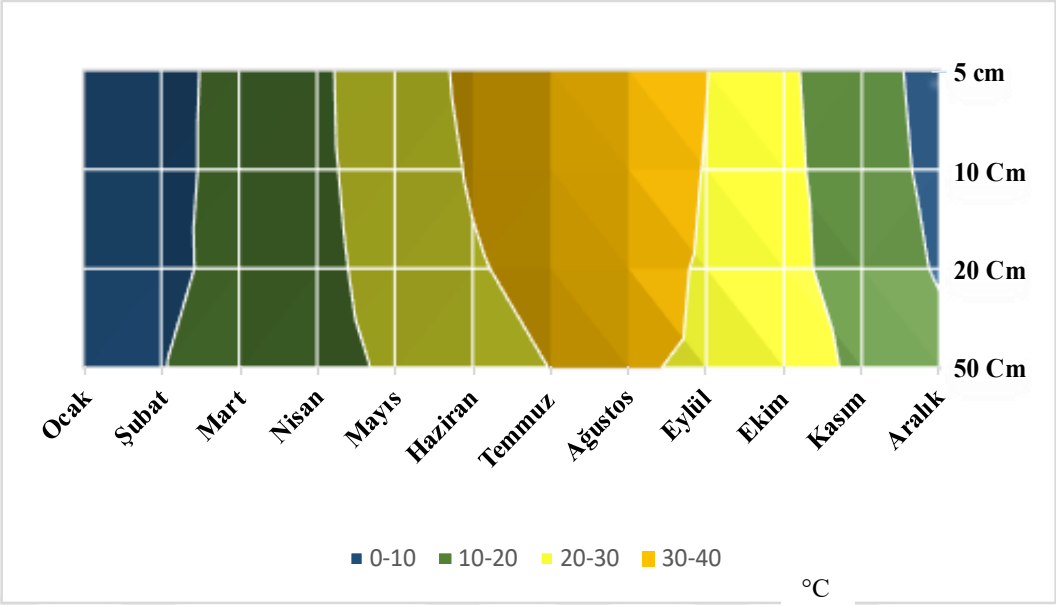
Tablo 29: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 20 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	7.5	8.2	11.6	15.9	20.7	25.7	28.7	28.6	25.7	20.6	14.4	9.8	18.1
CEYLANPINAR	7.1	8.3	12.3	17.6	23.6	29.2	32.8	32.9	29.2	23.0	15.0	9.2	20.0

Sonuç olarak, toprak sıcaklığı, çiftçilerin ekim ve dikim kararlarını yönlendiren en önemli faktörlerden biri olup, pratikte genellikle ilk 10 cm'lik toprak derinliğinin en az 8-10°C'ye ulaşması beklenmektedir (Süzer, 1994). İncelenen Viranşehir ve Ceylanpınar verileri, belirgin mevsimsel sıcaklık döngülerini ve Ceylanpınar'ın genellikle Viranşehir'e göre daha sıcak toprak koşullarına sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Verilere göre, her iki lokasyonda da bu kritik 8-10°C eşiği hem 5 cm hem de 10 cm derinlikte ortalama olarak Mart ayında aşılmaktadır (Viranşehir: 11,4°C, Ceylanpınar: 12,4°C). Bu bulgu, yöredeki bitkisel üretim faaliyetleri için uygun ekim penceresinin genellikle Mart ayında başladığına işaret etmektedir. Farklı derinliklerdeki (5, 10, 20 cm) sıcaklık değişimleri ve lokasyonlar arası farklılıklar, optimum bitki gelişimi için tarım takviminin ayarlanmasında dikkate alınmalıdır **(Şekil 28 ve 29)**.



Şekil 28: Viranşehir İstasyonu'nda toprakaltı sıcaklıklarının aylara göre değişimi



Şekil 29: Ceylanpınar İstasyonu'nda toprakaltı sıcaklıklarının aylara göre değişimi

2.2.2. Basınç

Türkiye'nin orta enlemlerdeki konumu, hava koşullarının mevsimsel olarak farklılıklar göstermesine neden olmakta ve bu durum, iklim araştırmalarında atmosfer basıncı ve rüzgâr sistemlerinin incelenmesinin önemini artırmaktadır. Atmosferik basınç ve rüzgâr, hava durumu ve iklimin temel belirleyicileri olarak öne çıkmakta ve bu nedenle iklim araştırmalarının merkezinde yer almaktadır. Yeryüzünün herhangi bir bölgesinde meydana gelen basınç farklılıkları, rüzgarlarla birlikte çeşitli iklim olaylarının ortaya çıkışını etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, basınç ve rüzgâr koşullarının detaylı bir şekilde analiz edilmesi, genel iklim özelliklerinin anlaşılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde, basınç farklılıklarına bağlı olarak gelişen rüzgârların hem olumlu hem de olumsuz etkileri söz konusudur. Olumsuz etkiler arasında toprakta kuraklığa yol açma, bitkilerden su kaybını hızlandırma, meyvelerin olgunlaşmadan dökülmesine neden olma, ekin tarlalarının erken kurumasıyla rekolte düşüşlerine ve başakların kırılmasıyla ürün kaybına yol açma sayılabilirken, olumlu etkiler ise meyvelerde şeker ve yağ oranını artırma, bitkilerde döllenmeyi kolaylaştırma ve ürünlerin zamanında olgunlaşmasına yardımcı olma şeklinde sıralanabilir (Gürgen, 2002; Doğanay ve Coşkun, 2015; Türkeş, 2017; Yetmen, 2020).

Araştırma sahasındaki aylık ortalama basınç değerleri, doğrudan doğruya bitki türlerinin gelişimi dolayısıyla bitkisel üretim faaliyetlerine tesiri olmasa da Karacadağ güney kesiminin iklim karakterini anlamak ve bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki potansiyel etkilerini öngörmek açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetleri için basınç verilerinin diğer iklim parametreleriyle özellikle de rüzgâr ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Buna göre Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının aylık ortalama basınç değerleri incelendiğinde, düzenli bir döngü takip edildiği görülmektedir.

Viranşehir İstasyonu'nda yıllık ortalama hava basıncı 949 hPa olarak tespit edilmiştir. Aylık ortalamalar dikkate alındığında, en yüksek ortalama atmosferik basınç Aralık ayında 955 hPa ile gözlemlenmektedir. Ocak ayından itibaren basınç değerlerinde kademeli bir azalma gözlenmekte ve bu düşüş Temmuz ayına kadar devam ederek yılın en düşük ortalama basınç değerine (940 hPa) ulaşılmaktadır. Ağustos ayından itibaren basınçta tekrar yükseliş yaşanmakta ve Kasım ayında (954 hPa) Aralık ayındaki maksimum değere oldukça yakın bir seviyeye gelinmektedir. Bu durum, yaz aylarındaki ortalama basıncın yıllık ortalamanın altında seyrettiğini, kış aylarındaki ortalama basıncın ise yıllık ortalamanın üzerinde olduğunu göstermektedir. Bahar ayları ise yıllık ortalamaya yakın basınç değerlerine sahiptir **(Tablo 30)**.

Tablo 30: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum hava basıncı değerleri (hPa)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
Ortalama Hava Basıncı	954	953	950	949	947	943	940	942	946	951	954	955	949
Maksimum Hava Basıncı	966	965	965	960	957	953	949	949	955	962	962	967	967
Minimum Hava Basıncı	934	932	932	934	936	934	931	934	937	940	935	935	931

Ceylanpınar İstasyonu'nda ise yıllık ortalama hava basıncı 970 hPa olarak kaydedilmiştir. Viranşehir'e benzer bir şekilde, en yüksek ortalama basınç Aralık ayında (977 hPa) ölçülmüştür. Ocak ayından itibaren basınç değerleri azalmaya başlayarak Temmuz ayında en düşük seviyeye (960 hPa) inmektedir. Ağustos ayından itibaren tekrar yükselişe geçen basınç, Kasım ayında (975 hPa) maksimum değere yakın bir konuma ulaşmaktadır. Buna göre, Ceylanpınar'da da yaz aylarındaki ortalama basınç yıllık ortalamanın altında kalırken, kış aylarındaki ortalama basınç yıllık ortalamanın üzerindedir. Bahar ayları ise yıllık ortalamaya yakın değerler sergilemektedir **(Tablo 31)**.

Tablo 31: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum hava basıncı değerleri (hPa)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
Ortalama Hava Basıncı	976	975	972	970	968	964	960	962	966	972	975	977	970
Maksimum Hava Basıncı	992	992	987	982	979	974	969	976	975	984	986	989	992
Minimum Hava Basıncı	956	954	953	957	957	953	951	954	957	960	957	957	951

Her iki meteoroloji istasyonunun (Ceylanpınar ve Viranşehir) aylık ortalama basınç değerleri incelendiğinde, benzer bir yıllık döngü sergiledikleri tespit edilmektedir. Bununla birlikte, Ceylanpınar'da kaydedilen ortalama basınç değerlerinin, Viranşehir'e kıyasla genel olarak daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, konum ve yükselti farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Viranşehir'in daha yüksek bir rakıma sahip olması, Ceylanpınar'a göre daha düşük basınç değerlerinin gözlemlenmesine neden olmaktadır. Her iki ilçede de en yüksek ortalama basınç değerlerine kış aylarında (Aralık-Ocak-Şubat) ulaşılırken, en düşük değerler ise yaz ortasında (Temmuz) gözlemlenmektedir. Bu durum, kış mevsiminde soğuk ve yoğun

hava kütlelerinin atmosferde yüksek basınç alanları oluşturması, yaz mevsiminde ise ısınan havanın genleşerek alçak basınç merkezlerini meydana getirmesiyle açıklanabilir.

Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama basınç değerlerinin yanı sıra, maksimum ve minimum basınç değerleri de iklim karakterini anlamak açısından önem arz etmektedir. **Tablo 30** ve **31** incelendiğinde, Viranşehir'de aylık maksimum basınç değeri Aralık ayında 967 hPa ve minimum basınç değeri ise Temmuz ayında 931 hPa olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, Viranşehir'de yıllık basınç salınımının 36 hPa olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Ceylanpınar'da ise aylık maksimum basınç değeri Şubat ayında 992 hPa'a ulaşırken, minimum basınç değeri Temmuz ayında 951 hPa olarak ölçülmüştür. Bu veriler, Ceylanpınar'daki yıllık basınç değişim aralığının yaklaşık 41 hPa olduğunu ortaya koymaktadır.

2.2.3. Rüzgârlar

İklim araştırmalarının temelini oluşturan unsurlardan biri de rüzgarlardır. Yeryüzüne paralel bir doğrultuda hareket eden hava veya hava kütleleri olarak tanımlanan rüzgâr, iklim sistemlerinin dinamik bir bileşenidir. Rüzgâr, yönü, esiş sıklığı (frekansı) ve hızı olmak üzere üç temel özelliği ile iklim üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ancak rüzgarların önemi yalnızca bu temel özelliklerinden kaynaklanmamakta, aynı zamanda diğer iklim elemanlarını etkileme ve harekete geçirme potansiyellerinden de ileri gelmektedir. Nitekim rüzgarlar, etkili oldukları bölgelerdeki doğal koşullarında önemli değişimlere neden olabilme potansiyeline sahiptir. Kaynaklandıkları hava kütlelerinin sıcaklık ve nem gibi fiziksel özelliklerini estikleri yerlere taşıyarak ortamın meteorolojik şartlarını hızla değiştirebilen rüzgarlar, bu nedenle doğal ekosistemler kadar insan yaşamı için de büyük bir öneme sahiptir. Rüzgarların bu etkilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılabilmesi ise, şiddetlerinin, estikleri yönlerin ve esiş frekanslarının detaylı bir şekilde incelenmesiyle mümkün olmaktadır (Gürgen, 2002; Atalay, 2010; Türkeş, 2017).

Rüzgâr yönü, bir lokasyona doğru gerçekleşen yatay hava hareketinin yönünü ifade eder ve bu yön, genellikle coğrafi yönler (kuzey, güney, doğu, batı) veya bu yönlerin çeşitli kombinasyonları (kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu, güneybatı) kullanılarak tanımlanır. Bu meteorolojik değişken, bitkisel üretim faaliyetlerinin çeşitli aşamalarında önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü rüzgârın geldiği yön, bölgeye taşınan

hava kütlelerinin sıcaklık ve nem özelliklerini belirleyerek bitki fizyolojisi ve gelişimi üzerinde doğrudan etkilere sahip olmaktadır. Hâkim rüzgâr yönlerinin belirlenmesi ve bu yönlerin iklim karakteri üzerindeki etkilerinin anlaşılması açısından değerlidir. Dolayısıyla, rüzgâr yönün detaylı incelenmesi, bitkisel üretim faaliyetlerinin iklim koşullarına uyumunu sağlamak ve potansiyel iklim risklerini (örneğin don, aşırı sıcaklık veya hastalık taşıyan hava kütleleri) öngörerek gerekli önlemleri almak adına kritik bir öneme sahiptir (Çölaşan, 1960; Tarkan, 1973; Karaoğlu, 2013; Türkeş, 2017).

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait rüzgâr yönlerinin dağılımlarını gösteren aşağıdaki tablolar, coğrafi yönler bazında rüzgâr hareketlerinin mevsimsel ve yıllık varyasyonlarını ortaya koymaktadır. Tablodaki veriler, yüzdelik frekans değerlerini temsil etmekte olup, kırmızı renkli hücreler ilgili mevsimdeki en düşük, mavi renkli hücreler ise en yüksek frekansları ifade etmektedir. Analiz sonuçları, yöredeki rüzgâr rejiminin mevsimsel basınç sistemleri ve topoğrafik faktörlerle ilişkili dinamik bir yapı sergilediğini göstermektedir.

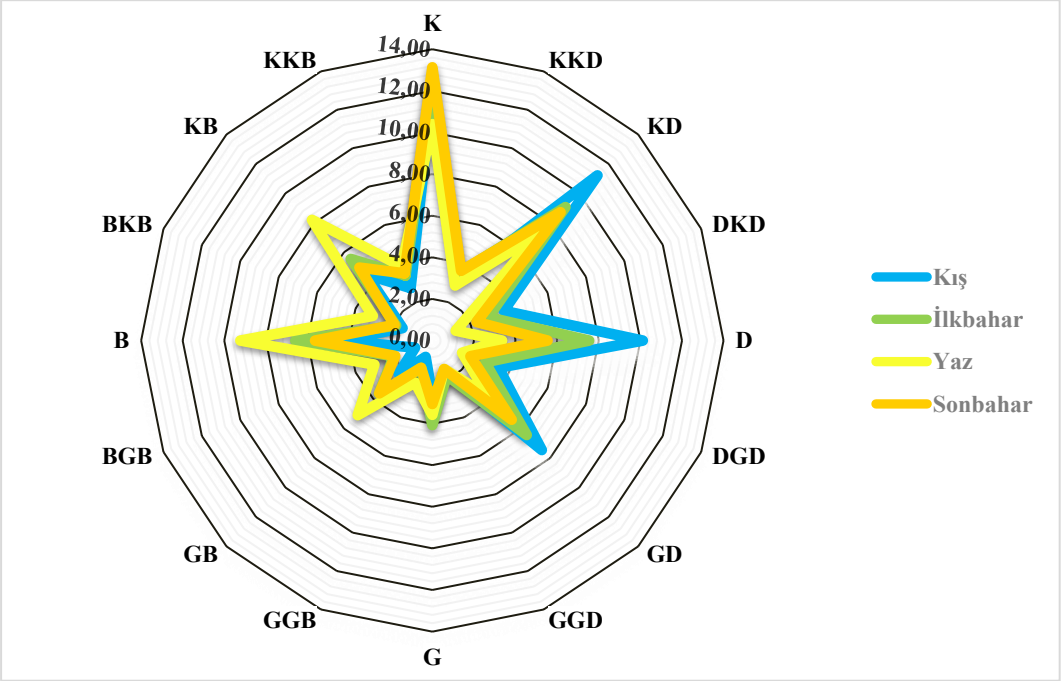
Viranşehir İstasyonu Kış Mevsimi: Kuzey (K) yönü, %12,08 ile kışın en baskın rüzgâr yönü olarak öne çıkmaktadır. Bunu %11,23 ile Kuzeydoğu (KD) ve %10,12 ile Doğu (D) yönleri izlemektedir. En düşük frekans ise %0,85 ile Güney-güneybatı (GGB) yönünde kaydedilmiştir. Bu durum, kışın soğuk ve kuru hava kütlelerinin kuzey ve doğu yönlü akışının yöre iklimine hâkim olduğunu göstermektedir. **İlkbahar:** Kuzey (K) yönünde frekans %12,20'ye yükselerek ilkbaharda da önemini korurken, özellikle batı (B) yönünden esen rüzgarların frekansında %4,48'den %6,59'a yükselen bir artış kaydedilmiştir. Buna mukabil, doğu (D) yönünden esen rüzgarların frekansında ise %10,12'den %7,54'e düşüş meydana gelmiştir. İlkbahar döneminde batı ve batı sektörlü yönlerdeki artışlar, mevsim geçişiyle birlikte yöreyi etkileyen ılıman hava akımlarının etkisini yansıtmaktadır. **Yaz Mevsimi:** Yaz mevsiminde kuzey (K) yönünden esen rüzgarlar %10,40 frekans ile en yüksek değere sahipken, en düşük frekans %1,22 ile doğu-kuzeydoğu (DKD) yönünde tespit edilmiştir. Bu mevsimde Doğu (D) yönlü rüzgarların frekanslarında belirgin bir düşüş ve en düşük değerlerin kaydedildiği görülmektedir. Bu durum, meteorolojik açıdan yaz aylarında etkili olan Basra Alçak Basınç sistemi ile ilişkilendirilebilir. **Sonbahar:** Kuzey (K) yönü %13,13 ile sonbaharda zirve yaparken, Batı (B) yönü %5,64'e gerilemiştir. Kuzeydoğu (KD) ve Doğu (D) yönlerinde sırasıyla %8,72 ve %5,54'lük frekanslar, mevsimsel soğuma ile kuzey kaynaklı hava akımlarının yeniden etkinleştiğini göstermektedir.

Viranşehir İstasyonu Yıllık Genel Eğilimler: Yıllık verilere göre, Kuzey (K) yönü %11,95 ile en baskın yön olarak öne çıkmaktadır. Bunu %9,06 ile Kuzeydoğu (KD) ve %6,64 ile Doğu (D) yönleri takip etmektedir. En düşük yıllık frekanslar ise %1,47 ile Güney-güneybatı (GGB) ve %1,60 ile Güney-güneydoğu (GGD) yönlerinde yoğunlaşmıştır **(Tablo 32, Şekil 30)**. Bu dağılım, sahanın genelinde kuzey ve batı yönlü rüzgârların hakimiyetini, güney yönlü akımların ise daha nadir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum özellikle Viranşehir'in kuzeyinde konumlanan Karacadağ'ın topografik etkisiyle açıklanabilir. Karacadağ'ın varlığı, kuzeyden gelen hava akımlarının Viranşehir platosu üzerinde baskın bir şekilde etkili olmasına neden olmakta, bu da rüzgâr frekansı tablosunda gözlemlenen kuzey yönlü rüzgarların yüksek oranını desteklemektedir. Bu coğrafi ilişki, Viranşehir Platosu'ndaki bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanmasında rüzgârın potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemli bir veri sunmaktadır **(Tablo 33)**.

Tablo 32: Viranşehir İstasyonu'nda mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı

Yönler	Mevsimler				Yıllık
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
K	12,08	12,20	10,40	13,13	11,95
KKD	3,03	3,55	2,86	3,62	4,58
KD	11,23	9,06	7,25	8,72	9,06
DKD	3,72	2,91	1,22	2,30	2,54
D	10,12	7,54	3,35	5,54	6,64
DGD	3,45	2,75	1,55	1,98	2,44
GD	7,45	6,43	3,80	5,39	5,77
GGD	1,60	1,82	1,49	1,49	1,60
G	2,69	4,07	3,57	3,06	3,35
GGB	0,85	1,42	2,19	1,42	1,47
GB	2,28	3,63	5,08	3,61	3,65
BGB	0,90	2,00	3,02	1,93	1,97

B	4,48	6,59	9,23	5,64	6,49
BKB	1,55	1,89	3,10	1,96	2,13
KB	4,47	5,55	8,19	4,96	5,79
KKB	2,72	3,38	3,85	3,49	3,36



Şekil 30: Viranşehir İstasyonu'na ait mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı

Tablo 33: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık hâkim rüzgâr yönleri ve bunlara karşılık gelen yüzdesel dağılımları

Aylar	**O**	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**	**K**	**A**	**Yıllık Ortalama**
Yönler	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
Yüzdesi (%)	12.26	12.34	13.32	9.98	13.30	11.75	10.30	9.16	11.82	14.29	13.29	11.65	11.95

Ceylanpınar İstasyonu Kış Mevsimi: Kuzeydoğu (KD) yönü, %9,79 ile kışın en baskın rüzgâr yönüdür. Bunu %9,36 ile Doğu (D) ve %7,99 ile Kuzey (K) yönleri izlemektedir. En düşük frekans ise %0,61 ile Güney-güneybatı (GGB) yönünde kaydedilmiştir. Bu durum, kışın soğuk ve karasal hava kütlelerinin kuzeydoğu ve doğu

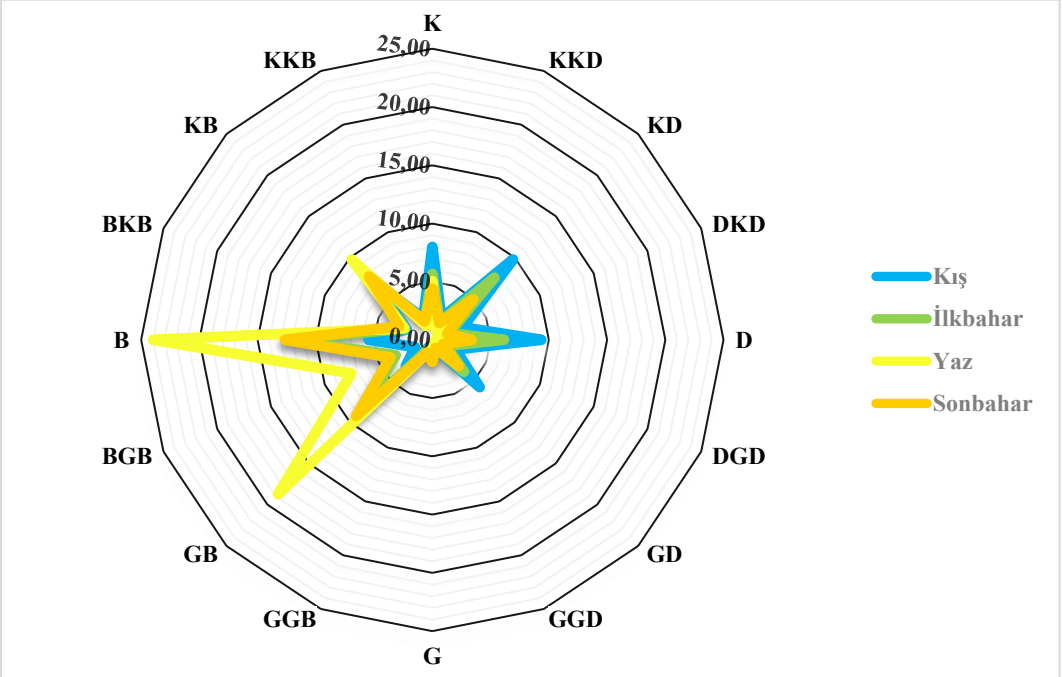
yönlü akışının sahaya hâkim olduğunu göstermektedir. **İlkbahar:** İlkbaharda Batı (B) yönünde %12,57'lik bir oran gözlemlenmiş ve bu yön mevsimin en yüksek frekansına ulaşmıştır. Güneybatı (GB) yönü de %3,22'den %8,40'a yükselerek dikkat çekici bir ivme kazanmıştır. Buna karşılık, Doğu (D) sektörlü rüzgarlarda düşüş meydana gelmiştir. Bu değişim, ilkbaharda batı ve güneybatı kaynaklı ılıman hava akımlarının etkisini yansıtmaktadır. **Yaz Mevsimi:** Yazın rüzgâr rejiminde çarpıcı bir değişim görülmektedir. Batı (B) yönü %23,97 ile en yüksek frekansa ulaşırken, Güneybatı (GB) yönü de %18,73'lük bir değerle mevsimin belirleyici yönlerinden biri olmuştur. Buna karşılık, Doğu-güneydoğu (DGD) yönü %0,23'e düşerek en düşük seviyeyi göstermektedir. **Sonbahar:** Sonbaharda Batı (B) yönü %12,66 ile baskınlığını sürdürürken, Güneybatı (GB) yönü %9,24'lük bir frekans göstermiştir. Güney-güneybatı (GGB) yönü ise %0,75 ile en düşük frekansa sahiptir.

Yıllık Genel Eğilimler: Yıllık verilere göre, Batı (B) yönü %13,67 ile en baskın yön olarak öne çıkmaktadır. Bunu %9,90 ile Güneybatı (GB) ve %8,19 ile Kuzeybatı (KB) yönleri takip etmektedir. En düşük yıllık frekanslar ise %0,62 ile Güney-güneydoğu (GGD) ve %0,96 ile Güney-güneybatı (GGB) yönlerinde yoğunlaşmıştır **(Tablo 34, Şekil 31)**. Bu dağılım, yörenin genelinde batı ve güneybatı yönlü rüzgârların hakimiyetini, güney ve doğu yönlü akımların ise sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Ceylanpınar Ovası'nda bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanmasında rüzgârın etkilerinin dikkate alınması açısından önemli bir değerlendirme ölçütü sağlamaktadır **(Tablo 35)**.

Tablo 34: Ceylanpınar İstasyonu'nda mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı

Yönler	Mevsimler				Yıllık
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
K	7,99	5,66	5,05	4,40	5,75
KKD	2,00	1,65	0,87	1,57	2,24
KD	9,79	7,56	3,06	4,96	6,34
DKD	2,84	1,57	0,35	1,36	1,53
D	9,36	6,15	0,79	3,39	4,93

DGD	2,13	1,30	0,23	0,97	1,16
GD	5,74	3,86	1,41	3,17	3,55
GGD	0,82	0,64	0,28	0,75	0,62
G	1,33	1,59	1,81	1,88	1,65
GGB	0,61	0,85	1,17	1,19	0,96
GB	3,22	8,40	18,73	9,24	9,90
BGB	1,61	3,38	7,53	3,91	4,11
B	5,46	12,57	23,97	12,66	13,67
BKB	2,38	2,53	2,61	3,08	2,65
KB	6,82	8,44	9,78	7,70	8,19
KKB	2,02	1,71	1,30	1,75	1,69



Şekil 31: Ceylanpınar İstasyonu'na ait mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı

Tablo 35: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık hâkim rüzgâr yönleri ve bunlara karşılık gelen yüzdesel dağılımları

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama
Yönler	KD	KD	B	B	B	B	B	B	B	B	KD	KD	
Yüzdesi (%)	10.47	9.42	9.60	13.13	14.99	22.76	24.88	24.27	20.43	10.60	7.49	9.50	14.79

Rüzgâr esme sayıları ve bu sayılardan türetilen rüzgâr frekansı, iklim analizlerinde yararlanılan önemli parametrelerdir. Rüzgâr frekansı, bir anlamda rüzgârın belirli bir yönden esme olasılığının veya yaygınlığının bir göstergesidir ve genellikle belirli bir zaman diliminde (gün, ay, mevsim, yıl) o yönden esen rüzgâr sayısının toplam gözlem sayısına bölünmesiyle hesaplanır (Türkeş, 2017). Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait aylık rüzgâr esme sayısı verilerinin incelenmesi, araştırma sahasındaki hâkim rüzgâr yönleri ve bunların aylık değişimleri hakkında önemli bilgiler sunmakta, bu da bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanması için önem teşkil etmektedir.

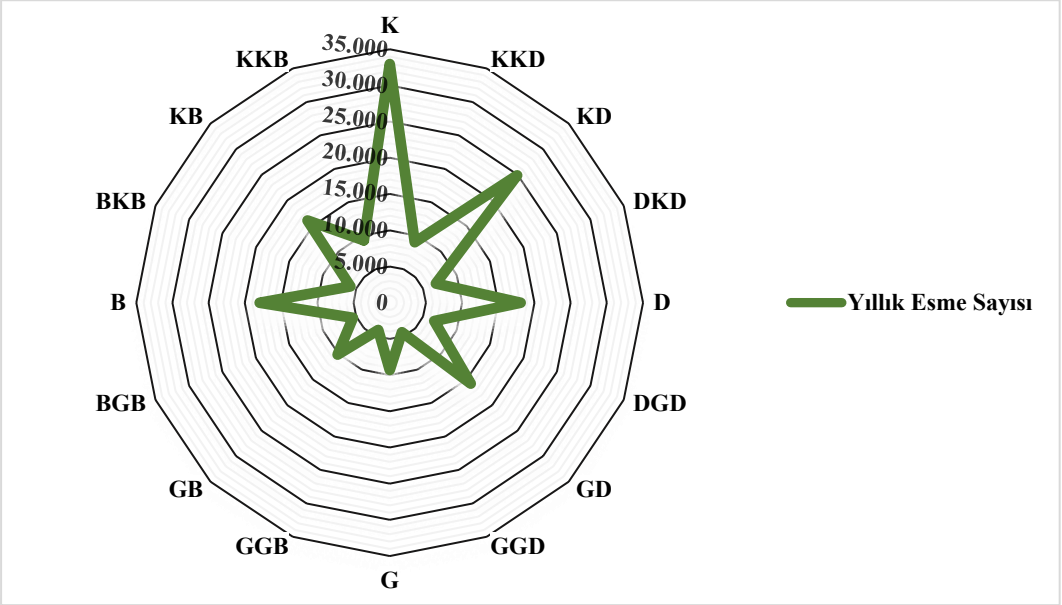
Viranşehir İstasyonu'nda genel olarak yıl boyunca en baskın rüzgâr yönlerinin kuzey (K) ve kuzeydoğu (KD) olduğu görülmektedir. Yıllık toplam esme sayılarına bakıldığında, K yönü 32.957 ve KD yönü 24.890 esme sayısı ile diğer yönlere göre belirgin bir üstünlüğe sahiptir. Bu iki yönü, doğu (D: 18.098), batı (B: 17.959), kuzeybatı (KB: 16.026) ve güneydoğu (GD: 15.816) yönleri takip etmektedir. Bu durum, Viranşehir'in genel atmosferik dolaşımında kuzey sektörlü rüzgarların hakimiyetini göstermektedir. En düşük yıllık esme sayıları ise güney-güneybatı (GGB: 4.088), güney-güneydoğu (GGD: 4.425) ve batı-güneybatı (BGB: 5.468) gibi güney sektörlü yönlerde kaydedilmiştir.

Aylık dağılımlar incelendiğinde, rüzgâr frekanslarında bariz mevsimsel değişimler gözlenmektedir. Kuzey (K) yönü, yılın tüm aylarında yüksek frekansını korumakla birlikte, özellikle Ekim (3485) ve Mayıs (3158) aylarında zirve yapmaktadır. Bu durum, kuzey rüzgarların yıl boyunca etkili olduğunu, ancak özellikle geçiş mevsimlerinde daha da güçlendiğini göstermektedir (mavi ile işaretli). Bazı yönlerde ise mevsimsel değişimler daha keskindir. Kırmızı ile gösterilen en düşük frekans değerleri incelendiğinde özellikle güneybatı sektörlü rüzgârların kış aylarında oldukça seyrek estiği görülmektedir. Batı-güneybatı (BGB) yönü, Ocak ayında sadece 148 esme sayısı ile tüm tablodaki mutlak minimum değere sahiptir. Benzer şekilde, güney-güneybatı

(GGB) yönü de Kasım (195) ve Aralık (189) aylarında oldukça düşük frekanslara sahiptir. Bu veriler, Viranşehir'de güneybatıdan esen rüzgarların, özellikle yılın soğuk dönemlerinde oldukça seyrek görüldüğünü ortaya koymaktadır **(Tablo 36, Şekil 32)**.

Tablo 36: Viranşehir İstasyonu aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönlere göre dağılımı

Yönler	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
K	2662	2491	3115	2312	3158	2664	2445	2169	2730	3485	3042	2684	32.957
KKD	574	731	687	832	984	689	625	692	668	1087	806	653	9.028
KD	2467	2327	2120	2053	2199	1713	1827	1542	1658	2375	2117	2492	24.890
DKD	850	823	767	698	584	243	332	281	269	615	734	733	6.929
D	2575	2067	2023	1900	1370	755	855	743	827	1381	1692	1910	18.098
DGD	816	642	863	648	417	416	375	296	266	484	648	788	6.659
GD	1563	1512	1759	1530	1226	856	904	906	1026	1270	1496	1768	15.816
GGD	371	291	441	427	410	308	410	330	353	377	323	384	4.425
G	546	562	796	1059	1008	626	1007	884	924	682	545	646	9.285
GGB	177	186	257	335	406	388	616	535	503	301	195	189	4.088
GB	467	440	643	919	992	1012	1252	1300	1334	776	430	579	10.144
BGB	148	230	440	404	568	779	630	705	640	433	286	205	5.468
B	778	1065	1285	1602	1747	2343	2273	1843	1857	1192	916	1058	17.959
BKB	313	299	378	391	563	765	817	588	545	445	389	400	5.893
KB	857	978	1103	1278	1524	2136	2011	1583	1381	1156	952	1067	16.026
KKB	642	534	800	745	832	872	917	911	932	809	711	593	9.298



Şekil 32: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönleri

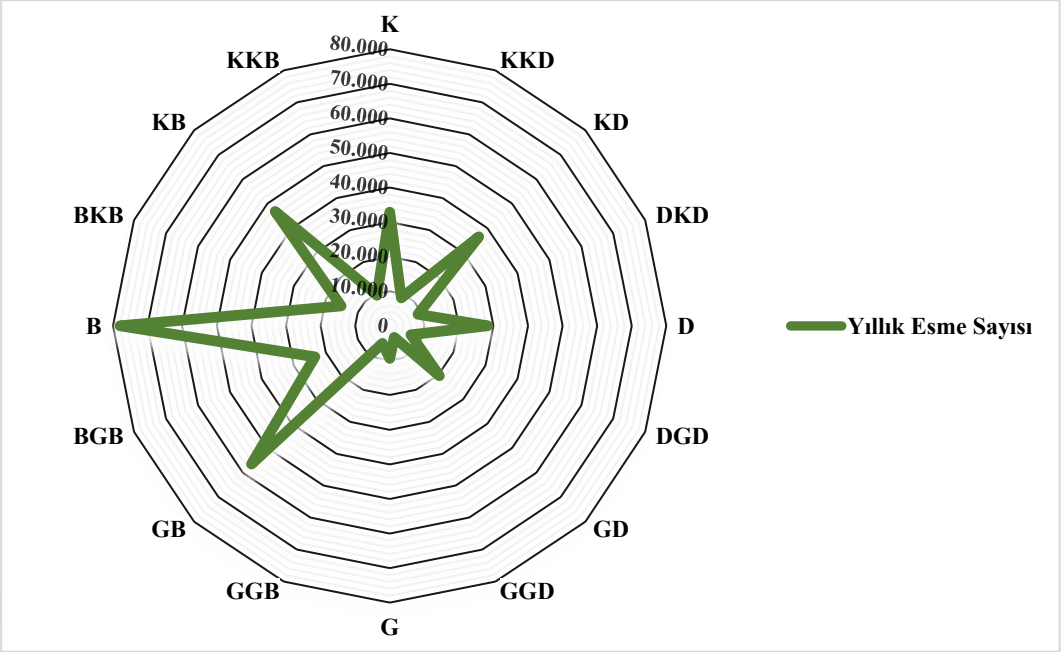
Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık toplam esme sayılarına bakıldığında, en baskın rüzgâr yönünün açık ara Batı (B) olduğu görülmektedir (77.996 esme). Bunu sırasıyla Güneybatı (GB: 56.488), Kuzeybatı (KB: 46.812) ve Kuzeydoğu (KD: 36.445) yönleri takip etmektedir. Kuzey (K) ve Doğu (D) yönleri de önemli sayıda esme gösterirken, güney sektörlü rüzgarlar, özellikle Güney-güneydoğu (GGD: 3.569) ve Güney-güneybatı (GGB: 5.466), yıl boyunca en düşük frekanslara sahip yönlerdir. Bu durum, çalışma alanındaki genel hava akımlarının ağırlıklı olarak batı yönlü olduğunu göstermektedir.

Rüzgâr esme sayılarının aylık dağılımı incelendiğinde, mevsimsel farklılıklar dikkat çekmektedir. En belirgin özellik, Batı (B) yönlü rüzgarların yaz aylarındaki çarpıcı artışıdır. Bu yönden esen rüzgarlar Haziran (10.549) ayından itibaren hızla artarak Temmuz (11.986) ve Ağustos (11.614) aylarında mutlak zirve değerlerine ulaşmakta (mavi ile işaretli) ve Eylül (9.411) ayında da yüksek frekansını korumaktadır. Buna karşılık, kış ayları farklı bir rüzgâr karakteristiği sergilemektedir. Batı rüzgarları hala önemli olsa da Kuzeydoğu (KD) yönü bu dönemde belirginleşmektedir. KD rüzgarları en yüksek frekanslarına Ocak (5175) ve Aralık (4655) aylarında ulaşırken (mavi ile işaretli), Şubat ve Kasım aylarında da yüksek değerler göstermektedir. Bu durum, soğuk mevsimde rüzgâr yönünün kuzeydoğuya doğru bir eğilim gösterdiğine işaret eder. En düşük rüzgâr esme sayıları (kırmızı ile işaretli) ise belirli yönlerden

rüzgârın ne kadar nadir estiğini göstermektedir. Doğu-güneydoğu (DGD) yönlü rüzgarlar yaz aylarında son derece seyrekleşerek Temmuz (83) ve Haziran (84) aylarında tüm tablodaki mutlak minimum değerlere düşmektedir. Benzer şekilde, Güney-güneydoğu (GGD) ve Güney-güneybatı (GGB) yönleri de yıl boyunca düşük frekanslara sahiptir. GGD rüzgarları özellikle ilkbahar mevsiminde en düşük seviyelerdedir. GGB rüzgarları ise özellikle kış aylarında oldukça nadir esmektedir **(Tablo 37, Şekil 33)**.

Tablo 37: Ceylanpınar İstasyonu aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönlere göre dağılımı

Yönler	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
K	4032	3987	3164	2194	2726	3037	2330	1800	1584	2260	2394	3417	32,925
KKD	880	958	801	763	842	428	442	376	474	849	909	1029	8,751
KD	5175	4256	3634	4221	3103	1451	1703	1208	912	2617	3510	4655	36,445
DKD	1437	1029	912	821	558	148	162	194	183	719	1028	1641	8,832
D	5063	3916	3853	3168	1919	396	363	374	378	1678	2767	4485	28,360
DGD	1216	855	818	655	415	84	83	162	184	502	700	1003	6,677
GD	2963	2319	2214	1970	1414	554	684	778	693	1943	1878	2984	20,394
GGD	461	347	387	283	259	93	109	192	222	373	469	374	3,569
G	656	614	767	719	818	687	878	1020	942	913	800	635	9,449
GGB	294	329	391	380	468	399	579	694	742	471	466	253	5,466
GB	1431	1864	3149	3904	5141	7189	9763	9776	7439	3481	2061	1290	56,488
BGB	708	839	1292	1586	2019	3269	3856	3615	2929	1615	955	750	23,433
B	2377	2962	4705	6223	7313	10549	11986	11614	9411	5140	3259	2457	77,996
BKB	1011	1106	1217	1181	1278	1215	1253	1244	1476	1597	1285	1300	15,163
KB	3141	3368	3906	3569	4792	6208	4566	3102	3402	3992	3508	3258	46,812
KKB	913	955	827	688	967	840	588	416	492	1026	964	1029	9,705



Şekil 33: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönleri

Rüzgâr hızı veya kuvveti, bir hava kütlesinin belirli bir zaman aralığındaki yer değiştirme hızıdır. Rüzgâr hızının büyüklüğü ise yaygın olarak saniyede metre (m/s), saatte kilometre (km/saat), saatte mil (mil/saat) ve denizcilikte kullanılan knot (kt) gibi birimlerle ifade edilmektedir (Türkeş, 2017). Rüzgâr hızı, bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanması, yönetimi ve gerçekleştirilmesi aşamalarında dikkate alınması gereken önemli bir klimatolojik değişkendir. Zira bu parametre, bitkilerde tozlaşma ve tohum yayılımı gibi fizyolojik süreçlerden, fiziksel hasar ve hastalık dağılımı gibi stres faktörlerine kadar geniş bir yelpazede bitki gelişimini doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple, sürdürülebilir ve verimli bitkisel üretim amacı doğrultusunda rüzgâr hızının olası zararlarının önlenmesi gerekir (Doğanay ve Coşkun, 2015; Çölaşan, 1960; Tarkan, 1973; Karaoğlu, 2013).

Araştırma sahasında genel olarak rüzgâr hızlarının düşük seviyelerde seyrettiği görülmektedir. Bununla birlikte, Ceylanpınar İstasyonu'nda ölçülen ortalama rüzgâr hızları, Viranşehir İstasyonu'na kıyasla daha yüksek değerler göstermektedir. Özellikle Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında bu fark daha da artmaktadır. Bu durum, Ceylanpınar'daki bitkisel üretim faaliyetlerinin, Viranşehir'e göre daha yüksek rüzgâr hızlarının potansiyel etkilerine maruz kalabileceğini göstermektedir **(Tablo 38)**. Her iki lokasyonda da mevsimsel rüzgâr hızı değişimleri gözlemlenmektedir. Viranşehir'de

rüzgâr hızları yıl boyunca nispeten daha dengeli bir seyir izlerken, Ceylanpınar'da ilkbahar ve yaz aylarında belirgin bir artış ve sonbahar aylarında düşüş gözlenmektedir. Özellikle Ceylanpınar'da ilkbahar aylarında rüzgâr kaynaklı fiziksel hasar riskine karşı daha dikkatli olunması gerekmektedir.

Tablo 38: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama rüzgâr hızı (m/sn)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2
CEYLANPINAR	1.6	1.7	1.7	1.8	2.0	2.6	2.6	2.2	1.7	1.3	1.1	1.4	1.8

Kuvvetli rüzgâr esme gün sayıları açısından yapılan yıllık incelemede, Ceylanpınar İstasyonu'nun 35,54 gün ile Viranşehir İstasyonu'na (16,93 gün) yaklaşık 2,1 katı kadar daha fazla kuvvetli rüzgâr (40-60 km/saat) günü kaydettiği görülmektedir (Okuroğlu vd., 2015). Bu durum, Ceylanpınar'daki bitkisel üretim faaliyetlerinin, kuvvetli rüzgarların potansiyel zararlarına karşı daha hassas olabileceğini göstermektedir. Viranşehir'de kuvvetli rüzgâr günleri genellikle daha düşük frekansta seyrederken, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında hafif bir artış gözlemlenmektedir. Buna karşın, Ceylanpınar'da özellikle ilkbahar ve yaz mevsiminin başlarında kuvvetli rüzgâr gün sayılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir **(Tablo 39)**. Bitkisel üretim faaliyetleri açısından bu bulgular, özellikle Ceylanpınar'da ilkbahar ve yaz aylarında kuvvetli rüzgarların neden olabileceği fiziksel hasar ve artan evapotranspirasyon riskini artırmaktadır.

Tablo 39: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında gözlenen kuvvetli rüzgâr esme gün sayıları dağılımı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	1.20	1.20	2.80	1.47	2.27	2.13	1.33	0.60	0.80	1.13	0.80	1.20	16.93
CEYLANPINAR	2.71	2.53	4.59	3.65	5.18	5.24	3.29	1.76	2.12	1.47	1.35	1.65	35.54

Maksimum rüzgâr hızı, belirli bir zaman aralığında kaydedilen en yüksek anlık rüzgâr hızını ifade eder. Bu değer, ortalama rüzgâr hızından farklı olarak, kısa süreli en

şiddetli rüzgâr esmelerini temsil eder ve özellikle bitkiler üzerindeki potansiyel fiziksel hasar riskini değerlendirmek açısından son derece önemlidir (Okuroğlu vd., 2015). Elde edilen verilere göre, her iki ilçede de yıl içerisinde farklı zamanlarda maksimum rüzgâr hızları kaydedilmiş olup, bu durum bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi süreçlerinde bu rüzgâr risklerine karşı önlem alınması büyük önem arz etmektedir.

Viranşehir İstasyonu'nda kaydedilen en yüksek rüzgâr hızları aylık bazda değişkenlik göstermekle birlikte, Mart ayında ulaşılan 35 m/sn değeri dikkat çekicidir. Beaufort Rüzgâr Iskalasına göre bu hız, Kasırga (12) seviyesine karşılık gelmektedir ve bu şiddetteki rüzgarların bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde önemli tahribata yol açabileceği bilinmektedir. Eylül (26 m/sn), Şubat (20 m/sn), Mayıs (18,8 m/sn) ve Ocak (16,3 m/sn) ayları da sırasıyla Tam Fırtına (10), Fırtına (8) ve Yakın Fırtına (7) seviyelerine yakın maksimum hızlar göstermektedir. Diğer aylardaki maksimum hızlar genellikle Kuvvetli Rüzgâr (6) ile Yakın Fırtına (7) aralığında seyretmektedir **(Tablo 40)**. Ceylanpınar İstasyonu'nda ise maksimum rüzgâr hızları Viranşehir İstasyonu'na göre daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Özellikle Nisan ayında kaydedilen 36,4 m/sn'lik en yüksek hız, Beaufort Rüzgâr Iskalasında Kasırga Kuvvetinde rüzgâr (12) seviyesine denk gelmektedir. Mart (28,1 m/sn- Tam Fırtına 10) ve Şubat (22,5 m/sn- Kuvvetli Fırtına 9) ayları da oldukça yüksek maksimum hızlar göstermektedir. Diğer aylarda ise maksimum hızlar genellikle Yakın Fırtına (7) seviyelerinde seyretmektedir **(Tablo 41)**.

Tablo 40: Viranşehir İstasyonu'na ait maksimum rüzgâr yönü ve hızı

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
En Hızlı Rüzgâr Yönü	DGD	K	DKD	DGD	KD	D	K	KD	B	KB	KKD	KKD	DKD
Rüzgâr Hızı (m/sn)	16.3	20	35	14.9	18.8	15.4	14.1	14.6	26	12.8	14	14.9	35
Yıllar	18/01/ 2010 17:35	20/02/ 2012 22:11	06/03/ 2010 03:37	02/04/ 2011 17:44	21/05/ 2021 15:09	17/06/ 2016 05:25	24/07/ 2010 11:09	26/08/ 2010 10:34	28/09/ 2010 01:27	02/10/ 2014 16:50	08/11/ 2011 07:40	12/12/ 2013 00:52	06/03/ 2010 03:37

Tablo 41: Ceylanpınar İstasyonu'na ait maksimum rüzgâr yönü ve hızı

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
En Hızlı Rüzgâr Yönü	K	DGD	KKB	KKD	BGB	KB	KKD	KKB	KKD	KB	KKD	K	KKD
Rüzgâr Hızı (m/sn)	17.1	22.5	28.1	36.4	23.8	19.9	17.9	16.3	19.5	15.8	21.9	17.1	36.4
Yıllar	12/01/ 2009 06:45	23/02/ 2015 05:08	03/03/ 2015 22:50	11/04/ 2013 01:22	11/05/ 2013 12:55	03/06/ 2016 15:48	01/07/ 2008 02:01	11/08/ 2010 11:54	23/09/ 2008 11:28	02/10/ 2014 18:11	16/11/ 2012 04:18	03/12/ 2013 20:37	11/04/ 2013 01:22

2.2.4. Su Buharı

Bir bölgenin iklim karakteristiğinin belirlenmesinde nem ve buharlaşma gibi hidroklimatolojik döngü elemanlarının mekânsal ve zamansal dağılımları büyük öneme sahiptir. Bu nedenle, sıcaklık ve yağış rejimlerinin bir bölgenin su bütçesi üzerindeki etkisini tam olarak anlamak için atmosferdeki su buharı dinamiklerinin detaylı incelenmesi gereklidir. Bitkisel üretim faaliyetlerinde su buharı önemli bir iklim etmeni olarak öne çıkmaktadır. Atmosferde gaz halinde bulunan su buharı, toprakta ve bitkilerde nem formunda bulunur. Bitkiler, kökleri aracılığıyla topraktan aldıkları suyu, yaprakları üzerinden gerçekleştirdikleri terleme (transpirasyon) süreciyle atmosfere geri kazandırırlar. Terleme ve dolayısıyla bitkilerin su ihtiyacı, sıcaklık koşullarıyla yakından ilişkilidir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda ve düşük oransal nemde bitkiler aşırı terleyerek önemli ölçüde su kaybedebilirler. Bu durum, bitkisel üretim faaliyetleri için ciddi zararlara yol açabilir. Nitekim su kaybını telafi edemeyen bitkilerde sararma, solma, yaprak ve çiçek dökülmesi, meyve oluşumunda azalma ve hatta bitkinin tamamen kuruması gibi sonuçlar gözlemlenmektedir. Özellikle araştırma sahasında olduğu gibi yaz mevsiminde kuru ve sıcak hava koşullarında bitkilerdeki terleme hızı artar ve su kaybı ortaya çıkar. Yakıcı sıcak hava akımları, bitki türlerinin nemcil veya kurakçıl özelliklerine bağlı olarak, en dayanıklıdan en az dayanıklıya doğru farklı seviyelerde tahribata neden olabilir (Zeybek, 1968; Gürgen, 2002; Doğanay ve Coşkun, 2015).

2.2.4.1. Buharlaşma

Viranşehir İstasyonu'na ait buharlaşma verilerinin bulunmaması sebebiyle, araştırma sahasındaki buharlaşma karakteristiğini değerlendirmede Ceylanpınar İstasyonu'na ait meteorolojik veriler temel alınmıştır. Verilerin incelenmesi **(Tablo 42)**, Karacadağ güney kesiminde buharlaşmanın oldukça şiddetli olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim, kaydedilen yıllık ortalama buharlaşma miktarı (1683 mm), yıllık ortalama yağış miktarının (311,7 mm) beş katından fazladır. Bu durum yörenin kuraklık potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek yıllık ortalama buharlaşma miktarı koşullarında bitkilerde aşırı terlemeye bağlı olarak su kaybı artmakta, bu da bitkisel üretimde verim kayıplarına ve fizyolojik bozulmalara yol açabilmektedir.

Ceylanpınar İstasyonu'nun aylık ortalama açık yüzey buharlaşması incelendiğinde, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları buharlaşmanın tamamen durduğu dönemler olarak belirlenmiştir. Ancak, hava sıcaklıklarının yükselmeye başlamasıyla, Nisan ayından itibaren buharlaşma miktarlarında da bariz bir artış gözlemlenmektedir. Nisan ayındaki ortalama buharlaşma yaklaşık 124 mm civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu Temmuz ayında ise buharlaşma, 355,6 mm'ye ulaşarak yıl içindeki maksimum değerine erişmektedir. Temmuz ayından sonra hava sıcaklığındaki düşüşe bağlı olarak buharlaşmada da bir azalma eğilimi başlar. Fakat yaz mevsimi koşullarının devam etmesi nedeniyle Ağustos ayındaki buharlaşma miktarı hala yüksek seviyelerde (319,5 mm) seyretmektedir. Eylül ayından itibaren şiddetli buharlaşmadaki azalmalar daha belirgin hale gelmekte ve bu ayda Ağustos ayına göre yaklaşık 100 mm'lik bir düşüşle 215,7 mm olarak ölçülmektedir. Ekim ayında da 124,8 mm seviyelerinde devam eden buharlaşma, Kasım ayında ciddi bir şekilde azalarak 25,8 mm'ye düşmektedir.

Tablo 42: Ceylanpınar İstasyonu'nun aylık ortalama açık yüzey buharlaşması (mm)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
CEYLANPINAR				124.0	206.2	311.4	355.6	319.5	215.7	124.8	25.8		1683.0

2.2.4.2. Su Buharı Basıncı

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait "Aylık Ortalama Su Buharı Basıncı" verilerinin incelenmesi, araştırma sahasının nem dinamiklerini ve bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek açısından büyük bir öneme sahiptir. Her iki istasyon için de benzer bir mevsimsel döngünün varlığı saptanmıştır. Bu durum yörenin genel iklimsel karakteristiğini yansıtmaktadır. Yıllık ortalama su buharı basıncı Viranşehir İstasyonu için 9,4 hPa iken, Ceylanpınar İstasyonu'nda 10,6 hPa olarak kaydedilmiştir. Bu durum, iki istasyon arasında yıllık ortalama su buharı basıncı açısından 1,2 hPa'lık bir fark olduğunu göstermektedir.

Her iki istasyonda da yılın en düşük su buharı basıncı kış mevsiminin belirginleştiği ocak ayında gözlemlenmiş olup Viranşehir'de 6,5 hPa Ceylanpınar'da ise 7,2 hPa değerindedir. Bu durum soğuk dönemde atmosferdeki nem içeriğinin azaldığını ve esasen düşük sıcaklıklar nedeniyle buharlaşma potansiyelinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır. İlkbahar mevsiminin başlamasıyla birlikte sıcaklıkların yükselmesine paralel olarak su buharı basıncında kademeli bir artış gözlenmekte olup bu durum, atmosferdeki nem miktarının artışa geçtiğini ortaya koymaktadır. Su buharı basıncı, yaz mevsiminde en yüksek seviyelerine ulaşmakta ve özellikle ağustos ayı, Viranşehir için 12,6 hPa ve Ceylanpınar için 14,4 hPa ile yılın su buharı basıncının en yüksek dönemi olarak öne çıkmaktadır. Yaz aylarını takiben sonbahara doğru her iki istasyonda da su buharı basıncında kademeli düşüşler kaydedilmektedir. Bu durum azalan sıcaklıklar ve güneşlenme süresiyle birlikte atmosferdeki nem içeriğinin de azaldığını göstermektedir **(Tablo 43)**.

Tablo 43: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama su buharı basıncı değerleri (hPa)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	6.5	6.8	8.1	9.7	11.1	10.8	11.5	12.6	10.8	9.8	8.2	7.2	9.4
CEYLANPINAR	7.2	7.6	9.0	11.0	12.2	12.1	13.8	14.4	12.2	10.5	9.3	8.0	10.6

2.2.4.3. Potansiyel Evapotranspirasyon

Potansiyel evapotranspirasyon, bir sahanın hidrolojik ve klimatolojik dengesinin anlaşılmasında önemli bir rol oynar. Özellikle buharlaşma ve terleme yoluyla gerçekleşen su kaybını ifade eden potansiyel evapotranspirasyon, hidrolojik döngünün önemli bir çıktı bileşenidir ve su kaynakları yönetimi, bitkisel üretim faaliyetleri ve iklim sınıflandırmaları için temel bir veridir. Potansiyel evapotranspirasyon hesaplaması için dünya genelinde Penman-Monteith, Hargreaves, Blaney-Criddle gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'deki akademik çalışmalarda ve uygulamalarda, Thornthwaite metodu, veri gereksiniminin daha az olması ve hesaplama kolaylığı gibi nedenlerle yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Bu metot, özellikle aylık ortalama sıcaklık ve enlem gibi daha kolay erişilebilir verilere dayanarak potansiyel evapotranspirasyon tahmini yapmaya olanak tanır (Erinç, 1984; Uzunlar vd., 2022; Bölük vd., 2023)

Viranşehir İstasyonu için sağlanan ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (PE) verileri, iklime bağlı su noksanlığını önemli ölçüde yansıtmaktadır. Yıllık toplam 1087,81 mm olarak belirlenen potansiyel evapotranspirasyon değeri, Viranşehir'in yarı kurak iklim koşulları altında atmosferin ne denli yüksek bir su buharlaştırma kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Aylık dağılım incelendiğinde PE değerlerinde belirgin mevsimsel değişim görülmektedir. Sıcaklıkların ve gün uzunluğunun en düşük olduğu kış aylarında (Ocak: 4,33 mm, Şubat: 7,68 mm, Aralık: 8,26 mm) minimum düzeyde olan buharlaşma potansiyeli, ilkbahar ile birlikte hava sıcaklıklarının ve gün uzunluğunun artmasıyla hızla yükselişe geçer (Mart: 22,61 mm, Nisan: 52,21 mm, Mayıs: 108,29 mm). En yüksek değerlere ise sıcaklık ve güneşlenmenin yoğun olduğu yaz aylarında ulaşılır. Özellikle Temmuz ayında 242,95 mm ile maksimum seviye görülürken, Haziran (184,17 mm) ve Ağustos (217,26 mm) ayları da oldukça yüksek değerler sergiler. Bu üç yaz ayı, yıllık toplam PE'nin yaklaşık %60'ını (644,38 mm) oluşturarak yıl içindeki su talebinin bu dönemde yoğunlaştığını gösterir. Sonbaharda sıcaklıkların düşüşüyle birlikte PE değerleri de kademeli olarak azalır (Eylül: 139,89 mm, Ekim: 75,08 mm, Kasım: 25,08 mm). Özellikle Mayıs ayından Eylül sonuna kadar devam eden yüksek buharlaşma potansiyeli, yörenin genellikle yazları kurak olan yağış rejimiyle birleştiğinde, ciddi bir su açığına işaret etmektedir.

Ceylanpınar İstasyonu'na ait potansiyel evapotranspirasyon verileri incelendiğinde ise Viranşehir'e kıyasla coğrafi konum farklılıklarının etkileri gözlemlenmektedir. Yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon 1112,66 mm olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Ceylanpınar'ın yıllık potansiyel evapotranspirasyonunun Viranşehir'den (1087,81 mm) yaklaşık 25 mm daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu fark, Ceylanpınar'ın Suriye Çölü etkisine açık alçak konumu ile Viranşehir'in yüksek plato yapısından kaynaklanmaktadır. Aylık PE dağılımı, Viranşehir'le paralellik göstererek güçlü bir mevsimsel döngü izlemektedir. Kış aylarında minimum seviyelerde olan PE değerleri (Ocak: 4,61 mm, Şubat: 8,02 mm, Aralık: 7,49 mm), ilkbahar ile birlikte belirgin bir artış gösterir (Mart: 23,68 mm, Nisan: 54,78 mm, Mayıs: 118,21 mm). Maksimum buharlaşma potansiyeline yine yaz aylarında ulaşılmaktadır. En yüksek değer 249,26 mm ile Temmuz ayında kaydedilmiştir (Haziran: 195,68 mm, Ağustos: 219,90 mm). Bu zirve değeri, Viranşehir'in Temmuz ayı değerinden (242,95 mm) bir miktar daha yüksektir ve Ceylanpınar'da yaz koşullarının buharlaşma açısından biraz daha şiddetli olabildiğini göstermektedir. Yaz mevsimindeki toplam PE miktarı 664,84 mm'ye ulaşarak yıllık toplamın yaklaşık %60'ını teşkil etmekte ve buharlaşma talebinin bu üç ayda aşırı derecede yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Sonbahar aylarında ise sıcaklıkların azalmasıyla PE değerleri düşüşe geçer (Eylül: 136,70 mm, Ekim: 71,42 mm, Kasım: 22,91 mm).

2.2.5. Nispi (Bağıl) Nem

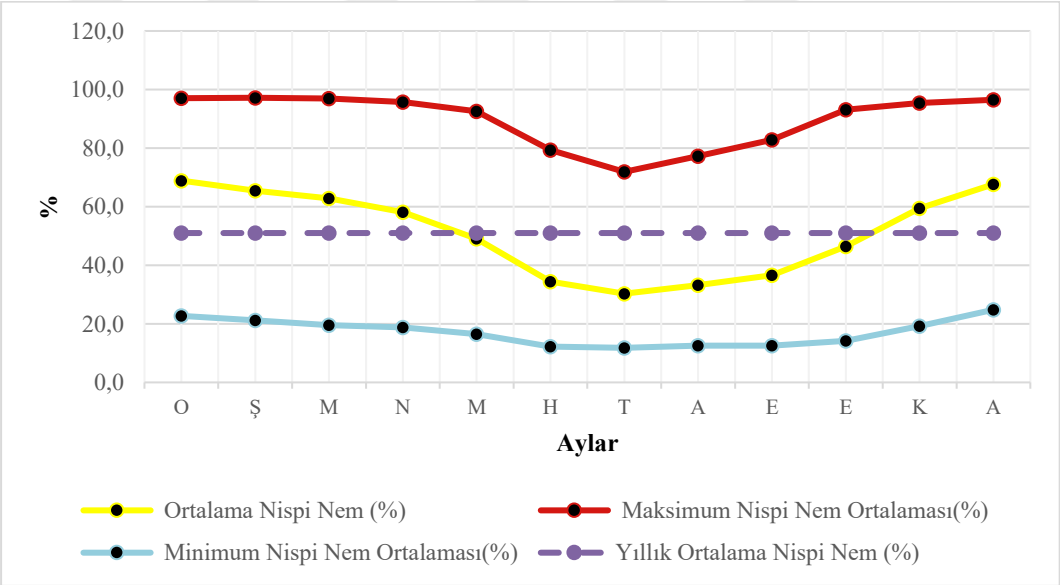
Nispi (bağıl) nem, belirli bir sıcaklıkta ve hacimde bulunan su buharı miktarının, aynı koşullarda havanın taşıyabileceği maksimum su buharı miktarına oranını ifade eder ve atmosferin doygunluk düzeyine ne kadar yakın olduğunu gösteren temel bir meteorolojik parametredir. %100 bağıl nem, havanın doyma noktasına ulaştığını ve dolayısıyla yoğunlaşma ve yağış oluşumu olasılığının arttığını işaret eder. Atmosferdeki nispi nem düzeyi, yüzeylerden gerçekleşen buharlaşma süreçleri üzerinde doğrudan etkilidir. Yüksek nispi nem koşullarında hava, doygunluğa yakın olduğundan yüzeylerden buharlaşma yoluyla atmosfere aktarılabilecek su miktarı sınırlanırken, düşük bağıl nem özellikle yüksek sıcaklıklarla birlikte atmosferde bir nem açığı yaratır ve bu durum evapotranspirasyon yoluyla yüzeylerden nem transferini teşvik eder. Bu nedenle, havanın bağıl nem durumu, canlıların terlemesi ve yüzeylerden buharlaşma gibi

fizyolojik ve fiziksel süreçleri önemli ölçüde etkiler. Bitkiler için ortamdaki nemin dengesi hayati öneme sahiptir. Aşırı nem, bitkilerin terleme hızını düşürerek su kaybını azaltabilirken yetersiz nem ise terlemeyi artırarak potansiyel su stresine neden olabilir (Coşkun, 2003; Atalay, 2010; Ackerman ve Knox, 2015; Öztekinci, 2023). Bu temel prensipler doğrultusunda, Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait nispi nem verilerinin incelenmesi, araştırma sahasındaki bitkisel üretim faaliyetlerinde nemin etkisini ve sürdürülebilir su yönetimi tedbirlerine duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır.

Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama **nispi nem** rejimi mevsimsel değişkenlik göstermektedir. Yıllık ortalama bağıl nem %51,0 olarak kaydedilmiş olup, aylık ortalamalar incelendiğinde en yüksek nispi nem değerlerinin kış aylarında %65,5 ile %68,9 arasında, en düşük değerlerin ise yaz aylarında %30,3 ile %36,6 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durum, kış aylarında atmosferdeki nem içeriğinin daha yüksek olduğunu ve buharlaşmanın düşük seyrettiğini gösterirken, yaz aylarında ise artan sıcaklıklarla birlikte bağıl nemin önemli ölçüde azaldığını ve buharlaşma potansiyelinin yükseldiğini işaret etmektedir. **Maksimum nispi (bağıl) nem** değerleri, yıl boyunca doğal olarak yüksek seviyelerde seyretmekte olup %71,9 ile %97,2 arasında değişen oranlarla özellikle kış aylarında doygunluğa yakın atmosferik koşulların varlığını göstermektedir. Öte yandan, Temmuz ve Haziran aylarında %11,8 ile %12,2 arasında ölçülen **minimum nispi (bağıl) nem** değerleri, sıcaklık artışına bağlı olarak atmosferin nem tutma kapasitesinin yükseldiğini ancak mutlak nemin düşük kaldığını, dolayısıyla bu dönemde kuraklık riskinin ve bitkilerin su stresinin arttığını ortaya koymaktadır **(Tablo 44, Şekil 34)**.

Tablo 44: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerleri (%)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
Ortalama Nispi Nem (%)	68.9	65.5	62.8	58.1	49.1	34.4	30.3	33.2	36.6	46.4	59.4	67.6	51.0
Maksimum Nispi Nem Ortalaması (%)	97.0	97.2	96.9	95.7	92.6	79.3	71.9	77.3	82.8	93.1	95.4	96.5	89.6
Minimum Nispi Nem Ortalaması (%)	22.7	21.2	19.5	18.8	16.5	12.2	11.8	12.6	12.5	14.2	19.2	24.8	17.2



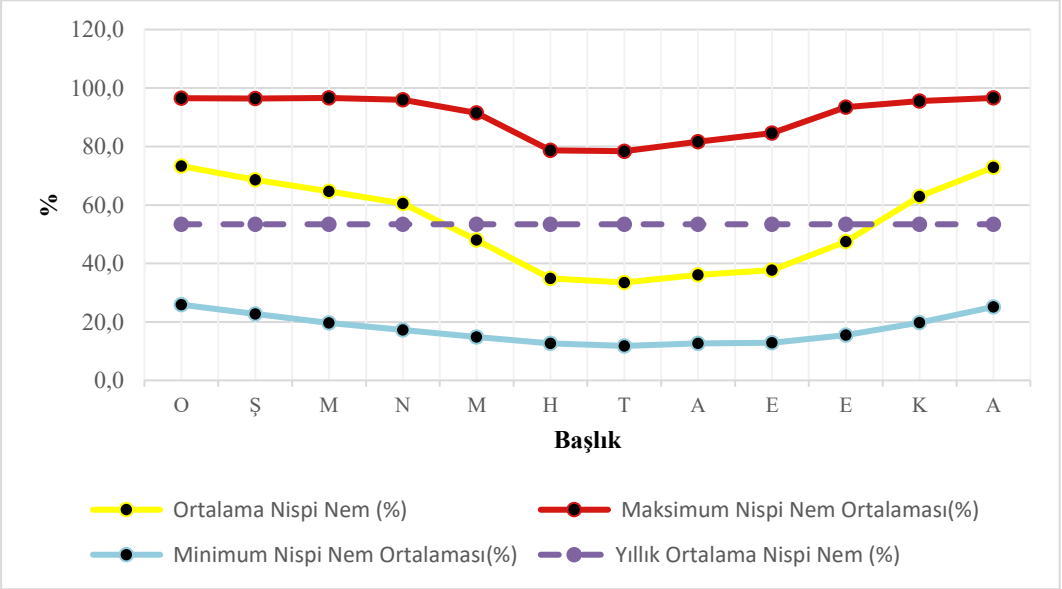
Şekil 34: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerlerinin seyri

Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık ortalama, maksimum ve minimum nispi (bağıl) nem oranları incelendiğinde, Viranşehir İstasyonu'nda gözlemlenen mevsimsel dağılıma benzer şekilde yıllık döngü tespit edilmiştir. **Yıllık ortalama nispi (bağıl) nem** %53,4 olarak kaydedilirken, aylık ortalamalar değerlendirildiğinde en yüksek nem değerlerinin kış aylarında, %68,6 ile %73,3 arasında; en düşük değerlerin ise yaz aylarında, %33,5 ile %36,1 arasında ölçüldüğü görülmektedir. Yıl boyunca %78,4 ile

%96,6 arasında değişen **maksimum nispi nem** oranları, özellikle kış aylarında bağıl nemin yüksek seyrettiğini ve atmosferin doyma noktasına yakınlaştığı zaman dilimlerinin sıklaştığını göstermektedir. Öte yandan, yaz aylarında %11,8 ile %12,7 arasında ölçülen minimum nispi nem oranları, hava sıcaklıklarının etkisiyle nispi (bağıl) nemin bariz şekilde azaldığını ve bu durumun bitkisel su kaybını artıran bir ortam oluşturduğunu ortaya koymaktadır **(Tablo 45, Şekil 35)**.

Tablo 45: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerleri (%)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
Ortalama Nispi Nem (%)	73.3	68.6	64.7	60.5	48.0	34.9	33.5	36.1	37.7	47.5	62.9	72.9	53.4
Maksimum Nispi Nem Ortalaması (%)	96.5	96.4	96.6	96.0	91.5	78.7	78.4	81.6	84.6	93.5	95.5	96.6	90.5
Minimum Nispi Nem Ortalaması (%)	25.9	22.7	19.7	17.3	14.8	12.6	11.8	12.7	12.9	15.5	19.8	25.1	17.6



Şekil 35: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerlerinin seyri

2.2.6. Bulutluluk

Bulutluluk, atmosferdeki su buharının yoğunlaşmasının ürünü olan çok küçük su damlacıklarının ya da ince buz kristallerinin görünür bir biçimde bir araya gelmesi sonucunda atmosferde oluşan ve gökyüzünü örten bulutların yoğunluğunu ifade eden bir klimatolojik olgudur (Türkeş, 2017). Bu durum, yer yüzeyine ulaşan güneş radyasyonu miktarını önemli ölçüde etkileyerek bitkilerin ışık ve radyasyon gereksinimlerine göre dağılımını belirleyici bir faktör olarak öne çıkar. Bulutluluğun yoğun olduğu günlerde, güneşten gelen radyasyonun önemli bir kısmı bulutlar tarafından yansıtılarak uzaya geri gönderilirken, aynı zamanda yer yüzeyinden yansıyan radyasyon da bulutlara çarparak tekrar yer yüzeyine döner. Bu radyasyon alışverişi nedeniyle, bulutlu günlerde gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı belirgin şekilde azalır, zira bulutlar bir nevi ısı yalıtımı görevi görerek aşırı ısınma ve soğumayı dengeler (Atalay, 2010; Erol, 2010). Türkiye'de yıllık ortalama bulutluluğun en düşük olduğu bölgeler arasında Akdeniz kıyı kuşağı, Ege Bölgesi ve araştırma sahasının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi yer almaktadır (Atalay, 2011). Dolayısıyla, düşük bulutluluk oranları, araştırma sahasında bitkisel üretim faaliyetleri için genellikle yüksek güneşlenme süresi ve dolayısıyla yeterli güneş radyasyonu anlamına gelmektedir. Bu durum araştırma sahasında

yetiştirilen bitki türlerinin fotosentez süreçlerini olumlu yönde etkileyerek potansiyel verimliliği artırmaktadır.

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık **ortalama bulutluluk miktarı (8 okta üzerinden)** incelendiğinde, yıllık ortalama bulutluluk miktarı Viranşehir için 2,7 okta, Ceylanpınar için ise 2,4 okta olarak kaydedilmiş olduğu görülmektedir. Bu değerler yıl boyunca gökyüzünün genellikle açık veya az bulutlu olduğunu göstermektedir. Aylık bazda değerlendirildiğinde, her iki istasyonda da en düşük bulutluluk oranları yaz aylarında gözlemlenirken, kış ve erken ilkbahar aylarında bulutluluk miktarında artış yaşanmaktadır. Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında Viranşehir'de 0,5 okta ve Ağustos ayında Ceylanpınar'da 0,3 okta olarak ölçülen minimum bulutluluk değerleri, bu dönemin ışık enerjisi açısından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, en yüksek bulutluluk değerleri genellikle kış aylarında kaydedilmekle birlikte, bu değerler bile en fazla 4,5 okta civarında seyrederek yine de düşük bir bulut örtüsüne işaret etmektedir **(Tablo 46)**.

Tablo 46: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık ortalama bulutluluk miktarı (8 oktalık sistem)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	4,5	4,3	4,1	3,8	2,8	1,0	0,5	0,5	0,8	2,4	3,1	4,1	2,7
CEYLANPINAR	4,1	3,9	3,7	3,4	2,4	0,8	0,4	0,3	0,6	2,1	3,0	4,0	2,4

Düşük bulutluluk oranları, özellikle yaz aylarında yüksek güneşlenme süresi ve bitkilerin fotosentez için ihtiyaç duyduğu güneş radyasyonunun bol miktarda bulunması anlamına gelmektedir. Bu durum, araştırma sahasının sıcak ve kurak iklimiyle birleştiğinde, sulamanın sürdürülebilir bir şekilde uygulanması koşuluyla, gün ışığına yoğun ihtiyaç duyan bitki türlerinin yetiştirilmesi için uygun bir ortam sunmaktadır. Ancak, düşük bulutluluk aynı zamanda yüzey sıcaklıklarının aşırı yükselmesine ve dolayısıyla bitkilerde su stresinin artmasına da neden olabileceği için, gölgelendirme gibi tedbirlerin alınması da önem arz edebilir (Çölaşan, 1959; Tarkan, 1973; Karaoğlu, 2013;).

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık **açık gün sayısı** verileri incelendiğinde, araştırma sahasının önemli ölçüde güneşli bir iklim karakterine sahip olduğu görülmektedir. Yıllık toplam açık gün sayısı Viranşehir için 183,9 gün, Ceylanpınar için ise 199,5 gün olarak kaydedilmiş olup, bu yüksek değerler yılın büyük bir bölümünde gökyüzünün bulutsuz olduğunu göstermektedir. Açık gün sayısının aylık dağılımı incelendiğinde, her iki istasyonda da yaz ayları açık gün sayısının en yüksek olduğu dönem olarak öne çıkmaktadır. Temmuz ayında Viranşehir'de 28,6 gün ve Ceylanpınar'da 29,2 gün olarak ölçülen değerler, bu ayda güneş radyasyonunun bitkiler için maksimum düzeyde erişilebilir olduğunu göstermektedir **(Tablo 47)**. Buna karşılık, açık gün sayısının en düşük olduğu aylar genellikle kış mevsimine denk gelmekle birlikte, bu dönemde dahi 7,1-9,1 gün arasında açık gün sayısının kaydedilmesi, araştırma alanının genel olarak güneşli yapısını desteklemektedir. Bu veriler, önceki analizde belirtilen düşük ortalama bulutluluk miktarlarıyla (8 okta üzerinden) tutarlılık göstermektedir.

Tablo 47: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonları için kaydedilen açık gün sayıları

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	7,1	7,4	7,5	7,0	12,7	23,0	28,6	27,8	25,3	15,7	12,7	9,1	183,9
CEYLANPINAR	8,9	8,2	9,3	9,4	15,4	25,4	29,2	29,5	26,1	16,8	12,4	8,9	199,5

Bulutlu gün sayısı, günlük ortalama bulutluluk miktarının 2,0 ile 8,0 arasında olduğu günlerin ortalama sayısını ifade etmektedir (Okuroğlu vd., 2015) Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık bulutlu gün sayısı verileri, araştırma sahasında gökyüzü koşullarının daha kapsamlı bir değerlendirmesini sunarak, ışık enerjisinin azalabileceği zaman dilimlerini göstermesi bakımından önemlidir. Araştırma alanında yıllık ortalama bulutlu gün sayısı Viranşehir için 161,7 gün, Ceylanpınar için ise 151,9 gün olarak kaydedilmiş olup, bu değerler yılın önemli bir bölümünde gökyüzünün bulutlarla örtülü olduğunu göstermektedir. Aylık dağılım incelendiğinde, her iki istasyonda da bulutlu gün sayısının en düşük olduğu dönemler açık bir şekilde yaz ayları olarak öne çıkmaktadır; Temmuz ayında Viranşehir'de 3,1 gün ve Ceylanpınar'da 2,6 gün olarak ölçülen bu düşük değerler, bu aylarda güneşlenme süresinin yüksek olduğunu desteklemektedir. Buna karşılık, bulutlu gün sayısının en yüksek olduğu aylar kış ve

ilkbahar aylarıdır. En yüksek bulutlu gün sayısı Viranşehir'de Nisan ayında 21,8 gün olarak Ceylanpınar'da ise Mart ayında 20 gün olarak kaydedilmiştir **(Tablo 48)**.

Tablo 48: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının bulutlu gün sayıları

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	17,4	16,8	20,7	21,8	18,5	6,3	3,1	3,9	5,8	14,8	15,8	16,8	161,7
CEYLANPINAR	17,0	17,1	20,0	19,4	15,1	5,1	2,6	2,8	4,8	13,9	16,0	18,1	151,9

Kapalı gün sayısı gökyüzünün 8/10'u ile tamamının bulutla kaplı olduğu gün sayısına denir (Okuroğlu vd., 2015). Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık **kapalı gün sayısı** verileri, yörenin güneşlenme durumu hakkında tamamlayıcı bilgiler sunarak, düşük güneş radyasyonu alma potansiyeline sahip zaman dilimlerini ortaya koymaktadır. Yıllık kapalı gün sayısı Viranşehir için 30,5 gün, Ceylanpınar için ise 23,8 gün olarak kaydedilmiştir. Bu değerler yılın son derece sınırlı bir bölümünde bulut örtüsünün hâkim olduğunu göstermektedir. Aylık dağılım incelendiğinde, her iki istasyonda da kapalı gün sayısının en düşük olduğu dönemler yaz ve erken sonbahar ayları olarak belirlenirken, kış ve erken ilkbahar aylarına doğru kapalı gün sayısında artış gözlemlenmektedir. Özellikle Haziran ayında her iki istasyonda da kapalı gün bulunmaması, bu dönemin yüksek güneşlenme potansiyelini bir kez daha teyit etmektedir. Buna karşılık, en yüksek kapalı gün sayıları kış aylarında kaydedilmekte olup, Ocak ayında Viranşehir'de 6,4 gün Ceylanpınar'da ise 5,5 gün olarak ölçülmüştür **(Tablo 49)**. Bu veriler, önceki analizlerde belirtilen düşük ortalama bulutluluk miktarları ve yüksek açık gün sayılarıyla tutarlı bir tablo çizmektedir.

Tablo 49: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının kapalı gün sayıları

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	6,4	4,4	3,2	2,2	1,3		1,0			3,5	2,8	5,7	30,5
CEYLANPINAR	5,5	3,4	2,7	1,9	1,4			1,0		1,4	2,1	4,4	23,8

2.2.7. Yağış

Atmosferdeki su buharının yoğunlaşması sonucu oluşan su damlacıklarının çapı, bulutları meydana getiren damlacıkların boyutunu aştığında, bu damlacıklar hava kütlesi içerisinde asılı kalamaz ve yer çekimi kuvvetinin etkisiyle yeryüzüne doğru hareket eder. Hava sıcaklığına bağlı olarak sıvı (yağmur), yarı sıvı (karla karışık yağmur) ve katı (kar, dolu) fazlarda gerçekleşen ve atmosferden yeryüzüne ulaşan bu olgu, meteorolojide genel olarak yağış olarak tanımlanmaktadır (Erinç, 1984; Atalay, 2010; Erol, 2010). Türkiye'deki yağış miktarları, coğrafi konum ve yer şekillerine bağlı olarak önemli mekânsal farklılıklar göstermektedir. Bu değişkenliğin temel belirleyicileri arasında yükselti, bakı, sıradağların uzanış doğrultusu, karasallık derecesi ve denizel etkiler gibi faktörler yer almaktadır (Atalay, 2011).

Yağış, bitkisel üretim faaliyetlerini doğrudan etkileyen temel iklim faktörlerinden biridir. Bitkisel üretim faaliyetlerinde başarı için yağışın yalnızca miktarı değil, aynı zamanda şekli, şiddeti ve zamansal dağılımı (rejimi) da büyük önem taşımaktadır. Yağış; yağmur, kar ve dolu gibi farklı formlarda gerçekleşebilir ve her bir formun bitkiler üzerindeki etkisi farklıdır. Bitkilerin suyu doğrudan kullanabilmesi açısından genellikle yağmur en önemli formdur. Yağışın şiddeti de verimlilik üzerinde belirleyicidir. Özellikle toprağın suyu emmesine ve bitkilerin bu sudan etkin bir şekilde faydalanmasına olanak tanıyan yavaş ve sürekli yağışlar (çisenti veya hafif yağmur), yüzey akışına, erozyona ve su kaybına yol açabilen şiddetli sağanaklara kıyasla genellikle daha faydalıdır (Tarkan, 1973; Karaoğlu, 2013; Doğanay ve Coşkun, 2015).

Yağış rejiminin, yani yağışın yıl içindeki dağılımının bitkisel üretim faaliyetleriyle yakından ilişkisi vardır. Özellikle yetiştirilen kültür bitkisinin vejetasyon dönemine iyi dağılmış yağış en etkili yağıştır. Yeterli ve zamanında düşen yağışlar, topraktaki besin maddelerinin çözünmesini ve bitki kökleri tarafından alınmasını sağlayarak sağlıklı bir gelişim için temel oluşturur. Ayrıca, suyun topraktaki kimyasal ayrışma süreçlerini hızlandırması, toprak oluşumuna ve verimliliğinin artmasına katkıda bulunur. Derinlere işleyen yeterli nem, toprağı işleme ve bitkisel üretim faaliyetleri için toprağı uygun hale getirir. Ancak yağışın fazlası da en az azlığı kadar zararlı olabilir. Aşırı yağışlar veya yetersiz drenaj sonucu toprakta suyun birikmesi, köklerin havasız kalmasına, çürümesine ve çeşitli bitki hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Aynı zamanda, toprak işlemesi, ekim, dikim ve hasat gibi önemli bitkisel üretim

faaliyetlerinin uygun zamanda yapılmasını engelleyerek üretim takvimini aksatabilir. Şiddetli ve sürekli yağışlar, toprağın üst katmanlarındaki değerli besin maddelerinin yıkanarak daha derinlere taşınmasına ve bitkilerin ulaşamayacağı hale gelmesine de yol açabilir. Bu tür olumsuzlukların yaşandığı veya yaşanma potansiyeli olan arazilerde, fazla suyun kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması için drenaj sistemlerinin kurulması faydalı bir çözüm yöntemidir (Çölaşan, 1959; Tarkan, 1973; Karaoğlu, 2013).

Yağışlar yoluyla bitkilere ulaşan suyun kalitesi ve sağladığı faydalar, genellikle sulama yoluyla topraktan verilen suya kıyasla daha yüksektir. Yağmur suyu, bitkiyi sadece sulamakla kalmaz, aynı zamanda yaprak yüzeylerini yıkayarak toz ve kirleticilerden arındırır. Bu temizleme etkisi, bitkinin stomalarının (gözeneklerinin) daha etkin çalışmasına ve gaz alışverişini optimize etmesine yardımcı olur. Buna karşın, sulama amacıyla kullanılan yüzey veya yeraltı suları, kaynağına bağlı olarak değişen miktarlarda çözünmüş tuzlar içerebilir. Sürekli sulama uygulamaları sonucunda, suyun buharlaşmasıyla bu tuzlar toprak yüzeyinde ve profilinde birikir. Zamanla tuz konsantrasyonunun artması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozarak verimliliğini düşürür ve "çoraklaşma" olarak bilinen soruna yol açmaktadır (Çölaşan, 1959; Deliboran ve Şavran, 2015; Tunç ve Kaman, 2022).

Yağışın yıl içindeki dağılımı üzerinden hesaplanan **Coutagne formülü**, istasyonlar arasındaki yağış karasallığı değerlerinin karşılaştırılması amacıyla kullanıldığında daha anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Bu karşılaştırma, çeşitli bölgelerdeki yağış rejimlerinin farklılıklarını ortaya koyarak kapsamlı bir analiz imkânı tanır. Araştırma sahasının Coutagne formülü ile hesaplanan karasallık değerleri incelendiğinde, her iki istasyonun da belirgin düzeyde yağış karasallığına sahip olduğu saptanmıştır. Viranşehir İstasyonu'nun 7,03 olan karasallık indeksi, Ceylanpınar İstasyonu'nun 5,59 değerine kıyasla daha yüksek bir yağış karasallığına işaret etmektedir. Yüksek karasallık değerleri, yağışın büyük bir bölümünün yılın belli dönemlerinde yoğunlaştığını, diğer dönemlerde ise önemli ölçüde azaldığını ifade eder **(Tablo 50)**.

Tablo 50: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının ortalama yağış, en yüksek aylık yağış ortalaması, en düşük aylık yağış ortalaması, yağış amplitüdü ve yağış karasallığı değerleri

İstasyon	Yükselti	Yıllık Toplam Yağış Ortalaması (mm)	En Yüksek Aylık Yağış Ortalaması (mm)	En Düşük Aylık Yağış Ortalaması (mm)	Yağış Amplitüdü (mm)	Karasallık Değeri (Coutagne) Formülü)
VİRANŞEHİR	556.0	500.4	97.8 (Ocak)	0.5 (Temmuz)	97.3	7.03
CEYLANPINAR	360.0	311.7	53.7 (Ocak)	0.4 (Ağustos)	53.3	5.59

İncelenen istasyonlara ait **yağış miktarları** değerlendirildiğinde; **Viranşehir İstasyonu'nda** yıllık toplam 500,4 mm yağış kaydedildiği tespit edilmiştir. Yağışın aylık dağılımına bakıldığında, en yüksek yağış miktarının 97,8 mm ile Ocak ayında gerçekleştiği ve bu değerin yıllık toplam yağışın %19,54'ünü temsil ettiği belirlenmiştir. Ocak ayını, yine yüksek değerlerle Mart (84,0 mm, %16,79), Aralık (82,9 mm, %16.57) ve Şubat (75,8 mm, %15,15) ayları takip etmektedir. Bu dört ay (Aralık, Ocak, Şubat, Mart), Viranşehir'in yıllık toplam yağışının yaklaşık %68'ini sağlamaktadır. İlkbahar aylarından Nisan (52,7 mm, %10,53) ve Mayıs (33,4 mm, %6,68) aylarında yağışlar belirgin şekilde azalmakta, sonbaharda ise Ekim (20,9 mm, %4.18) ve Kasım (44,9 mm, %8,97) aylarında tekrar bir artış eğilimi gözlenmektedir. Yaz ayları ise belirgin şekilde kuraktır. Haziran ayında 4,6 mm (%0,92), Temmuz ayında 0,5 mm (%0,10), Ağustos ayında 1,6 mm (%0,32) ve Eylül ayında 1,3 mm (%0,26) gibi çok düşük yağış değerleri ölçülmüştür. Özellikle Temmuz ayı, yılın en kurak ayı olarak öne çıkmaktadır **(Tablo 51)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık toplam yağış 311,7 mm olarak kaydedilmiştir. Söz konusu yağış miktarı Viranşehir İstasyonu'na göre bariz bir şekilde daha düşük olduğu görülmektedir. Fakat yağışın aylık dağılım örüntüsüne bakıldığında Viranşehir İstasyonu ile büyük benzerlik göstermektedir. En yüksek yağış miktarı Ceylanpınar İstasyonu'nda da 53,7 mm ile Ocak ayında görülmektedir (%17,24). Ocak ayını sırasıyla Mart (46,6 mm, %14,96), Şubat (46,4 mm, %14,89) ve Aralık ayı (45,9 mm, %14,73) izlemektedir. Bu dört ay, Ceylanpınar'ın yıllık toplam yağışının yaklaşık

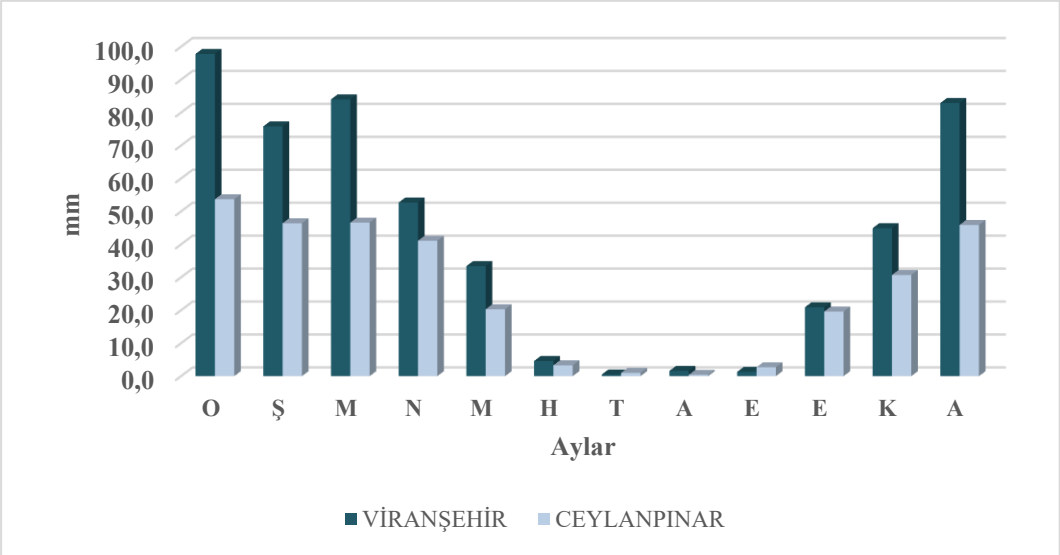
%61,8'ini oluşturmaktadır. İlkbaharda Nisan ayı (41,1 mm, %13,19) ve Mayıs (20,3 mm, %6,51) aylarında yağış azalırken, sonbaharda Ekim (19,6 mm, %6,29) ve Kasım (30,7 mm, %9,85) aylarında artış gözlenir. Ceylanpınar'da da yaz ayları oldukça kuraktır. En düşük yağış miktarı 0,4 mm ile Ağustos ayında kaydedilmiştir (%0,13). Diğer yaz ayları olan Temmuz (1,0 mm, %0,32), Haziran (3,3 mm, %1,06) ve Eylül (2,7 mm, %0,87) de çok düşük yağış değerlerine sahiptir **(Tablo 51)**.

Her iki istasyonun aylık verileri karşılaştırıldığında, Viranşehir'in hemen hemen her ay Ceylanpınar'dan daha fazla yağış aldığı görülmektedir. Örneğin, en yağışlı ay olan Ocak ayında Viranşehir (97,8 mm), Ceylanpınar'dan (53,7 mm) yaklaşık %82 daha fazla yağış almaktadır. Benzer şekilde, kış ve ilkbahar aylarındaki yağış farkları da belirgindir. Yaz aylarındaki kuraklık her iki istasyonda da oldukça yüksektir. Fakat en kurak ay Viranşehir'de Temmuz ayı iken Ceylanpınar'da Ağustos ayıdır. Aylık veriler, toplam yağış miktarındaki farklılığa rağmen (Viranşehir 500,4 mm, Ceylanpınar 311,7 mm), yağışın yıl içindeki aylık dağılım örüntüsünün ve en yağışlı/kurak ayların her iki kesimde oldukça benzer olduğunu göstermektedir (**Tablo 51, Şekil 36)**.

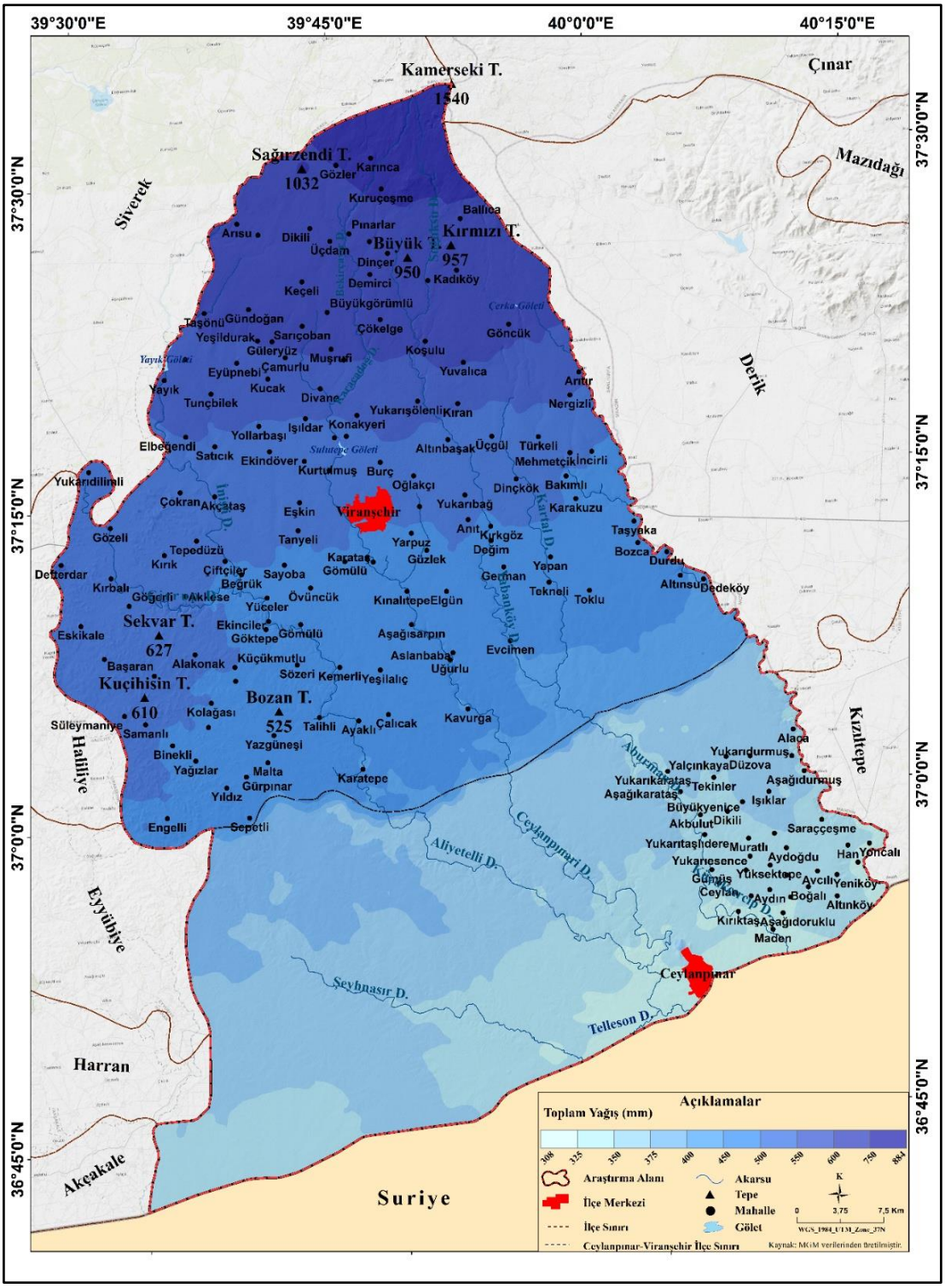
Araştırma sahasındaki toplam yağış miktarındaki farklılıkların, yükselti ve çöl etkisine açıklık gibi yerel coğrafi faktörlerin etkisiyle şekillendiği söylenebilir. Özellikle Viranşehir'in, Karacadağ volkanik kütlesinin yükselti ve topoğrafik etkisiyle Ceylanpınar'a kıyasla daha fazla yağış aldığı görülmektedir. Araştırma sahasında, yağış miktarı güneyde yer alan Ceylanpınar Meteoroloji İstasyonu'ndan kuzeye doğru, Viranşehir Platosu ve çevresine gidildikçe artmaktadır. En yüksek yağış miktarı ise yaklaşık 884 mm ile Karacadağ'daki Kamerseki Tepesi ve çevresinde görülmektedir. Bu durum, Ceylanpınar İstasyonu ile Kamerseki Tepesi arasında yaklaşık 570 mm'lik belirgin bir yağış farkı bulunduğunu ortaya koyarak, mikroklimatik farklılıklara neden olan yerel coğrafi özelliklerin, yağış dağılımındaki mekânsal varyasyonlarda belirleyici rol oynadığını göstermektedir **(Harita 11)**.

Tablo 51: Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık yağış miktarlarının seyri ile frekans dağılımı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	97.8	75.8	84.0	52.7	33.4	4.6	0.5	1.6	1.3	20.9	44.9	82.9	500.4
FREKANS (%)	19.54	15.15	16.79	10.53	6.68	0.92	0.10	0.32	0.26	4.18	8.97	16.57	100
CEYLANPINAR	53.7	46.4	46.6	41.1	20.3	3.3	1.0	0.4	2.7	19.6	30.7	45.9	311.7
FREKANS (%)	17.24	14.89	14.96	13.19	6.51	1.06	0.32	0.13	0.87	6.29	9.85	14.73	100



Şekil 36: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında yağışın yıl içindeki seyri



Harita 11: Karacadağ güney kesimi toplam yağış haritası

Günlük toplam yağışın 0.1 mm ve üzerinde olduğu gün sayısı parametresi, belirli bir dönemde (örneğin bir ay veya yıl), günlük ölçülen toplam yağış miktarının 0,1 milimetreye eşit veya daha yüksek olduğu günlerin sayısını ifade eder. Bu parametre, bitkisel üretim faaliyetlerinde toprağın sürekli nemli kalma potansiyelini ve kurak periyotların arasına giren en hafif yağışların bile dağılımını anlamak için kullanılır (Çölaşan, 1960; Okuroğlu vd., 2015). Bundan dolayı, yağışın 0.1 mm ve üzerinde olduğu gün sayısı belki tek başına yağışın yeterliliğini göstermemektedir. Fakat özellikle yağış rejiminin karakterini ortaya çıkarmada ve risk değerlendirmelerinde faydalı olabilecek bir parametredir. Yağışın 0,1 mm üzerindeki gün sayısının fazla olması daha fazla yağışlı gün varlığına işaret etmektedir. Tam tersi durum ise kuraklık periyodunu göstermektedir. Araştırma sahasındaki istasyonlarda yağışlı gün sayısı, tıpkı toplam yağış miktarında olduğu gibi, bir mevsimsel örüntü sergilemektedir. Yağışlı günler, kış ve ilkbahar (Mart-Nisan) aylarında yoğunlaşırken, yaz ve erken sonbahar aylarında (Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül) frekansları ciddi manada düşmektedir.

Viranşehir İstasyonu'nda kaydedilen yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 40,35 gündür. Yağışlı gün sayısının en yüksek olduğu aylar Ocak (6,03 gün) ve Mart (6,05 gün) olup, bu ayları Nisan (5,51 gün), Şubat (5,38 gün) ve Aralık (5,19 gün) izlemektedir. Kış ve ilkbahar aylarında ortalama 5-6 gün yağış görülürken, yaz aylarında bu sayı neredeyse sıfıra yaklaşmaktadır. Özellikle Temmuz (ortalama 0,03 gün) ve Ağustos (ortalama 0,11 gün) aylarında günlük toplam yağışın 0.1 mm üzerinde olduğu gün sayısı ortalaması son derece düşüktür. Haziran (ortalama 0,78 gün) ve Eylül (ortalama 0,27 gün) ayları da benzer şekilde çok sınırlı sayıda yağışlı gün frekansı sergilemektedir **(Tablo 52)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nda kaydedilen yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 54,90 gün olup, Viranşehir'den dikkat çekici derecede daha yüksektir. Yağışlı gün sayısının en fazla olduğu aylar Ocak (8,76 gün) ve Aralık (8,18 gün) olup, bunları Şubat (7,93 gün), Mart (7,69 gün) ve Nisan (7,06 gün) takip etmektedir. Kış ve ilkbahar aylarında ortalama 7-9 gün yağış kaydedilmektedir. Yaz kuraklığı Ceylanpınar'da da belirgindir. Ağustos (0,07 gün) ve Temmuz (0,09 gün) aylarında yağışlı gün sayısı neredeyse hiç yoktur. Haziran (0,93 gün) ve Eylül (0,46 gün) aylarında da frekans oldukça düşüktür **(Tablo 52)**.

İki istasyonun yağışlı gün verileri karşılaştırıldığında en çarpıcı bulgu, Ceylanpınar'ın yıllık toplam yağışlı gün sayısının (54,90 gün) Viranşehir'den (40,35 gün) yaklaşık %36 daha fazla olmasıdır. Bu durum, daha önce analiz edilen Viranşehir'in toplam yağış miktarının Ceylanpınar'dan daha yüksek olduğu bulgusuyla bir tezat oluşturmaktadır. Bu iki veri seti birlikte değerlendirildiğinde, Ceylanpınar'da yağışların daha sık meydana gelmekte olduğu, ancak her bir yağış olayının ortalama yağış miktarı Viranşehir'e göre daha düşük olduğu sonucunu göstermektedir. Öte yandan Viranşehir, daha az frekansta günlük yağış almasına rağmen, bu yağışların daha şiddetli veya daha uzun süreli olmaktadır ki bu da daha yüksek bir toplam yıllık yağış miktarına yol açmaktadır. Örneğin, Ocak ayında Ceylanpınar'da ortalama 8,8 gün yağış görülürken Viranşehir'de 6,0 gün yağış görülmekte, ancak Ocak ayı toplam yağış miktarında Viranşehir (97,8 mm) Ceylanpınar'ı (53,7 mm) geçmektedir. Bu durum, iki lokasyon arasındaki yağış rejiminin sadece miktar olarak değil, aynı zamanda yağışın sıklık ve yoğunluk açısından da farklılık gösterdiğine işaret etmektedir. Eldeki verilere göre yağış frekansının yüksek olması bir saha için yağış miktarının da fazla olacağı sonucunu her zaman doğurmayacağı anlaşılmaktadır.

Tablo 52: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında günlük toplam yağışın 0,1 mm ve üzerinde olduğu gün sayısı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	6.03	5.38	6.05	5.51	3.86	0.78	0.03	0.11	0.27	2.78	4.35	5.19	40.35
CEYLANPINAR	8.76	7.93	7.69	7.06	4.52	0.93	0.09	0.07	0.46	3.54	5.67	8.18	54.90

Maksimum yağış miktarı, belirli bir periyot (gün, ay, yıl veya daha uzun bir süre) içerisinde tespit edilen en yüksek toplam yağış değeridir. Bu değer, bir zaman diliminde meydana gelebilecek en yoğun yağış olayının büyüklüğünü gösterir (Çölaşan, 1960; Okuroğlu vd., 2015). Dolayısıyla, maksimum yağış değerlerinin bilinmesi, bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği sahalarda zirai risk yönetimi ve planlama faaliyetleri açısından büyük önem taşır. **Viranşehir İstasyonu'nda** gözlem süresi boyunca kaydedilen en yüksek aylık maksimum yağış miktarı, 83,6 mm ile 13 Ocak 1989 tarihinde ölçülmüştür. Bu ekstrem yağış değerini, 20 Mart 1976 tarihinde kaydedilen 68,7 mm'lik Mart ayı yağışı ile 22 Kasım 1967 tarihindeki 67,2 mm'lik

Kasım ayı yağışı takip etmektedir. Benzer şekilde, **Ceylanpınar İstasyonu'nda** ölçüm yapılan yıllar boyunca kaydedilen en yüksek aylık maksimum yağış miktarı 98,0 mm olarak belirlenmiş olup, bu yağış 29 Ekim 2006 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu ekstrem yağış olayını, 2 Nisan 1985 tarihinde kaydedilen 86,6 mm'lik Nisan ayı yağışı ile 3 Ocak 1996 tarihindeki 58,6 mm'lik Ocak ayı yağışı takip etmektedir **(Tablo 53)**.

Tablo 53: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kaydedilen maksimum günlük yağış miktarı

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VIRANŞEHIR	83.6	50.6	68.7	53.8	48.5	11.7	1.6	4.9	5.8	30.7	67.2	46.6	83.6
	13/01/ 1969	17/02/ 1981	20/03/ 1976	02/04/ 1985	06/05/ 1972	18/06/ 1972	02/07/ 1975	07/08/ 1970	29/09/ 1966	11/10/ 1967	22/11/ 1967	14/12/ 1980	13/01/ 1969
CEYLANPINAR	58.6	38.6	43.1	86.6	40.6	21.4	3.2	0.7	9.4	98	34	35.9	98
	03/01/ 1996	21/02/ 1975	29/03/ 1977	02/04/ 2007	10/05/ 1963	17/06/ 1981	05/07/ 1963	30/08/ 1983	19/09/ 1961	29/10/ 2006	16/11/ 1957	11/12/ 1980	29/10/ 2006

Yukarıda verilen değerler, söz konusu istasyonların gözlem periyotları boyunca yaşadığı en yoğun yağış olaylarını ve bu ekstrem olayların yıl içindeki dağılımındaki değişkenliği temsil etmektedir. Özellikle bitkisel üretim faaliyetleri açısından, bu ekstrem yağış miktarlarının bilgisi büyük önem taşımaktadır. Zira bitkisel üretim faaliyetlerinde maksimum yağışlar, bir yandan topraktaki nem içeriğini artırarak bitki gelişimi için fayda sağlasa da diğer yandan ani sellere, toprak erozyonuna ve tarım arazilerinde su baskınlarına yol açarak ekili alanlara ve ürün verimliliğine ciddi zararlar verebilmektedir (Tarkan, 1973; Güneş vd., 2024).

Araştırma alanındaki istasyonlara ait **yağışın mevsimlere dağılımı (yağış rejimi)** incelendiğinde, her iki istasyonda da en yüksek yağış miktarlarının kış mevsiminde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu kapsamda, Viranşehir İstasyonu'nda kış mevsiminde kaydedilen yağış miktarı 256,5 mm ile toplam yıllık yağışın %51,3'ünü oluştururken, Ceylanpınar İstasyonu'nda ise bu değer 146,0 mm olup yıllık yağışın %46,85'ine karşılık gelmektedir. Dolayısıyla, kış mevsimi her iki istasyon için de yıllık toplam yağışa en fazla katkı sağlayan dönem olarak öne çıkmaktadır. Ancak, Viranşehir'de kış mevsiminde gerçekleşen yağışların hem mutlak miktarı hem de yıllık yağış içerisindeki oranı, Ceylanpınar'a kıyasla daha yüksektir. Kış mevsimini takiben, İlkbahar her iki istasyon için de ikinci en yağışlı dönem olarak öne çıkmaktadır. İlkbahar mevsiminde Viranşehir'de 170,1 mm, Ceylanpınar'da ise 108,0 mm yağış kaydedilmiştir. Mutlak yağış miktarları arasında belirgin bir fark bulunmasına rağmen, ilkbahar yağışlarının yıllık toplam yağış içerisindeki oranları sırasıyla %34,0 ve %34,67 ile birbirine oldukça yakın değerler göstermektedir.

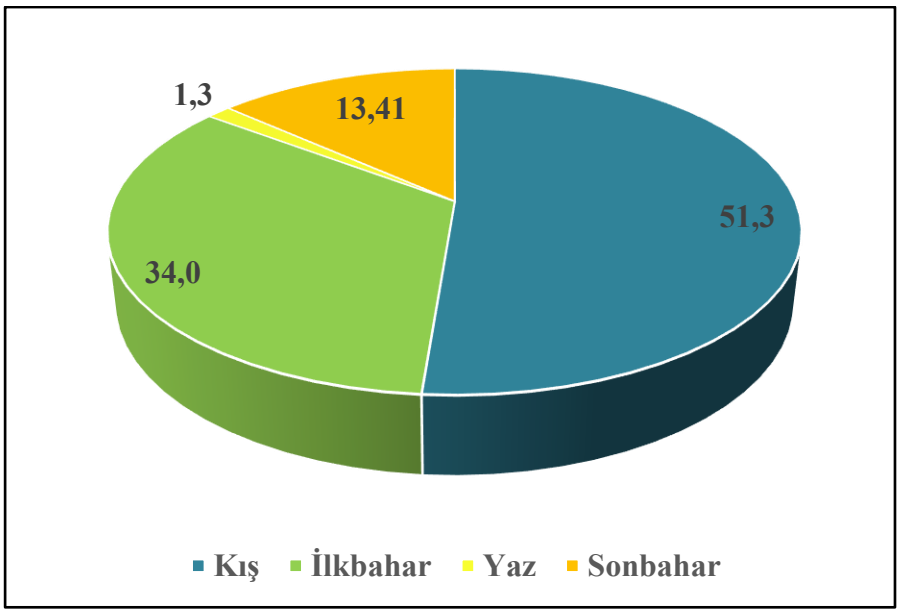
Yaz mevsimine gelince her iki istasyon için ekstrem kuraklıkla karakterize edilmektedir. Yaz mevsiminde Viranşehir'de yalnızca 6,7 mm ile yıllık toplam yağışın %1,3'ü oranında, Ceylanpınar'da ise 4,7 mm ile %1,51 oranında yağış gerçekleşmiştir. Bu son derece düşük yağış miktarları ve oranları, araştırma sahasının tipik yarı kurak iklim özelliklerine uygun olarak yaz aylarında bariz bir yağış açığı yaşandığını ve buharlaşma potansiyelinin yüksek olduğunu açıkça göstermektedir. Sonbahar mevsiminde ise, yağışlar yaz mevsimine göre artsa da kış ve ilkbahar seviyelerinin altında kalmaktadır. Sonbahar mevsiminde Viranşehir'de 67,1 mm, Ceylanpınar'da ise 53,0 mm yağış kaydedilmiştir. Bu mevsim, iki istasyon arasındaki oransal farklılığın en belirgin şekilde gözlendiği dönemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Nitekim

Ceylanpınar'da sonbahar yağışlarının yıllık toplam yağışa katkısı %17,00 iken, bu oran Viranşehir'de %13,41 düzeyindedir **(Tablo 54 ve 55, Şekil 37 ve 38)**.

Yağışın mevsimsel dağılımı, Karacadağ güney kesimindeki bitkisel üretim faaliyetleri açısından kritik öneme sahiptir. Yağışların kış ve ilkbahar mevsimlerinde yoğunlaşması, bu dönemlerde ekilen ya da gelişim sürecini sürdüren bitkiler açısından önemli bir su kaynağı oluşturmaktadır. Buna karşılık, yaz mevsiminde yaşanan kuraklık, özellikle yazlık ekimlere konu olan vejetasyon dönemindeki bitkiler için sürdürülebilir sulama uygulamalarını zorunlu hâle getirmektedir. Bu durum araştırma sahasındaki ürün desenlerinin ve sulama planlamasının mevsimsel yağış rejimine bağlı olarak geliştirilmesi gerektiğini olarak ortaya koymaktadır.

Tablo 54: Viranşehir İstasyonu'nda mevsimlere göre yağış miktarı ve frekans dağılımı

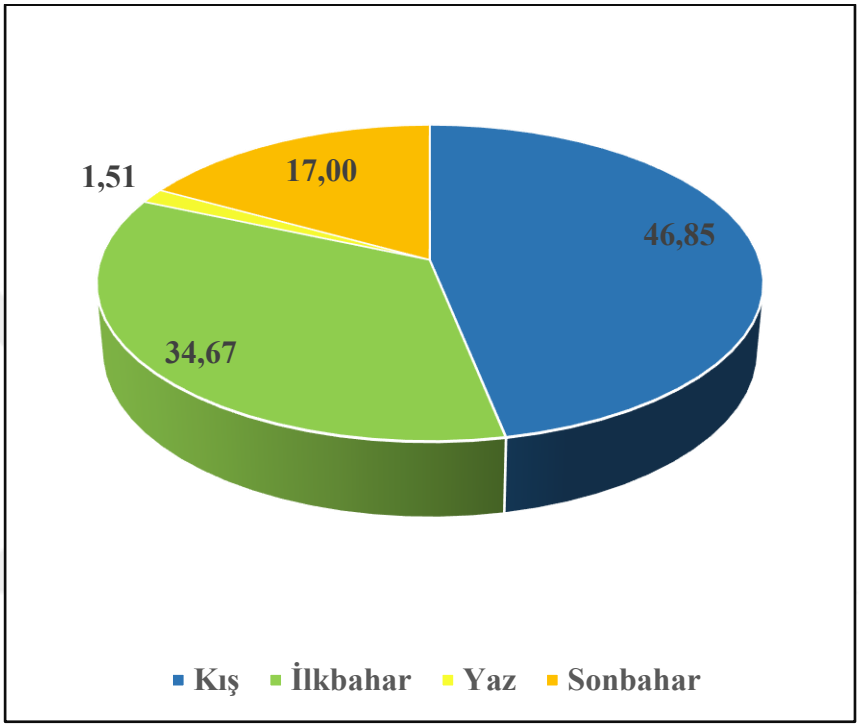
Mevsimler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık Toplam
Yağış Miktarı	256.5	170.1	6.7	67.1	500.4
Frekans	51.3	34.0	1.3	13.41	100



Şekil 37: Viranşehir İstasyonu'nda yağışın mevsimlere göre dağılışı (%)

Tablo 55: Ceylanpınar İstasyonu'nda mevsimlere göre yağış miktarı ve frekans dağılımı

Mevsimler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık Toplam
Yağış Miktarı	146.0	108.0	4.7	53.0	311.7
Frekans	46.85	34.67	1.51	17.00	100



Şekil 38: Ceylanpınar İstasyonu'nda yağışın mevsimlere göre dağılışı (%)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güney kesimlerinin, Türkiye'nin **kar yağışı** açısından en fakir yörelerinden biri olduğu bölge çalışmalarında belirtilmektedir. Özellikle Suriye sınırına yakın alçak düzlüklerde kar yağışının yıllarca hiç gözlenememesi, sıcaklık ve yağış rejimi özelliklerinin bir sonucudur. Buna karşın, Karacadağ gibi yüksek volkanik kütleler ve diğer dağlık kesimlerde kar yağışları daha sık ve erken (Kasım ayı gibi) başlayabilmektedir (Gürgen, 2002). İncelenen verilere göre, her iki istasyonda da yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı oldukça düşüktür. Viranşehir İstasyonu'nda yıllık ortalama 1,62 gün kar yağışı gözlenirken, Ceylanpınar istasyonunda bu değer 1,28 gün olarak kaydedilmiştir. Bu düşük frekanslar, araştırma sahasının genelinde kar yağışının oldukça nadir rastlanan bir meteorolojik olay

olduğunu göstermektedir. İstasyonlar arasındaki karşılaştırma, kar yağışı sıklığında coğrafi konuma bağlı bir farklılaşmanın varlığını göstermektedir. Daha güneyde konumlanan Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısının Viranşehir İstasyonu'na kıyasla daha düşük olması; araştırma sahasının güneyine doğru kar yağışı ihtimalinin azaldığı yönündeki genel klimatolojik değerlendirmelerle ve Ceylanpınar Ovası'nın iklim karakteri ile uyum içerisindedir. Söz konusu farklılık, büyük ölçüde yükselti faktörünün kar yağışı oluşumu üzerindeki etkisiyle açıklanabilir.

Araştırma sahasında kar yağışının yıl içindeki dağılımı incelendiğinde, kar yağışının özellikle kış mevsimi ile sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da kar yağışlı günler, ağırlıklı olarak Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yoğunlaşmaktadır. Araştırma alanında ortalama kar yağışlı gün sayısının en yüksek olduğu ay Ocak ayıdır. Bu ayda Viranşehir'de 0,97 gün, Ceylanpınar'da ise 0,63 gün kar yağışlı gün kaydedilmiştir. Ocak ayını sırasıyla Şubat ve Aralık ayları izlemektedir. Şubat ayında Viranşehir'de ortalama 0,46 gün, Ceylanpınar'da ise 0,40 gün kar yağışlı gün yaşanırken; Aralık ayında bu değerler sırasıyla 0,19 gün ve 0,22 gün olarak belirlenmiştir. Ceylanpınar İstasyonu'nda Mart ayında ise istatistiksel olarak oldukça düşük bir kar yağışı olasılığına işaret eden ortalama 0,03 gün değerine ulaşılmıştır. İlkbaharın geri kalan aylarında, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ise ortalama kar yağışlı gün sayısı hiç kaydedilmemiştir. Gözlenen bu aylık kar yağışı dağılımı, bölgesel ve yerel ölçekte kar yağışlarının genellikle kış mevsiminin başlangıcı olan Aralık ayından itibaren görülmeye başlamasıyla tam bir uyum içerisindedir. **(Tablo 56)**.

Tablo 56: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kar yağışlı gün ortalaması

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	0.97	0.46										0.19	1.62
CEYLANPINAR	0.63	0.40	0.03									0.22	1.28

Fotoğraf 21: Genellikle kurak-yarı kurak karakter gösteren araştırma sahasının kuzeyini kapsayan Kamerseki tepesi ve yakın çevresinde kış aylarında sık sık kar yağışı gözlenmektedir.

Dolu, meteorolojik olarak, atmosferdeki güçlü dikey yönlü hava hareketleri neticesinde gelişen kümülonimbus (Cb) bulutları içerisinde oluşan katı haldeki yağış (hidrometeor) formudur. Bu yağış tipi, özellikle tanelerin boyutuna bağlı olarak yeryüzünde çeşitli zararlı etkilere neden olabilmektedir. İri boyutlu dolu taneleri, bitki örtüsüne, özellikle de tarım ürünlerine ciddi zararlar verme potansiyeline sahiptir. Nitekim ağaç dallarının kırılmasına, genç fidelerin zarar görmesine ve olgunlaşma veya başaklanma evresindeki ekinlerin yatırılarak tahrip olmasına yol açarak önemli zirai ve ekonomik kayıplara sebebiyet verebilir. Dolu hadiselerinin, özellikle orta enlem bölgelerinde, tarımsal üretimin aktif olduğu ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelmesi, zirai ürünler üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri nedeniyle özel bir önem taşımaktadır (Ardel, 1973; Erol, 2010).

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında dolu olaylarının görülme sıklığı ve mevsimlere göre dağılımı, uzun yıllar ortalamasına dayalı aylık dolulu gün sayısı verileri kullanılarak incelenmiştir. Her iki istasyonda kaydedilen yıllık ortalama dolulu gün

sayıları birbirine oldukça yakın değerler göstermektedir. Viranşehir İstasyonu'nda bu değer 1,53 gün iken Ceylanpınar İstasyonu'nda ise 1,54 gün olarak tespit edilmiştir. Bu durum, yıllık ölçekte dolu riskinin her iki istasyon da benzer ve genel olarak düşük bir frekansta olduğunu göstermektedir.

Araştırma sahasında dolulu günler, yılda ortalama 1,5 günden biraz fazla gözlenen nadir bir olaydır. Ancak, dolu hadiselerinin yıl içindeki dağılımı incelendiğinde, istasyonlar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Viranşehir'de dolu olaylarının en yüksek frekansa ulaştığı aylar Mart, Mayıs ve Aralık olup, bu aylarda sırasıyla ortalama 0,31 gün, 0,28 gün ve 0,25 gün dolu hadisesi kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra, Nisan ve Ekim aylarında ortalama 0,19 gün, Haziran ayında ise 0,13 gün dolu gözlemlenmiştir. Ocak, Şubat ve Kasım aylarında dolu olaylarının frekansı daha düşüktür ve her biri için frekans 0,06 gün olarak tespit edilmiştir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise dolu olaylı gün kaydedilmemiştir. Buna karşılık Ceylanpınar İstasyonu'nda dolu olaylarının en belirgin şekilde görüldüğü dönem, özellikle Nisan ayı olmak üzere ilkbahar mevsimidir. Nisan ayında ortalama dolulu gün sayısı 0,43 gün ile en yüksek değere ulaşırken, Mart ve Mayıs aylarında bu değerler 0,24 gün olarak kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra, Şubat ayında 0,19 gün ve Ekim ayında 0,10 gün ile dolu riski gözlenmektedir. Diğer aylar olan Ocak, Haziran, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında dolu olaylarının frekansı oldukça düşüktür. Temmuz ve Ağustos aylarında ise dolu olayına rastlanmamıştır **(Tablo 57).**

Tablo 57: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında dolu yağışlı gün ortalaması

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	0.06	0.06	0.31	0.19	0.28	0.13				0.19	0.06	0.25	1.53
CEYLANPINAR	0.06	0.19	0.24	0.43	0.24	0.06			0.09	0.10	0.06	0.07	1.54

Kırağı, atmosferdeki su buharının, sıcaklığı donma noktası olan 0°C'nin altındaki yeryüzü veya diğer yüzeyler üzerinde, sıvı faza geçmeden doğrudan katı faza (buz kristalleri) dönüşmesiyle meydana gelen bir meteorolojik hadisedir. Bu fiziksel süreç, teknik olarak bir yoğunlaşma olmayıp, su buharının doğrudan buz kristallerine dönüşümü anlamına gelen desüblimleşme olarak tanımlanır. Oluşan bu çok küçük ve

ince buz kristalleri, yüzeyler üzerinde beyaz renkte, ince, pürüzlü ve genellikle kadifemsi bir dokuya sahip kristal bir örtü meydana getirir. Kırağı oluşumu için temel koşul, yüzey sıcaklığının gece boyunca 0 °C'nin altına düşmesi ve havanın içerdiği su buharının bu sıcaklıktaki doygunluk noktasına ulaşarak doğrudan katılaşmasıdır (Erol, 2010).

Kırağı oluşumu, özellikle bitkisel üretim faaliyetleri açısından önemli riskler barındıran bir meteorolojik hadisedir. Genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gözlenen bu olay, bitkilerin donmaya karşı hassas olduğu fenolojik evrelerde ciddi zararlara yol açma potansiyeline sahiptir. İlkbahar döneminde meydana gelen kırağı, meyve ağaçlarının çiçeklenme döneminde çiçeklerine, sebze fidelerine ve bağlardaki yeni gelişen sürgünlere zarar verebilir. Benzer şekilde, sonbahar döneminde vejetasyon süreci henüz tamamlanmamış yazlık sebzeler veya diğer hassas bitkiler de kırağıdan olumsuz etkilenebilir. Burada önemli bir nokta da bitkilerde gözlenen don zararının doğrudan nedeninin yüzeyde biriken buz kristalleri (kırağı) değil, ortam hava sıcaklığının 0°C'nin altına düşmesi olduğudur. Kırağı, esasen yüzey sıcaklığının donma noktasının altına indiğini ve atmosferik koşulların don olayına uygun olduğunu gösteren fiziksel bir belirtidir. Bu nedenle kırağı, soğuk gece koşullarının bir habercisi olarak kabul edilir. Tarımsal risk yönetimi ve planlama açısından, araştırma sahasında kırağının ilkbaharda en son ve sonbaharda ilk görüldüğü tarihlerin (donlu günlerin başlangıç ve bitiş periyotları) dikkatle izlenmesi büyük önem taşır (Asar vd., 2007; Karaoğlu, 2013).

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama kırağılı gün sayıları incelendiğinde, iki lokasyon arasında kırağı sıklığı açısından farklılık göze çarpmaktadır. Ceylanpınar'da yıllık ortalama 11,66 gün kırağı kaydedilirken, Viranşehir'de bu ortalama yalnızca 2,86 gündür. Bu durum, Ceylanpınar'da kırağı hadisesinin Viranşehir'e kıyasla yaklaşık dört kat daha sık yaşandığını göstermektedir. Mevsimsel dağılım açısından Ceylanpınar'da kırağılı günler Ekim ayından başlayıp Nisan ayına kadar uzanan geniş bir periyoda yayılmaktadır. En yüksek aylık ortalamalar kış mevsiminde kaydedilmiş olup, özellikle Ocak ayında 3,60 gün ve Aralık ayında 3,24 gün olarak ölçülmüştür. Bu ayları sırasıyla Şubat ayı 2,60 gün, Kasım ayı 1,13 gün ve Mart ayı 1,01 gün ile takip etmektedir. Viranşehir'de ise kırağılı günler daha dar bir zaman aralığında, yani Kasım ile Mart ayları arasında ve genel olarak düşük frekanslarda yoğunlaşmaktadır. Zirve değerler Ceylanpınar'a benzer şekilde kış ortasında görülmekte olup, Aralık ayında 0,94 gün ve Ocak ayında 0,91 gün olarak kaydedilmiştir. Ancak bu

değerler, Ceylanpınar'daki ortalamaların oldukça altındadır. Viranşehir'de Kasım ayında 0,38 gün, Şubat ayında 0,44 gün ve Mart ayında 0,19 gün olarak ölçülen ortalamalar da düşüktür. Ayrıca, istasyonda Nisan ayından Ekim ayına kadar olan dönemde ortalama kırağılı gün sayısı ölçülmemiştir **(Tablo 58)**.

Tablo 58: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kırağılı günler sayısının yıl içindeki değişimi

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	0.91	0.44	0.19								0.38	0.94	2.86
CEYLANPINAR	3.60	2.60	1.01	0.07						0.01	1.13	3.24	11.66

Çiy, atmosferdeki su buharının, sıcaklığı çevresindeki havanın doyma noktası (çiy noktası) sıcaklığının altına düşmüş, ancak 0°C'nin üzerinde olan yeryüzü veya cisimler üzerinde sıvı su damlacıkları şeklinde yoğunlaşması olayıdır. Bu süreç, genellikle açık, sakin ve yüksek basınç koşullarının etkili olduğu gecelerde, yüzeylerin radyasyonel (ışıma yoluyla) enerji kaybı nedeniyle çevrelerindeki havadan daha fazla soğuması neticesinde meydana gelir. Yüzey sıcaklığı, temas ettiği hava kütlesinin çiy noktası sıcaklığının altına indiğinde, hava kütlesi içerdiği su buharı bakımından doygunluğa ulaşır ve sıcaklık donma noktasının üzerinde kaldığı sürece, fazla su buharı yüzeyde sıvı formda birikir. Bu olay tipik olarak gece boyunca devam eden soğumanın ardından sabah saatlerinde belirginleşir (Erol, 2010; Türkeş, 2017).

Bitkisel üretim faaliyetleri açısından çiy oluşumu, genel olarak faydalı bir atmosferik olay olarak değerlendirilmektedir. Oluşumu için gündüzlerin sıcak olması ve gece ile gündüz arasında belirgin bir sıcaklık farkının bulunması gereken çiy, özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında, toprak ve hava sıcaklığının 0°C'nin üzerinde olduğu durumlarda meydana gelir. Bu mevsimlerde atmosferdeki nem oranının yaz aylarına göre daha yüksek olması da çiy oluşumunu destekleyen bir faktördür. Tarımsal açıdan çiyin sağladığı fayda, toprağa düşen su miktarının mutlak hacminden ziyade, özellikle kurak bir dönemin ardından bitkiler üzerinde yarattığı canlandırıcı etkiden kaynaklanır. Gece boyunca bitki yüzeyinde biriken nem, adeta bir "can suyu" işlevi görebilir. Bitkilerin çiyden yararlanma oranı ise bitkinin cins ve türüne, doğal ortam koşullarına ve çiyin yoğunluğu ile süresine bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin, toprak neminin

kısıtlı olduğu kurak bölgelerde yetişen bitkilerin, nemli bölgelerdekilere kıyasla çiy şeklindeki nemden daha etkin faydalandığı ifade edilmektedir. Çiyin tarımsal önemi, özellikle yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu ve bu nedenle düşen çiy miktarının daha fazla olduğu arazilerde daha da artmaktadır. Ancak, yüzeyde yoğunlaşma ile oluşan çiyin, bitkilerin fizyolojik bir süreçle yaprak kenarlarından su atması olan gutasyon (damlama) olayı ile karıştırılmaması gerektiği unutulmamalıdır (Asar vd., 2007; Karaoğlu, 2013).

Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama çiyli gün sayıları incelendiğinde, iki istasyon arasında çiy sıklığı açısından önemli bir fark olduğu görülmektedir. Yıllık toplamda Ceylanpınar'da ortalama 18,04 gün çiy gözlenirken, Viranşehir'de bu değer 8,50 gün ile Ceylanpınar'ın yarısından daha azdır. Bu durum Ceylanpınar'ın çiy oluşumu için Viranşehir'e göre daha elverişli koşullara sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresinde çiyli günler en fazla sonbahar aylarında gözlemlenmektedir. Özellikle Ekim ayında 1,50 gün ve Kasım ayında 1,47 gün ile çiyli günlerin en yoğun olduğu aylardır. Buna karşılık, en düşük sıklık kış aylarında görülmektedir. Ocak ayında 0,09 gün, Şubat ayında 0,19 gün olarak kaydedilmiştir. Ceylanpınar İstasyonu ve yakın çevresinde çiy oluşumu, ilkbahar ile kış ve geç sonbahar dönemlerinde yoğunlaşmaktadır. Özellikle mart ayında kaydedilen 3,21 günlük ortalama ile dikkat çeken bu olay, nisan ayında 2,91 gün, aralıkta 2,84 gün, kasımda 2,79 gün, şubatta 2,06 gün ve ocak ayında ise 1,72 gün olarak ölçülmüştür **(Tablo 59)**.

Tablo 59: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında çiyli günler sayısının yıl içindeki değişimi

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR	0.09	0.19	0.34	1.19	0.56	0.16	0.22	1.00	0.97	1.50	1.47	0.81	8.50
CEYLANPINAR	1.72	2.06	3.21	2.91	1.12	0.13	0.12	0.04	0.13	0.97	2.79	2.84	18.04

Oraj, atmosferdeki kuvvetli dikey yönlü hava hareketleri (konvektif aktivite) sonucunda oluşan ve genellikle kümülonimbus (Cb) tipi bulutlarla ilişkili, lokal ölçekli, süreksiz ve sağanak karakterli bir fırtına türüdür. Bu fırtınalar, belirli bir hava kütlesi içerisinde veya cephe hatlarında oluşmuş, siklonal bir dönüş sergilemeyen baca benzeri

güçlü yükselici ve alçalıcı hava akımlarının etkisiyle gelişen bulutlarından kaynaklanır. Orajlar, karakteristik olarak şimşek ve gök gürültüsü gibi atmosferik elektriksel boşalmaları içerirler. Ayrıca, sağanak şiddetli yağışlar, dolu ve aniden başlayan kuvvetli rüzgarlar gibi tehlikeli meteorolojik olayları da beraberinde getirebilirler. Türkiye'de oraj, özellikle sıcak mevsim ve ilkbahar aylarında daha sık gözlenmektedir. Orajlar neden oldukları sağanak yağışlar ve dolu potansiyeli sebebiyle, bitkisel üretim faaliyetleri başta olmak üzere çeşitli sosyo-ekonomik sektörler açısından önemli bir meteorolojik risk unsuru olarak değerlendirilirler (Erol, 2010; Atalay, 2010). Fakat orajların olumsuz yönlerinin yanı sıra bitkiler için faydalı yönleri de bulunmaktadır. Özellikle ilkbahar sonu ve yaz başlarında meydana gelen bu sağanak yağışlı fırtınalar, getirdikleri şiddetli yağışlar sayesinde bitkilerin gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptirler. Bu bağlamda, orajlar taşıdıkları yağışlarla bitkilerin büyümesi için kritik dönemlerde ihtiyaç duyulan suyun sağlanmasına katkıda bulunarak büyümeyi desteklerler (Özdemir ve Bozyurt, 2003).

Araştırma sahasında orajlar nadir görülen bir olaydır. Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama orajlı gün sayıları verileriyle de bu durum desteklenmektedir (**Tablo 60)**. Viranşehir istasyonu ve yakın çevresinde orajlı günler sayısı yıllık ortalama 0,75 gün iken, Ceylanpınar İstasyonu ve yakın çevresinde ise 1,07 gün olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, orajların yöre ikliminde belirleyici etkinliğe sahip olmadığını göstermektedir. Ceylanpınar ile Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresinde orajlı günler, en fazla ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde görülmektedir. Ceylanpınar İstasyonu'nda ilkbahar ayları arasında en yüksek ortalama Mayıs ayında 0,30 gün olarak kaydedilmiş, bunu 0,16 gün ile Nisan ayı takip etmiştir. Sonbahar mevsiminde ise Eylül ve Ekim aylarında sırasıyla 0,16 ve 0,15 gün orajlı gün kaydedilmiştir. Viranşehir İstasyonu'nda ise en yüksek ortalama Mayıs ayında 0,25 gün olarak kaydedilmiş, bunu 0,22 gün ile Ekim ve 0,16 gün ile Haziran ayı takip etmiştir.

Tablo 60: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında orajlı günler sayısının yıl içindeki değişimi

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Y
VİRANŞEHİR			0.03	0.03	0.25	0.16			0.06	0.22			0.75
CEYLANPINAR		0.01	0.04	0.16	0.30	0.18	0.01	0.03	0.16	0.15	0.03		1.07

2.3. Araştırma Alanının İklim Sınıflandırması

Coğrafi alanın iklim karakterinin eksiksiz bir biçimde ortaya konulabilmesi, yalnızca sıcaklık, atmosfer basıncı, rüzgâr sistemleri veya sadece nem ve yağış rejimleri gibi iklim elemanlarının tek tek incelenmesiyle yeterince başarılamaz. Söz konusu alanın iklim karakterine dair kapsamlı ve geçerli bir anlayışa ulaşmak, ancak iklimi teşkil eden tüm temel bileşenlerin ve bunlar arasındaki karmaşık etkileşimlerin bir arada değerlendirilmesi neticesinde mümkün olabilmektedir. Zira iklim, doğası gereği birbiriyle dinamik bir ilişki ve etkileşim içinde bulunan atmosferik olaylar bütününün kendisidir (Dönmez, 1990).

Mevcut çalışmanın temel amaçlarından biri, araştırma sahasının hâkim iklim tipini tanımlamak ve yerleşik sınıflandırma sistemleri içerisindeki yerini belirlemektir. Bu hedefe yönelik olarak literatürde yaygın kabul gören ve etkinlikleri kanıtlanmış yaklaşımlardan faydalanılmıştır. Özellikle, bölgesel iklim farklılıklarını ortaya koymadaki başarıları nedeniyle sıkça tercih edilen Erinç, Thornthwaite ve Emberger tarafından geliştirilen yöntemler seçilmiş ve bu metodolojiler, araştırma alanı Karacadağ güney kesimindeki Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarından temin edilen uzun yıllık verilere sistematik bir biçimde uygulanmıştır. Dolayısıyla, önceki bölümde detaylandırılan temel iklim elemanları verileri kullanılarak seçili formüller aracılığıyla türetilen iklim indisleri ışığında, çalışma sahasının iklim karakterini ve ait olduğu sınıf belirlenmiştir.

2.3.1. Erinç Yağış Etkinliği

Erinç indisi, iklim incelemelerinde yararlanılan ve hesaplamalarında temel olarak yıllık toplam yağış miktarı ile yıllık ortalama en yüksek sıcaklık değerlerini dikkate alan bir yöntemdir. Bu çalışma kapsamında, incelenen Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonları için Erinç metodolojisi kullanılarak yağış etkinlik indisleri hesaplanmış ve elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Erinç indisi kullanılarak gerçekleştirilen yıllık iklim analizi sonuçlarına göre, incelenen istasyonlar farklı kuraklık sınıfları içerisinde yer almaktadır. Viranşehir İstasyonu'nun ortalama yıllık indis değeri, **"Kurak (Arid)"** iklim şartlarına sahip olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, Ceylanpınar İstasyonu için elde edilen indis

değeri, araştırma sahasının güneyinin **"Tam Kurak"** olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. İki istasyon arasındaki bu farklılık, çalışma alanının benzer fakat aynı olmayan iklim yapısını ve kuraklık riskinin mevcudiyetini ortaya koymaktadır.

Viranşehir İstasyonu'na ait aylık Erinç indisi değerleri, yıl içerisinde nemlilik ve kuraklık koşulları bakımından döngü sergilemektedir. Yılın başlangıç ayını oluşturan Ocak, Şubat ve Mart aylarında sırasıyla 119,8, 74 ve 61,1 gibi yüksek indis değerleri hesaplanmış olup, bu dönemde istasyonun *"Çok Nemli"* iklim sınıfı özellikleri görülmektedir. Nisan ayına gelindiğinde indis değerinin 28,5'e gerilemesiyle *"Yarı Nemli"* koşullara geçiş gözlenmektedir. Mayıs ayında düşüş devam ederek 14,1 değeri ile "*Kurak"* koşullara girilmiştir. Yılın özellikle Haziran ayından başlayarak Eylül ayına kadar süren dört aylık periyotta, kuraklığın şiddeti bariz bir şekilde artmaktadır. Bu aylarda Haziran 1,6, Temmuz 0,2, Ağustos 0,5, Eylül 0,5 olarak hesaplanan indis değerleri istasyonun *"Tam Kurak"* olarak tanımlanan ekstrem iklim koşulları altında olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Temmuz ayındaki 0,2'lik indis değeri, bu periyodun en şiddetli kuraklık noktasına işaret etmektedir. Ekim ayında indis değerinin 9,3'e yükselmesiyle *"Kurak"* koşullar devam ederken, Kasım ayında 29 değeriyle tekrar *"Yarı Nemli"* sınıfına dönülmektedir. Yılın son ayı olan Aralık'ta ise indis değeri yeniden yükselerek 80,9'a ulaşmakta ve *"Çok Nemli"* koşullar tekrar hâkim olmaktadır **(Tablo 61)**.

Ceylanpınar İstasyonu'nun aylık indis değerleri incelendiğinde ise Viranşehir'e kıyasla yıl boyunca daha kurak koşulların hâkim olduğu iklim karakteri ile karşılaşılmaktadır. Yılın ilk iki ayında Ocak 56, Şubat 40,1 *"Nemli"* olarak sınıflandırılan koşullar, Viranşehir'deki *"Çok Nemli"* periyoda göre daha düşük bir nemlilik seviyesini göstermektedir. Mart ayında 30,2 değeri ile *"Yarı Nemli"* sınıfa geçilirken, Nisan ayında Viranşehir'den farklı olarak 20,3 değeriyle *"Yarı Kurak"* kategoriye girildiği görülmektedir. Bu durum, kurak koşulların Ceylanpınar'da yılın daha erken dönemlerinde kendini göstermeye başladığının bir işaretidir. Nitekim Mayıs ayında indis değeri 7,9'a düşerek istasyon ve yakın çevresi *"Tam Kurak"* sınıfına dahil olmakta ve bu kuraklık durumu, Viranşehir'den bir ay önce başlayıp bir ay daha uzun sürerek Eylül ayına kadar (Haziran: 1,1, Temmuz: 0,3, Ağustos: 0,1, Eylül: 0,9) toplam beş ay boyunca kesintisiz devam etmektedir. Özellikle Ağustos ayında kaydedilen 0,1'lik minimum indis değeri, kuraklığın Ceylanpınar'da ulaştığı şiddetin Viranşehir'de gözlemlenenden dahi fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Ekim ayında 8,1 değeriyle

"Kurak" sınıfa geçilse de Kasım ayında 18,2 değeriyle tekrar *"Yarı Kurak"* koşullara dönülmekte ve yılın son ayı olan Aralık'ta ulaşılan 41,1'lik indis değeri ancak *"Nemli"* seviyesine işaret etmektedir **(Tablo 61)**.

Aylık düzeyde gözlemlenen farklılıklar, **mevsim ölçeğinde** değerlendirildiğinde daha net ve karşılaştırılabilir bilgi sunmaktadır. İki istasyon arasındaki en çarpıcı kontrast **kış** mevsiminde ortaya çıkmaktadır. Viranşehir, 89,5 gibi oldukça yüksek bir indis değeri ile *"Çok Nemli"* bir kış periyodu yaşarken, Ceylanpınar aynı dönemde *"Nemli"* olarak sınıflandırılmış ve indis değeri (45,2) Viranşehir'in yaklaşık yarısı seviyesinde kalmıştır. Bu durum, yöredeki nem birikiminin kış aylarında Viranşehir ve yakın çevresinde çok daha etkin olduğunu göstermektedir. **İlkbahar** mevsimine geçildiğinde ise Viranşehir 30,4 indis değeriyle *"Yarı Nemli"* (30,4) koşullar sergilerken, Ceylanpınar'ın 17,6'lık indis değeri *"Yarı Kurak"* koşulları işaret etmektedir. Bu durum kuraklaşma eğiliminin Ceylanpınar'da daha erken başladığını göstermektedir. **Yaz mevsimi**, beklendiği üzere her iki istasyon ve yakın çevresi için de yılın en kurak dönemidir ve her iki lokasyon da *"Tam Kurak"* sınıfına girmektedir. Bu mevsimdeki indis değerleri Viranşehir: 0,7 iken Ceylanpınar: 0,5'dir. İki istasyonun iklim karakteri arasındaki fark, **sonbahar** mevsiminde tekrar ortaya çıkmaktadır. Viranşehir, sonbaharda 10,1'lik indis değeri ile *"Kurak"* koşullara doğru bir değişim gösterirken, Ceylanpınar 7,4'lük indis değeriyle *"Tam Kurak"* sınıfında kalmaya devam etmektedir. Mevsim verileri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Viranşehir'in nemli kışlar ve kurak diğer mevsimler arasında keskin geçişler yaşadığını göstermektedir. Ceylanpınar'ın ise Viranşehir'e göre daha kurak olduğunu, kış nemliliğinin sınırlı kaldığını ve kurak koşulların hem yaz hem de sonbahar mevsimlerine yayıldığını ortaya koymaktadır.

Tablo 61: İnceleme sahasındaki meteoroloji istasyonlarının Erinç Yağış Etkinlik İndis formülüne göre aylık, mevsimlik ve yıllık indis değerleri

İstasyon	Aylar												Mevsimler				Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
VİRANŞEHİR	119.8	74	61.1	28.5	14.1	1.6	0.2	0.5	0.5	9.3	29	80.9	30.4	0.7	10.1	89.5	12.83
	ÇN	ÇN	ÇN	YN	K	TK	TK	TK	TK	K	YN	ÇN	YN	TK	K	ÇN	K
CEYLANPINAR	56	40.1	30.2	20.3	7.9	1.1	0.3	0.1	0.9	8.1	18.2	41.1	17.6	0.5	7.4	45.2	7.6
	N	N	YN	YK	TK	TK	TK	TK	TK	K	YK	N	YK	TK	TK	N	TK

ÇN	Çok Nemli	N	Nemli	YN	Yarı Nemli	YK	Yarı Kurak	K	Kurak	TK	Tam Kurak	

2.3.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite iklim sınıflandırma sistemi, yağış ile potansiyel evapotranspirasyon ve sıcaklık ile potansiyel evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu yaklaşıma göre, yağış miktarının sürekli olarak potansiyel evapotranspirasyon oranını aştığı sahalarda toprak suyla doygunluğa ulaşır ve bu durum su fazlasına işaret eder. Bu tür koşulların hâkim olduğu alanlar, nemli iklim kategorisinde değerlendirilir. Öte yandan, yağış miktarının sürekli olarak potansiyel evapotranspirasyonun altında kaldığı sahalarda ise toprak, bitkilerin su ihtiyacını karşılayacak düzeyde nem tutamaz ve su noksanlığı ortaya çıkar. Bu koşullar altındaki sahalar kurak iklim olarak sınıflandırılır (Dönmez, 1990). Thornthwaite'in sınıflandırmasında iklim tipleri, bu iki uç durum arasında değerlendirilir. Thornthwaite, bu temel ayrıma ek olarak, nemli iklimleri kendi içinde nemlilik derecelerine göre altı alt tipe, kurak iklimleri ise kuraklık derecelerine göre üç alt tipe ayırmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarının verileri, Thornthwaite İklim Sınıflandırması yöntemiyle aşağıda incelenmiştir.

Viranşehir İstasyonu'na ait sıcaklık, yağış, potansiyel evapotranspirasyon (PE), toprak nemi değişimi, fiili evapotranspirasyon, su noksanı ve su fazlası gibi iklim verileri kullanılarak yapılan Thornthwaite sınıflandırmasına göre, sahanın nemlilik ve sıcaklık özellikleri ortaya konulmuştur. Hesaplamalar, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyonun (1088 mm), yıllık toplam yağıştan (500,4 mm) fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum, özellikle evapotranspirasyonun en yüksek olduğu Haziran-Ekim periyodunda önemli bir su açığına (805 mm) neden olmaktadır. Buna karşılık, kış aylarında (özellikle Aralık-Mart) yağışların PE'yi aşmasıyla toprakta su birikmekte ve yaklaşık 218 mm'lik bir su fazlası oluşmaktadır. Yağış Etkinliği İndisi (Im), su dengesi bileşenleri esas alınarak -24,39 olarak hesaplanmıştır. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre bu değer, **D (Yarı Kurak)** iklim sınıfına karşılık gelmektedir. İndis değerinin, Yarı Kurak iklim tipinin sınırında, daha nemli iklim koşullarına (Kurak/Yarı Nemli- C1, -20 ile 0) geçişe yakın bir durumu yansıttığı görülmektedir. Yağışa bağlı indisler, yaz mevsiminde *"çok kuvvetli"* bir su noksanının, kış mevsiminde ise *"orta derecede"* bir su fazlasının olduğunu göstermektedir. Ayrıca, potansiyel evapotranspirasyonun yaz aylarındaki yığılımını gösteren termik indis (Yaz Buharlaşma Oranı) %58,57 (b'2) olarak hesaplanmış olup, bu durum **2. Derece Mezotermal** bir

termik rejime ve sıcaklık etkinliğinin yaz aylarında orta-yüksek derecede yoğunlaştığını ifade eder **(Tablo 62 ve 64)**.

Tablo 62: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Viranşehir'in su bilançosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık	5.3	7.1	10.9	15.9	21.6	27.9	31.7	31	26.6	20.2	12.6	7.4	**18.2**
İndis	1.09	1.7	3.25	5.76	9.16	13.5	16.38	15.84	12.56	8.28	4.05	1.81	
Düzeltilmemiş PE	5.03	9.14	21.95	47.46	88.76	149.73	194.36	185.69	135.82	77.4	29.51	9.95	
Enlem	0.86	0.84	1.03	1.1	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	0.97	0.85	0.83	
Düzeltilmiş PE	4.33	7.68	22.61	52.21	108.29	184.17	242.95	217.26	139.89	75.08	25.08	8.26	**1087.81**
Yağış	97.8	75.8	84	52.7	33.4	4.6	0.5	1.6	1.3	20.9	44.9	82.9	**500.4**
Depo Değişikliği	5.54	0	0	0	-74.89	-25.11	0	0	0	0	19.82	74.64	
Depo	100	100	100	100	25.11	0	0	0	0	0	19.82	94.46	
Gerçek Eva	4.33	7.68	22.61	52.21	108.29	29.71	0.5	1.6	1.3	20.9	25.08	8.26	
Su Noksanı	0	0	0	0	0	154.46	242.45	215.66	138.59	54.18	0	0	**805.34**
Su Fazlası	87.93	68.12	61.39	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	**217.93**
Yüzeysel Akış	43.965	56.04	58.72	29.6	14.8	7.4	3.7	1.85	0.92	0.46	0.23	0	
Nemlilik Oranı	21.59	8.87	2.72	0.01	-0.69	-0.98	-1	-0.99	-0.99	-0.72	0.79	9.04	

Ceylanpınar İstasyonu'nun meteoroloji verileri üzerinden gerçekleştirilen Thornthwaite su bilançosu hesaplamaları ise, araştırma sahasının güneyinin kuzeyine göre daha kurak koşullara sahip olduğunu göstermektedir. Hesaplamalar, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyonun (1112,66 mm), yıllık toplam yağıştan (311,7 mm) fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum, özellikle evapotranspirasyonun en yüksek olduğu Mayıs-Ekim periyodunda önemli bir su açığına (857,55 mm) neden olmaktadır. Buna karşılık, Şubat ve Mart aylarında yağışların PE'yi aşmasıyla toprakta su birikmekte ve yaklaşık 56,59 mm'lik bir su fazlası oluşmaktadır. Yağış Etkinliği İndisi (Im), su dengesi bileşenleri esas alınarak -41,16 olarak hesaplanmıştır. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre bu değer, **E (Tam Kurak-Çöl)** iklim sınıfına karşılık gelmektedir. Yağışa bağlı indisler, yaz mevsiminde *"çok kuvvetli"* bir su noksanının, kış mevsiminde ise *"düşük derecede"* bir su fazlasının olduğunu göstermektedir. Ayrıca, potansiyel evapotranspirasyonun yaz aylarındaki yığılımını gösteren termik indis (Yaz Buharlaşma Oranı) %55,4 (b'3) olarak hesaplanmış olup, bu durum **3. Derece Mezotermal** bir termik rejime ve sıcaklık etkinliğinin yaz aylarında orta-yüksek derecede yoğunlaştığını ifade eder **(Tablo 63 ve 64)**.

Thornthwaite iklim sınıflandırması hesaplamaları, Viranşehir'in *D (Yarı Kurak)* ve Ceylanpınar'ın *E (Tam Kurak-Çöl)* iklim tiplerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Her iki istasyon ve yakın çevresi özellikle yaz aylarında artan yüksek su açığı karakterini göstermektedir. Ceylanpınar'da su fazlası sadece Şubat ve Mart aylarıyla sınırlı kalmaktadır. Viranşehir'de ise kış mevsimi boyunca gözlenen toprak nemi birikimi ile su fazlası, her iki sahanın da yaz ziraatinde sulamaya olan bağımlılığını ortaya koymaktadır. Nitekim Mardin-Ceylanpınar Ana Kanalı'nın sağladığı sulama imkanları, Ceylanpınar Ovası ve Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde zirai yapıyı önemli ölçüde değiştirmiştir. Başta pamuk ve mısır olmak üzere su isteği yüksek ürünlerin yoğun ziraatine ve yılda üç ürüne kadar alınabilen polikültür tarım sistemlerine olanak sağlamıştır. Buna karşılık, Viranşehir Platosu'nun kuzey kesimlerinde bitkisel üretim daha çok yerel kaynak suları ve kuyulara dayanmaktadır. Özellikle taşlardan temizlenmiş alanlarda tahıl ziraati ön plana çıkmaktadır.

Tablo 63: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Ceylanpınar'ın su bilançosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık	5.6	7.4	11.3	16.4	22.6	28.7	32	31.1	26.3	19.8	12.2	7.2	18.4
İndis	1.19	1.81	3.44	6.04	9.81	14.09	16.62	15.91	12.35	8.03	3.86	1.74	
Düzeltilmemiş PE	5.36	9.55	22.99	49.8	96.89	159.09	199.41	187.95	132.72	73.63	26.95	9.02	
Enlem	0.86	0.84	1.03	1.1	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	0.97	0.85	0.83	
Düzeltilmiş PE	4.61	8.02	23.68	54.78	118.21	195.68	249.26	219.9	136.7	71.42	22.91	7.49	1112.66
Yağış	53.7	46.4	46.6	41.1	20.3	3.3	1	0.4	2.7	19.6	30.7	45.9	311.7
Depo Değişikliği	49.09	38.38	0	-13.68	-86.32	0	0	0	0	0	7.79	38.41	
Depo	95.29	100	100	86.32	0	0	0	0	0	0	7.79	46.2	
Gerçek Eva	4.61	8.02	23.68	54.78	106.62	3.3	1	0.4	2.7	19.6	22.91	7.49	
Su Noksanı	0	0	0	0	11.59	192.38	248.26	219.5	134	51.82	0	0	857,55
Su Fazlası	0	33.67	22.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.59
Yüzeysel Akış	0	16.84	19.88	9.94	4.97	2.48	1.24	0.62	0.31	0.16	0.08	0	
Nemlilik Oranı	10.65	4.79	0.97	-0.25	-0.83	-0.98	-1	-1	-0.98	-0.73	0.34	5.13	

Tablo 64: İstasyonların Thornthwaite yöntemine göre iklim tasnifleri

İstasyonlar	Yağış Etkinlik İndisi (1. harf)			Sıcaklık Etkinlik İndisi (2. harf)		
	Im	**Harf**	**İklim Özelliği**	**Yıllık PE (mm)**	**Harf**	**İklim Özelliği**
VİRANŞEHİR	-24.39	D	Yarı Kurak	1087.81	B'2	2. Derece Mezotermal
CEYLANPINAR	-41.16	E	Tam kurak-Çöl	1112.66	B'3	3. Derece Mezotermal

İstasyonlar	Kuraklık ve Nemlilik İndisi (3. harf)		PE'nin 3 Yaz Ayına Oranı İndisi (4. harf)		
	Harf	**İklim Özelliği**	**PE'nin 3 Yaz Ayına Oranı**	**Harf**	**Yaz Buharlaşma Oranı (%)**
VİRANŞEHİR	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim	58.57	B'2	56,4-61,6 arası
CEYLANPINAR	s	Su fazlası olmayan veya pek az olan tali iklim	55.4	B'3	52-56,3 arası

2.3.3. Emberger İklim Sınıflandırması

Çalışmada kullanılan Erinç ve Thornthwaite iklim sınıflandırmalarına karşılaştırmalı bir bakış açısı sunmak amacıyla, Emberger tarafından geliştirilen biyoklimatik sınıflandırma sistemine de başvurulmuştur. Ayrıca makro iklim olarak Türkiye Akdeniz iklim tipi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bundan dolayı çalışma sahasının Emberger Akdeniz İklim sınıflandırması içerisinde yer alıp almadığı ve Akdenizli bir iklime sahip ise hangi alt tip içerisinde bulunduğunu belirlemek için bu iklim sınıflandırması kullanılmıştır.

İklimlerin karmaşık yapısının tek bir formülle tam olarak anlaşılamayacağını öne süren Emberger, kendi metodolojisini özellikle Akdeniz ikliminin biyoklimatik özelliklerini tanımlamak üzere geliştirmiş ve bu iklimi kendi içinde farklı alt tiplere ayırmıştır. Emberger'in yaklaşımına göre Akdeniz ikliminin temel karakteri, yağış rejiminde maksimum değerlerin serin veya soğuk mevsimlerde yoğunlaşmasıdır. Buna karşın yaz dönemi hem en yüksek sıcaklıkların yaşandığı hem de kuraklığın hüküm sürdüğü mevsim olarak öne çıkar. Bu iklim tipinin en ayırt edici niteliği ise, yıllık döngü içerisinde yüksek sıcaklık koşullarıyla eşleşen bir kurak periyodun varlığı ve bu sıcak-kurak evrede yaz yağışlarının son derece sınırlı düzeyde kalmasıdır (Akman, 1990; Baylan ve Ustaoğlu, 2020; Gözalan, 2023). Araştırma sahasının iklim karakterini Emberger'in Akdeniz biyoklimatik sınıflandırma metodolojisine göre belirlemek amacıyla; yıllık toplam yağış miktarı (P), yıllık ortalama sıcaklık (T), en soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı (m) ve en sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı (M) gibi temel klimatik parametreler analiz edilmiştir. Analizlerin amacı, sahanın hangi Akdeniz biyoklimatik katına ve ilgili alt tipe girdiğini tespit etmektir. Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun yıllara dayanan iklim verileri, bu sınıflandırma için temel veri setini oluşturmuştur.

Emberger'nin Akdeniz biyoklimatik sınıflandırmasına göre yapılan hesaplamalarda, Viranşehir İstasyonu'nun Akdeniz karakterini taşıdığı belirlenmiştir. İstasyona ait Akdeniz biyoiklim katsayısı (Q) 45,6 olarak hesaplanmış olup, bu değer söz konusu alanın *"Yarı Kurak Akdeniz (Semi-arid Mediterranean)"* biyoklimatik katında yer aldığını ortaya koymaktadır. Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresinde yaz döneminin kuvvetli kuraklık etkisini nicel olarak teyit eden ''S'' kuraklık indisi ise 0,2 gibi oldukça düşük bir değer vermiştir. Sıcaklık özelliklerini tanımlayan en soğuk ayın

ortalama minimum sıcaklığı (m) 1,6 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer istasyonun *"Yarı Kurak-Kışı Serin Akdeniz"* termik varyantına ait olduğunu göstermektedir (**Tablo 65)**.

Araştırma sahasındaki diğer istasyon olan Ceylanpınar İstasyonu ve yakın çevresi için gerçekleştirilen Emberger hesaplamaları, Viranşehir'e kıyasla daha kurak iklim koşullarına işaret eden sonuçlar vermiştir. Ceylanpınar istasyonu da Akdenizli (Mediterranean) olarak sınıflandırılmakla birlikte, hesaplanan Akdeniz biyoiklim kat sayısı (Q) değeri 26,4'tür. Bu Q değeri, Emberger şemasına göre istasyonun *"Kurak Akdeniz İklimi (Arid Mediterranean)"* biyoklimatik katına karşılık gelmektedir. Bu durum, Viranşehir'in Yarı Kurak Akdeniz katına göre daha fazla bir nem açığına işaret eder. Yaz kuraklığının şiddetini gösteren ''S'' indisinin 0,1 gibi aşırı düşük bir değerde olması, Ceylanpınar İstasyonu ve yakın çevresinin yaz kuraklığının Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresine göre daha kuvvetli olduğunu göstermektedir. En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı (m) 0,8 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer istasyonun sıcaklık açısından Viranşehir ile benzer şekilde *"Kurak-Kışı Serin Akdeniz"* varyantına dahil olduğunu göstermektedir (**Tablo 65)**.

Tablo 65: Emberger iklim sınıflandırmasına göre Karacadağ güney kesimi istasyonlarının iklim karakteri

İstasyonlar	Yükselti	S	M	m	P	Q	Biyoiklim
VİRANŞEHİR	556	0.2	39,0	1,6	500.4	45.6	Yarı Kurak Akdeniz İklimi
CEYLANPINAR	360	0.1	41,0	0,8	311.7	26.4	Kurak Akdeniz İklimi

2.4. Araştırma Alanının Sıcaklık ve Yağış Trend Analizleri

Araştırma sahasının iklim dinamiklerinde zamanla meydana gelen değişimleri ortaya koymak amacıyla trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Ceylanpınar ve Viranşehir meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verileri ele alınmıştır. Veri setlerindeki olası eğilimlerin varlığını ve yönünü istatistiksel olarak test etmek için, hidro-klimatolojik çalışmalarda yaygın olarak tercih edilen Mann-Kendall ve Spearman's Rho testleri kullanılmıştır.

Kullanılan testlerden Mann-Kendall, zaman serilerindeki sürekli artan veya azalan eğilimlerin varlığını ve istatistiksel anlamlılığını saptamak için tasarlanmış, parametrik olmayan bir yöntemdir. Spearman's Rho testi ise yine parametrik olmayan bir yaklaşımla, zaman değişkeni ile sıcaklık ve yağış arasındaki monoton (sürekli artan veya azalan) ilişkinin yönünü ve gücünü bir korelasyon katsayısı (ρ) aracılığıyla ölçer. Bu çalışma çerçevesinde, her iki testten elde edilen pozitif değerler genellikle sıcaklık verilerinde bir artış eğilimine, negatif değerler ise yağış miktarlarında bir azalma eğilimine işaret etmektedir. Bu iki yöntemin bir arada kullanılması, tespit edilen iklim eğilimlerinin hem varlığını teyit etmeyi hem de bu eğilimlerin gücü hakkında daha kapsamlı bir değerlendirme yapmayı mümkün kılmaktadır (Beşel ve Kayıkçı, 2016; Coşkun, 2020d). Trend analizi sonuçları **(Tablo 66)**, araştırma sahasındaki sıcaklık değerlerinde değişimler yaşandığını ortaya koymaktadır. Özellikle sıcaklık verileri incelendiğinde, Ceylanpınar ve Viranşehir istasyonlarının her ikisinde de hem yıllık hem de mevsimsel düzeyde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimleri gözlemlenmiştir.

Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık sıcaklık artış eğilimi için elde edilen katsayı 2,4 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, mevsim düzeyinde incelendiğinde ilkbahar için 2,15, yaz mevsimi için 3,58, sonbahar için 2,98 ve kış mevsimi için ise 3,57 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık ortalama ve tüm mevsimlerde sıcaklık artışının istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir eğilim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle yaz ve kış mevsimlerinde tespit edilen yüksek pozitif katsayılar (3,58 ve 3,57), araştırma sahasındaki ısınmanın bu zaman diliminde daha belirgin hale geldiğini ve mevsimlerdeki sıcaklık değişimlerinde artış yaşandığını göstermektedir. Benzer şekilde, Viranşehir İstasyonu'nda da yıllık sıcaklık eğilimi 3,15 ile oldukça anlamlı ve pozitif yönlü bir değişim sergilemektedir. Mevsim düzeyinde bu eğilim, ilkbaharda 4,12 gibi yüksek bir değere ulaşırken, yaz döneminde 2,51, sonbaharda 2,78 ve kış mevsiminde ise 3,47 olarak hesaplanmıştır. Viranşehir İstasyonu'nda da sıcaklık artışının tüm mevsimlerde istikrarlı bir şekilde sürdüğünü, özellikle ilkbahar mevsiminde bu artışın çok daha güçlü olduğunu göstermektedir.

Çalışma sahasındaki yağış verilerinin Mann-Kendall trend analizine göre incelenmesi sonucunda, her iki meteoroloji istasyonunda tüm mevsimler için negatif yönlü eğilimler tespit edilmiştir. Bu durum, yörede uzun yıllara yayılan istatistiksel olarak anlamlı bir yağış azalması sürecinin yaşandığını ortaya koymaktadır. Ceylanpınar İstasyonu'na ait analiz sonuçları, yıllık bazda -2,65'lik bir Mann-Kendall katsayısı ile

negatif bir eğilim göstermektedir. Mevsim düzeyinde ise bu eğilim ilkbaharda -2,45, yaz mevsiminde -3,78, sonbaharda -2,40 ve kış mevsiminde -2,13 olarak belirlenmiştir. Özellikle yaz mevsiminde elde edilen -3,78 değer, bu dönemde yağışların önemli ölçüde azaldığını ve kuraklık riskinin diğer mevsimlere göre fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum, yöredeki mevcut su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından dikkatli planlamalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Viranşehir İstasyonu verileri de benzer eğilim sergilemektedir. Nitekim yıllık yağış trendi -2,06 olarak hesaplanmıştır. Mevsim düzeyinde ise ilkbaharda -3,18, yaz mevsiminde -2,46, sonbaharda -4,17 ve kış mevsiminde -2,45 değerleri elde edilmiştir. Bu istasyondaki en çarpıcı bulgu, sonbahar mevsiminde kaydedilen -4,17'lik oldukça yüksek negatif katsayıdır. Bu değer, Viranşehir İstasyonu ve yakın çevresinde sonbahar yağışlarında istatistiksel olarak çok güçlü bir azalma yaşandığını ve bu durumun özellikle bitkisel üretim faaliyetleri ve su kaynakları açısından su stresi riski taşıdığını ortaya koymaktadır.

Spearman's Rho testi sonuçları, Mann-Kendall testi ile elde edilen bulguları doğrulamakta ve desteklemektedir. Her iki istasyon için de sıcaklık verileri ile zaman arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Bu durum, gözlemlenen uzun dönemli ısınma eğilimini güçlendiren bir bulgudur. Buna karşılık, yağış verileri ile zaman arasında ise tutarlı bir şekilde negatif korelasyonlar tespit edilmiştir. Bu durum da yağış miktarlarındaki azalma yöneliminin güvenilirliğini pekiştirmektedir. Netice itibarıyla, uygulanan her iki parametrik olmayan testten (Mann-Kendall ve Spearman's Rho) elde edilen birbiriyle uyumlu sonuçlar, araştırma sahasında gözlemlenen sıcaklık artışı ve yağış azalması eğilimlerinin rastlantısal olmadığını göstermektedir. Bu durum, incelenen dönem (1970-2023) boyunca her iki istasyonda güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı iklim değişimlerinin yaşandığı sonucunu ortaya koymaktadır. Bu eğilimler, araştırma sahasının gelecekteki su kaynakları yönetimi ve bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanması açısından dikkate alınması gereken önemli veriler sunmaktadır.

Tablo 66: Araştırma sahasındaki istasyonların ölçümlenen iklim parametrelerinin yıllık ve mevsimlik düzeyde eğilim durumları

Metod		Mann Kendall ve Spearman Rho									
İstasyonlar	Periyot	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış		Yıllık	
		Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Yağış
VİRANŞEHİR	1970-2023	4,12**	-3,18**	2,51**	-2,46**	2,78**	-4,17**	3,47**	-2,45**	3,15**	-2,06**
CEYLANPINAR	1970-2023	2,15**	-2,45**	3,58**	-3,78**	2,98**	-2,4**	3,57**	-2,13**	2,4**	-2,65**

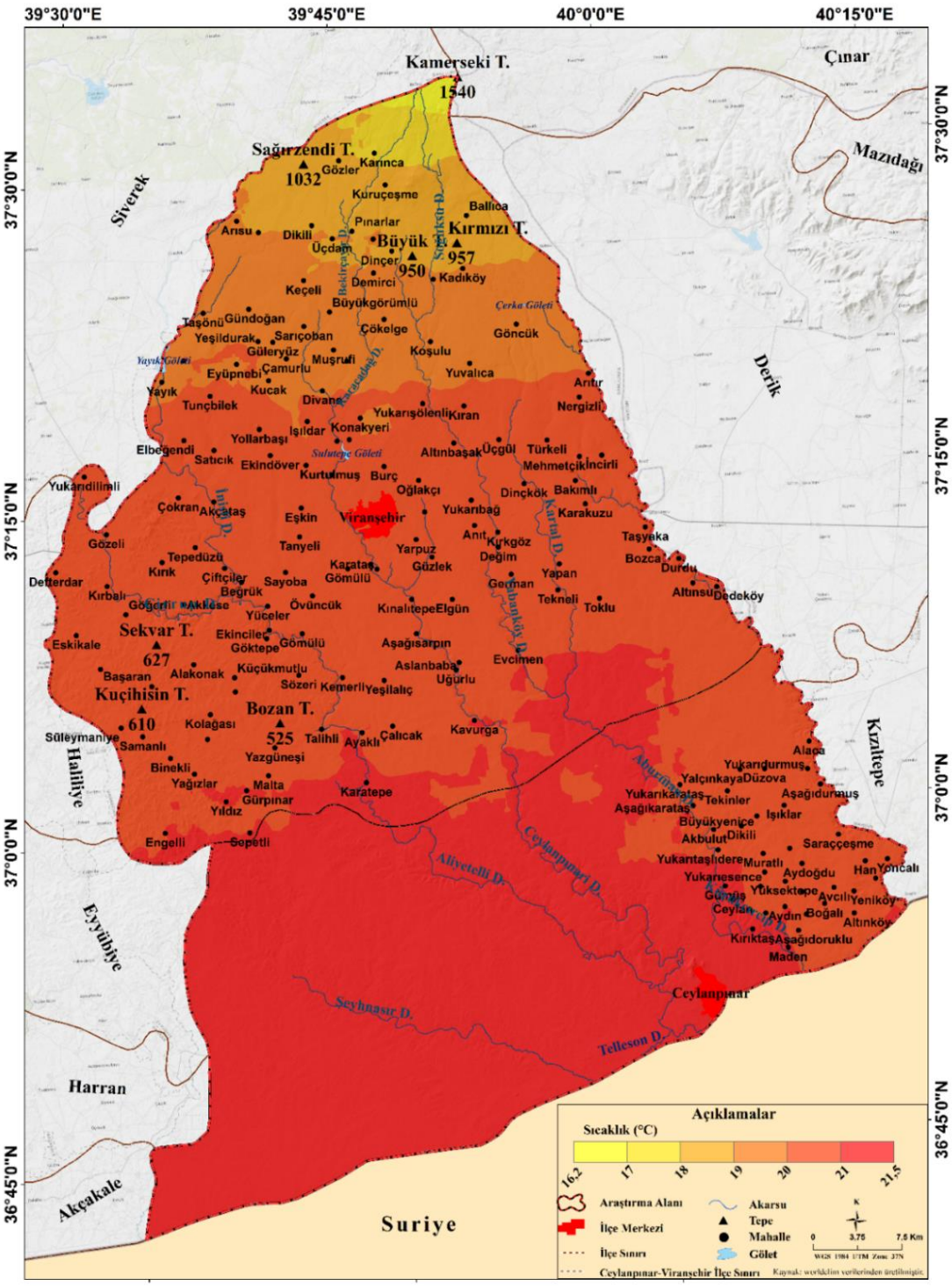
2.5. Araştırma Alanının SSP 4.5 ve SSP 8.5 Küresel İklim Senaryolarına Göre Yağış ve Sıcaklık Projeksiyonları

Karacadağ güney kesiminin gelecekteki iklim değişimleri, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) SSP 4.5 (orta düzey emisyon) ve SSP 8.5 (yüksek emisyon) küresel iklim senaryoları temel alınarak incelenmiştir. Bu senaryolar, sahanın karşılaşabileceği farklı iklimsel gelecek olasılıklarına dair önemli öngörüler sunarak, Ceylanpınar ve Viranşehir istasyonları için potansiyel değişimleri ortaya koymaktadır. Ceylanpınar ve Viranşehir istasyonları referans alınarak 2040-2060 ve 2081-2100 periyotları için beklenen ortalama sıcaklık ve toplam yağış değişimlerine odaklanacak olan bu analizler, iklim değişikliğinin yöresel etkilerini ortaya koymanın yanında bu projeksiyonların bitkisel üretim faaliyetleri üzerindeki olası etkilerini de değerlendirmeyi hedeflemektedir.

2.5.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık

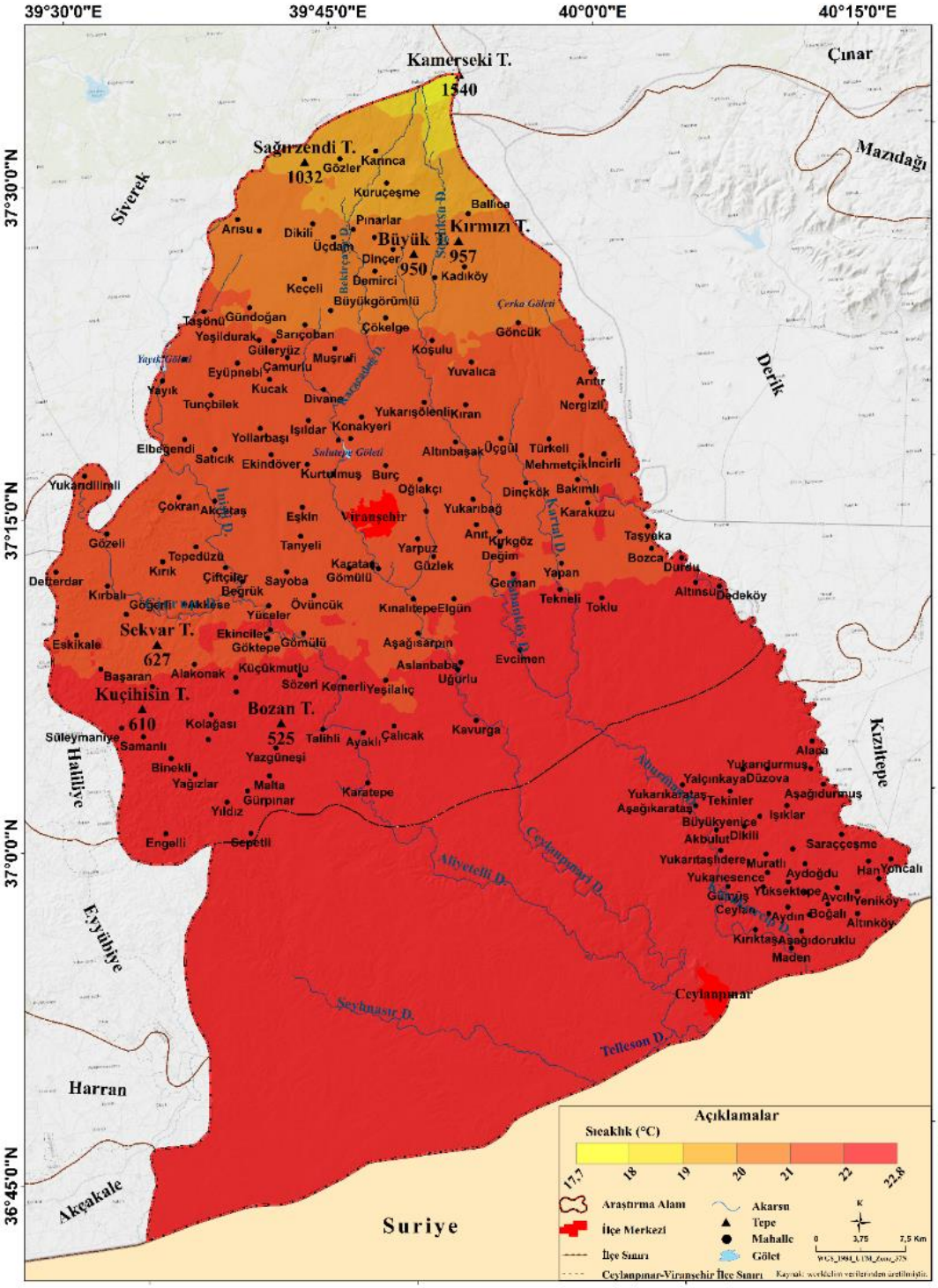
Geleceğe yönelik ortalama sıcaklık projeksiyonları, belirli bir metodolojik çerçeve izlenerek elde edilmiştir. Süreç, ilk olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) temin edilen uzun dönemli iklim verilerinin analiziyle başlamıştır. Bu veriler üzerinde uygulanan trend analizleri ile araştırma sahasındaki mevcut ısınma eğilimleri belirlenmiştir. Tespit edilen bu eğilimler ışığında, gelecekteki farklı iklim yollarını temsil etmek üzere, orta düzey (SSP 4.5) ve yüksek emisyonlu (SSP 8.5) senaryoları seçilmiştir. Son aşamada söz konusu küresel iklim modeli verileri, araştırma alanı koşullarına uyarlanarak saha ölçeğinde sıcaklık projeksiyonları üretilmiştir.

2040–2060 dönemine ait SSP 4.5 (orta düzey) senaryosu projeksiyonlarına göre, Karacadağ güney kesiminde yer alan Ceylanpınar ve Viranşehir yakın çevresinde ortalama sıcaklık değerlerinde artışlar öngörmektedir. Bu zaman aralığına ait öngörülere göre, sıcaklık artışlarının genel olarak 1,5°C ile 2,8°C aralığında değişmesi beklenmektedir **(Harita 12)**. Artışın mekânsal dağılımı incelendiğinde, ısınmanın özellikle çalışma alanının güney ve güneybatı kesimlerinde, yani Ceylanpınar Ovası ve özellikle batı kısımlarında daha yoğun olacağı tahmin edilmektedir. Bu düzeydeki sıcaklık artışlarının, araştırma alanındaki bitkisel üretim faaliyetleri üzerinde ciddi baskı oluşturma riski bulunmaktadır. En yüksek artışların beklendiği alanlarda, bitkisel üretim faaliyetlerin yoğun gerçekleştirildiği dolayısıyla burada yetiştirilen bitkilerin termik stres altına girebileceği, büyüme periyodunun kısalabileceği ve dane gelişimini tam olarak tamamlayamadan erken olgunlaşma gibi verim düşürücü sorunların yaşanabileceği öngörülmektedir. Buna karşın, Ceylanpınar Ovası'nın doğu ve kuzey kesimleri ile Viranşehir Platosu gibi daha düşük artışların (yaklaşık 1,5°C) beklendiği sahaların nispeten daha az etkileneceği düşünülmektedir. Bu durum, öngörülen zaman aralığında yöre içinde bitkisel üretim faaliyetlerindeki verimliliğin önemli mekânsal farklılıklar gösterebileceğini ve uyum stratejilerinin bu farklılıklara göre geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.



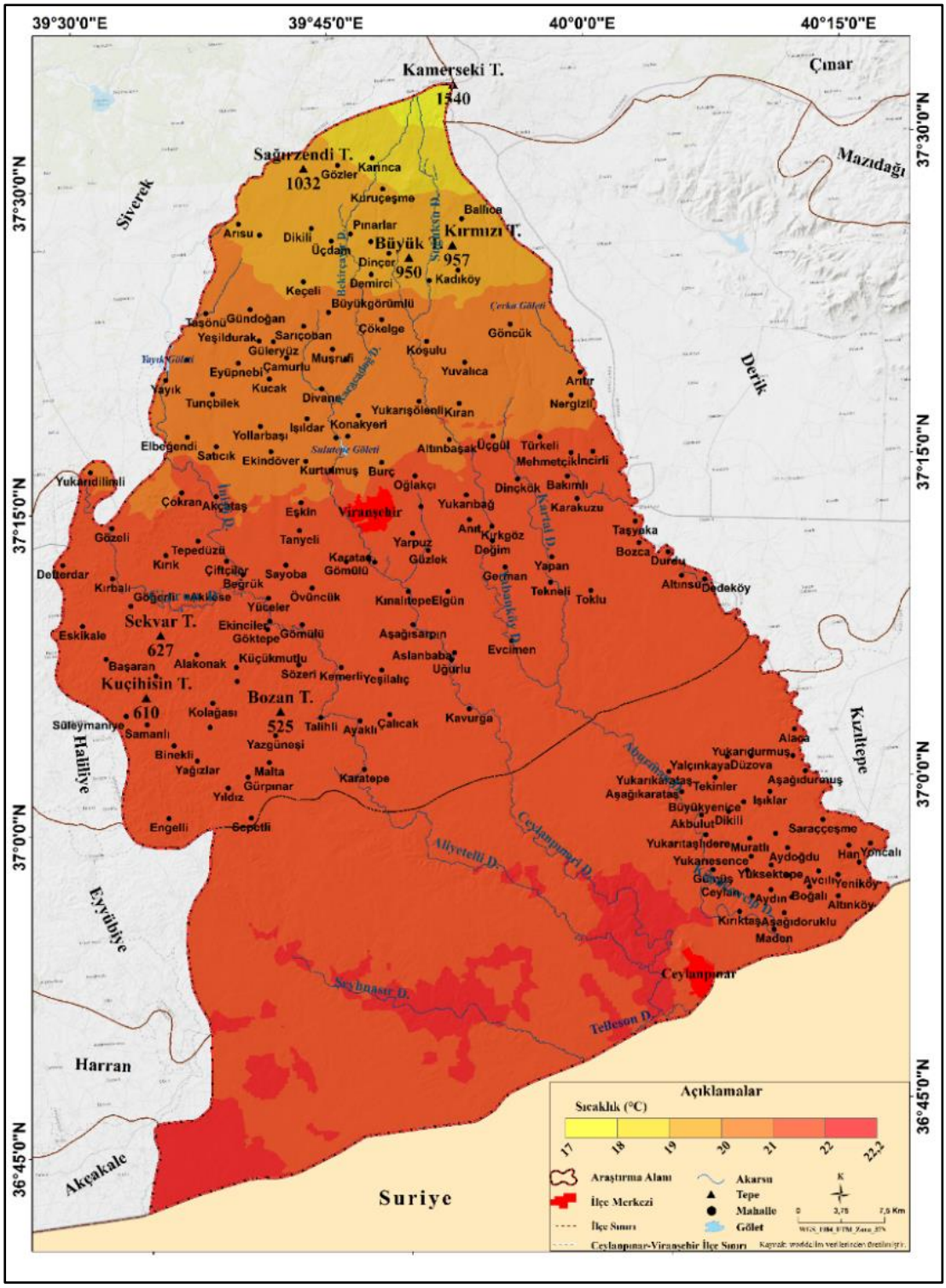
Harita 12: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2040-2060) haritası

2081–2100 dönemine ait SSP 4.5 senaryosu projeksiyonlarına göre, araştırma sahasında sıcaklık artışının daha da belirginleştiği görülmektedir. Bu zaman aralığında sıcaklık değerleri 3,0 °C ile 4,5 °C arasında değişmekte olup, Ceylanpınar Ovası'nın tamamı ile Viranşehir Platosu'nun güney kesimleri en yüksek sıcaklık artışına maruz kalan alanlar olarak öne çıkmaktadır **(Harita 13)**. Yaz aylarında sıcaklıkların ekstrem değerlere ulaşması ve gündüz ile gece sıcaklık farklarının azalması, bitkisel üretim faaliyetleri açısından önemli olumsuzluklara yol açabilir. Öte yandan, araştırma sahasının en kuzeyinde yer alan Kamerseki Tepesi ve çevresi, serin kalan nadir alanlardan biri olarak dikkat çekmektedir. Bitkisel üretim faaliyetlerinin yanı sıra, bu dönemde özellikle Viranşehir Platosu ve daha güneydeki mera alanlarında sıcaklığa bağlı kuruma, su ihtiyacında artış ve hayvan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkiler, hayvancılık faaliyetleri açısından da önemli risk faktörleri arasında yer almaktadır.



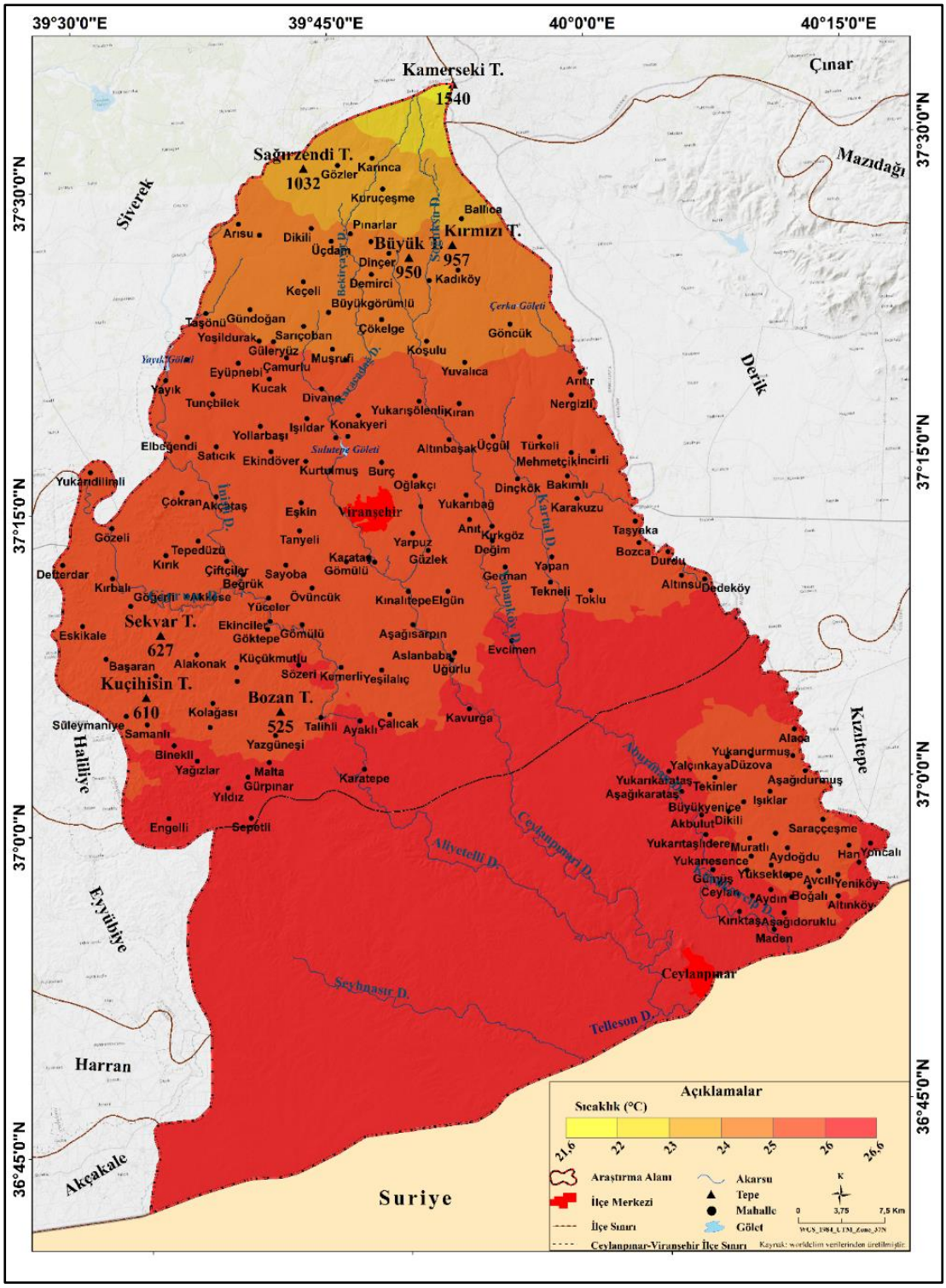
Harita 13: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2081-2100) haritası

2040-2060 dönemine ait SSP 8.5 (yüksek emisyonlu) senaryosu projeksiyonlarına göre, sıcaklık artışlarının daha da hızlandığı ve 2,3°C ile 3,2°C aralığına ulaştığı öngörülmektedir. Fosil yakıt kullanımına dayalı yoğun bir ekonomik büyümeyi tasvir eden bu senaryo, daha yüksek bir ısınma tablosu sunmaktadır (Coşkun, 2022). Bu zaman aralığındaki en yüksek sıcaklık artışlarının Ceylanpınar şehir merkezi ve hemen kuzeyindeki alanlar, Ceylanpınar Ovası'nın en batı ucu (Akçakale sınırı) ve Şeyhnasır Deresi hattı boyunca yoğunlaşması beklenmektedir. Buna karşın, araştırma sahasının en kuzeyindeki Kamerseki Tepesi ve çevresi, bu senaryo altında dahi nispeten daha az etkilenen alan olarak kalmaya devam etmektedir **(Harita 14)**. Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda, 21. yüzyılın ortalarına gelindiğinde yöredeki bitkisel üretim faaliyetleri için ciddi uyum zorunlulukları ortaya çıkacaktır. Artan sıcaklıklar ve potansiyel su stresi nedeniyle mevcut ürün deseninin gözden geçirilmesi ve su verimliliğini en üst düzeye çıkaracak modern sulama sistemlerine geçişin hızlandırılması, sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetleri için kaçınılmaz bir gereklilik halini alacaktır.



Harita 14: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2040-2060) haritası

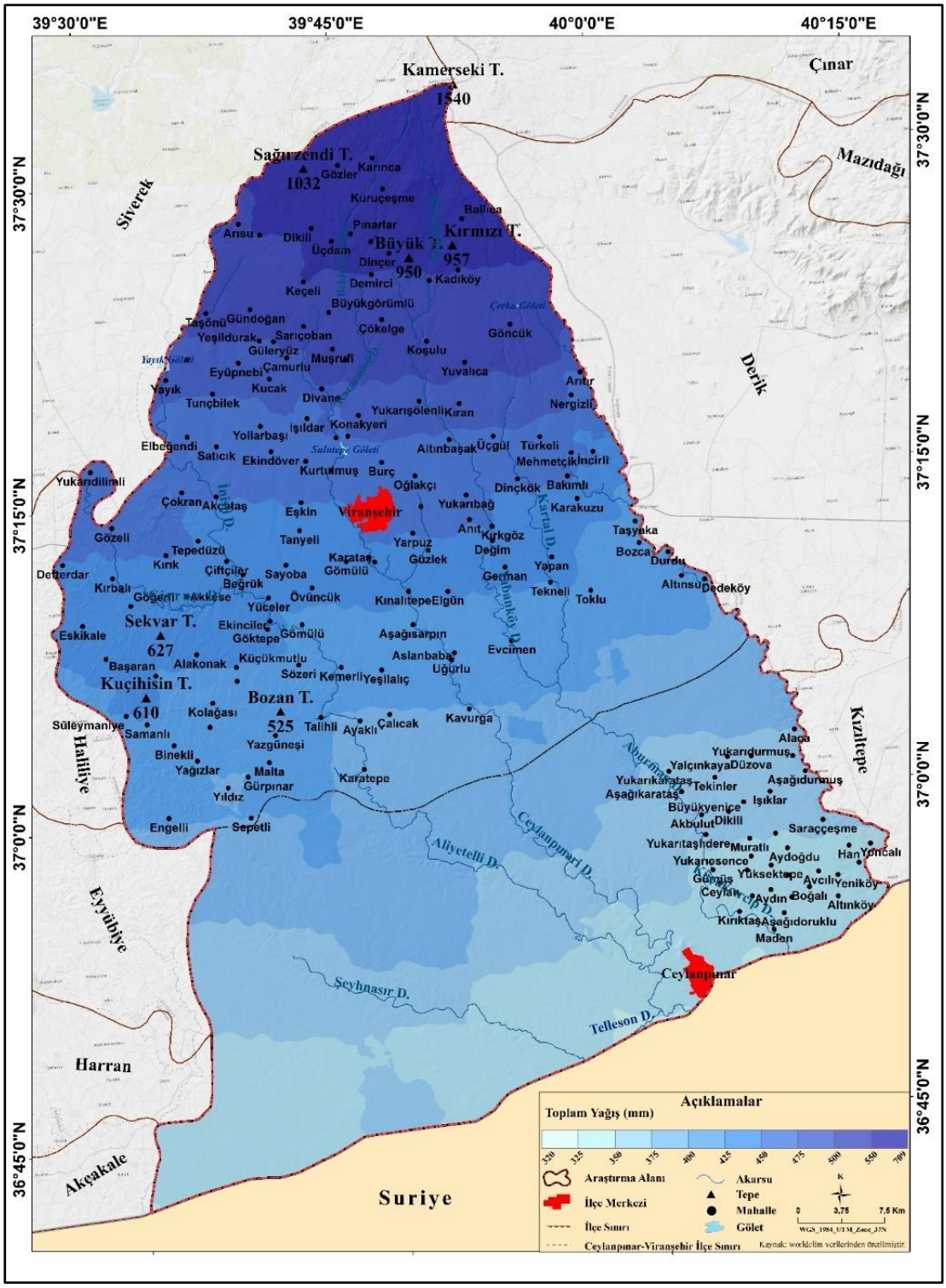
2081-2100 dönemine ait SSP 8.5 (yüksek emisyonlu) senaryosu projeksiyonları, Karacadağ güney kesimi için yüksek düzeyde bir ısınma tablosu çizmektedir. Bu periyotta ortalama sıcaklık artışlarının 4,0°C ile 5,2°C gibi ekstrem değerlere ulaşması beklenmektedir **(Harita 15)**. Ceylanpınar Ovası'nın neredeyse tamamı ve Viranşehir Platosu'nun güney kesimi, bu yüksek sıcaklık artışından en şiddetli şekilde etkilenecek alanlar olarak öne çıkmaktadır. Araştırma sahasının en kuzeyindeki Kamerseki Tepesi ve çevresi, bu senaryo altında dahi en düşük artışı gösterse de bu dönemde yöresel sıcaklık farklarının anlamlı ölçüde azaldığı ve neredeyse tüm alanın çok ciddi bir sıcaklık stresi altına girdiği anlaşılmaktadır. Bu düzeydeki bir sıcaklık artışı, yörede yetiştirilen birçok bitkinin biyolojik tolerans sınırlarını zorlayacak ve üretimi zorlaştıracaktır.



Harita 15: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2081-2100) haritası

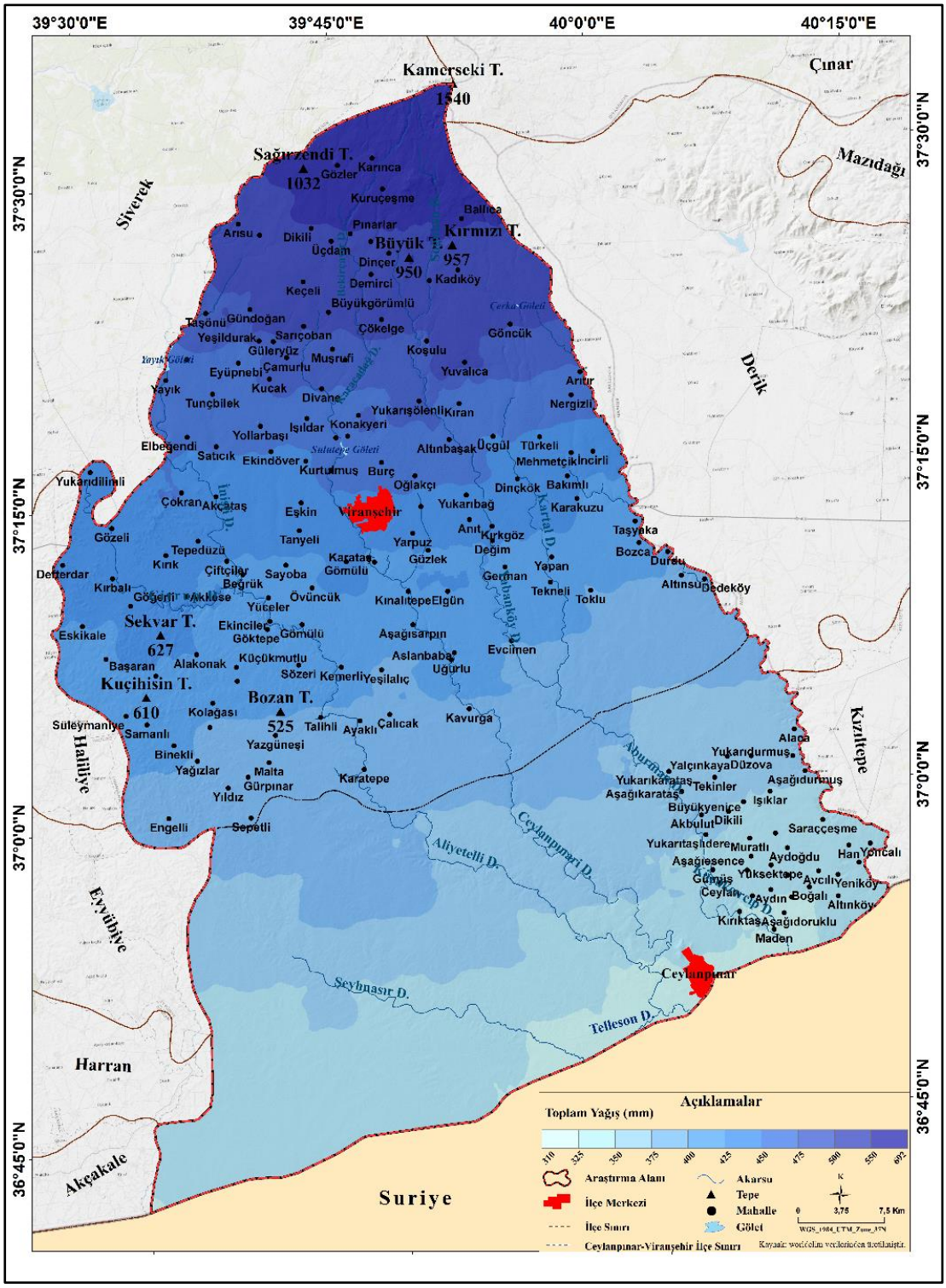
2.5.2. Yıllık Toplam Yağış

2040–2060 dönemine ait SSP 4.5 senaryosu projeksiyonlarına göre, araştırma sahasında yağış miktarlarında %4 ile %9 arasında bir azalma öngörülmektedir. Yağış azalımının en yoğun yaşandığı alan, çalışma sahasının güneyinde, Suriye sınırı boyunca uzanan kesimlerdir **(Harita 16)**. Bu durum, özellikle kuru tarım faaliyetleri yürüten üreticiler açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Buğday, arpa ve mercimek gibi tarla bitkilerinde toprak neminin azalması, çimlenme sürecini olumsuz etkileyerek ürün verimliliğinde düşüşe neden olabilir. Sulama altyapısının yetersiz veya hiç bulunmadığı alanlarda ise bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ciddi şekilde riske girebilir.



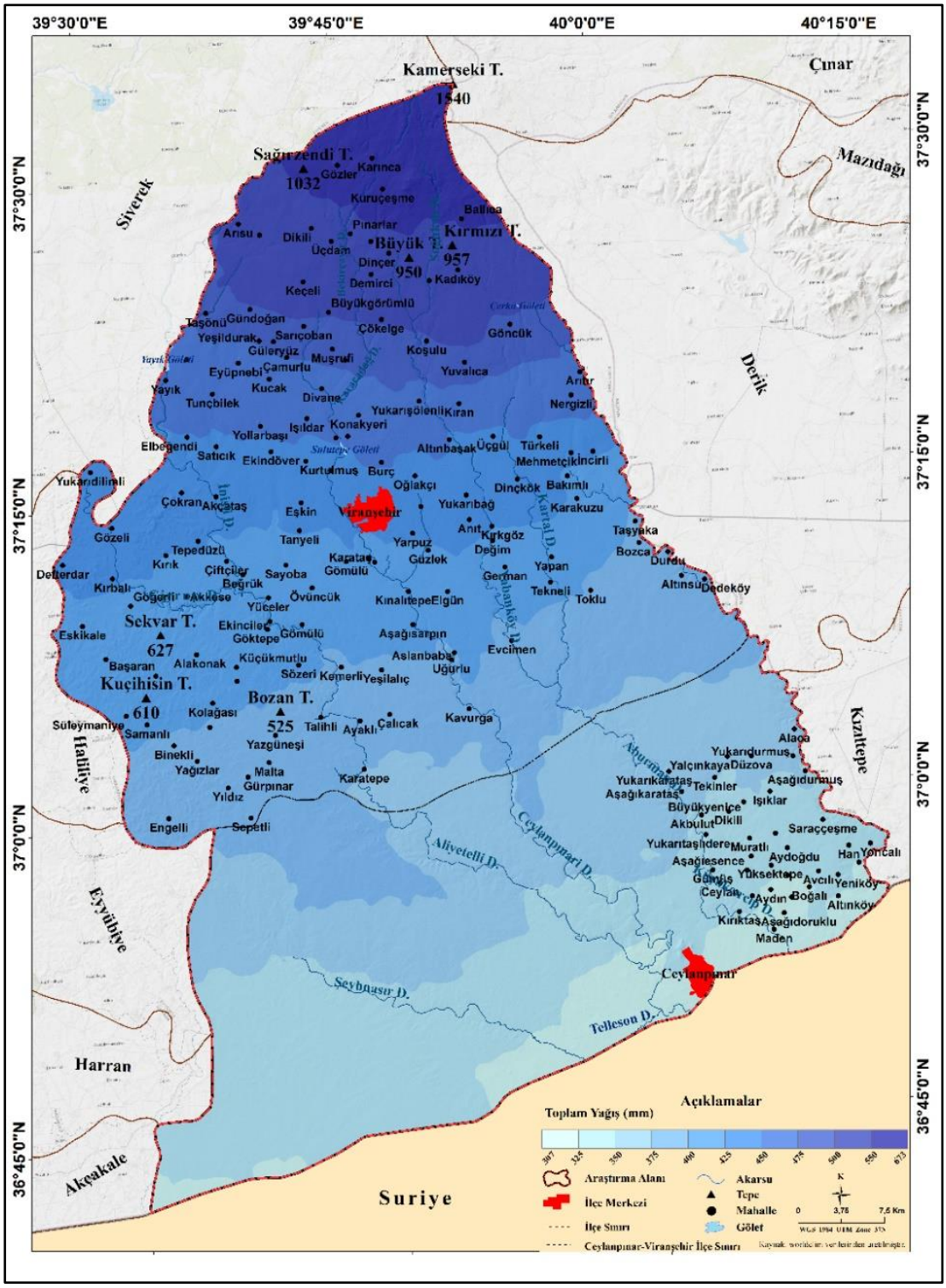
Harita 16: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2040-2060) haritası

Yüzyılın sonlarına doğru **(2081-2100 dönemi) SSP 4.5 senaryosu** altında, yağışlardaki azalma eğilimi daha da keskinleşmekte ve yıllık toplam yağış kayıplarının %10'un üzerine çıkması öngörülmektedir. Bu periyotta, yağış azlığından en fazla etkilenecek alanların, Ceylanpınar Ovası'nın en güney kesimleri özellikle de Ceylanpınar şehir merkezi ve yakın çevresi olacağı tahmin edilmektedir **(Harita 17)**. Yağış miktarındaki bu düzeyde bir düşüşün, yörenin su kaynakları üzerinde çok ciddi olumsuz etkiler yaratması beklenmektedir. Bu durum, yalnızca akarsu ve göletlerin debilerinde önemli düşüşlere yol açmakla kalmayacak, aynı zamanda artan sulama baskısı ve azalan beslenme nedeniyle yeraltı suyu rezervlerinin de hızla tükenmesine neden olabilecektir.



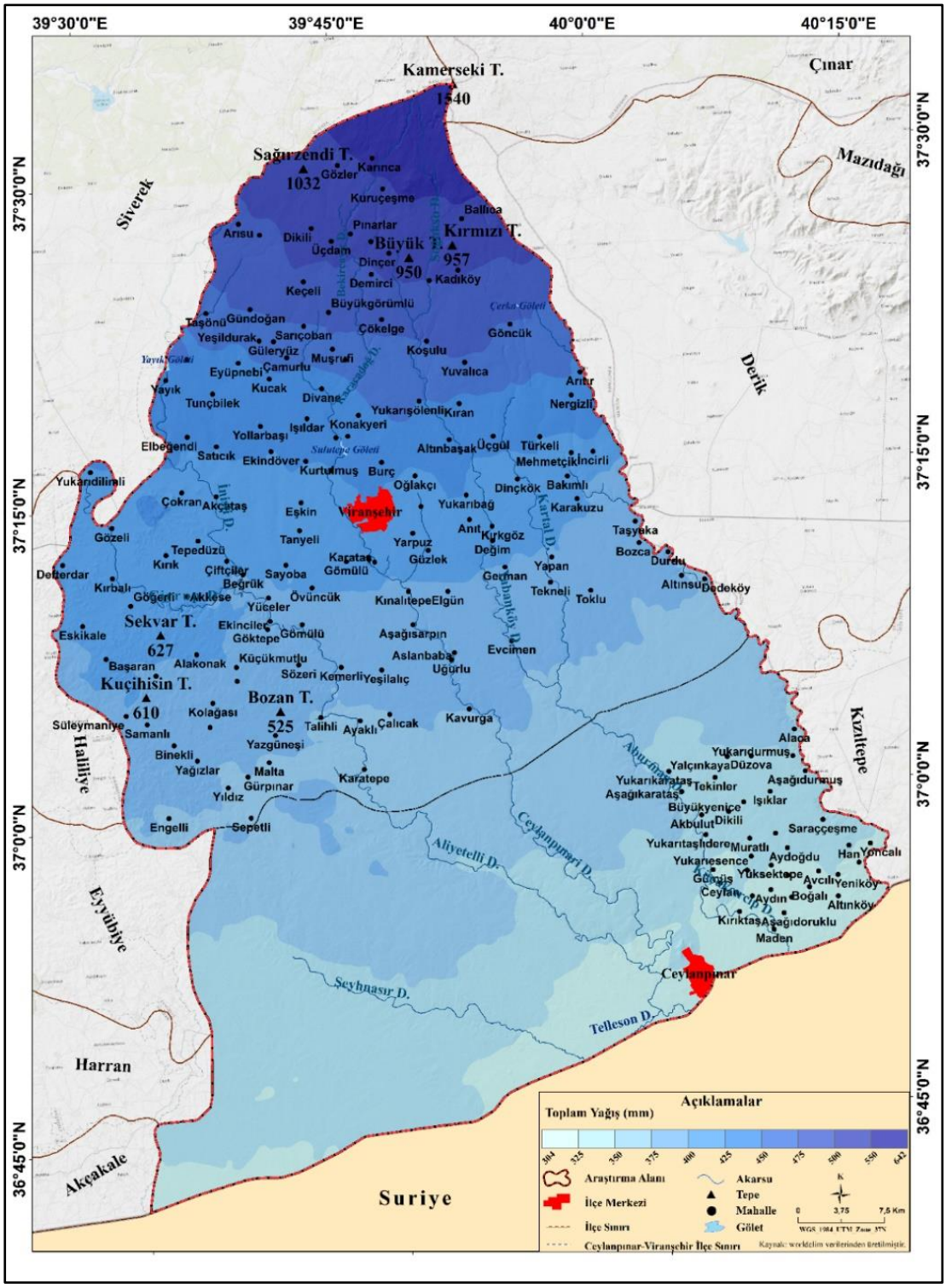
Harita 17: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2081-2100) haritası

Yüksek emisyonlu **SSP 8.5 senaryosu altında 2040-2060 dönemi** için yapılan yağış projeksiyonları, sahadaki su stresi riskini daha da artırmaktadır. Bu senaryoya göre, yıllık toplam yağış miktarında %7 ila %13 arasında değişen oranlarda bir azalma yaşanması beklenmektedir. Yağış kayıplarının en şiddetli olarak yine Ceylanpınar Ovası özellikle Ceylanpınar şehir merkezi ve yakın çevresinde gözlemleneceği tahmin edilmektedir **(Harita 18)**. Kuraklık riskine karşı hassas olan bu sahada toprak neminin yetersizliği, bitki gelişimini doğrudan olumsuz etkileyecektir. Bu durum özellikle tohumların çimlenme oranlarında düşüş ve genel ürün verimliliğinde azalmaya yol açması beklenmektedir. Ayrıca, toprak yüzeyinin uzun süre nemsiz kalması, erozyon riskini artıracak bu da bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği alanların verimli üst toprağının kaybedilerek zarar görmesine yol açabilecektir.



Harita 18: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2040-2060) haritası

Yüksek emisyonlu **SSP 8.5 senaryosu altında yüzyılın sonu (2081-2100)** için öngörülen yağış değişimi, sahanın hidrografik ve bitkisel üretim faaliyetlerinin geleceği açısından en kritik tabloyu sunmaktadır. Bu zaman aralığında, yıllık yağış miktarındaki azalışın %15'i aşması beklenmektedir. Bu durum, araştırma sahasının özellikle güney ve güneydoğu kesimlerini çok ciddi bir kuraklık tehdidi altına sokmaktadır **(Harita 19)**. Yağışlardaki bu düzeydeki azalma, sahada bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini ciddi biçimde olumsuz etkileyecektir. Bu bağlamda, kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin kullanımının artırılması, modern bitkisel üretim uygulamalarının ve teknolojik çözümlerin benimsenmesi yöresel bitki adaptasyonu açısından kaçınılmaz bir gereklilik haline gelecektir.



Harita 19: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2081-2100) Haritası

3. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNİN TOPRAK COĞRAFYASI

Yeryüzündeki yaşamı destekleyen doğal ekosistemlerin temel taşı olan toprak, ekolojik dengenin ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesinde önemli bir role sahiptir. Ekosistemlerin işleyişi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik fonksiyonlarının devamlılığına sıkı sıkıya bağlıdır. Fakat günümüzde artan beşerî faaliyetler, özellikle de araziden yanlış yararlanma ve kaynakların sürdürülebilir bir biçimde yönetilmemesi, bu hassas dengeyi ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği arazilerin verim kaybına uğraması, amaç dışı araziden yararlanma, toprak erozyonu, çoraklaşma ve toprak kirliliği gibi sorunlar, toprağın doğal yapısını bozarak doğal ortamdan kaynaklı riskleri artırmaktadır. Bu durum, toprak gibi temel bir kaynağın doğal işleyişini kesintiye uğratarak uzun vadede toplumların refahını ve gıda güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bu sorunlarla başa çıkabilmek ve toprağı sürdürülebilir bir şekilde yönetebilmek için onu bilimsel olarak anlamak esastır. İşte Toprak Coğrafyası, bu anlayışı sağlamak amacıyla toprakların oluşum süreçlerini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, yeryüzündeki dağılışı ve insan etkileşimlerini bilimsel yöntemlerle inceler. Bu disiplin aracılığıyla elde edilen bilgi birikimi, toprağı daha iyi tanımayı, karşılaşılan sorunlara akılcı çözümler üretmeyi ve bu hayati kaynağı gelecek nesiller için koruyarak faydalanmayı mümkün kılar. Toprağı bilimsel ilkeler ışığında anlamak ve yönetmek, ekolojik dengenin korunması, güvenli gıdaya erişim ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından vazgeçilmezdir (Ergene, 1997; Atalay, 2016; Atasoy, 2021).

Tüm karasal yaşamın temel dayanağı ve doğal kaynaklardan birisi olan toprak, canlıların varlığını sürdürmesi için büyük öneme sahiptir. Kendi içinde sürekli kimyasal, fiziksel ve biyolojik olayların meydana geldiği bu dinamik ortamın özelliklerini ve ihtiyaçlarını bilmeden yapılan bitkisel üretim faaliyetlerinden yüksek ve sürdürülebilir bir fayda beklenemez. Tarihsel süreçte insanlar, toprağa çoğunlukla bir üretim aracı olarak yaklaşmışlardır. Ancak zamanla artan nüfus ve ihtiyaçlar, ekonomik baskıları artırmış ve toprak üzerindeki talebi yoğunlaştırmıştır. Bu durum, birim alandan daha fazla ve istikrarlı ürün alma zorunluluğunu ortaya çıkarmış, bu da toprakların bilimsel yöntemlerle incelenmesi, potansiyelinin anlaşılması ve verimliliğinin artırılması

ihtiyacını doğurmuştur. Toprak bilimi ve coğrafyasının gelişimi, büyük ölçüde bu ihtiyaca cevap verme çabasının bir ürünüdür (Akalan, 1968; Atasoy, 2021).

Araştırmanın bu kısmı, Karacadağ'ın güney kesimindeki (Viranşehir-Ceylanpınar İlçeleri) çalışma sahasının toprak özelliklerine odaklanmaktadır. Buradaki temel yaklaşım, Google Earth Engine (GEE) platformu ve SoilGrids veri tabanı gibi yaygın kullanılan kaynaklardan alınan mekânsal toprak verilerinin, saha özelindeki durumunu anlamak ve yöre koşullarına uygunluğunu değerlendirmektir. Bu değerlendirmeyi yapmak üzere, araziyi temsil edecek şekilde seçilen 12 farklı noktadan toprak numunesi alınmış ve bu örnekler üzerinde fiziksel ve kimyasal laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen laboratuvar sonuçları, GEE ve SoilGrids platformlarının sunduğu verilerle karşılaştırılmış böylece yöre ölçekli bu veri setlerinin sahadaki gerçekliği ne ölçüde yansıttığına dair bir inceleme yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında hem bu karşılaştırmanın sonuçları hem de laboratuvar analizlerinin doğrudan bulguları dikkate alınarak, yöre topraklarının temel özellikleri ve genel dağılımı hakkında değerlendirmelerde bulunulmuştur. Dolayısıyla bu bölüm özellikle GEE ve SoilGrids gibi genel veri kaynaklarının yerel düzeydeki performansına ilişkin bir ön değerlendirme sunmakta ve yörenin sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetlerinin yönetimi için bu tür verilerin kullanımı ve karşılaştırılmasına dair fikir vermektedir. Ayrıca elde edilen bulgular, getirisi yüksek bitki türlerinin yetiştirilmesine yönelik arazi uygunluk analizi, verimlilik stratejilerinin belirlenmesi ve toprak muhafaza tedbirlerinin geliştirilmesi gibi konularda karar vericiler için planlama süreçlerinde önemli bir referans kaynağı niteliği taşımaktadır.

3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Laboratuvar Analizleri

Karşılaştırmalı değerlendirme için gerekli olan yerel veriyi sağlamak amacıyla, toplam 12 noktadan toprak numunesi alınmıştır. Örnekleme noktalarının seçiminde, sahanın farklı ortam koşulları altındaki toprak çeşitliliğini mümkün olduğunca temsil edebilmek ve elde edilecek karşılaştırma sonuçlarının güvenilirliğini artırmak amacıyla, sahanın jeolojik yapısı, topografik konumu (yükselti) ve mevcut araziden yararlanma durumu temel kriterler olarak dikkate alınmıştır. Jeolojik çeşitliliğin yansıtılması hedefiyle, farklı ana kaya türleri üzerinde oluşmuş topraklar örneklenmiştir. Bu doğrultuda Eosen-Oligosen ve Alt Miyosen dönemlerine ait neritik kireçtaşları, akarsu

biriktirmesiyle oluşmuş Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile Üst Miyosen ve Üst Pliyosen yaşlı bazaltik volkanik kayaçlar üzerindeki topraklar çalışma kapsamına alınmıştır. Yükseltinin toprak oluşumu ve özellikleri üzerindeki belirleyici rolünü göz önünde bulundurarak, sahanın yaklaşık 394 metre ile 1500 metre arasındaki farklı yükselti kademelerini temsil edecek şekilde, genellikle 100 metrelik yükselti farkına denk gelen noktalardan numune alımı gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak, insan etkisinin topraklar üzerindeki farklılaşmayı ortaya koyan araziden yararlanma tiplerini de örneklemeye dahil etmek amacıyla, tarla ziraatinin yürütüldüğü alanlar, Antep fıstığı ve badem bahçeleri, hayvancılık faaliyetleri için yararlanılan meralar, meşelik alanlar ve tarımsal potansiyeli sınırlı taşlık-kayalık araziler gibi farklı kategorileri temsil eden noktalardan toprak numuneleri alınmıştır **(Tablo 67) (Harita 20)**.

Yukarıda detaylandırılan farklı jeolojik, topografik ve araziden yararlanma koşullarını temsil eden 12 adet toprak numunesi üzerinde fiziksel ve kimyasal laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen temel toprak özellikleri aşağıda sunulmaktadır.

3.1.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analizleri

Toprağın fiziksel özellikleri, onu oluşturan katı fazdaki mineral ve organik partiküllerin boyut dağılımı, birbirleriyle olan mekânsal ilişkileri, kümelenme (agregasyon) biçimleri ve bu kümelenmeler sonucu oluşan gözenek (por) ağının geometrisi ve kararlılığı ile tanımlanır. Bu özellikler bütünü, toprağın ekosistemdeki ve bitkisel üretim faaliyetlerindeki temel fonksiyonları doğrudan şekillendirir. Örneğin, toprağın havalanma kapasitesi, suyun içerisindeki hareketi (infiltrasyon, perkolasyon) ve depolanması, bitki köklerinin nüfuz etme kolaylığı ve gelişimi, toprağın işlenebilirliği ve hatta besin maddesi döngüleri gibi süreçler, büyük ölçüde toprağın fiziksel yapısı tarafından kontrol edilir. Şöyle ki, ağırlıklı olarak kil gibi çok ince boyutlu partiküllerin hâkim olduğu topraklarda genellikle küçük gözenekler baskın olur. Bu durum suyun ve havanın hareketini kısıtlarken, agregatlaşmış ve taneli topraklarda ise farklı boyutlardaki gözeneklerin dengeli dağılımı hem yeterli su tutulmasını hem de etkin bir drenaj ve gaz değişimini mümkün kılar (Atalay, 2016; Atalay vd., 2020).

3.1.1.1. Tekstür Analizleri

Toprak tekstürü, toprağı oluşturan ve boyutlarına göre sınıflandırılan mineral fraksiyonların yani kil, silt ve kumun toprak kütlesi içindeki yüzdelerini ifade eden temel bir fiziksel özelliktir. Bu fraksiyonların boyut dağılımı, toprağın gözenekli yapısını (porozite), su tutma kapasitesini ve havalanma kabiliyetini doğrudan şekillendirir. Dolayısıyla, tekstür bu temel fiziksel nitelikler aracılığıyla toprağın işlenme kolaylığından su ve besin maddesi yönetimine kadar birçok fonksiyonu ve sonuç olarak toprağın genel verimliliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Hızalan, 1976).

Belirtilen farklı koşulları temsil eden 12 adet toprak numunesi üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar analizleri, araştırma alanı topraklarının genel olarak **ince tekstürlü (killi)** bir karaktere sahip olduğunu ortaya koymaktadır **(Tablo 67)**. Analiz edilen örneklerin büyük çoğunluğu Kil veya Killi Tın sınıflarında yer almakta olup, örneklerin %91'i (11 örnek) bu grupta toplanmaktadır. Özellikle sadece Kil sınıfında yer alan örneklerin oranı %75 (9 örnek) ile büyük bir baskınlık göstermektedir. Yükseltiyle birlikte tekstürde gözlenen değişim de bu genel durumu desteklemektedir. Ceylanpınar Ovası gibi alçak kesimlerde alınan numunelerden **Killi Tın** bünye hakimken, yükselti arttıkça (3 no'lu örnekten itibaren) topraklar ağır bünyeli hale gelerek **Kil** sınıfına geçmektedir. Bu geçiş sırasında kum oranı genellikle azalırken, kil oranı belirli bir yükselti kuşağına kadar artarak %60-62 gibi en yüksek değerlerine ulaşmaktadır (örneğin, 8 ve 9 numaralı numuneler). İlginç bir şekilde, bu zirve kil oranlarının gözlendiği seviyelerden daha yüksek rakımlarda alınan bazı örneklerde (örneğin, 10 ve 12 numaralı numuneler), kil oranı bir miktar (%48 civarına) azalma göstermesine rağmen topraklar yine de Kil sınıfındaki baskın karakterini korumaktadır. Bu genel killi tekstür içerisinde, sadece bir yüksek rakım örneğinde (11 numaralı), muhtemelen o noktaya özgü ana materyal veya aşındırma süreçlerinden kaynaklanan yerel bir farklılık olarak **Kumlu Killi Tın** bünyesi tespit edilmiştir.

3.1.1.2. Kil Analizi

Kil fraksiyonu, 2 mikrometreden küçük partikül boyutuyla tanımlanan, toprakların en ince tekstürel bileşenidir ve yüksek spesifik yüzey alanına sahiptir. Bu özellik, kilin suya doygun halde plastisite ve kohezyon (yapışkanlık) sergilemesine

neden olur. Dolayısıyla, kil fraksiyonunun baskın olduğu *"ağır bünyeli"* topraklar yüksek su tutma kapasitesi gösterir. Ancak, bu ince partiküller arasındaki gözeneklerin de küçük olması, düşük hidrolik iletkenlik (su geçirgenliği) ve sınırlı gaz difüzyonu (havalanma) ile sonuçlanır. Bu durum, toprağın yavaş drene olmasına, yetersiz havalanmasına ve genellikle düşük sıcaklık rejimine (soğuk toprak) sahip olmasına yol açar. Düşük su geçirgenliği, aynı zamanda ekstrem yağış koşullarında bile besin maddesi yıkanmasını sınırlar. Kuruma periyotlarında ise bu topraklar, belirgin bir hacimsel küçülme göstererek sertleşme ve derin çatlaklar oluşturma eğilimindedir. Bu durum hem toprak işlemeyi güçleştirir hem de başlangıçta suyun infiltrasyonunu yavaşlatır. Söz konusu olumsuz fiziksel koşullar, stabil agregatların (kırıntı yapısı) oluşumuyla önemli ölçüde iyileştirilebilir. Zira iyi bir tekstür özelliği, makro gözenekliliği artırarak hem drenajı ve havalanmayı kolaylaştırır hem de toprak verimliliğini yükseltir. Termik açıdan bakıldığında, yüksek su tutma kapasiteleri nedeniyle ilkbaharda yavaş ısınmaları, bitki vejetasyonunun gecikmesine sebep olabilirken, bu durum bazen bitkileri erken ilkbahar donlarının olumsuz etkilerinden koruma gibi bir avantaj da sağlayabilir (Irmak, 1972; Okur, 2021; Kalpaklı vd., 2022).

Tablo 67'daki 12 numunenin analiz sonuçlarına göre, Kil tekstür sınıfı, araştırma alanında en baskın ve yaygın olarak bulunan toprak bünye sınıfıdır. Toplam 12 örnekten 9'u, yani %75'i (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 12 numaralı numuneler) bu sınıfa dâhil olmaktadır **(Harita 20)**. Kil sınıfına ait toprakların dağılımı incelendiğinde, bu toprakların çalışma sahasının ova tabanında yer alan Killi Tın özellikli alanlara kıyasla, daha yüksek konumda bulunan orta ve üst yükselti kademelerinde daha yaygın olarak olduğu tespit edilmiştir. Bu sınıfa dahil edilen topraklarda kil fraksiyonunun (% Kil) oranı %40 ile %62 arasında geniş bir aralıkta değişmektedir. Bu durum, Kil sınıfı içinde dahi önemli bir değişim olduğunu göstermektedir.

Kil içeriğinin en yüksek olduğu değerler (%60–62), 500-750 metre yükselti aralığında yer alan ve sahanın orta-üst rakımlarını temsil eden 7, 8 ve 9 numaralı numunelerde tespit edilmiştir. Bu durum, söz konusu yükselti kuşağının kil minerallerinin oluşumu veya birikimi açısından elverişli koşullara sahip olabileceğine işaret etmektedir. Elde edilen bulgular, GEE tabanlı uzaktan algılama analizleriyle de örtüşmekte olup, arazi üzerindeki kil yoğunluğunun bu yükselti aralığında artış gösterdiğini doğrulamaktadır. İlginç bir şekilde, zirve değerlerinin gözlendiği seviyelerden daha yüksek rakımlı bazı numunelerde (10 ve 12 numaralı numuneler) kil

oranı bir miktar azalarak %48 seviyesine düşse de bu topraklar yine Kil sınıfı özelliklerini taşımaktadır. Kil sınıfı topraklar, doğal olarak düşük kum içeriğine (%14,56-%26,56 aralığında) sahiptirler. Silt oranı ise bu sınıf içinde daha değişkendir (%19,44-%33,44 aralığında). Bu yüksek kil içeriğinin beklenen bir sonucu olarak, toprakların su ile doygunluk yüzdeleri genellikle yüksektir ve çoğunlukla %58 ile %84 arasında değişmektedir. Bu durum, toprakların yüksek su tutma kapasitesine işaret etmekle birlikte, aynı zamanda ince tekstürlü topraklara özgü potansiyel drenaj sorunları, yetersiz havalanma, işlenme güçlükleri, yetersiz sulama alanlarında rötrenin artmasına bağlı olarak bitkisel üretim veriminde azalma ya da kurumaların oluşması ve yağışlı dönemlerde infiltrasyonun az olmasına bağlı olarak yüzeysel akışla toprak yüzeyini süpürülmesi gibi fiziksel kısıtlılıkların varlığını da ifade etmektedir.

Litolojik yapı ile kil oranı arasında da dikkat çekici bir ilişki bulunmaktadır. Özellikle bazaltların ayrışmasıyla meydana gelmiş topraklarda (numune 4-12 arası), kil oranlarının genellikle yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, bazaltın ayrışma süreçleri sonucunda sekonder mineral olan kil minerallerinin yoğun olarak oluşmasına bağlıdır. Buna karşın, alüvyon kökenli topraklar (örnek 1 ve 6) daha düşük kil oranlarına (%36 ve %32) sahiptir ve bu durum taşınarak birikmiş malzemenin daha heterojen yapıda olduğunu göstermektedir. Eosen–Oligosen kireçtaşı kökenli 2 numaralı örnekte ise %38 kil oranı gözlemlenmiş olup, bu değer düşük silt ve orta düzey kumla birleşerek killi tın dokusuna neden olmuştur.

3.1.1.2.a. Silt Analizi

Toprak tekstürünün önemli bileşenlerinden biri olan silt (mil) fraksiyonu, boyut olarak kum ile kil arasında konumlanan ve 0.2 ila 0.02 mm aralığında tanımlanan (USDA standardına göre 0.05-0.002 mm) mineral partiküllerini ifade etmekte olup, düşük kohezyonlu yapısı sebebiyle hem akarsu hem de rüzgâr etkisiyle kolayca taşınabilen, erozyona oldukça duyarlı bir yapıdadır (Ergene, 1997; Atalay, 2013)**.** İncelenen 12 farklı toprak numunesi üzerinde gerçekleştirilen analizler, **silt (mil)** fraksiyonu oranlarının %19,44 ile %33,44 aralığında değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Söz konusu dağılım, numuneler genelinde silt içeriği açısından orta dereceli bir varyasyonun bulunduğuna işaret etmektedir. Çalışma kapsamında, en yüksek silt oranı %33,44 ile 3 numaralı numunede ölçülürken, en düşük silt oranı ise %19,44 ile 5

numaralı numunede tespit edilmiştir. **(Tablo 67)**. Silt oranlarının litolojik birimlere göre dağılımı incelendiğinde ise bazalt ana materyali üzerinde gelişen toprak örneklerinde (numune 4, 5, 7, 8, 9, 10 ve 11) silt içeriğinin genellikle %19,44 ile %25,44 bandında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, çalışma alanındaki bazalt türevli toprakların, silt oranı daha yüksek bulunan alüvyon ve kireçtaşı kökenli topraklara (numune 1, 2, 3 ve 6) kıyasla, daha düşük silt içeriğine sahip olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Toprak bünyesinin şekillenmesinde etkili olan silt fraksiyonundaki bu değişkenlik, toprakların fiziksel özellikleri, su tutma kapasiteleri ve dolayısıyla bitki gelişim potansiyelleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Toprağın su ile doygunluk durumu ve genel hidro-fiziksel davranışları ile silt içeriği arasında da anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Silt fraksiyonu bir yandan toprağın yarayışlı su tutma kapasitesine katkıda bulunurken, diğer yandan yüksek konsantrasyonlarda toprak strüktürünü etkileyerek permeabiliteyi (geçirgenliği) ve havalanmayı sınırlama potansiyeli taşımaktadır (Ergene, 1997; Atalay, 2016).

3.1.1.2.b. Kum Analizi

Bünyesinde kum fraksiyonunun (partikül çapı 2-0.02 mm aralığında) baskın olduğu topraklar, kumlu topraklar olarak tanımlanır ve içerdikleri kum tanelerinin boyut dağılımına göre kaba, orta veya ince kumlu şeklinde sınıflandırılabilirler. Bu tür topraklar, köken olarak sıklıkla su (alüvyal, flüviyal) veya rüzgâr (lös-aeolian) faaliyetleriyle taşınarak birikmiş kalın tortul materyaller üzerinde oluşum gösterirler. Yapısal açıdan, kumlu topraklar genellikle gevşek bir dizilim sergilemelerine rağmen kaba unsur özellikleri nedeniyle toprak iskeletini meydana getirirler. Özellikle organik madde gibi bağlayıcı unsurlardan yoksun olanları dış etkenler altında kolayca sıkışmaya eğilimli olabilir ve kalıcı toprak agregatları oluşturma kapasiteleri düşüktür. Nitekim, saf kumlu bünyelerde stabil bir agregat yapısının gelişimi, ancak yeterli miktarda humus ilavesiyle desteklenebilir. Ana materyali akarsu tortulları olan kumlu topraklarda, kum tanelerinin mineralojik kompozisyonu çoğunlukla ayrışmaya dirençli bir mineral olan kuvarstan oluşur. Bu mineralojik ve yapısal özelliklerin bir sonucu olarak, kumlu toprakların su geçirgenliği (permeabilite) tipik olarak yüksek iken, su tutma kapasiteleri düşüktür. Yüksek geçirgenlikleri sayesinde iyi havalanma koşullarına sahip olurlar ve bununla ilişkili olarak hızlı ısınıp hızlı kururlar. Bununla birlikte, bir kumlu toprağın

doğal özellikleri ve verimlilik durumu, bünyesinde bulunan diğer bazı mineral veya organik bileşenlerin varlığı ve miktarına bağlı olarak önemli ölçüde iyileşebilir. Örneğin, ana kayadan gelen feldspatlar, ferromagnezyen mineraller (olivin, piroksen vb.), kireç (kalker), kil mineralleri veya toprağa karışan humus gibi maddeler, kumlu toprakların hem fiziksel (örneğin su tutma, agregatlaşma) hem de kimyasal (örneğin besin maddesi zenginliği) özelliklerini olumlu yönde değiştirir (Irmak, 1972; Ergene, 1997; Atalay, 2016; Coşkun ve Coşkun, 2020).

Çalışmada analiz edilen 12 toprak numunesinde kum oranları %14,56 ile %48,56 arasında değişmekte olup, bu değerler arası fark, incelenen sahanın litolojik, topografik ve pedolojik farklılıklarını yansıtmaktadır. Kum oranı en düşük olan 7 numaralı numunede (%14,56), en yüksek ise 11 numaralı numunede (%48,56) gözlemlenmiştir. Bu iki örnek arasında yaklaşık %34'lük fark olması, araştırma sahasında kum fraksiyonunun toprak bünyesi üzerindeki etkisinin oldukça değişken olduğunu ortaya koymaktadır **(Tablo 67, Harita 20)**.

Litolojik yapı ile kum oranı arasındaki ilişki, özellikle bazalt kökenli topraklar açısından dikkat çekicidir. 7 numaralı örnekten başlayarak bazalt ana materyaline sahip örneklerde, rakım arttıkça kil oranının azaldığı, buna karşılık kum oranının arttığı gözlemlenmektedir. Örneğin; 7 numaralı örnekte (rakım: 677 m) kum oranı %14,56, kil oranı %50 iken; 11 numaralı örnekte (rakım: 1135 m) kum oranı %48,56'ya yükselmiş, kil oranı %30'a düşmüştür. Bu veriler, bazaltik kökenli topraklarda rakım arttıkça daha az ayrışmış, kaba fraksiyonlu (kumlu) yapıların baskın hale geldiğini, buna karşılık kil oluşumunun sınırlandığını düşündürmektedir. Bu durum, yüksek rakımlarda fiziksel ayrışmanın kimyasal ayrışmadan daha baskın olduğu ve bunun da ince materyal (kil) oluşumunu sınırladığı hipotezini destekler niteliktedir.

Kum oranı ile su ile doygunluk ilişkisi, genel eğilim olarak ters yönlüdür. Kum fraksiyonu yüksek olan örneklerde (özellikle numune 11 ve 1), su ile doygunluk oranlarının en düşük (%66) olduğu gözlemlenmektedir. Kum fraksiyonunun büyük taneli yapısı, toprak porozitesini artırarak suyun hızla drene olmasına yol açar. Bu durum, toprağın su tutma kapasitesinin düşük olmasına neden olur (Ergene, 1997). Aksine, kum oranının düşük olduğu örneklerde (örnek 7 ve 8), su ile doygunluk oranları yüksektir (%79 ve %84). Bu da kumun toprak geçirgenliği üzerindeki etkisi açıkça ortaya konmaktadır.

3.1.1.3. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Analizleri

Toprakların kimyasal özellikleri, bitkilerin gelişimi açısından hayati önem taşımaktadır. Toprakların kimyasal özellikleri besin maddesi içeriği, reaksiyon durumu ve adsorpsiyon-mübadele kapasitesi gibi temel parametreler üzerinden değerlendirilir (Irmak, 1972). Araştırma sahasındaki toprakların kimyasal yapısını ortaya koymak amacıyla tuz, kireç, organik madde, saturasyon, pH ve bitki besin elementleri (fosfor ve potasyum) analiz edilmiştir.

3.1.1.4. Tuz Analizi

Toprak tuzlulaşması, çözünür formdaki tuzların toprak profili içerisinde ve özellikle yüzey katmanlarında birikmesiyle karakterize edilen bir süreçtir. Bu birikim çeşitli mekanizmalar aracılığıyla meydana gelebilir. Örneğin, drenajın yetersiz olduğu doğal tuzlu arazilerde, tuz içeren yeraltı suyu kapilar hareket mekanizmasıyla toprak yüzeyine kadar taşınabilmektedir; burada suyun buharlaşması neticesinde, suda çözünmüş olan tuzlar katı halde çökelerek yüzeyde birikir. Benzer bir etki, özellikle kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü yerlerde gerçekleştirilen aşırı sulama uygulamaları sonucunda da ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda, fazla sulama suyu toprağın daha derin katmanlarındaki dağınık bulunan tuzlu bileşikleri çözerek toprak çözeltisine katar ve suyun yüzeyden buharlaşmasıyla bu tuzlar yine yüzeyde veya yüzeye yakın derinlikte birikip bir araya toplanarak tuzlulaşmaya sebep olur. Nitekim, Türkiye'de Harran ve Ceylanpınar ovaları gibi bazı tarım alanlarında, drenaj altyapısının yetersiz olduğu kesimlerdeki yoğun sulama (vahşi sulama) uygulamaları benzer tuzlulaşma sorunlarına yol açtığı bilinmektedir. Bu olumsuz süreci önlemek veya etkilerini azaltmak için bazı yaklaşımlar mevcuttur. Bunlar arasında özellikle kurak sahalarda sulanan arazilerde etkin drenaj ağlarının tesisi ve toprağın ihtiyacından fazla, aşırı miktarda sulama suyu verilmesinden sakınılması büyük öneme sahiptir (Saatçı, 1975; Atalay, 2013; Mermut vd., 2021).

Araştırma sahasından alınan 12 toprak numunesinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, laboratuvar analizleri sonucunda 0.29 ile 1.36 dS/m arasında değiştiği belirlenmiştir **(Tablo 67)**. Topraktaki çözünür tuz konsantrasyonunun bir göstergesi olan EC değerleri için genel kabul gören sınıflandırma eşiklerine göre (örneğin, EC <2 dS/m), ölçülen bu aralık, incelenen tüm toprak örneklerinin *"tuzsuz"* ve *"hafif tuzlu"*

kategorisinde yer aldığını açıkça göstermektedir. Bu durum, özellikle yağışın yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerdeki topraklar için önemli bir sorun teşkil edebilen tuzluluğun, çalışma kapsamında analiz edilen noktalarda büyük bir problem oluşturmadığını ortaya koymaktadır (Richards, 1954). İncelenen örnekler içerisinde en düşük EC değeri (0.29 dS/m), aynı zamanda en yüksek rakımlı (1500 m) lokasyonlardan birini temsil eden 12 numaralı numuneye aittir. Bu durum oldukça anlamlıdır çünkü yüksek rakımlarda yıkanma süreçlerinin ve daha düşük sıcaklık ile buharlaşma oranlarının, topraktaki çözünür tuzların birikimini sınırlayarak tuzluluk riskini azalttığı bilinmektedir.

3.1.1.5. Kireç Analizi

Topraklarda kireç bulunması, başta kalsiyum (Ca^{+2}) olmak üzere iki değerli katyonların toprak çözeltisindeki ve değişim kompleksindeki miktarını belirleyen önemli bir faktördür. Nitekim kireçli topraklar özellikle düşük yağış alan kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak gözlenir. Kirecin toprak bünyesindeki varlığı hem fiziksel hem de kimyasal özellikler üzerinde bir dizi iyileştirici etki meydana getir. Fiziksel açıdan bakıldığında, kireç öncelikle toprağın yapısal durumunun gelişmesine katkı sağlar. Toprağa sağladığı kalsiyum iyonları, ince toprak taneciklerinin (özellikle kil) birbirine bağlanarak daha büyük ve stabil agregatlar oluşturmasını teşvik eder. Bu agregasyon süreci, aynı zamanda topraktaki kil ve organik madde kolloidlerinin dağılmaya karşı direncini, yani stabilitesini de artırır. İyi gelişmiş bir toprak yapısı ise, su ve rüzgâr erozyonuna karşı toprağın direncini yükseltir. Kimyasal olarak kireç, toprak reaksiyonunu (pH) düzenlemede kilit bir role sahiptir. Hidrolizi ve çözünmesi yoluyla asidik koşulları nötralize ederek toprak pH değerini artırır ve genellikle nötr veya alkaliye yakın bir seviyeye taşır. Toprak pH'ının bu şekilde dengelenmesi, birçok bitki için besin maddesi elverişliliğini ve kök ortamı koşullarını optimize ederek bitki büyümesini olumlu yönde destekler. Ancak alkaliliğin çok yükselmesi ise topraktaki Fe gibi bazı katyonların kireç tarafından bağlanarak bitki beslenmesinde kullanılmasını engellemesi sorununu da doğurur (Mater, 1998; Bezdicek vd., 2003; Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

Araştırma sahasından alınan 12 toprak örneğinde yapılan laboratuvar analizleri sonucunda, kireç içeriğinin %0,38 ile %29,6 arasında oldukça geniş bir aralıkta

değişkenlik gösterdiği saptanmıştır **(Tablo 67)**. Kireç oranındaki bu geniş aralık, çalışma alanında toprak oluşumunu etkileyen faktörlerin karmaşık yapısını, özellikle de ana materyal çeşitliliğinin toprakların kimyasal bileşimi üzerindeki önemli rolünü yansıtmaktadır. Numune verileri detaylı incelendiğinde, toprakların kireç içeriği üzerinde ana materyal türünün oldukça belirleyici olduğu açıkça görülmektedir. Çalışma alanının daha alçak kesimlerinde (yaklaşık 394-487 m aralığı) yer alan ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar (Numune 1: %29,6 CaCO3) ile Eosen-Oligosen ve Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşları (Numune 2-3: %27,3-%22,8 CaCO3) üzerinde gelişen topraklar, beklendiği gibi *"çok kireçli"* sınıfa giren yüksek değerler sergilemektedir. Buna karşılık, çalışma alanının özellikle orta ve üst yükselti kademelerinde (yaklaşık 677 m'den 1500 m'ye kadar) geniş yayılım gösteren Üst Miyosen ve Üst Pliyosen yaşlı bazaltlar üzerinde oluşan topraklar (numune 7, 8, 9, 10, 11, 12), genellikle çok daha *"düşük kireç"* konsantrasyonlarına sahiptir. Bu durum, yükselti ile gözlenen kireç dağılımı eğilimiyle de büyük ölçüde örtüşmektedir. Yaklaşık 650 metre seviyesinin üzerindeki rakımlarda yer alan ve tamamı bazaltik ana materyal üzerinde bulunan örneklerde kireç içeriği istisnasız olarak %1,1'in altında kalarak çok düşük seviyelerde seyretmekte ve bu topraklar *"çok az kireçli"* olarak sınıflandırılmaktadır. En düşük $CaCO_3$ değerleri (%0,38) 710 m (numune 8) ve 1135 m (numune 11) rakımlarındaki bazaltik topraklarda ölçülmüştür.

3.1.1.6. Toprak Organik Madde Analizi

Toprak organik maddesi, toprak sağlığının sürdürülmesi açısından büyük öneme sahiptir. Aynı zamanda, topraktaki organik karbon miktarını doğrudan etkileyen temel bir bileşen olarak, küresel karbon döngüsünde toprağın oynadığı önemli rolün de bir parçasıdır. Bu nedenlerle, sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetleri bağlamında temel stratejilerden biri, toprak içerisindeki organik madde miktarının korunması ve artırılmasıdır. Toprakta organik maddenin artırılması, çeşitli olumlu fiziksel ve kimyasal değişikliklere yol açar. Organik madde, toprağın daha gevşek ve gözenekli bir yapıya kavuşmasına yardımcı olur. Bu gelişmiş yapısal durum, suyun toprağa daha kolay sızmasını sağlar ve yüzey akışını azaltır. Ayrıca, organik madde toprağın su tutma kapasitesini artırarak kurumasını geciktirir ve nemliliğini daha uzun süre korumasına olanak tanır. Bunlara ek olarak, organik madde ayrışmasıyla bitkisel üretim faaliyetleri

için gerekli olan besin maddelerini toprağa sağlar, yani katyon değişme kapasitesini artırarak genel toprak verimliliğini yükseltir. Tüm bu olumlu etkiler, toprak üzerinde başarılı ve verimli bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için elverişli bir zemin hazırlar. Topraktaki organik madde miktarını artırmaya yönelik uygulamalar arasında organik malç kullanımı, kompostlama, solucan gübresi uygulamaları ve mevcut doğal bitki örtüsünün korunması gibi yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler toprağın genel sağlığını ve verimliliğini iyileştirmede son derece etkilidir (Hızalan, 1968; Polyakov ve Lal, 2004; Temur, 2024).

Araştırma alanından alınan 12 toprak örneğinin organik madde içeriği analiz sonuçları **(Tablo 67)**, %1,13 ile %2,45 arasında değişen değerler göstermektedir. Bu değerler, genel toprak sınıflandırma kriterlerine göre, çalışma alanı topraklarının büyük çoğunluğunun ***"az"*** ile ***"orta"*** düzeyde organik maddeye sahip olduğuna işaret etmektedir. Örneklerin hiçbirinde çok yüksek veya aşırı düşük organik madde seviyelerine rastlanmamıştır.

3.1.1.7. Saturasyon Analizi

Toprak satürasyonu (doygunluk), toprak matrisindeki gözenek boşluklarının tümünün su ile dolu olduğu durumu tanımlar. Bu durumda, toprağın su potansiyeli sıfıra veya atmosfer basıncına eşittir ve toprak, maksimum su tutma kapasitesine ulaşmıştır. Satürasyon seviyesi, toprağın su tutma kapasitesi, bitki köklerinin su alımı için suyun mevcudiyeti ve toprak profilindeki suyun hareketi (infiltrasyon, perkolasyon ve drenaj) gibi temel hidrolojik ve pedolojik süreçleri doğrudan etkileyen önemli bir toprak özelliğidir. Bu nedenle, bitkisel üretim faaliyetlerindeki verimlilik, yeraltı suyu beslenimi ve erozyon gibi konularda önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Atalay, 2016; Temur, 2024).

Araştırma alanından alınan 12 toprak numunesinin suya doygunluk yüzdesi (%) analiz sonuçları incelendiğinde **(Tablo 67)**, değerlerin %58 ile %84 arasında önemli bir değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Suya doygunluk yüzdesi, toprağın tekstürü (bünye), yapısı (strüktür) ve organik madde içeriği gibi temel fiziksel özellikleriyle yakından ilişkilidir. Elde edilen veriler, suya doygunluk yüzdesinin öncelikle toprak tekstürü, özellikle de kil miktarı ile güçlü bir korelasyon sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kil partiküllerinin oluşturduğu çok sayıda küçük gözenek

(mikro por) nedeniyle bu toprakların toplam gözenek hacminin ve su tutma kapasitesinin yüksek olduğunu gösterir (Ergene, 1997; Atalay, 2016). Özellikle, en yüksek kil oranına (%62) sahip olan 8 numaralı örnekte, aynı zamanda en yüksek suya doygunluk değerinin (%84) ölçülmesi bu ilişkiyi desteklemektedir. Daha düşük kil ve daha yüksek kum içeriğine sahip Killi Tın (Numune 1, 2) ve Kumlu Killi Tın (Numune 11) sınıflarındaki topraklarda ise suya doygunluk yüzdesi daha düşüktür (%66). Bu durum, daha büyük gözeneklerin oranının artması ve toplam gözenek hacminin göreceli olarak azalmasıyla açıklanabilir.

3.1.1.8. PH Analizi

Toprak reaksiyonu olarak da bilinen toprak pH'ı, toprak çözeltisinin asitlik veya alkalilik düzeyini tanımlayan temel bir kimyasal özelliktir. Bu parametre, "Potansiyel Hidrojen (pH)" terimi ile ifade edilir ve bir çözeltideki hidrojen iyonu (H^+) aktivitesinin negatif logaritmasına dayanarak ortamın kimyasal niteliğini (asidik, nötr veya bazik) belirler. Dolayısıyla, topraktaki H^+ iyon konsantrasyonu, toprak pH değerini ve buna bağlı olarak birçok edafik süreci doğrudan etkilemektedir. Örneğin, toprak pH seviyesi, mikrobiyal aktiviteyi ve enzimatik reaksiyonları etkileyerek organik maddenin ayrışma hızını ve sonuç olarak topraktaki organik madde stoğunu önemli ölçüde belirler. Düşük pH değerleri genellikle bazik katyonların (Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^+ gibi) toprak profilinden yıkanarak uzaklaştığına işaret eder. Bu yıkanma süreçlerinin hâkim olduğu asidik topraklarda hem besin elementi fakirleşmesi hem de olumsuz kimyasal koşullar nedeniyle organik madde birikimi de genellikle daha düşük seviyelerde kalmaktadır (Atalay, 2016; Taşcıoğlu ve Aydın, 2017; Kişić vd., 2018).

Araştırma sahasından alınan 12 toprak numunesinin pH değerleri incelendiğinde **(Tablo 67)**, değerlerin 6.67 ile 7.85 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu pH aralığı, genel toprak sınıflandırmasına göre, çalışma alanı topraklarının tamamının *"Nötr (pH 6.6-7.3)"* ile *"Hafif Alkali (pH 7.4-7.8)"* reaksiyon kategorilerinde yer aldığını göstermektedir. Örnekler arasında kuvvetli asidik veya kuvvetli alkali reaksiyona sahip topraklara rastlanmamıştır. Toprak pH değerlerinin dağılımı üzerinde kireç ($CaCO_3$) içeriği, ana materyal ve yükselti faktörlerinin etkileri gözlenmektedir. Beklendiği gibi, yüksek oranda kireç içeren (%15 üzeri) ve kireçtaşı gibi karbonatlı materyal veya Kuvaterner alüvyonu üzerinde gelişmiş olan düşük rakımlı topraklarda

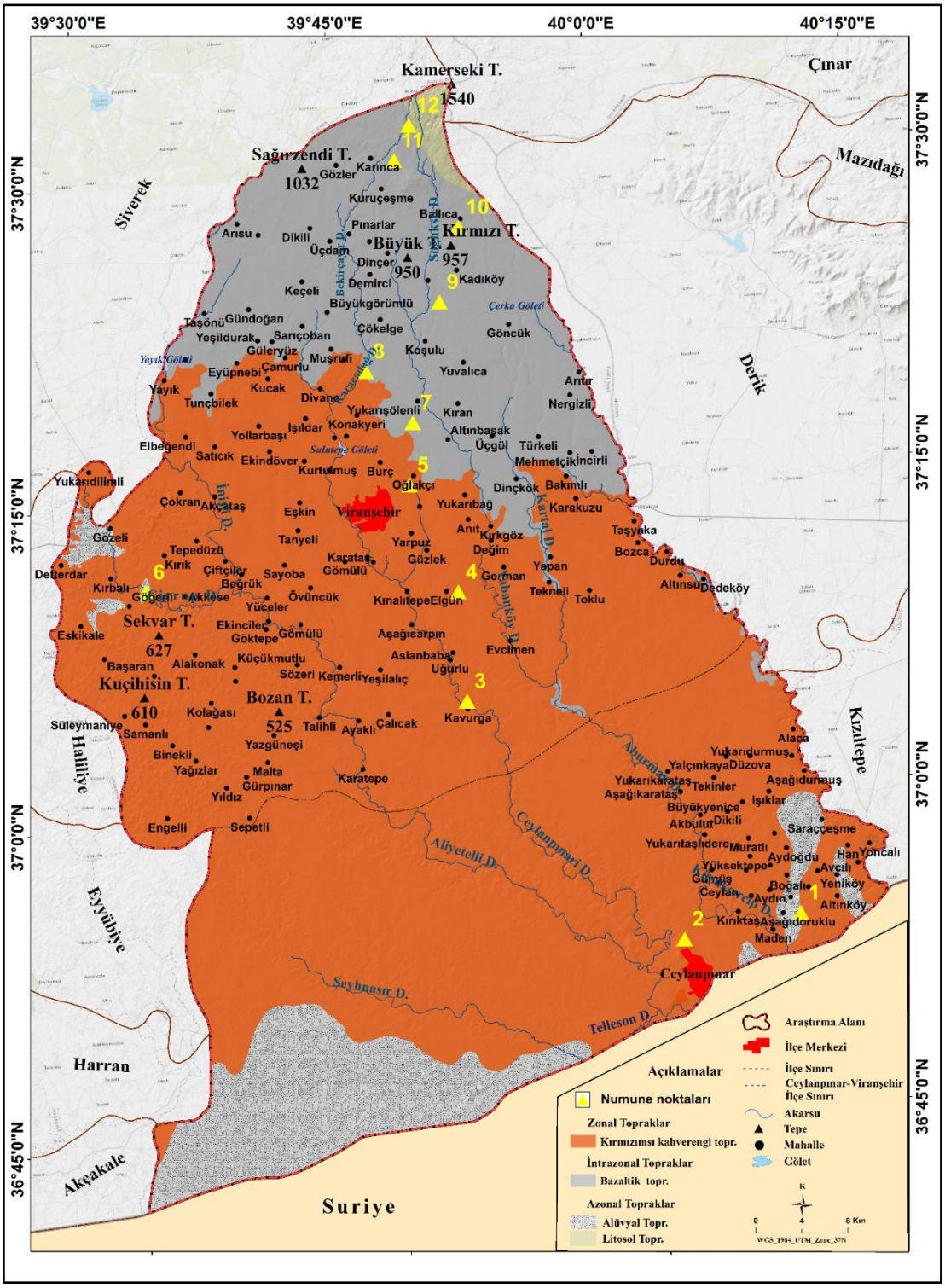
(Numune 1, 2, 3) pH değerleri hafif alkali aralığın üst sınırına yakın (7.52-7.80) seyretmektedir. Orta düzeyde kireç içeren (%6.8-%15.1) daha düşük-orta yükseltilerdeki bazaltik topraklar (Numune 4, 5) ve orta yükseltideki alüvyonda (Numune 6) yine hafif alkali (7.83-7.85) reaksiyon göstermektedir. Bu topraklarda kalsiyum karbonatın varlığı, toprağın pH'ını alkali yönde tamponlamaktadır. Buna karşın, kireç içeriğinin çok düşük olduğu (%1.1 veya daha az), genellikle orta ve yüksek rakımlardaki bazaltik ana materyal üzerinde gelişen topraklarda (Numune 7-12) pH değerleri daha düşük olup, büyük çoğunlukla nötr reaksiyon aralığında (6.67-7.41) bulunmaktadır. Bu durum, kirecin tamponlama etkisi olmadığında, bazaltların ayrışmasından gelen bazik katyonların ve diğer faktörlerin pH'ı nötre yakın tuttuğunu göstermektedir.

Genel bir eğilim olarak, yükselti arttıkça toprak pH değerinde bir azalma gözlenmektedir. En düşük pH değeri (6.67), aynı zamanda en yüksek rakımlı (1500 m) örnek olan 12 numaralı numunede ölçülmüştür. Bu eğilim, yüksek rakımlarda yıkanmanın daha etkin olmasıyla bazik katyonların (özellikle Ca^{+2}) topraktan uzaklaşması ve muhtemelen organik madde döngüsündeki farklılıklarla ilişkilidir. Araştırma alanı topraklarının nötr ila hafif alkali pH aralığı, genel olarak bitkisel üretim faaliyetleri için elverişli kabul edilir. Bu pH seviyeleri, birçok temel bitki besin maddesinin yarayışlılığı açısından genellikle optimum veya optimuma yakındır (Bellitürk ve Karakaş, 2010).

Tablo 67: Araştırma alanı toprak numunelerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Numune Numarası	Konum	Rakım	Araziden Yararlanma	Jeoloji	Toprak Türü	Su ile Doygunluk (%)	EC dS/cm (Tuzluluk)	Kireç (CaCO3) (%)	Su ile Doymuş Toprakta pH	Bitkilerde yararlı besin maddeleri			Tekstür (Bünye)			Bünye Sınıfı
										Fosfor P2O5 (kg/da)	Postasyum K2O (kg/da)	Organik Madde (%)	% Kum	% Kil	% Silt	
1	N36°53'58" E40°08' 57"	394	Tarla	Kuvaterner Alüvyon	Alüvyal	66	0,67	29,6	7,80	4,70	69,0	2,34	36,56	36	27,44	Killi Tın
2	N36°53'08" E40°02' 06"	432	Fıstıklık	Eosen-Oligosen Kireçtaşı	Kırmızımsı Kahverengi	66	0,76	27,3	7,73	5,77	183,0	2,10	32,56	38	29,44	Killi Tın
3	N37°04'57" E39°50' 29"	487	Mera	Alt Miyosen Kireçtaşı	Kırmızımsı Kahverengi	68	0,81	22,8	7,52	6,43	178,5	2,33	26,56	40	33,44	Kil
4	N37°10'04" E39°50'26"	518	Tarla	Üst Miyosen Bazalt	Kırmızımsı Kahverengi	72	1,01	15,1	7,84	1,24	110,7	1,42	24,56	52	23,44	Kil
5	N37°15'13" E39°48' 03"	575	Tarla	Üst Miyosen Bazalt	Kırmızımsı Kahverengi	79	1,09	6,8	7,85	1,08	175,8	1,58	22,56	58	19,44	Kil
6	N37°12'27" E39°36' 43"	585	Fıstıklık	Kuvaterner Alüvyon	Alüvyal	79	1,01	8,7	7,83	2,06	203,7	1,13	20,56	52	27,44	Kil

7	N37°18'06" E39°48' 30"	677	Taşlık	Üst Miyosen Bazalt	Bazaltik	79	1,36	1,1	7,41	26,78	1080,0	1,73	14,56	50	25,44	Kil
8	N37°20'39" E39°45'58"	710	Bademlik	Üst Miyosen Bazalt	Bazaltik	84	0,94	0,38	7,51	2,31	329,7	1,94	18,56	62	19,44	Kil
9	N37°23'38" E39°50' 34"	863	Tarla	Üst Miyosen Bazalt	Bazaltik	77	1,03	0,7	7,13	7,26	130,5	2,35	18,56	60	21,44	Kil
10	N37°27'04" E39°51' 59"	966	Mera	Üst Miyosen Bazalt	Bazaltik	81	1,17	0,7	6,96	1,9	168	2,45	26,56	48	25,44	Kil
11	N37°30'23" E39°48' 30"	1135	Mera	Üst Pliyosen Bazalt	Bazaltik	66	0,74	0,38	7,03	0,91	56,4	1,46	48,56	30	21,44	Kumlu Killi Tın
12	N37°34'39" E39°44'55"	1500	Meşelik	Üst Pliyosen Bazalt	Bazaltik	58	0,29	0,7	6,67	22,66	117,3	1,14	22,56	48	29,44	Kil



Harita 20: Karacadağ güney kesimi toprak örnekleme noktaları haritası

3.1.1.9. Bitki Besin Elementleri

Doğada çok sayıda element mevcut olmakla birlikte, bitkilerin optimal büyüme, gelişme ve metabolik fonksiyonlarını sürdürebilmeleri için zorunlu olanlar "bitki besin elementi" olarak tanımlanmaktadır. Bir bitkinin bünyesinde çeşitli elementler bulunsa da bunlardan yalnızca belirli bir kesimi, bitkinin yaşam döngüsünü eksiksiz tamamlayabilmesi için gereklidir ve bu kriteri karşılayan elementler "mutlak gerekli (esansiyel) bitki besin elementi" statüsündedir. Esansiyel besin elementleri, bitki dokularındaki konsantrasyonları veya bitkilerin metabolik süreçleri için gereksinim duydukları miktarlar temel alınarak iki ana kategoride sınıflandırılır. Bunlar makro besin elementleri ve mikro besin elementleridir. Bu sınıflandırmaya göre, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) makro besin elementleri grubunu oluştururken; demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu), bor (B), molibden (Mo) ve klor (Cl) mikro besin elementleri olarak kabul edilir. Bitkilerin yaşamaları ve sağlıklı bir gelişim sergilemeleri için mutlak surette ihtiyaç duydukları bu esansiyel elementlerin birincil kaynağı topraktır. Besin elementi içeriği bakımından "verimsiz" olarak nitelendirilen topraklarda bile bitki gelişimini asgari düzeyde destekleyebilecek miktarlarda besin elementi bulunmaktadır. Dolayısıyla toprak, bitkiler için büyüme ve beslenme ortamını teşkil eder. Nitekim bitkiler, fizyolojik faaliyetleri için gerekli olan besin elementlerinin büyük bir çoğunluğunu kök sistemleriyle topraktan absorbe ederler (Kacar, 2012; Atalay, 2016; Okur, 2021).

Çalışmada, toprağın temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, bitki gelişimi için esansiyel makro besin elementlerinden olan fosfor (P) ve potasyum (K) analizleri de gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin çalışmaya dahil edilmesindeki temel amaç, bir yandan fosfor ve potasyumun diğer önemli toprak parametreleri (tekstür, organik madde, pH ve tuzluluk) ile olası etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin besin elementi yarayışlılığı üzerindeki potansiyel rollerini keşfetmek, diğer yandan ise bu besin elementlerinin konsantrasyonlarının iklim, yükselti, litolojik yapı, araziden yararlanma ve toprak türü gibi faktörlerle ne tür değişim sergilediğini ortaya koymaktadır. Fosfor ve potasyumun toprak çözeltisindeki durumu, bitkiye elverişliliği ve toprakta tutunma mekanizmaları, pH ve organik madde içeriği gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilenebildiğinden, bu ilişkilerin incelenmesi toprağın mevcut besin dinamiklerini anlama çabasına katkı sunmaktadır. Her ne kadar Google Earth Engine (GEE) platformunda bu spesifik besin elementlerine dair doğrudan karşılaştırılabilir

mekânsal veri katmanları bulunmasa da elde edilen fosfor (P) ve potasyum (K) verileri, incelenen arazinin genel verimlilik potansiyeli ve mevcut besin elementi durumu hakkında değerli bir temel bilgi sağlamaktadır.

3.1.1.9.a. Fosfor (P_2O_5)

Esansiyel bir element olan fosfor, bitkide genetik materyalin yapı taşı olup enerji metabolizması ve besin iletimi gibi temel fizyolojik işlevleri yönetir. Bununla beraber çiçeklenme, meyve tutumu, kök gelişimi ve olgunlaşma gibi kritik gelişim evrelerini de etkiler. Bitki kuru ağırlığının %0,2-0,8'ini oluşturan ve özellikle tohum ile meyvelerde yoğunlaşan fosforun %0,1'in altına düşen eksikliği, kök ve bitki gelişiminde gerileme, meyve dökümü, verim ve kalitede düşüş ile olgunlaşmada gecikme gibi ciddi belirtilere yol açar. Toplam toprak fosforu %0,02-%0,15 aralığında bulunsa da sadece %1-2'si bitkiye yarayışlıdır. Bitkiler topraktaki inorganik ortofosfatları veya mineralize olmuş organik fosforu kullanır ve fosfor varlığı genellikle P_2O_5 olarak ifade edilir. Fosfor fazlalığı ise potasyum, kalsiyum, demir, bakır ve çinko gibi diğer besin elementlerinin alımını engelleyerek bitkide dolaylı zarara ve beslenme dengesizliklerine yol açmaktadır (MEB, 2011; Kacar, 2012).

Toprak fosforunun birincil mineralojik kaynağı, flour apatit veya hidroksiapatit bileşimlerinde bulunabilen apatit mineralidir. Kuvarsitler, fillitler ve mikaşistler gibi kristalin şistler genellikle düşük fosfor içerirken, araştırma sahasında oldukça yaygın bulunan bazalt ve benzeri bazik magmatik kayaçlar daha yüksek fosfor konsantrasyonlarına sahiptir. Bu kayaçların ve içerdikleri fosforlu minerallerin fiziksel ve kimyasal ayrışma süreçleri neticesinde serbest kalan fosfor, bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüşmektedir. Ayrıca, topraktaki organik maddenin yapısında da fosfor elementi mevcut olduğundan, toprakta organik fosfor bileşiklerinin varlığı da önemli bir diğer fosfor havuzunu teşkil eder (Çepel, 1996b; Aktaş ve Ateş, 1998; Kantarcı, 2000; Sanchez, 2007; Bolat ve Kara, 2017).

İncelenen toprak numunelerindeki yarayışlı fosfor (P_2O_5) içerikleri genel olarak "düşük" ile "orta" seviyeler arasında değişim göstermektedir. Numunelerin çoğunda orta düzeyde fosfor bulunsa da düşük P_2O_5 değerleri yüksek pH ve belirgin kireç ($CaCO_3$) içeriğiyle ilişkilidir. Bu durum alkali koşullar ve yüksek kalsiyum düzeyleri, fosforun bitkiler tarafından alımı güç formlara dönüşmesinden (fiksasyonuna)

kaynaklanmaktadır. Yine de pH'ı nötrün biraz üzerinde olan numunelerde dahi fosforun tam yarayışlılığa erişemediği görülmektedir. Örneğin 4 ve 5 numaralı numunelerde P_2O_5 miktarları sırasıyla 1,24 ve 1,08 kg/da gibi oldukça düşük değerler sergilemekte ve pH'ın (7,84 ve 7,85) bu fiksasyon etkisini kuvvetlendirmektedir. Dolayısıyla çalışma alanındaki toprakların fosfor dengesi, düşük P_2O_5 değerine sahip sahalarda ek fosfor kaynağı kullanımını, orta düzey fosfor içeren kesimlerde ise pH ve kireç içeriğini göz önünde bulundurarak yarayışlılığı artırıcı uygulamaları gerekli kılmaktadır **(Tablo 67)**.

3.1.1.9.b. Potasyum (K2O)

Toprakların potasyum (K) konsantrasyonları, genellikle azot (N) ve fosfor (P) gibi diğer temel besin elementlerine kıyasla daha yüksek düzeylerdedir. Fakat toprakta fazla miktarda potasyum bulunması azot ve fosfor fazlalığının aksine, bitkilere zararlı bir etki yaratmaz. Yerkabuğunun, tahmini olarak %2,3 oranında toplam potasyum (K) içerdiği kabul edilmektedir. Söz konusu potasyum rezervinin önemli bir fraksiyonu, birincil (primer) minerallerin (örneğin, potasyum feldispatlar %3,2-12 K; muskovit %6-9 K; biyotit %3,6-8 K) yanı sıra ikincil (sekonder) kil minerallerinin (örneğin, illit %3,2-5,6 K; vermikülit %0-1,6 K; klorit %0-0,8 K; montmorillonit %0-0,4 K) yapısında bulunmaktadır. Potasyumun kayda değer bir bölümü ise, bahsi geçen primer toprak minerallerinin ilerleyen ayrışma süreçleri neticesinde serbest kalmaktadır (Boşgelmez vd., 2001; Okur, 2021).

Bitkilerin gelişimi için temel bir makro element olan potasyum, su dengesi, fotosentez ürünlerinin üretilip taşınması ve enzim aktivasyonu gibi hayati işlevleri yönetirken, bitki bünyesinde kolayca hareket ederek genç yapraklar, kök uçları ve tomurcuklar gibi aktif büyüme bölgelerinde toplanır ve gerektiğinde yaşlı kısımlardan bu genç dokulara iletilir. Meyve kalitesi için önemli olan potasyum, ürünün dayanıklılığını artırır. Ayrıca yağ, nişasta ve şeker oranlarını yükselterek renk, tat ve aroma gibi nitelikleri olumlu yönde geliştirir. Bu etkileriyle genel ürün verimini ve kalitesini artıran potasyum, aşırı fosfor kaynaklı erken olgunlaşmayı önleyerek meyvenin normal fizyolojik olgunluğa erişimini de düzenler. Ancak, topraktaki aşırı potasyum varlığı, magnezyum ve kalsiyum gibi diğer katyonların bitki tarafından alımını engelleyerek besin dengesizliklerine ve ilgili noksanlıklara yol açabilir (Boşgelmez vd., 2001; MEB, 2011).

Araştırma sahasındaki analizi gerçekleştirilen toprakların potasyum (K_2O) durumu genel olarak değerlendirildiğinde, tüm örneklerde bitkiler için yarayışlı potasyum miktarının oldukça yüksek seviyelerde olduğu göze çarpmaktadır. Potasyum değerleri 56,4 kg/da ile 1080,0 kg/da gibi geniş bir aralıkta seyretmekle birlikte, en düşük değer olan 56,4 kg/da (Numune 11) dahi "yüksek" olarak sınıflandırılabilecek bir düzeydedir. Numunelerin büyük çoğunluğu ise "çok yüksek" potasyum içeriğine sahiptir. Bu yüksek potasyum seviyeleri, toprakların tekstürel yapısıyla, özellikle de %30 ile %62 arasında değişen kil miktarlarıyla yakından ilişkilidir. Çünkü kil mineralleri, katyon değişim kapasiteleri sayesinde potasyumu tutup bitkiye yavaşça salma konusunda önemli bir rol oynar ve yüksek kil içeriği genellikle daha yüksek potasyum tutma kapasitesi anlamına gelir. Nitekim en düşük kil oranına (%30) sahip 11 numaralı numunede diğerlerine kıyasla en düşük potasyum değeri ölçülmüştür **(Tablo 67)**. Litolojik yapı da potasyumun temel kaynağı olarak önemlidir. Özellikle bazalt ve alüvyon gibi ana materyaller potasyumca zengin feldspat ve mika minerallerini içerebilir, bu da toprakların doğal potasyum rezervini artırır. Türkiye toprakları genel olarak değerlendirildiğinde de çalışma alanında olduğu gibi toprakların potasyum eksikliği bulunmamaktadır. Bu genel potasyum zenginliği, çoğu bitki için potasyum noksanlığı riskinin oldukça düşük olduğu anlamına gelir. Ancak yüksek potasyum seviyelerinin, bazen magnezyum gibi diğer katyonların bitki tarafından alımında bir dengesizliğe yol açabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır (Kacar, 2012; Okur, 2021).

3.2. Araştırma Alanı Topraklarının Gee (Google Earth Engıne) İle Analizleri

Hazırlanan bu çalışmada, araştırma sahası topraklarının özelliklerini ortaya koymak amacıyla, laboratuvarda belirlenen tekstür (kil, silt, kum), pH, kireç (CaCO3), toplam tuz, saturasyon, organik madde, fosfor (P) ve potasyum (K) gibi temel fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu analiz sonuçları, GEE Makine öğrenme algoritmalarından yararlanılarak uluslararası SoilGrids veri tabanından elde edilen ve tekstür, kireç, toplam tuz, pH ile organik madde parametrelerini içeren mukayeseli bir veri setiyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda öncelikle SoilGrids parametreleri için tanımlayıcı istatistiksel hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar

analizleriyle saptanan saturasyon değerleri ile fosfor ve potasyum konsantrasyonları, SoilGrids'ten temin edilen karşılaştırma setinde yer almamaktadır. Buna karşın SoilGrids veri tabanının sunduğu 10-33-1500 kPa'daki hacimsel su içeriği, katyon değişim kapasitesi (KDK), toprak kaba parçacıkları, toplam nitrojen, toprak organik karbonu, toprak organik karbon yoğunluğu ile stoku ve yığın yoğunluğu gibi diğer önemli toprak parametreler incelemeye dahil edilmiştir. Yürütülen karşılaştırmalı analizler neticesinde hem laboratuvarda elde edilen bulguların hem de SoilGrids verilerinin birbirini tutarlı bir şekilde desteklediği ve tamamladığı gözlenmiştir. Daha önceki *"Laboratuvar Analiz Sonuçları"* başlığı altında tanımları, özellikleri ve bulguları ayrıntılı olarak sunulan parametrelerin, metin bütünlüğünde gereksiz tekrarları önlemek ve akıcılığı sağlamak amacıyla bu bölümde yeniden detaylandırılmamıştır.

3.2.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analizleri

Google Earth Engine (GEE) makine öğrenme algoritmaları kullanılarak temin edilen ve toprak tekstür bileşenlerini (kum, silt, kil dağılımı), farklı basınç kademelerindeki hacimsel su içeriğini, yığın yoğunluğunu ve toprak kaba parçacık oranını içeren çeşitli fiziksel parametreler analize dahil edilmiştir. Söz konusu GEE tabanlı verilerin kullanılmasındaki temel amaç laboratuvarda noktasal olarak analiz edilen toprak örneklerinden elde edilen fiziksel özellik bulgularını daha geniş bir alansal perspektifte değerlendirmek ve bu özelliklerin mekânsal dağılımlarını göstermektedir.

3.2.1.1. Tekstür Analizi

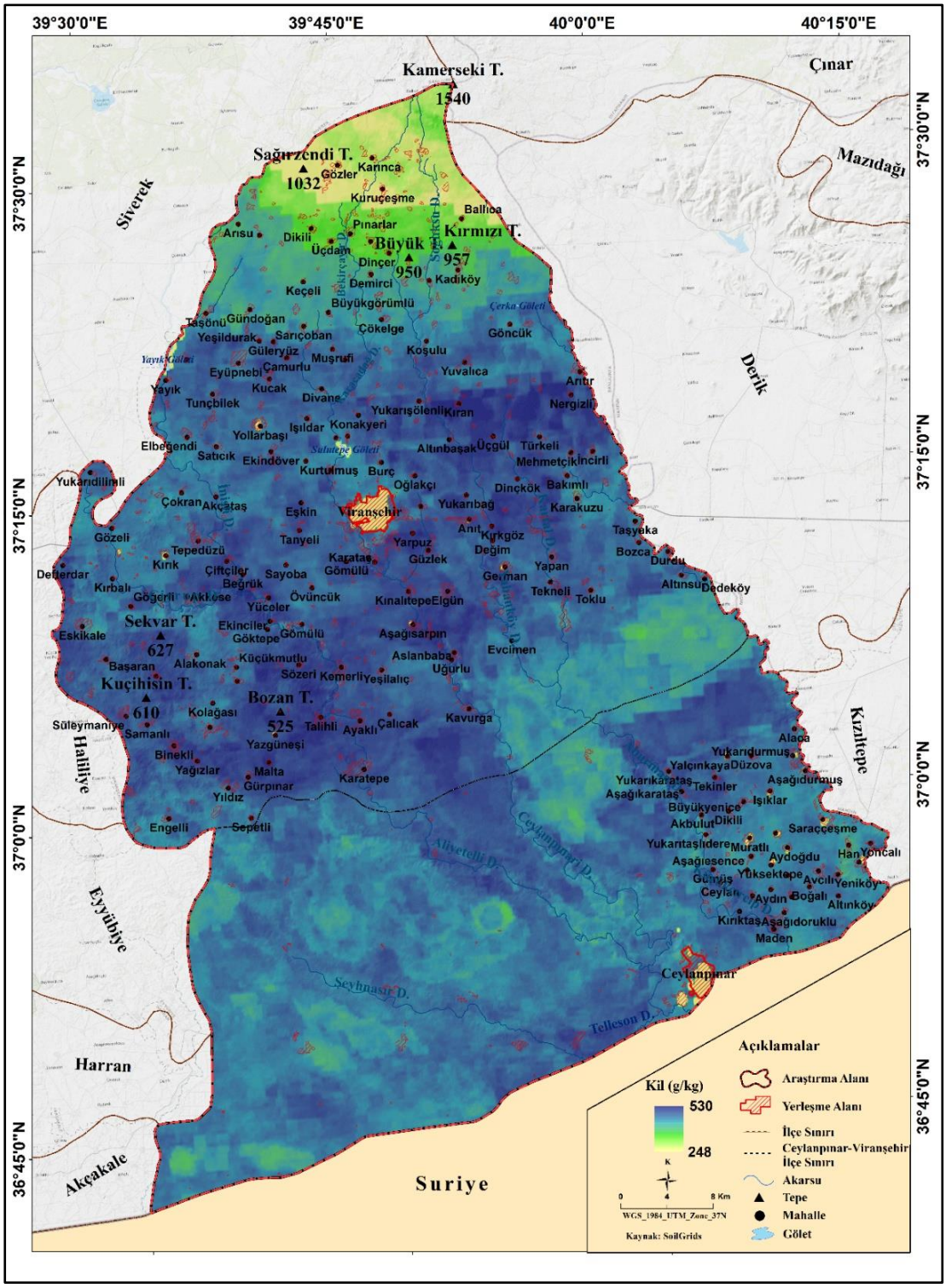
3.2.1.1.a. Kil Analizi

Kil, esasen hidratlı alüminyum ve magnezyum silikatlarından müteşekkil, 2µm (mikron) veya daha küçük tane boyutuna sahip olup, su ile temas ettiğinde benzer tane boyutlu diğer minerallerden ayırt edici biçimde çamur oluşturan, ıslak halde plastisite sergileyerek şekillendirilebilen, pişirildiğinde mukavemeti (dayanımı) önemli ölçüde artan ve nem içeriğindeki değişimlere bağlı olarak genellikle hacimsel genişleme (şişme) veya büzülerek çatlama gibi karakteristik davranışlar sergileyen bir mineraldir. Araştırma sahasındaki toprakların kil içeriğinin gözlemlenen mekânsal dağılışı ana materyali litolojik özellikleri ve özellikle yaşı (farklı bazaltik evrelerin ayrışma süresini

ve yoğunluğunu belirlemesi), yükselti ve eğim gibi topografik faktörler (taşınma, birikme ve mikro-klimatik koşulları etkilemesi yoluyla) ve bu etmenlere bağlı olarak gelişen toprak oluşum süreçlerinin karmaşık etkileşimini yansıtmaktadır (Şengöz, 2006; Atalay vd., 2020; Coşkun ve Coşkun, 2020).

Araştırma sahasına ait SoilGrids kaynaklı toprak kil haritası **(Harita 21)**, bölgedeki kil içeriğinin (g/kg) mekânsal dağılımında, jeolojik ana materyalin yaşı ve türü ile topografik özellikler arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koyan belirgin farklılıklar sergilemektedir. Genel bir eğilim olarak, Viranşehir Platosu'ndan kuzeye doğru yükseltinin artmasıyla birlikte toprakların kil miktarında kademeli bir azalma gözlenmektedir. Nitekim en düşük kil yoğunlukları, çalışma alanının kuzey kesimlerindeki yüksek rakımlı dağlık ve tepelik arazilerde (Sağırzendi ve Kamerseki Tepeleri civarı) yaygınlaşmaktadır. Bu durum, jeoloji haritası ile yapılan karşılaştırmalı değerlendirmelerle de desteklendiği üzere, bu kesimde yüzeylenen daha genç, Üst Pliyosen yaşlı bazaltik ana materyallerin, daha kısa bir jeolojik zaman diliminde ayrışmaya uğraması sonucu daha az kil minerali üretmiş olmasıyla açıklanabilir.

Çalışma alanının orta yükselti kuşağını oluşturan Viranşehir Platosu ile bu plato çevresinde yer alan Viranşehir, Divane, Yollarbaşı, Üçgül, Kemerli ve Kavurga gibi mevkilerde kil içeriğinin belirgin biçimde arttığı ve alan genelindeki en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu yoğun kil birikimi, yörede hâkim olan daha yaşlı, Üst Miyosen dönemine ait bazaltların, milyonlarca yıl süren daha uzun bir ayrışma periyoduna maruz kalarak bünyelerindeki minerallerden önemli miktarda kil minerali sentezlemiş olmasıyla güçlü bir uyum içindedir. Ayrıca, platoluk alanın nispeten düz ve hafif eğimli topografyası da ayrışma ürünlerinin yerinde birikerek kilce zengin toprakların gelişimini desteklemiş olabilir. Güneyde Ceylanpınar Ovası'na doğru gidildikçe, Viranşehir Platosu'ndaki yüksek kil içeriğine kıyasla kil miktarında genel bir azalma gözlemlenmektedir. Ancak bu azalma, kuzeyde Üst Pliyosen bazaltları üzerinde yer alan dağlık alanlardaki düşük seviyelere ulaşmamaktadır. Ova kuşağındaki orta düzeyde ve heterojen kil dağılımı, alüvyal taşınım ve birikim süreçlerinin yanı sıra farklı jeolojik ve iklim etkilerinin altında şekillenmiş pedojenik geçmişe işaret etmektedir.



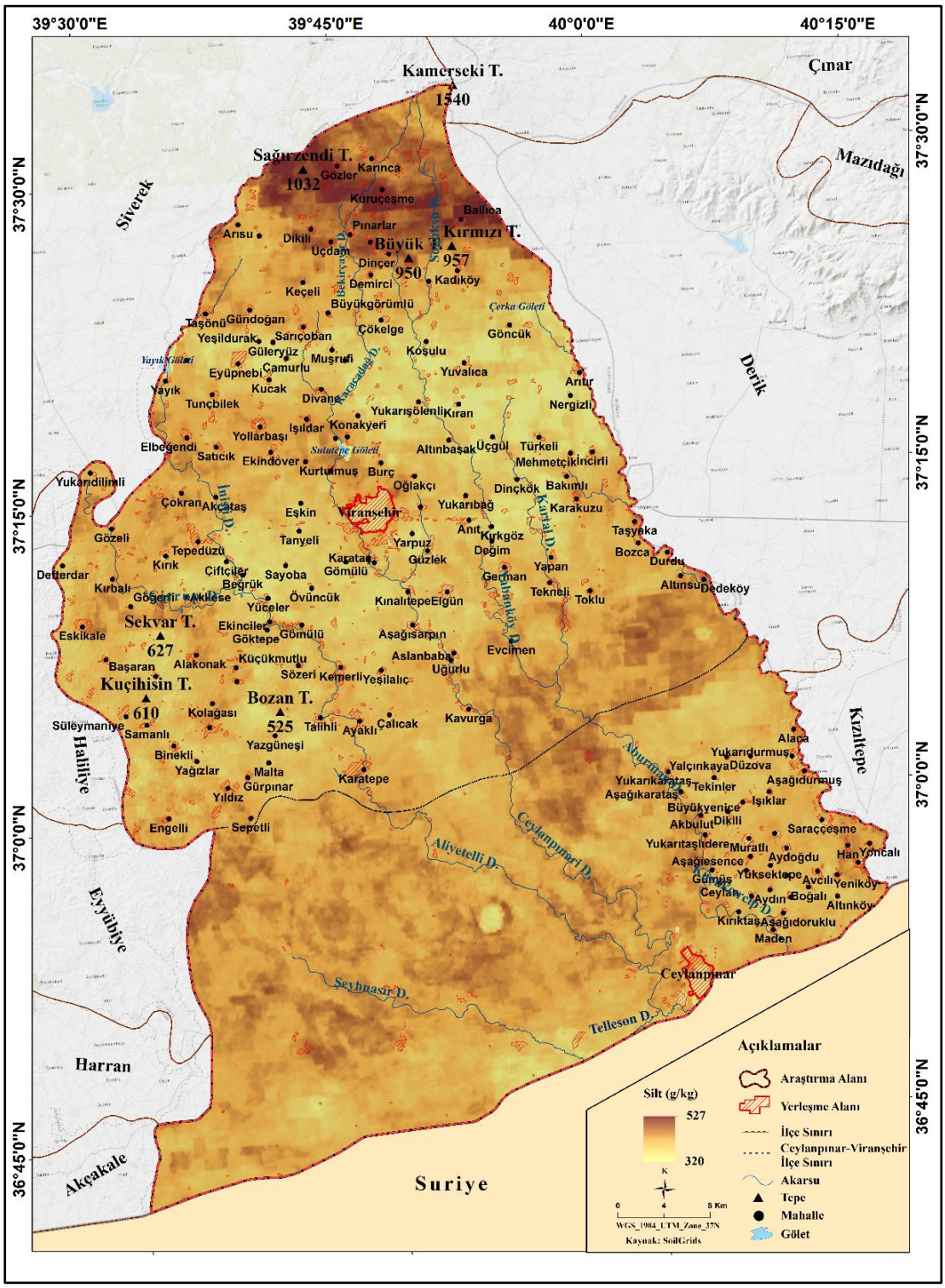
Harita 21: Karacadağ güney kesimi topraklarının kil içeriği haritası

3.2.1.1.b. Silt Analizi

Silt, plastik olmayan fakat ince taneciklerden oluşan bir materyaldir. Görünüşleri itibariyle sıkça kil ile karıştırılmalarına rağmen, siltler düşük gerilme ve konsolidasyon özellikleri, plastik olmayan davranışları ve genellikle kile göre daha iyi iç drenajları ile birçok açıdan kilden farklıdır. Kuru ve toz halindeyken ayırt edilmeleri zor olsa da silt ve kil davranışsal farklılıklarıyla kolayca tanımlanabilir. Nitekim silt çok düşük veya hiç plastisite göstermez. Bu plastik olmayan ince taneler, kil ile birlikte toprak grubunun küçük aile üyelerinden biri olarak kabul edilir (Hasan vd., 2015). Araştırma sahasındaki toprakların silt (g/kg) içeriği dağılımı, kil dağılımıyla yakın bir etkileşim göstermektedir. Bu dağılım, farklı yaşlardaki bazaltların oluşturduğu litolojik ana materyalin türü ve ayrışma derecesi, topografik konumun (yükselti ve eğim) ayrışma ürünlerinin taşınması veya birikmesini sağlaması ile alüvyal ve eoliyen süreçlerin ortak etkisiyle şekillenmektedir. Gözlemlenen bu mekânsal dağılım hem laboratuvar analizleri hem de SoilGrids verileriyle tutarlılık gösterdiği teyit edilmiştir **(Harita 22)**.

Çalışma alanının kuzey kesimlerinde, Viranşehir Platosu'ndan kuzeye doğru yükseltinin arttığı Sağırzendi, Kamerseki ve Kırmızı Tepe gibi dağlık ve tepelik arazilerde en yüksek silt konsantrasyonlarının yaygın olduğu dikkat çekmektedir. Bu kesim, daha genç Üst Pliyosen yaşlı bazaltik ana materyallerin hâkim olduğu ve kil içeriğinin en düşük olduğu alandı. Dolayısıyla, bu genç bazaltların daha az ayrışmaya uğraması sonucu, ince toprak fraksiyonu içerisinde kil yerine siltin daha baskın bir bileşen olarak kaldığı düşünülmektedir. Çalışma alanının orta yükselti basamağını oluşturan Viranşehir Platosu'ndaki Divane, Üçgül, Koşulu, Yüceler ve Eyyüpnebi mevkilerinde silt miktarının belirgin biçimde azaldığı ve sahadaki en düşük konsantrasyon değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu alan, daha yaşlı Üst Miyosen bazaltları üzerinde gelişen ve kil içeriğinin en yüksek olduğu kesimdi. Bu durum, uzun süreli ve yoğun ayrışma süreçlerinin, primer minerallerin ve hatta bir kısım silt boyutundaki materyalin dönüşümüyle yüksek oranda kil oluşumuna yol açtığını, dolayısıyla silt fraksiyonunun oransal olarak azaldığını desteklemektedir. Ceylanpınar Ovası'na doğru ise, silt içeriğinin Viranşehir Platosu'na kıyasla tekrar arttığı ve yer yer kuzeydeki dağlık alanlardaki seviyelere yaklaştığı görülmektedir. Ceylanpınar Ovası'ndaki yüksek silt ve orta düzey kil kombinasyonu, alüvyal taşınım ve birikim süreçlerinin etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum ovanın tekstürünü önemli ölçüde

etkilediğini ve siltçe zengin toprakların oluşumuna zemin hazırladığını düşündürmektedir.



Harita 22: Karacadağ güney kesimi topraklarının silt içeriği haritası

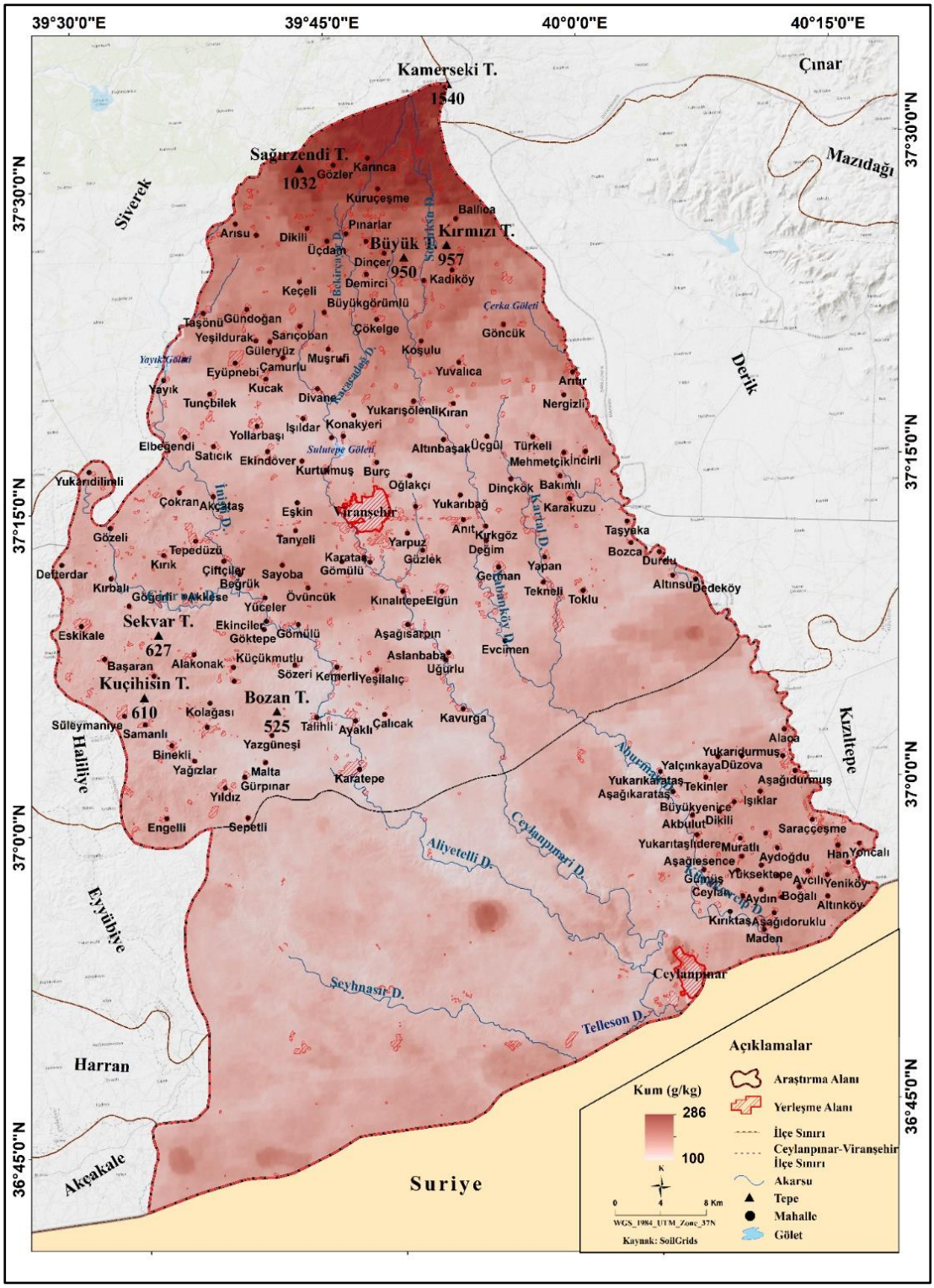
3.2.1.1.c. Kum Analizi

Kum, toprak yapısı içerisinde, toprağın ana iskeletini oluşturan önemli bir bileşendir (Coşkun ve Coşkun, 2020). Toprak strüktürünün ayakta kalmasını sağlayarak fiziksel bütünlüğüne önemli ölçüde destek olan kum fraksiyonunun toprak oluşum süreçlerine olan katkısı fiziksel mekanizmalar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu mineralojik ve boyutsal özelliklerinin sonucu olarak, kum taneciklerinin yüzeylerinde net bir elektrikli yük birikiminin gözlenmemesi ve aynı zamanda kimyasal reaksiyonlar için elverişli aktif yüzey alanlarından yoksun olmaları, kumun önemli fizikokimyasal özellikler göstermesini engelleyen temel faktörler olarak öne çıkmaktadır (Oğuz, 2008).

Araştırma sahası için SoilGrids verilerinden türetilen toprak kum haritası **(Harita 23)**, çalışma alanındaki kum içeriğinin (g/kg) mekânsal değişiminin, hâkim litolojik ana materyal ve gözlenen ayrışma süreçleri ile yakın bir korelasyon sergileyerek, önceden değerlendirilmiş olan kil içeriğinin dağılımıyla genel olarak zıt bir eğilim yansıttığını ortaya koymaktadır. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde, özellikle Sağırzendi ve Kamerseki Tepesi gibi yüksek rakımlı alanlarda yüzeylenen ve jeoloji haritasında *Üst Pliyosen* yaşlı bazaltlar olarak tanımlanan genç volkanik birimler üzerinde, sahadaki en yüksek kum konsantrasyonları gözlenmektedir. Bu durum, daha genç olan Pliyosen bazaltlarının henüz ileri düzeyde bir kimyasal ayrışmaya uğramaması sonucu, kayaç yapısındaki daha iri taneli minerallerin kum boyutunda parçacıklar halinde toprakta kaldığını ve bu alanlarda kil oluşumunun sınırlı, silt oluşumunun ise orta-yüksek olduğunu gösteren önceki bulgularla uyumludur. Dolayısıyla kuzey kesimler daha kaba bir tekstüre işaret etmektedir.

Viranşehir platosunu oluşturan *Üst Miyosen* yaşlı bazaltlar üzerinde kum içeriğinin azaldığı ve sahadaki en düşük seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum yaşlı bazaltların, uzun jeolojik devirler boyunca maruz kaldıkları yoğun ayrışma süreçleri sonucunda, bünyelerindeki kum ve silt boyutundaki minerallerin büyük ölçüde kil minerallerine dönüşmesine sahne olmuştur. Bu nedenle, kil içeriğinin çok yüksek olduğu bu alanlarda kum fraksiyonu oldukça azalmış ve topraklar ince (ağır) bir tekstüre kavuşmuştur. Ceylanpınar Ovası'nda ise genel olarak düşük bir kum içeriği gözlenmektedir. Belirlenen kum seviyeleri, Viranşehir Platosu'nda Miyosen yaşlı bazaltik ana materyal üzerinde gelişmiş olan topraklarda rastlanan düşük kum oranlarıyla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, ovanın doğu kesimlerinde

Avcılı, Aydoğdu, Muratlı ve Aydın gibi yerleşimlerin bulunduğu mevkilerde kum oranlarında lokal bir artış dikkat çekmektedir. Ovadaki bu tekstürel farklılaşma, alüvyal birikim süreçlerindeki çeşitliliği yansıtmaktadır.



Harita 23: Karacadağ güney kesimi topraklarının kum içeriği haritası

3.2.1.2. Hacimsel Su İçeriği Analizi

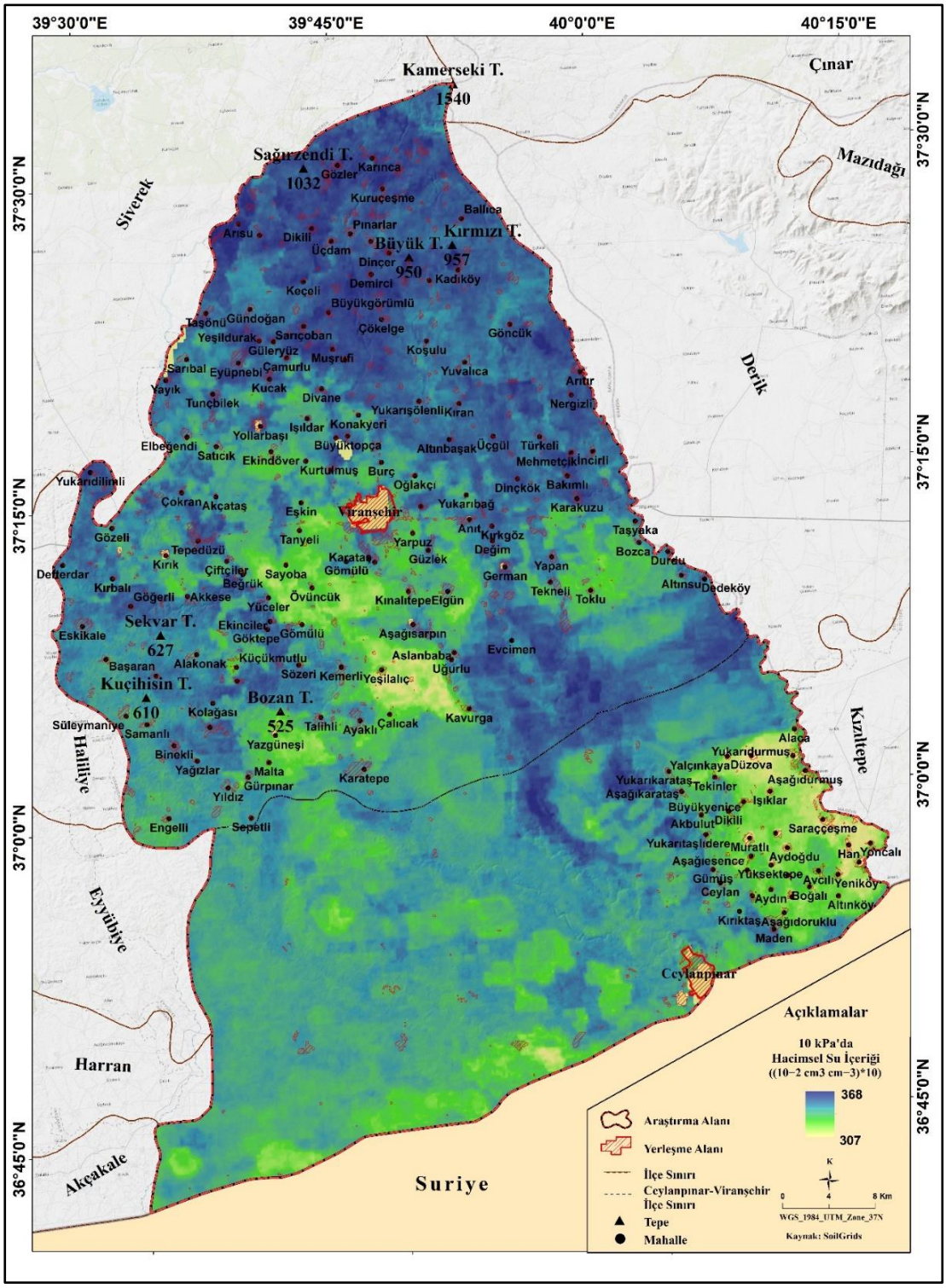
Birim toprak hacminde suyun kapladığı hacmin bir ölçüsü olan ve çalışmalarda "hacimsel su içeriği" olarak adlandırılan bu parametre, topraktaki mevcut su miktarını hacimsel esasa göre belirtir. Toprakların doygunluğa ulaştığı durumlarda, söz konusu değer tekstürel yapıya göre değişkenlik göstermektedir. Kumlu topraklar genellikle daha sınırlı bir hacimsel su içeriği gösterirken, orta bünyeli (tınlı) topraklar bu oranın üzerinde bir su depolama yeteneği sergilemektedir. En yüksek su tutma kapasitesine ise kil oranı baskın olan topraklarda rastlanır. Su absorpsiyonu neticesinde kilce zengin toprakların sergilediği hacimsel genişleme, bu tür toprakların karakteristik bir davranışıdır. Söz konusu hacimsel değişim, volümetrik su içeriğinin, özellikle başlangıçtaki (kuru) koşullarda belirlenen toplam gözeneklilik değerlerini aşmasıyla sonuçlanabilen önemli bir etken şeklinde değerlendirilmektedir (Ergene, 1997; Atalay, 2016; Datta vd., 2017).

Hacimsel su içeriği, toprağın önemli özelliği olup, toprak içerisinde bulunan suyun bağlanma enerjisine bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Toprak suyu tansiyonunun farklı seviyeleri, suyun bitkiler için elverişliliği ve toprağın genel fiziksel durumu açısından kritik öneme sahip olan belirli hacimsel su içeriği değerlerine işaret eder (Atalay, 2016; Datta vd., 2017). Bu kapsamda, 10 kPa, 33 kPa ve 1500 kPa gibi farklı tansiyon değerlerine karşılık gelen hacimsel su içeriği haritaları, topraktaki suyun farklı tutunma, hareketlilik ve bitkiye yarayışlılık durumlarının mekânsal olarak değerlendirilmesine olanak tanır.

-10 kPa'lık bir tansiyon değeri, toprağın suya doygunluğa oldukça yakın olduğu ve suyun çok düşük bir enerjiyle tutulduğu koşullarını temsil eden yüksek bir hacimsel su içeriğine işaret eder. Bu seviyede, büyük gözeneklerin önemli bir bölümü suyla dolu olabilir, bu da toprak havalanmasının kısıtlı olabileceği anlamına gelir. Nitekim, "sınırlandırılmış su aralığı" için tanımlanan üst limitlerden biri tarla kapasitesi olup, bir diğeri ise yeterli havalanma için kritik bir eşik olan ve "porozitenin %10 eksiğine karşılık gelen hava dolu gözeneklilik" şeklinde ifade edilen durumdur (Grable ve Siemer, 1968). Dolayısıyla, -10 kPa'daki su içeriği, bu tür bir havalanma limitine ne kadar yakın olunduğu hakkında dolaylı da olsa bir gösterge sunabilir. Daha yüksek bir tansiyon değeri olan -33 kPa'daki toprak suyu içeriği tarla kapasitesi olarak adlandırılır. Tarla kapasitesi, yerçekimi etkisiyle topraktan sızarak ayrılan sudan geriye kalan su miktarı veya diğer bir ifadeyle topraktaki büyük gözeneklerden suyun yer çekimiyle

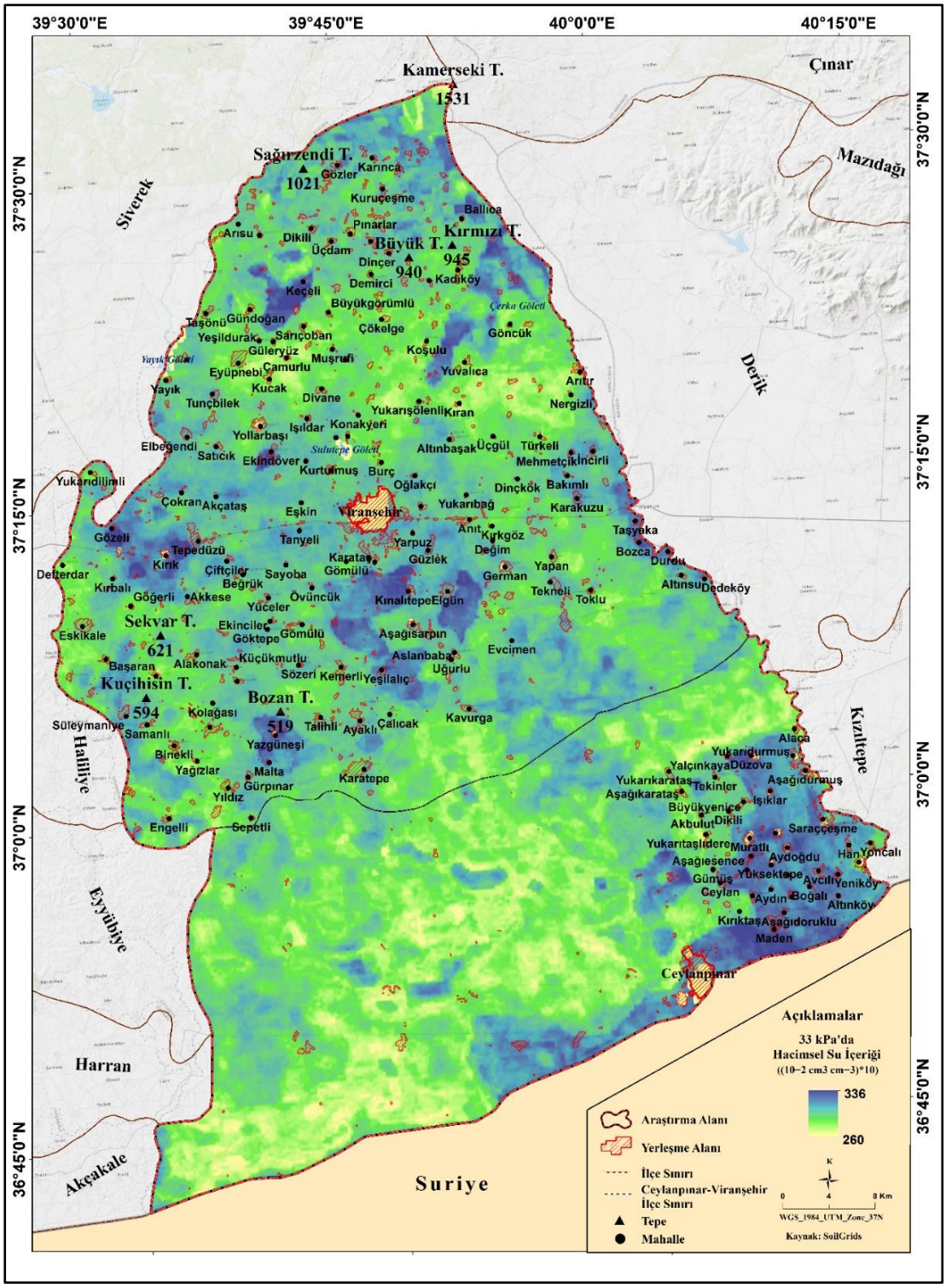
uzaklaşmasından sonra toprakta tutulan su olarak tanımlanır. Bitkiler için kolayca alınabilir suyun üst sınırını temsil eden hacimsel su miktarıdır (Atalay, 2016; Coşkun ve Coşkun, 2020). En yüksek tansiyon değerlerinden biri olan -1500 kPa'daki toprak suyu içeriği, sınırlandırılmış su aralığının alt limitlerinden biri olarak kabul edilen devamlı solma noktasını ifade eder (Taylor vd., 1966). Bu kritik eşikte, toprak suyu o kadar güçlü bir şekilde tutulur ki, su filmleri arasında su-enerji gradyanının varlığı ve kohezyon suyunun bitki tarafından alınmasıyla su tükendiğinden, su filmi gittikçe incelir ve bitki su alamaz duruma gelir, sonuç olarak kalıcı solgunluk ve sararma başlar (Atalay, 2016).

Toprakta **-10 kPa tansiyon değerindeki hacimsel su içeriği**, suyun matris potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ve dolayısıyla bitkiler tarafından alımının teorik olarak kolaylaştığı bir nem düzeyine işaret eder (Saxton ve Rawls, 2006). Araştırma sahasının kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yer alan ve daha yüksek rakımlara sahip Kamerseki Tepesi, Sağırzendi Tepesi ve Büyük Tepe gibi mevkilerin çevresinde, -10 kPa hacimsel su içeriğinin yükseklik gösterdiği göze çarpmaktadır. Bu durumun, yağış rejimi açısından daha avantajlı konumda olmasının katkıda bulunduğu söylenebilir. Buna karşın, araştırma sahasının özellikle güneydoğu kesiminde konumlanan Düzova, Yukarıdurmuş, Aşağıdurmuş, Yoncalı ve Han gibi yerleşimlerin bulunduğu alanlarda -10 kPa tansiyon değerindeki hacimsel su içeriğinin daha düşük düzeylerde olduğu gözlemlenmektedir. Bu bulgu, belirtilen güneydoğu bölgelerindeki toprakların, doygunluğa yakın koşullarda dahi su tutma potansiyelinin daha sınırlı olduğuna ve suyun daha hızlı drene olabileceğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, iç kesimlerde yer alan Kavurga ve Yeşilalıç gibi bazı diğer yerleşim çevrelerinde de hacimsel su içeriğinin görece daha düşük veya orta seviyelerde olduğu görülmektedir **(Harita 24)**.



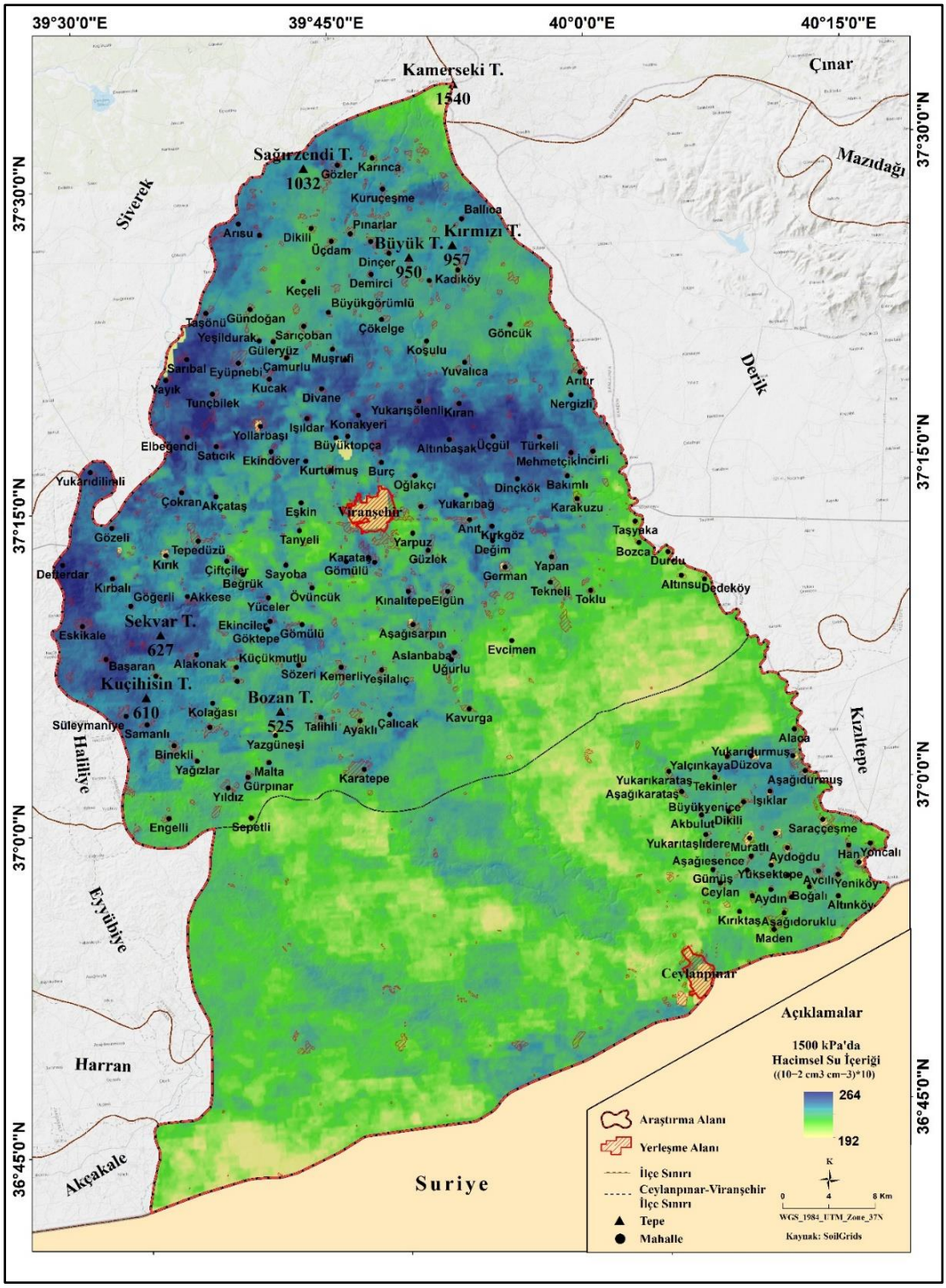
Harita 24: Karacadağ güney kesimi topraklarında 10 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası

Toprakta **-33 kPa tansiyon değerindeki hacimsel su içeriği**, genellikle **tarla kapasitesi** olarak tanımlanan ve yerçekimsel drenajın büyük ölçüde tamamlanmasının ardından toprakta tutulan, bitkiler için kolaylıkla elverişli olan suyun üst limitini ifade eden kritik bir nem düzeyidir. Bu tansiyon seviyesindeki su içeriği, toprağın bitki gelişimini destekleme potansiyelini ve kurak periyotlara karşı direncini belirlemede önemli bir gösterge niteliğindedir (Atalay, 2016; Coşkun ve Coşkun, 2020). Çalışma alanı genelinde -33 kPa'daki hacimsel su içeriği değerlerinin yaklaşık %26 ile %33,6 arasında dikkate değer bir mekânsal değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Mekânsal dağılım incelendiğinde, en yüksek tarla kapasitesi değerlerine çalışma alanının en güney ve güneydoğu kesimlerinde yoğunlaştığı açıkça görülmektedir. Viranşehir ilçe merkezi hemen güneyi başta olmak üzere, Elgün, Ekindöver, Kırık, Aşağısarpın, Karakuzu ve İncirli gibi yerleşim birimleri, tarla kapasitesi açısından yüksek su tutma yeteneğine sahip toprakların hâkim olduğu sahada konumlanmıştır. Buna karşın, çalışma alanının güney ve güneybatı kesimleri -33 kPa tansiyonunda karşılaştırmalı olarak daha düşük hacimsel su içeriği sergilemektedir. Bu gözlem, güney kesimdeki toprakların tarla kapasitesindeki su tutma potansiyelinin daha sınırlı olduğunu, dolayısıyla bitkilerin kuraklık stresine daha erken ve daha sık maruz kalabileceğini göstermektedir. Bu nedenle bu alanlarda daha dikkatli sulama uygulamaları gerekmektedir **(Harita 25)**.



Harita 25: Karacadağ güney kesimi topraklarında 33 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası

Toprakta **-1500 kPa tansiyon değerindeki hacimsel su içeriği**, genellikle **devamlı solma noktası** olarak bilinen ve bitkilerin artık topraktan fizyolojik olarak su alımını gerçekleştiremediği, dolayısıyla bitki gelişimi için suyun alt elverişlilik sınırını teşkil eden eşik nem düzeyini temsil eder. Bu seviyedeki su içeriği, toprağın bitkiler tarafından kullanılamayan *"ölü su"* miktarını ve dolayısıyla toprağın ince gözeneklerinde ne kadar su tutabildiğinin bir göstergesidir (Ergene, 1997; Atalay, 2016; Coşkun ve Coşkun, 2020). Çalışma alanı genelinde -1500 kPa'daki hacimsel su içeriği değerlerinin yaklaşık %19,2 ile %26,4 arasında önemli bir mekânsal farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Mekânsal dağılım deseni incelendiğinde, en yüksek devamlı solma noktası su içeriği değerlerine, özellikle Viranşehir ilçe merkezi ile bu merkezi çevreleyen kuzey ve batı kesimlerinde görülmektedir. Yüceler, Divane, Üçgül, Tunçbilek, Yollarbaşı, Ekindöver, Elbeğendi, Sarıbal, Eyyüpnebi, Başaran, Eskikale, Alakonak ve İncirli gibi yerleşim birimleri ve yakın çevresi, devamlı solma noktasında dahi topraklarında daha yüksek miktarda su tutan toprakların bulunduğu sahada yer almaktadır. Bu durum, söz konusu kesimdeki toprakların, bitkiler için elverişli olmayan su miktarının diğer bölgelere göre daha fazla olduğunu ve bu suyun büyük ölçüde ince gözeneklerde ve partikül yüzeylerinde absorbe edilmiş halde tutulduğuna işaret eder. Buna karşın, Ceylanpınar Ovası'nın neredeyse bütünü -1500 kPa tansiyonunda karşılaştırmalı olarak daha düşük hacimsel su içeriği sergilemektedir. Bu gözlem, Ceylanpınar Ovası'ndaki toprakların devamlı solma noktasında daha az su tuttuğunu, dolayısıyla toplam gözenek hacimleri içinde bitkiye yarayışlı olmayan su fraksiyonunun daha düşük olduğunu göstermektedir **(Harita 26)**.

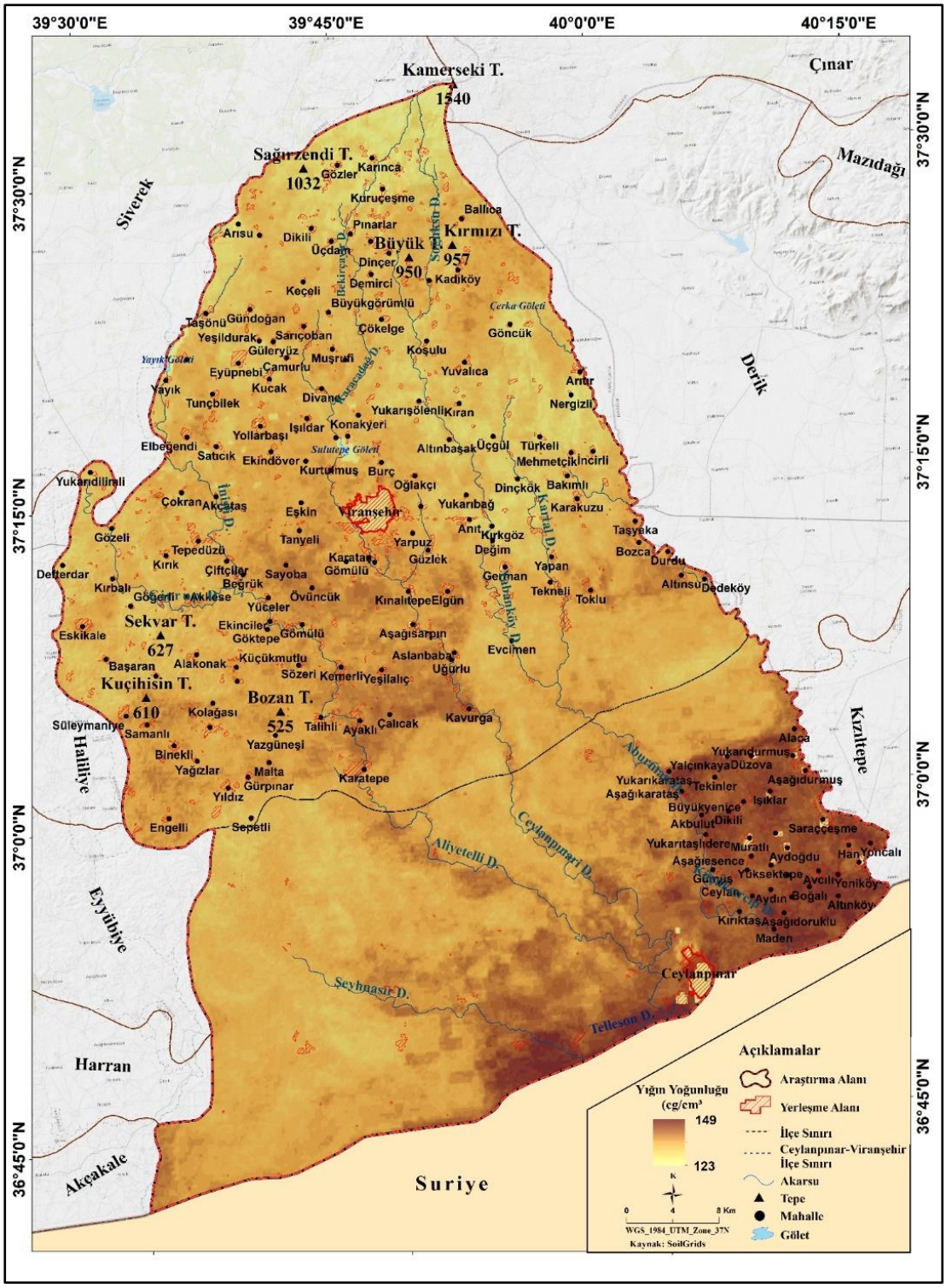


Harita 26: Karacadağ güney kesimi topraklarında 1500 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası

3.2.1.3. Yığın Yoğunluğu (Hacim Ağırlığı)

Toprağın yığın yoğunluğu (hacim ağırlığı) parametresi, belirli bir hacimdeki toprağın fırın kurusu kütlesini temsil eder ve bu değer, söz konusu toprağın katı fazını oluşturan mineral ve organik partiküller ile gaz ve sıvı fazlarını barındıran gözenek boşluklarının işgal ettiği toplam hacme oranlanmasıyla elde edilen temel bir fiziksel özelliktir. Bu oran, toprağın sıkışma durumunu yansıtarak bitki kök gelişimi, infiltrasyon ve havalanma gibi toprak fonksiyonları üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Mater, 1998; Atalay, 2016). Araştırma sahasındaki toprakların yığın yoğunluğu (hacim ağırlığı) değerleri, harita **(Harita 27)** üzerinde incelendiğinde, topraklar için genel olarak kabul gören referans sınırları içinde kalmakla birlikte mekânsal değişkenlik sergilemektedir. Haritadaki dağılıma göre, en düşük yığın yoğunluğu değerleri (1.23 g/cm³), çalışma alanının kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yer alan, daha önce kum ve silt içeriğinin yüksek, kil içeriğinin ise düşük olduğu belirlenen yüksek rakımlı dağlık ve tepelik arazilerde gözlenmektedir. Bu durum, söz konusu sahadaki kaba tekstürlü toprakların az sıkışmaya maruz kaldığı şeklinde yorumlanabilir. Buna karşılık, en yüksek yığın yoğunluğu değerleri (1.49 g/cm³) ise Ceylanpınar Ovası'nda, özellikle de ovanın güneydoğu kesimlerinde görülmektedir.

Toprak tekstürü ile yığın yoğunluğu arasındaki ilişki saha özelinde incelendiğinde, sahanın en yüksek kil içeriğine sahip olan Viranşehir Platosu ve çevresindeki alanlarda yığın yoğunluğunun en yüksek değerlere ulaşmadığı, bunun yerine orta seviyelerde (genellikle 1.30-1.40 g/cm³) kaldığı görülmektedir. En yüksek yığın yoğunluğunun, daha çok orta tekstürlü Ceylanpınar Ovası'nda saptanması, bu alandaki yüksek yığın yoğunluğunun yalnızca tekstürel bileşimden değil, aynı zamanda alüvyal materyalin çökelme sonrası sıkışma özelliklerinden, olası bitkisel üretim faaliyetlerindeki uygulamalara bağlı kompaksiyondan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Yığın yoğunluğundaki tespit edilen mekânsal farklılıklar, toprağın, suyun ve havanın hareketine karşı direnci (infiltrasyon, permeabilite, havalanma), bitki köklerinin nüfuz etme ve gelişme kabiliyeti ve dolayısıyla genel toprak sağlığı ile tarımsal verimlilik potansiyeli üzerinde doğrudan belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, özellikle Ceylanpınar Ovası gibi yığın yoğunluğunun yüksek olarak belirlendiği kesimlerde, toprak sıkışmasını önleyici veya azaltıcı ve toprak yapısını iyileştirici uygulamalarla toprakların uzun vadeli verimliliğinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Aşkın ve Özdemir, 2003; Özdemir vd., 2022).



Harita 27: Karacadağ güney kesimi topraklarının yığın yoğunluğu (hacim ağırlığı) haritası

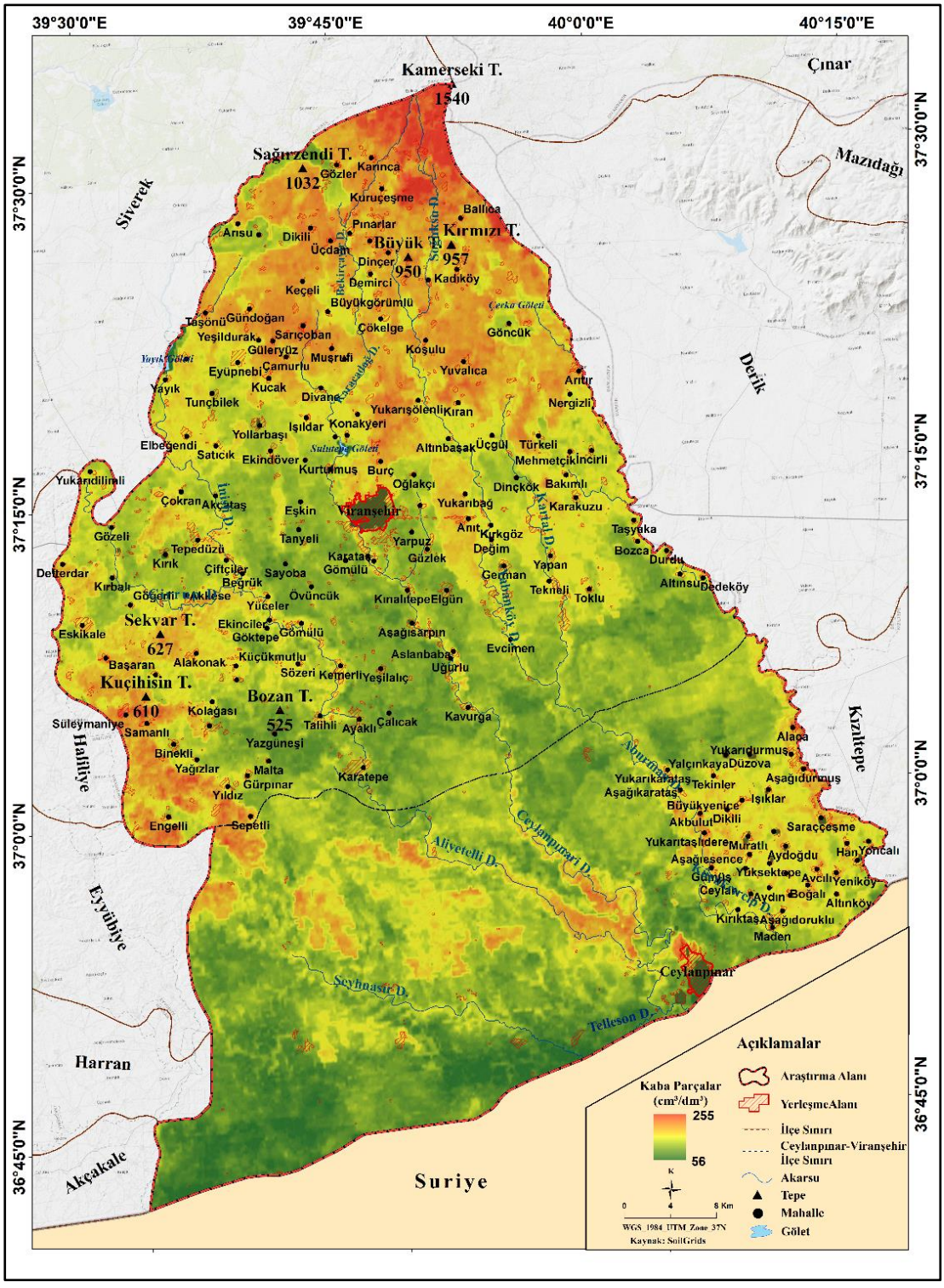
3.2.1.4. Kaba Parçalar

Toprak kaba parçaları, çapı 2 mm'den büyük olan materyallerden oluşan ve toprağın iskeletini meydana getiren bileşenlerdir. Bu parçacıklar, özellikle ağır bünyeli (killi) ve sıkışmış topraklarda drenaj ile havalanmayı iyileştirebilme ve yüzeyde bulunduklarında malç etkisiyle buharlaşmayı azaltabilme gibi faydalar sunmaktadır. Ancak, yüksek oranlarda bulunmaları durumunda bitki köklerinin gelişimini ve su ile besin maddelerinin depolanmasını sağlayan ince toprak hacmini azaltır. Ayrıca toprak işlemeyi güçleştirip tarım aletlerine zarar verir ve sonuç olarak toprağın verimliliğini ve topraktan yararlanma potansiyelini önemli ölçüde azaltır (Chow vd., 2007; Munera-Echeverri vd., 2025).

Araştırma sahasına ait toprak kaba parçacık içeriği haritası **(Harita 28)**, toprakların fiziksel kalitesini ve işlenebilirliğini etkileyen bu bileşenin hacimsel oranında (cm^3/dm^3) önemli mekânsal farklılıklar olduğunu göstermektedir. Gözlemlenen dağılım, büyük ölçüde litolojik ayrışma derecesi ve topografik koşullarla ilişkili aşınım ve birikim süreçleri tarafından kontrol edilmektedir. Sahadaki en yüksek kaba parçacık oranları (>200-255 cm^3/dm^3), kuzey ve kuzeydoğu kesimlerdeki yüksek rakımlı, engebeli ve tepelik arazilerde (örneğin Kamerseki ve Sağırzendi tepeleri ile Karınca-Hisar köyleri çevresi) yoğunlaşmaktadır. Bu alanlar, jeolojik olarak daha genç olan *Üst Pliyosen* yaşlı bazaltların hâkim ve topraklarının daha kaba tekstürlü olduğu kesimlerdir. Bu durum, genç bazaltların henüz yeterince ayrışmaması nedeniyle ana materyalden kaynaklanan parçaların toprak içinde yüksek oranda kalması ve bu eğimli arazilerdeki erozyon süreçlerinin ince materyali taşıyarak kaba materyali yüzeyde zenginleştirmesi ile açıklanabilir. Bu alanda daha önce tespit edilen düşük yığın yoğunluğu da muhtemelen kaba parçacıkların meydana getirdiği makro gözeneklilikle ilişkilidir.

Sahanın en düşük kaba parçacık oranları (>56-100 cm^3/dm^3), iki farklı litolojik ve morfolojik birimde yoğunlaşmaktadır. Birincisi, Viranşehir Platosu'nun güney kesiminde kalan *Üst Miyosen* yaşlı bazaltlar üzerindeki alanlardır. Bu yaşlı bazaltlar üzerinde gelişen ve kil içeriği çok yüksek olan topraklar, uzun süreli ayrışma sonucu ana kayaca ait kaba fraksiyonların büyük ölçüde parçalanıp dönüştüğü nispeten derin toprak profillerini temsil etmektedir. İkincisi ve düşük kaba parça yoğunluğuna sahip saha ise, güneydeki Ceylanpınar Ovası'nın güneybatısını kaplayan *Kuvaterner* yaşlı alüvyonlar

üzerindeki alanlardır. Bu alüvyal düzlüklerdeki düşük kaba parçacık içeriği ise, muhtemelen akarsu ve sel suları tarafından taşınan materyallerin genellikle ince boyutlu olması bir depolanma ortamı özelliğidir. Bu durum, Ceylanpınar Ovası'ndaki yüksek yığın yoğunluğu ile birlikte değerlendirildiğinde, ince materyalin doğal sıkışma veya zirai kompaksiyona daha yatkın olduğunu göstermektedir. Ovanın doğusundaki kireçtaşı birimleri üzerinde ise kaba parçacık oranı değişkenlik göstermekle birlikte, özellikle nispeten eğimli sahalarda yer yer yüksek değerlere ulaşmaktadır.



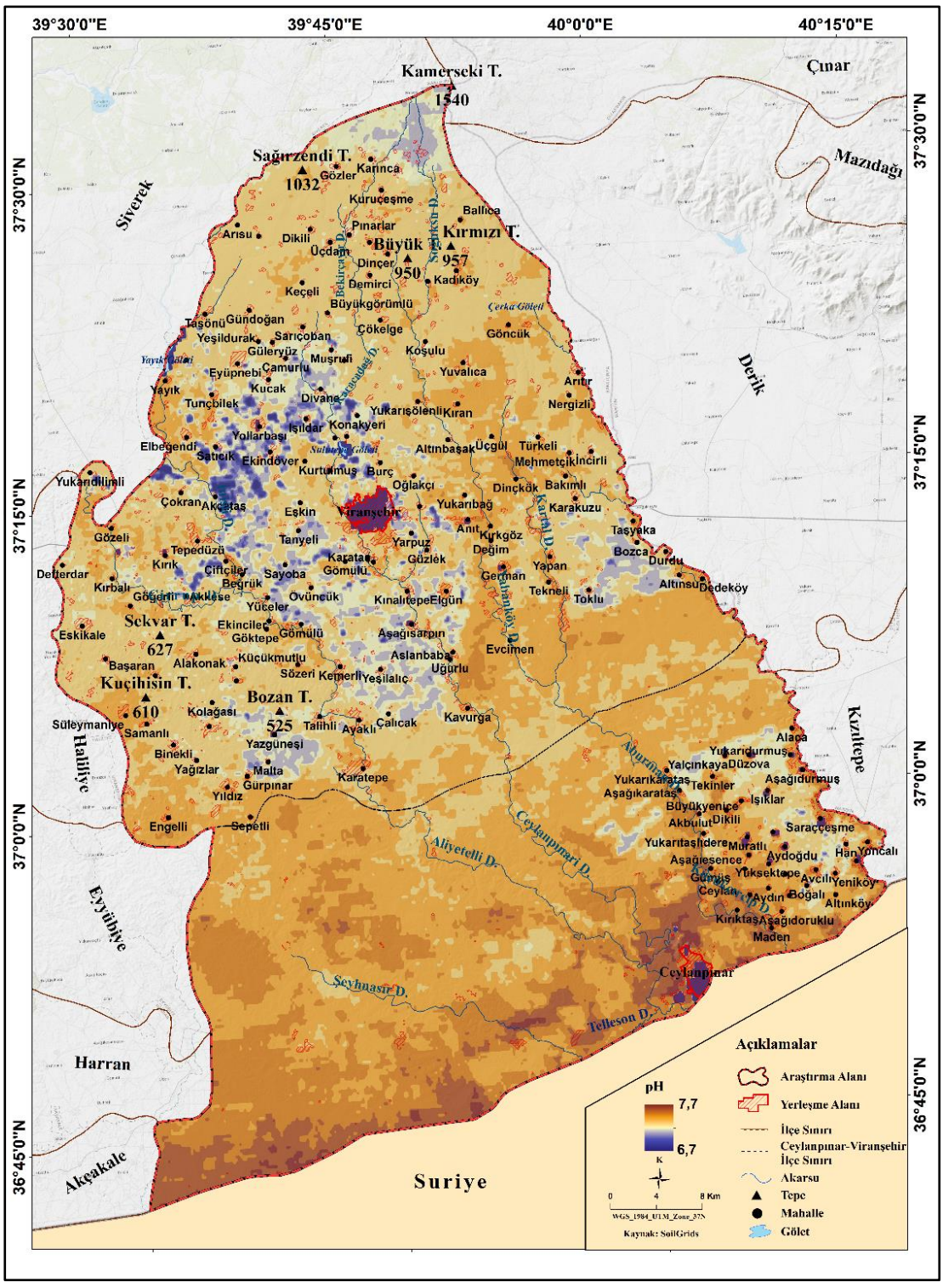
Harita 28: Karacadağ güney kesimi topraklarının kaba parça içeriği haritası

3.2.2. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Analizleri

Çalışmanın önceki aşamasında sunulan noktasal toprak kimyası verilerini daha geniş bir mekânsal bağlamda yorumlamak ve bu özelliklerin saha genelindeki dağılım dinamiklerini anlamak amacıyla Google Earth Engine platformundan faydalanılmıştır. GEE ve entegre SoilGrids gibi global veri kaynakları kullanılarak, araştırma alanını temsil eden pH, KDK, Toplam Nitrojen, Toprak Organik Karbonu, Toprak Organik Karbon Yoğunluğu ve Toprak Organik Karbon Stoğu gibi temel kimyasal parametreler için alansal tahminler üretilmiş ve incelenmiştir. Bu mekânsal analiz yaklaşımı, laboratuvarda ölçülen değerlerin ötesine geçerek kimyasal özelliklerin alandaki yapısını haritalamayı mümkün kılmakla kalmamış, aynı zamanda laboratuvar verileri ile küresel model tahminleri (GEE) arasında bir karşılaştırma ve tutarlılık değerlendirmesi yapma fırsatı sunmuştur.

3.2.2.1. PH (Toprak Reaksiyonu) Analizi

Araştırma sahasına ait toprak pH haritası **(Harita 29)**, toprak reaksiyonunun nötr (pH 6,6-7,3) ile hafif alkali (pH 7,4-7,8) arasında önemli mekânsal farklılıklar sergilediğini göstermektedir. PH dağılımı, büyük ölçüde altta yatan litolojik özellikler ve iklim koşullarının yanı sıra topografya ve toprak tekstürü gibi faktörlerin etkileşimini yansıtmaktadır. Araştırma sahasında tespit edilen en yüksek (en alkali) toprak pH değerleri, Ceylanpınar Ovası'nda, özellikle Ceylanpınar ilçe merkezi ve yakın çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, sahada yüzeylenen *Alt Miyosen* yaşlı kireçtaşlarıyla güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yüksek pH değerleri, ovanın güney ve güneydoğu kısımlarını örten *Kuvaterner* yaşlı alüvyal depolar üzerinde de gözlenmektedir. Atalay'a (2016) göre; kireçtaşı kökenli topraklarda ana materyalin karbonat içeriği pH'ı doğal olarak alkali seviyelerde tutmaktadır. Ayrıca yarı kurak iklim koşulları altındaki Ceylanpınar Ovası'nda da karbonatların ve diğer bazik tuzların birikimi alkali reaksiyonu desteklemektedir. Bu durum ilgili alanlardan alınan laboratuvar örneklerindeki yüksek pH ve kireç değerleriyle de uyumludur. Toprak pH dağılımındaki en ilginç konu, Viranşehir ilçe merkezinin kuzeybatısında (Ekindöver, Yollarbaşı, Satıcık ve Kurtulmuş köyleri civarında) Üst Miyosen yaşlı bazaltlar üzerinde gözlemlenen ve araştırma sahasındaki en düşük pH değerlerine sahip olan alandır.



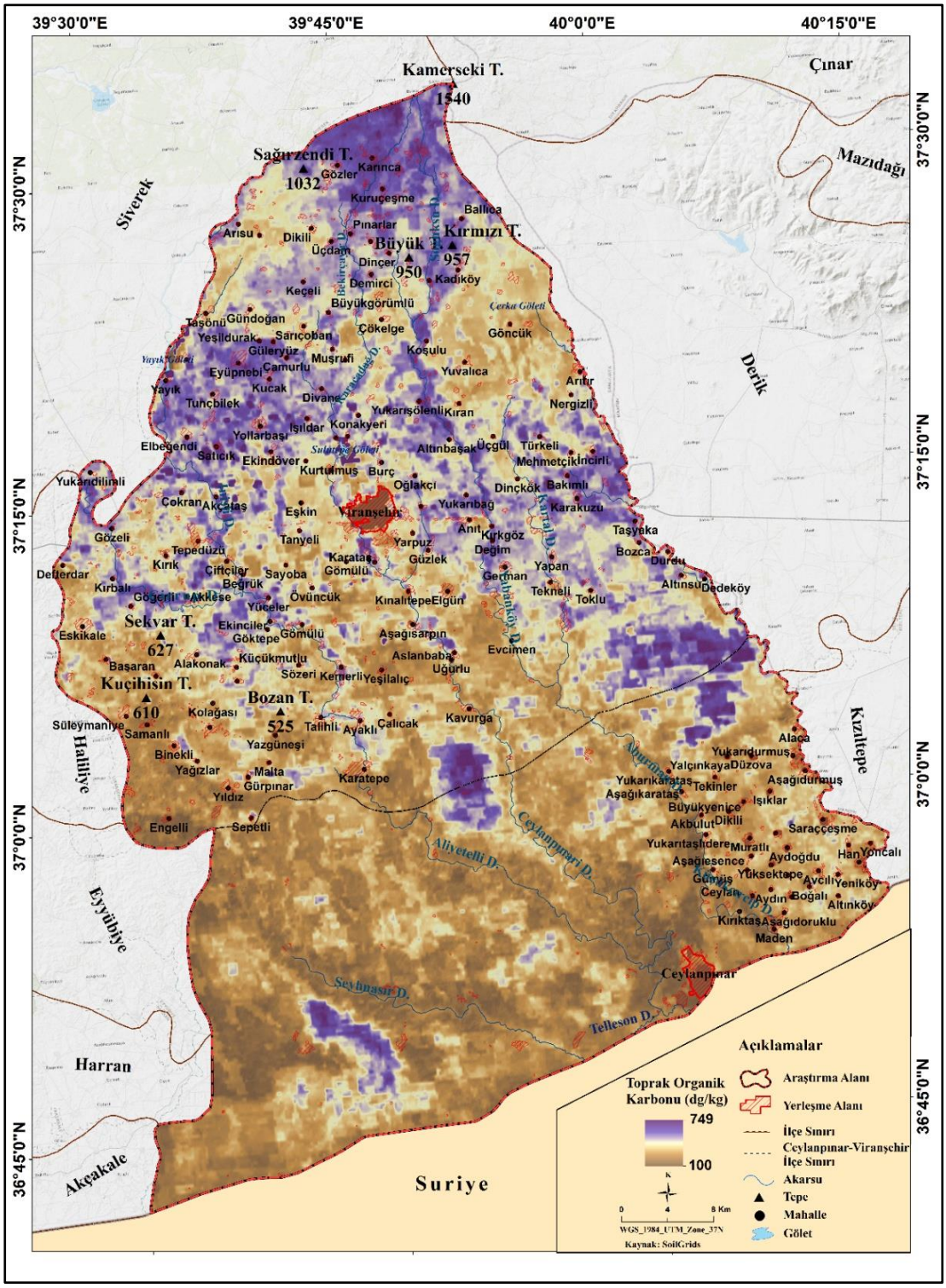
Harita 29: Karacadağ güney kesimi topraklarının pH haritası

3.2.2.2. Toprak Organik Karbonu (TOK)

Toprak Organik Karbonu (TOK), toprak organik maddesinin bünyesinde bulunan ve onun ana bileşenini teşkil eden karbon fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Karbon havuzu, toprak sağlığının, sürdürülebilir araziden yararlanma ve arazi tahribatı dengelenmesinin temel bir unsuru olarak kabul edilir. Bitkisel üretim faaliyetleri açısından toprak organik karbonu, büyük bir öneme sahiptir. Toprak organik maddesinin toprak yapısının stabilizasyonundaki rolü vasıtasıyla, toprak organik karbonu toprak işlevlerini desteklemektedir. Bu destek, bitkilerin toprağa fiziksel olarak tutunmasına ve kökleri aracılığıyla gelişimleri için gerekli olan besin elementleri ile suyu etkin bir şekilde almasına olanak tanır. Bu nedenle bir sahadaki toprak organik karbonu seviyesi toprağın verimliliği ve sürdürülebilir bitkisel üretim kapasitesi için temel teşkil etmektedir. Organik karbonun topraktan kaybı toprağın verimsizleşmesini ve dolayısıyla bitkisel üretim faaliyetlerinde azalmaya neden olmaktadır (Anonymous, 2015; Anonim, 2018; Topçu vd., 2022). Araştırma sahasının yarı kurak iklim özellikleri tipik olarak düşük Toprak Organik Karbon (TOK) seviyeleri ile ilişkilendirilse de alanda yapılan analizler TOK içeriğinin genellikle orta (%1,0-2,0 aralığı) ve yüksek (%2,0-5,0 aralığı) sınıflandırmalara karşılık geldiğini göstermiştir. Hatta bazı lokasyonlarda %7,49 (749 dg/kg) gibi çok yüksek değerlere rastlanması, araştırma sahasının iklim koşullarına rağmen toprakların organik karbon yönünden genel olarak kabul edilebilir düzeyde, yer yer ise oldukça zengin olduğunu göstermektedir.

Araştırma sahasındaki yüksek Toprak Organik Karbon (TOK) konsantrasyonları (>500-749 dg/kg), özellikle Viranşehir şehir merkezinin kuzeybatısında (Eyyüpnebi, Yollarbaşı, Ekindöver, Elbeğendi, Satıcık mevkilerinde) ve doğusunda (İncirli, Karakuzu, German mevkilerinde) yer alan kesimlerde yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, sahadaki maksimum TOK birikimlerine ise araştırma alanının kuzey kesimlerinde, yüksek rakımlı ve nispeten daha fazla yağış alan dağlık ve tepelik arazilerde (Kamerseki tepesi ve Sağırzendi tepesi çevreleri) rastlanmaktadır. Burada daha fazla yağış alan saha, ağaç örtüsü zayıf olsa da ilkbaharda yoğun bir şekilde gelişip yazın kuruyan otsu bitki örtüsü ile kaplanmaktadır. Yaz mevsiminde sararıp kuruyan otsu bitki kalıntıları toprağa karışır ve organik karbon birikimi artar. Buna karşılık araştırma sahasındaki en düşük Toprak Organik Karbonu konsantrasyonları (yaklaşık 100-200 dg/kg seviyesinde), Suriye çöl ekosisteminin etkilerinin mevcut olduğu

Ceylanpınar Ovası'nda görülmektedir. Bu durumun temel nedeni, sahanın yetersiz yağış alması nedeniyle son derece kısıtlı olan düşük biyokütle girdisidir **(Harita 30)**.



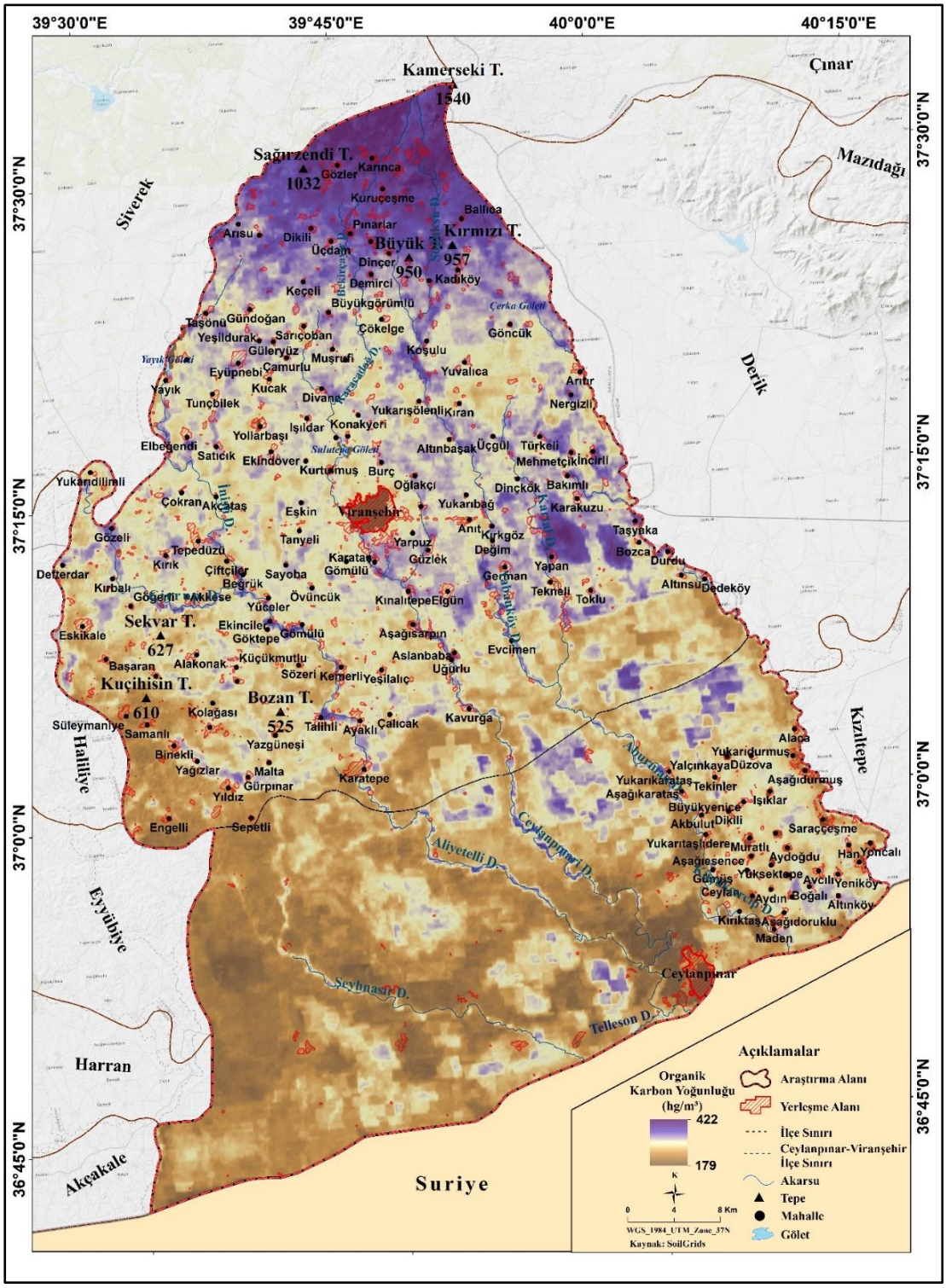
Harita 30: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon içeriği haritası

3.2.2.3. Toprakta Organik Karbon Yoğunluğu

Toprak Organik Karbon (TOK) yoğunluğu, toprağın belirli bir hacim birimi başına düşen organik karbon kütlesini ifade eder ve hem TOK konsantrasyonunu hem de toprağın hacim ağırlığını (sıkışıklık derecesini) dikkate alır. Bitkisel üretim faaliyetleri açısından yüksek bir TOK yoğunluğu, köklerin geliştiği toprak hacminde daha fazla miktarda organik karbon bulunduğunu gösterir. Bu durum toprağın yapısal özelliklerini, su tutma kapasitesini ve besin maddesi döngülerini iyileştirerek bitki gelişimi için uygun koşullar sağlar (Topçu vd., 2022).

Araştırma sahasındaki toprakların yarı kurak iklim koşulları düşünüldüğünde, toprak organik karbon yoğunluğu genel olarak kabul edilebilir ve yer yer iyi durumda olduğunu göstermektedir. Araştırma sahasına ait Toprak Organik Karbon yoğunluğu haritası **(Harita 31)**, birim hacimde depolanan organik karbon miktarını göstermektedir. TOK yoğunluğunun mekânsal dağılımında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık yığın yoğunluğu, litoloji, iklim ve bitki örtüsü gibi faktörlerin etkisiyle şekillenmiştir.

Araştırma sahasında gözlemlenen dağılım paterni içerisinde en yüksek TOK yoğunluğu değerleri, kuzey kesimdeki dağlık kuşakta, özellikle Demirci ve Kadıköy yerleşimlerinin hemen kuzeyinden itibaren başlayan alanda görülmektedir. Bu saha, güneydeki plato ve ovaya kıyasla daha serin iklim koşullarına sahip olup, nispeten daha gür bir bitki örtüsünün gelişimine olanak tanıyan doğal şartlar sunmaktadır. Buna karşılık, en düşük Toprak Organik Karbon yoğunluğu değerleri, sahanın güney kesimini kaplayan sıcak ve kurak Ceylanpınar Ovası'nda, özellikle de güneybatı kesiminde tespit edilmiştir. Bu durumun ana nedeni, yarı kurak iklim koşulları ve muhtemelen yoğun zirai uygulamalar sonucunda bu kesimdeki TOK konsantrasyonlarının son derece düşük olmasıdır. Ayrıca, bu alandaki toprakların potansiyel olarak yüksek yığın yoğunluğuna (sıkışıklığa) sahip olması, organik karbon konsantrasyonunun oldukça düşük olmasına ve birim hacim başına düşen organik karbon miktarının (TOK yoğunluğunun) yetersiz kalmasına neden olmaktadır.



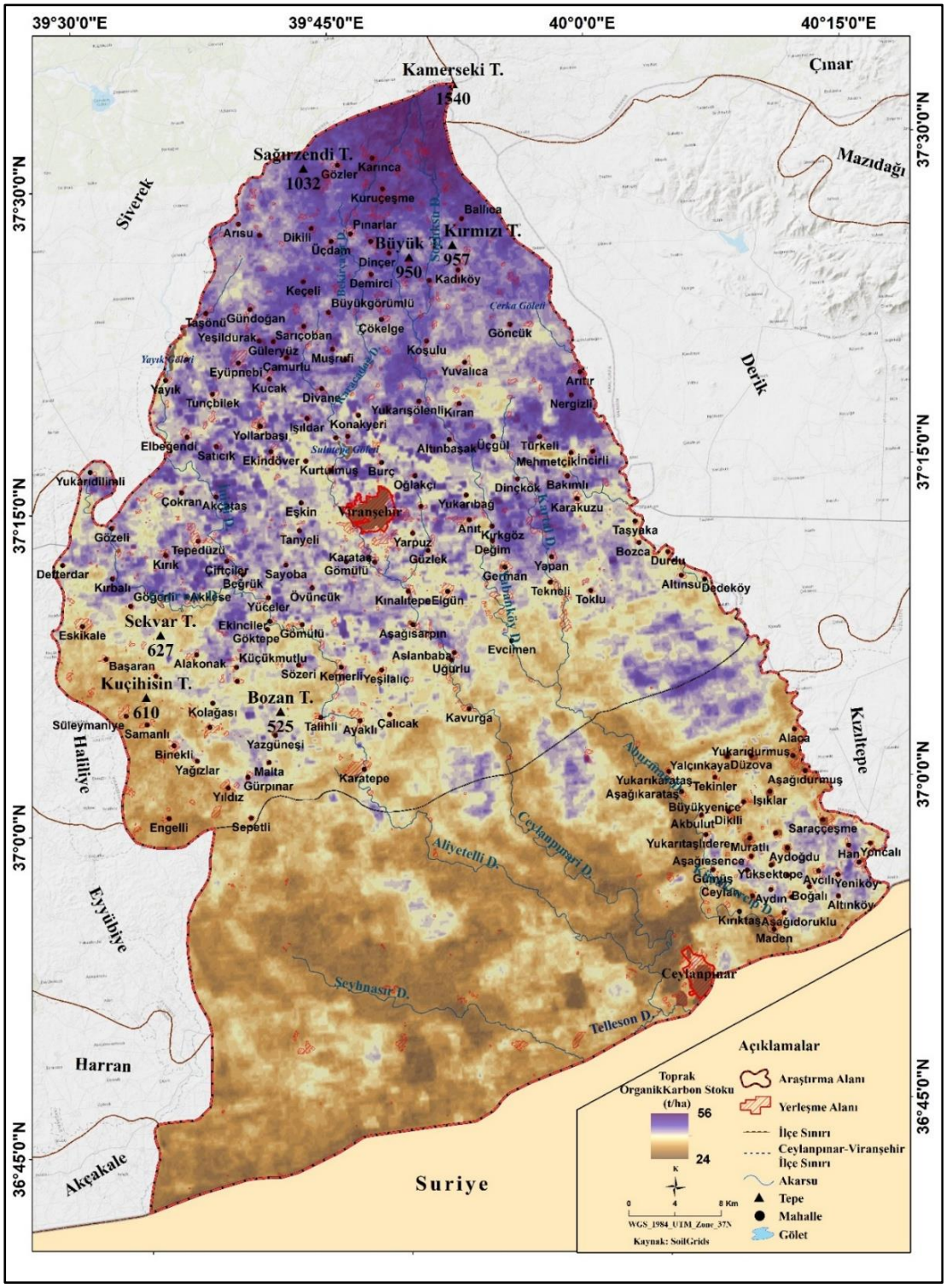
Harita 31: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon yoğunluğu haritası

3.2.2.4. Toprak Organik Karbon Stoku

Toprak Organik Karbon stoğu, belirli bir yüzey alanındaki toprakta depolanmış olan toplam organik karbonun kütlesel miktarını ifade eder. TOK stoğu, toprağın bozulma durumunu gösteren önemli bir kriterdir. Stoktaki azalmalar, toprak kalitesinin ve sağlığının gerilediğine işaret eder. Dolayısıyla, TOK stoğunun korunması, toprağın verimliliğini sürdürmek ve özellikle bitkisel üretim ile ilgili sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşma çabaları açısından temel bir gerekliliktir (Topçu vd., 2022).

Araştırma sahasında TOK stoğu 24 ila 56 t/ha arasında değişkenlik göstermektedir. Bu değer aralığı sahanın yarı kurak iklim koşulları göz önüne alındığında genel olarak beklenen sınırlar içerisinde yer almaktadır. Bununla birlikte, bu geniş aralık saha içerisinde TOK stoğu açısından düşük, orta ve yüksek olarak nitelendirilebilecek seviyeleri kapsayan önemli bir mekânsal farklılaşma bulunmaktadır. TOK stoğu dağılımı, daha önce incelenen TOK yoğunluğu haritasıyla büyük benzerlik göstermektedir. TOK konsantrasyonu özellikle sahadaki TOK konsantrasyonu ve yığın yoğunluğunun belirli bir derinlikteki etkisini yansıtmaktadır.

Araştırma sahasındaki TOK stoğu dağılımı, güneyden kuzeye doğru artış sergileyerek önemli mekânsal farklılıklar göstermektedir. En düşük stok değerleri (24-30 t/ha), Ceylanpınar Ovası'nda, özellikle de ovanın güneybatı kesiminde tespit edilmiştir. Bu durum sıcak ve kurak iklim ile seyrek bitki örtüsünün organik karbon birikimini ciddi şekilde sınırlamasından kaynaklanmaktadır. Viranşehir şehir merkezinden itibaren kuzeydeki dağlık ve tepelik alanlara doğru ilerledikçe TOK stoğunda genel bir artış eğilimi gözlenmektedir. En yüksek stok değerleri (50-56 t/ha) sahanın en kuzeyindeki kuşakta yoğunlaşmaktadır. Kuzey kuşağının bu en yüksek karbon stoğuna sahip olması, kesimin daha serin ve yağışlı iklim koşullarının hem güney kesimlere nazaran daha yoğun bitki örtüsüyle organik madde girdisini artırması hem de nispeten daha düşük sıcaklıklarla organik maddenin ayrışmasını yavaşlatmasıyla açıklanabilir. Bu olumlu iklim faktörlerinin, kuzeydeki toprakların daha kaba tekstürlü ve düşük yığın yoğunluklu olmasının sınırlayıcı etkilerini aşarak yüksek karbon depolanmasını mümkün kılmaktadır. Viranşehir Platosu ise yüksek kil içeriğiyle önemli bir stok barındırsa da analize göre en yüksek stoka sahip olan kuzey kuşağının gerisinde kalmaktadır **(Harita 32)**.

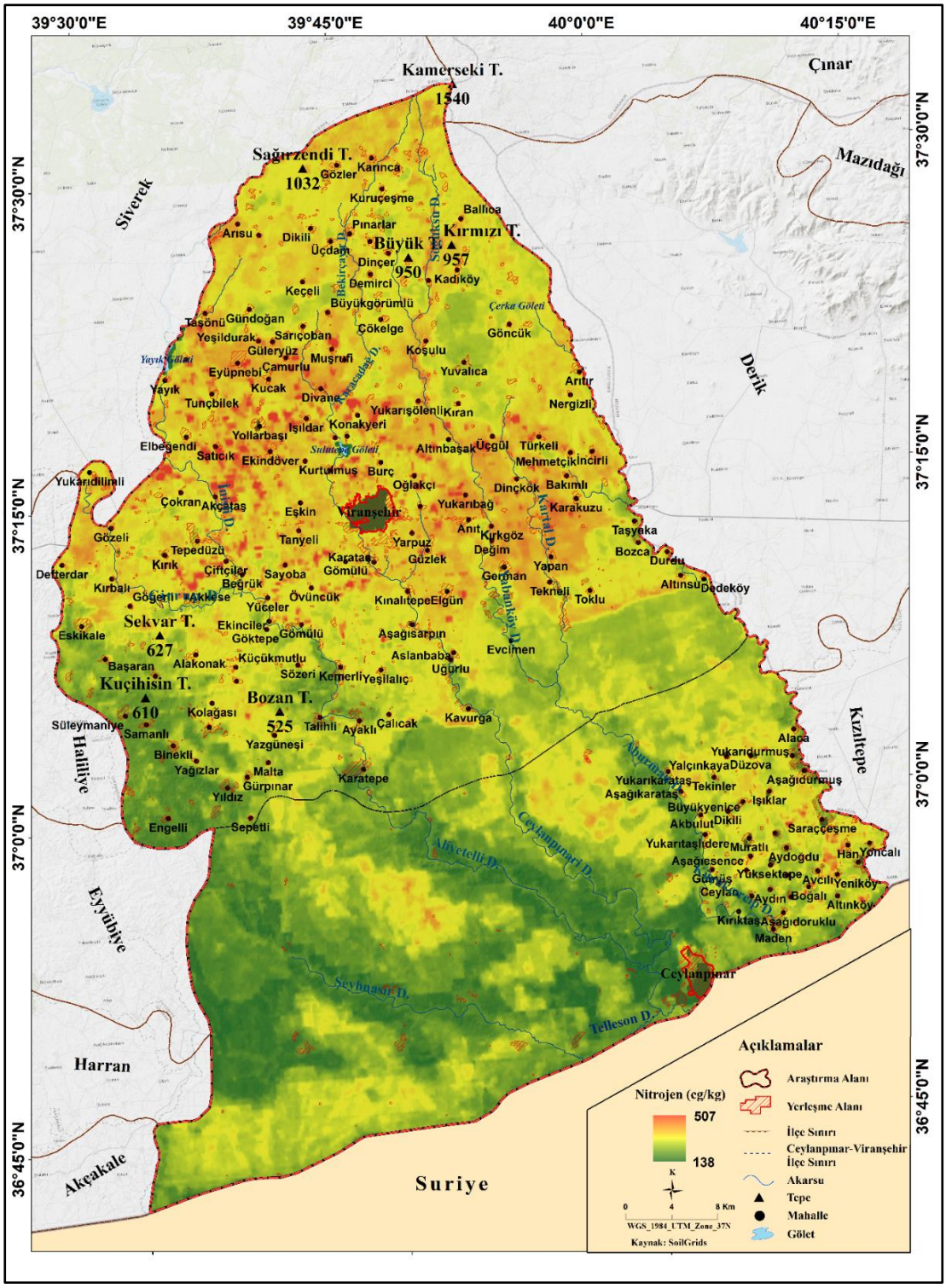


Harita 32: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon stoku haritası

3.2.2.5. Toprak Nitrojen Durumu

Nitrojen veya azot (N), yaşam için temel, doğada çok fazla bulunan ve bitkiler için zorunlu bir makro besin elementi olup, hem gövde, dal, yaprak gibi vejetatif kısımların hem de doğrudan ürünün oluşumunda kritik bir role sahiptir. Topraklarda büyük ölçüde ilk bir metrelik katmanda yoğunlaşan ve derinlikle birlikte azalan nitrojenin mevcut organik formunun kökeni ağırlıklı olarak bitkiseldir. Bu nedenle, topraktaki nitrojenin miktarı ve bitkiye elverişliliği, bitkisel üretim faaliyetlerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından doğrudan belirleyici bir faktördür (Müftüoğlu ve Demirer, 1998; Okur, 2021).

Araştırma sahası genelinde toplam nitrojen seviyeleri, orta, yüksek ve çok yüksek olarak sınıflandırılan geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir. Araştırma sahasındaki toplam toprak nitrojenin (N) dağılımı, genel olarak toprak organik karbon dağılımıyla ilgilidir. Araştırma sahasında en düşük nitrojen seviyeleri, Ceylanpınar Ovası'nda, özellikle de ovanın güneybatı kesimlerinde tespit edilmiş olup bu durum, sahanın düşük TOK içeriğiyle doğrudan uyumludur. Araştırma sahasının en yüksek nitrojen içeriği ise, Viranşehir ilçe merkezi ve bu merkezin kuzeybatısındaki platoluk alanda dağılım göstermektedir. Nitrojen zenginliği bu alandaki yüksek TOK'un kil tarafından korunması ile ilişkilidir. Dikkat çekici bir şekilde, TOK haritasında en kuzeydeki dağlık alanlarda yüksek karbon seviyeleri gözlenmişken, nitrojen haritasında aynı alanlarda N seviyelerinin yalnızca orta düzeylerde kaldığı ve Viranşehir Platosu'ndaki zirve değerlere ulaşamadığı görülmektedir. Kuzey kesimde TOK'a kıyasla oransal olarak daha düşük N bulunması, bu alanda biriken organik maddenin daha geniş bir C: N oranına sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, organik maddenin ayrışma sürecinin yavaş olduğunu veya azotun tutulmasını etkileyen başka ortam faktörlerinin devrede olduğunu göstermektedir **(Harita 33)**.

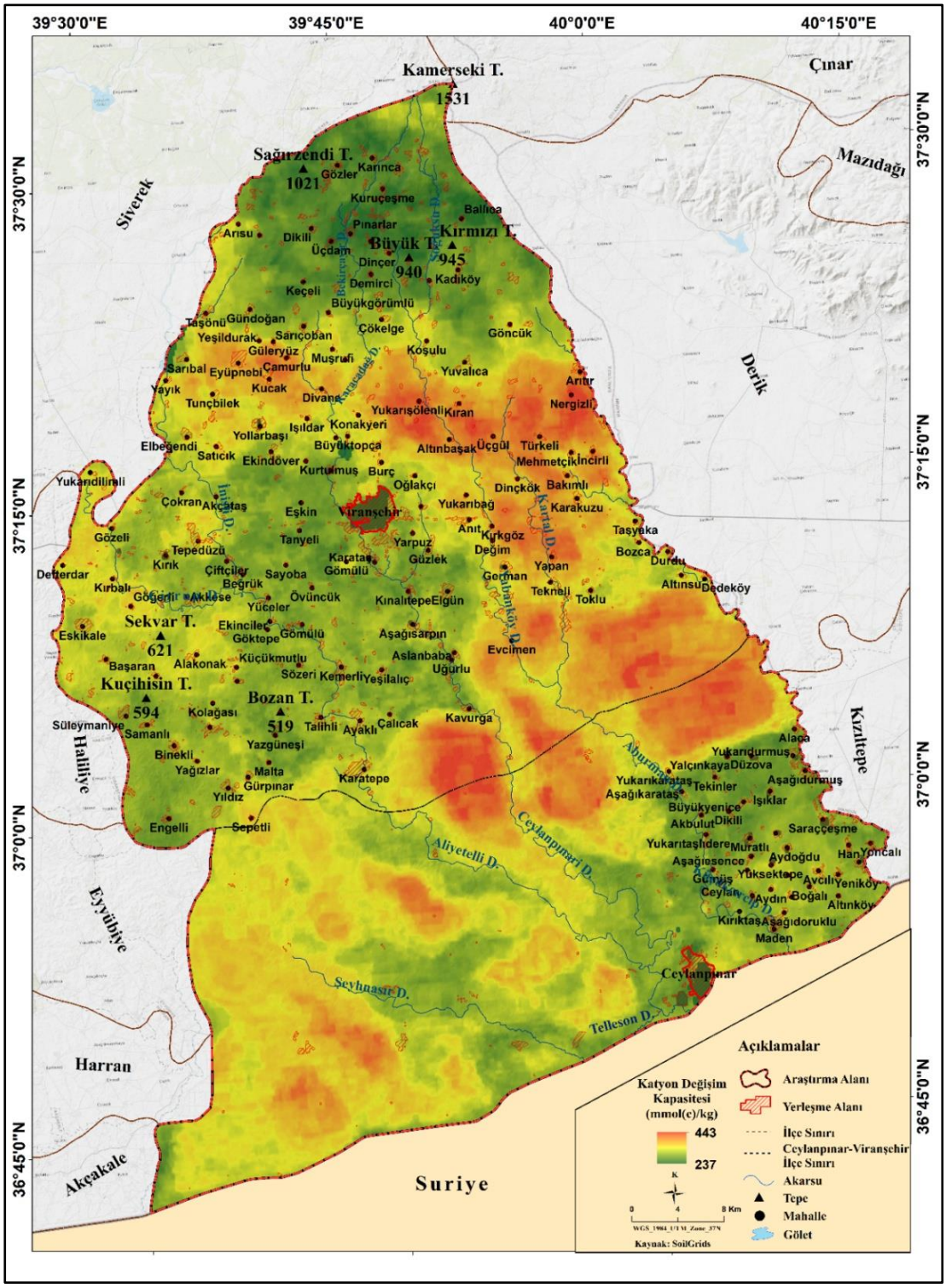


Harita 33: Karacadağ güney kesimi topraklarının nitrojen içeriği haritası

3.2.2.6. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Katyon Değişim Kapasitesi (KDK), bir toprağın belirli bir pH değerinde, bünyesinde mevcut elektrostatik kuvvetler vasıtasıyla tutabildiği toplam pozitif yüklü iyonların miktarını ifade eder. Bu değer, topraktaki negatif yüklü bağlanma alanlarının bir ölçüsü olup, elektrostatik güçlerle tutulan katyonların bulunduğu toprak yüzeylerindeki negatif yüklerin bir göstergesi niteliğindedir. Toprağın katyon değişim kapasitesini (KDK) iki önemli bileşen belirler. Bunlardan biri kil, diğeri ise organik maddedir. KDK, kil yüzeylerindeki iyon değişimini kontrol ederek toprağın verimliliğine doğrudan etki eden kritik bir özelliktir. Elektrostatik olarak tutulan katyonlar, toprak çözeltisi içerisindeki diğer katyonlarla kolaylıkla değişebilir bir yapıda olduklarından, bitki gelişim dönemlerinde bitkiler tarafından faydalanılabilir formda bulunurlar. Bu nedenle KDK, toprak verimliliğinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilir. KDK'nın yüksek olması, genellikle toprağın verimlilik potansiyelinin de yüksek olduğu anlamına gelir. Düşük KDK'ya sahip topraklar ise gübreleme yoluyla uygulanan katyonların yalnızca çok az bir miktarını tutabilirler. Bu durum, aynı zamanda bu tür topraklarda bitki ve mikroorganizma yaşamının sınırlı olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, toprağın tamponlama kapasitesinin bir göstergesi olarak da kabul edilen KDK, toprak kalitesi ve üretkenliğinin tanımlanmasında yaygın olarak kullanılan önemli bir parametredir (Çağtay, 1960; Kelley, 1960; McKenzie vd., 2004; Bauer ve Velde, 2014; Acir ve Günal, 2019, Coşkun vd., 2024).

Araştırma sahasına ait Katyon Değişim Kapasitesi **(Harita 34)**, toprağın besin maddelerini tutma ve bitkiye sağlama yeteneğinin önemli bir göstergesi olan KDK'nın cmolc/kg cinsinden mekânsal dağılımında belirgin farklılıklar sergilemektedir (Çağtay, 1960). Araştırma sahasındaki en düşük KDK değerleri kuzeyindeki dağlık ve tepelik alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu durum, toprakların daha kaba tekstürlü olması ve yüksek organik karbon içeriğine rağmen genel olarak daha az katyon tutma yüzeyine sahip olmasıyla açıklanabilir. Buna karşılık, en yüksek KDK değerleri, Viranşehir ilçe merkezinin özellikle doğu, kuzeydoğu ve güneydoğusunu kapsayan geniş bir alanda görülmektedir. Bu yüksek KDK, söz konusu alandaki toprakların hem çok yüksek kil içeriğine hem de yüksek toprak organik karbon içeriklerine sahip olmasının sonucudur. Nitekim kil ve organik madde, katyonları tutan negatif yüklü yüzeyler sağlamaktadır.



Harita 34: Karacadağ güney kesimi topraklarının katyon değişim kapasitesi (KDK) haritası

3.3. Araştırma Alanı Topraklarının Sınıflandırılması

Araştırma sahasındaki toprakların sınıflandırılması, eski Amerikan sınıflandırma sistemi temel ilkeleri doğrultusunda ve FAO'nun Dünya Referans Toprak Sistemi (WRB) esaslarına göre gerçekleştirilmiştir. Bu çift yönlü sınıflandırma yaklaşımı yöre topraklarının tanımlanmasında hem ulusal hem de uluslararası ölçekte geçerli bir çerçeve sunmayı hedeflemiştir.

3.3.1. Eski Amerikan Taksonomisine Göre Araştırma Alanı Toprakları

Toprak, yerkürenin karasal kesimlerinin en üst zonunu kaplayan, kalınlığı milimetrelerden metrelere kadar değişebilen, organik ve inorganik maddelerin karışımından oluşan bir örtüdür. Bünyesinde belirli oranlarda su ve hava barındıran bu katman hem yüzeyinde hem de içinde canlı bir ekosistemi destekler. Bu özelliği sayesinde toprak, bitkiler için hem bir tutunma ortamı hem de temel besin kaynağı işlevi görür. Bitkisel üretim faaliyetlerinin temelinde yer alan toprak, bu işlevleriyle tarım ve ormancılık gibi üretim odaklı disiplinlerin merkezinde yer alır. Daha öz bir ifade ile toprak, çeşitli ayrışma süreçleri sonucunda oluşan ve karasal bitkilerin gelişim gösterdiği doğal bir araç olarak tanımlanabilir. Bu tanım, toprağın bitkisel üretim faaliyetleriyle doğrudan ilişkili olduğunu gösterir. Tarım, bitki besleme ve ormancılık gibi alanlar, topraktan elde edilen bilgiler sayesinde gelişmiştir. Bu gelişim, toprağın kökeni ve sistematiğinin ötesine geçerek uygulamalı üretim süreçlerine yön vermiştir. Bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ve verimliliği, toprağın yapısal ve kimyasal özelliklerinin detaylı bir biçimde anlaşılmasını gerekli kılmıştır (Klingebiel ve Montgomery, 1961; Ergene, 1997; Atalay, 2016; Mermut, 2021).

İnsan ve hayvan besinlerinin tamamının doğrudan ya da dolaylı olarak topraktan sağlanması, bitkisel üretim faaliyetlerinin insan yaşamı için vazgeçilmez olduğunu ortaya koyar. Bu bağlamda, toprakların yüksek bitki üretimi amacıyla akademik olarak etüt edilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Söz konusu etütler, özellikle "bitki-toprak ilişkileri" ile "verimliliğin devam ettirilmesi prensipleri ve uygulamaları" gibi alanlara odaklanarak, bitkisel üretim faaliyetlerinin bilimsel temellere oturtulmasını sağlar. Toprağın bitkiler için hem fiziksel destek sağlaması hem de gerekli besin maddelerini sunması, bitki-toprak ilişkilerinin bitki fizyolojisiyle doğrudan ilişkili olduğunu gösterir.

Bitkilerin topraktan besin maddelerini nasıl aldığı, bu maddelerin bitki gelişimine olan etkileri ve toprağın bu süreçteki rolü, bitkisel üretim faaliyetlerinin başarısını belirleyen temel faktörler arasındadır. Dolayısıyla, toprağın bu temel işlevleri, bitkisel üretim süreçlerinin akademik olarak ele alınmasını zorunlu kılar (Ergene, 1997; İkincikarakaya vd., 2013; Karakuş vd., 2019; Mercan ve Arpağ, 2020).

Araştırma sahasında yer alan kırmızımsı kahverengi topraklar, bazaltik topraklar, litosoller ve alüvyal topraklar, bitkisel üretim faaliyetlerinin toprak özelliklerine bağlı olarak çeşitlenmesini sağlamıştır **(Harita 35)**. Bu farklı toprak tipleri, fiziksel ve kimyasal özellikler, derinlik ile verimlilik bakımından birbirinden ayrılmaktadır. Fakat araştırma sahasındaki her bir toprak bitkisel üretim faaliyetleri açısından kendine özgü potansiyel ve sınırlılıklar taşımaktadır. Sahanın bu toprak çeşitliliği, bitki-toprak ilişkilerinin mekânsal olarak farklılaşmasına zemin hazırlar. Bu durum, bitkisel üretim faaliyetlerinin planlanmasında toprağın niteliklerine dayalı değerlendirmeleri zorunlu kılmaktadır. Her bir toprak tipinin özellikleri incelenerek o toprağa uygun bitkisel üretim yaklaşımlarının belirlenmesini gerektirmektedir.

3.3.1.1. Zonal Topraklar

Zonal topraklar, geniş iklim bölgelerinin etkisi altında, ana kayanın türü ve bitki örtüsünün de katkısıyla uzun zaman içinde oluşan, belirgin horizonlara sahip olgun topraklardır (Kantarcı, 2000; Atalay, 2016). Araştırma sahasında görülen dört farklı toprak türü içerisinde, zonal topraklar grubunda yalnızca kırmızımsı kahverengi topraklar bulunmaktadır. Bu durum, araştırma sahasının iklim özellikleri ve toprak oluşum süreçleri hakkında önemli ipuçları sunmaktadır.

3.3.1.1.a. Kırmızımsı Kahverengi Topraklar

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde genel olarak da yaygın görülen kırmızımsı ve kahverengi tonlardaki topraklar, karasal yarı kurak iklim koşulları ve bozkır-kurakçıl orman vejetasyonu altında oluşmuştur. Bu toprakların renklenmesi, yüksek sıcaklıkların etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Kahverengi, kestane rengi, kırmızımsı kahverengi ve kırmızımsı kestane gibi tonlar gösteren bu topraklarda, yüzey horizonunda granüler yapı hâkimdir. Alt katmanlara doğru bu yapı, killi bileşimle birlikte derinlikte yer alan

kalsiyum karbonat birikimiyle birleşir. Organik madde içeriğinin düşüklüğü hem sıcaklığın yüksek oluşu hem de zayıf bitki örtüsüyle ilişkilidir (Çürük, 1991; Atalay, 2016). Toprak profilinin genellikle 60 cm derinliğinde, kireç birikiminin gözlendiği bir horizon yer almaktadır (Oakes, 1958; Ergene, 1997). Yüzey toprağı ise A horizonu olarak işlenebilir ve nispeten yumuşak bir yapıya sahip olup, düşük organik madde içeriği nedeniyle Okrik horizon olarak adlandırılırken, B ve C horizonlarındaki yoğun kireç birikimi kalsik horizonların oluşumuna işaret eder. Sınıflandırma açısından bu topraklar, Mollisol toprak ordosunun Udoll, Ustoll ve Xeroll alt ordolarını kapsamaktadır (İnce, 1983; Atalay, 2016).

Araştırma sahasındaki kırmızımsı kahverengi toprakları yüzeydeki organik madde birikiminin sınırlılığı ve alt katmanlardaki kalsik horizonların baskınlığı ile karakterize edilir. Araştırma sahasında oldukça yaygın olarak gözlemlenen ve sahanın karakteristik topraklarından olan kırmızımsı kahverengi topraklar, genellikle yüzey horizonlarındaki organik madde birikiminin sınırlılığı ve alt katmanlarda belirgin kalsik (kireç birikimli) horizonların hakimiyeti ile tanımlanır (Oakes, 1958). Yörenin bu tipik pedolojik özelliklerini sergilemek ve araştırma sahasındaki toprakların genel toprak özelliklerini daha iyi anlamak amacıyla, araştırma sahasından Irmak (1991) tarafından alınan temsili bir profil kesiti **Ap, A2, Bwk ve Ckx horizonları** üzerinden aşağıdaki şekilde analiz edilebilir:

Ap Horizonu (0-11 cm): Profilin 0-11 cm derinlikleri arasında yer alan yüzey katmanı Ap horizonudur. Bu horizon, nemli iken kırmızımsı kahverengi (5YR 4/6), kuru iken donuk kahverengi (7.5YR 5/4) renk sergilemektedir. Tekstür sınıfı kil olan bu katman, orta derecede gelişmiş orta granüler strüktüre sahiptir. Konsistans özellikleri incelendiğinde, kuru halde sert, nemli halde dağılgan, yaş halde ise yapışkan ve plastik olarak belirlenmiştir. Horizon genelinde yoğun saçak kök aktivitesi gözlenirken, aynı zamanda çok kireçli olduğu tespit edilmiştir. **A2 Horizonu (11-32 cm):** Ap horizonunun hemen altında, 11-32 cm derinlik aralığında A2 horizonu bulunmaktadır. Bu horizon, nemli halde koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/6), kuruduğunda ise kırmızımsı kahverengi (5YR 4/6) renktedir. Kil tekstürlü olup, orta derecede gelişmiş köşeli blok strüktür hakimdir. Konsistansı kuru iken sert, nemli iken sıkı, yaş iken ise plastik özellik göstermektedir. Bu katman da çok kireçli olarak tanımlanmıştır. **Bwk Horizonu (32-77 cm):** Profilin orta kısmında, 32-77 cm derinliklerinde, kambik horizon özelliklerini yansıtan bir Bwk horizonu gelişmiştir. Hem nemli hem de kuru halde kırmızımsı

kahverengi (5YR 4/6) renge sahip olan bu horizonun tekstürü kildir. Strüktürü orta derecede gelişmiş köşeli blok tipindedir. Konsistansı kuru halde sert, nemli halde sıkı, yaş halde ise çok yapışkan ve çok plastik olarak saptanmıştır. Horizon genelinde kuvvetli kireç birikimi mevcut olup, ek olarak 1-3 mm çapında, orta yoğunlukta kireç cepleri gözlenmiştir. **Ckx Horizonu (77+ cm):** İncelenen profilin 77 cm derinliğinden itibaren devam eden ve ana materyal özelliklerini taşıyan Ckx horizonu, aynı zamanda petrokalsik bir karakter sergilemektedir. Bu katman, nemli iken turuncu (7.5YR 6/8), kuru iken donuk turuncu (5YR 7/4) renktedir. Kil tekstürlü olan Ckx horizonu, kuru halde sert, nemli halde sıkı, yaş halde ise çok yapışkan ve plastik konsistansa sahiptir. Horizon, adındaki "x" simgesinin de işaret ettiği üzere, kalsiyum karbonatça çimentolaşmış, sertleşmiş bir katman olup, çok kireçli ve petrokalsik horizon olarak tanımlanmıştır (Irmak, 1991) **(Fotoğraf 22)**.

Fotoğraf 22: Araştırma sahasının güneyinde bazalt örtüsünün aşınmasıyla neritik kireçtaşları üzerinde kırmızımsı kahverengi topraklar gelişmiş, bazaltik malzeme ise yer yer toprak içinde blok kalıntılar halinde korunmuştur**.**

Araştırma sahasındaki kırmızımsı kahverengi toprakların morfolojik ve fiziksel özellikleri, yörenin bitkisel üretim potansiyeli üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu topraklarda bitkisel üretim faaliyetlerini sınırlayan en önemli faktör, kuşkusuz su yetersizliğidir. Toprakların granüler bir strüktüre sahip olması, orta derecede geçirgenlik sağlamaktadır. Bu fiziksel özellik, inen yağmurların önemli bir kısmının toprak tarafından emilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak doğal yağış rejimi, kurak dönemlerde bitki su ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır (Gündüz ve Barik, 2019). Bu sınırlayıcı koşul, araştırma sahasında sulama faaliyetlerinin yaygınlaşmasıyla aşılmakta ve sulu tarım uygulamalarıyla bitkisel üretimde önemli bir dönüşüm sağlanmaktadır. Ayrıca, kırmızımsı kahverengi toprakların oluşumunda bazaltların önemli bir rolü bulunmaktadır. Arazi gezilerinde gözlemlenen birçok yerde, yüzeyde

bazalt ve kalker aflörmanlarının varlığı, toprak oluşum sürecinde ana kayanın etkisini de açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu topraklar hem litolojik hem bitki örtüsü hem de klimatik faktörlerin etkileşimiyle şekillenmiştir. Ayrıca yörede geliştirilen sulama imkanları sayesinde önemli bir tarım potansiyeline sahip topraklar haline gelmiştir. Nitekim, araştırma sahasında en geniş alanı 2802,1 km²'lik bir yüz ölçümle kırmızımsı kahverengi topraklar kaplamaktadır. Araştırma sahasının %71,73'ünü oluşturan **(Tablo 68)** kırmızımsı kahverengi toprakların hâkim dağılımını ve bitkisel üretim potansiyeli açısından önemli rolünü ortaya koymaktadır **(Fotoğraf 23)**.

Fotoğraf 23: Araştırma sahasında yaygın olarak görülen kırmızımsı kahverengi toprak örtüsü.

3.3.1.2. İntrazonal Topraklar

Toprak sınıflandırma sistemlerinde intrazonal topraklar, belirli bir iklim bölgesinin genel özelliklerinden ziyade, yerel edafik faktörlerin (ana materyal, drenaj koşulları ve topografik faktörler gibi) baskın etkisi altında şekillenmiş toprak gruplarını ifade eder. Bu topraklar, zonal toprakların aksine, geniş iklim kuşaklarının tipik özelliklerini yansıtmaktan ziyade, mikro ölçekteki doğal ortam koşullarına adaptasyon gösterirler (Ergene, 1997; Mater, 1998; Kantarcı, 2000). Araştırma sahasında sadece bazaltik topraklar intrazonal toprak örneklerini oluşturmaktadır. Bu durum, araştırma

sahasının litolojik yapısındaki çeşitliliğin ve topografik farklılıkların toprak oluşum süreçleri üzerindeki rolünü ortaya koymaktadır.

3.3.1.2.a. Bazaltik Topraklar

Bazalt lavları, genellikle koyu (siyah) renkleri ve yüksek akışkanlıkları ile karakterize edilen volkanik kayaçlardır. Sahip oldukları bu yüksek akışkanlık, lavların püskürme merkezlerinden itibaren onlarca kilometre uzunluğundaki geniş sahalara yayılmasına olanak tanımıştır. Türkiye'de bazaltik kayaçların en geniş ve önemli yayılım alanlarından biri de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Karacadağ volkanik kütlesidir (Canbolat, 2005; Benek, 2009b; Atalay ve Mortan, 2011; Atalay vd., 2020). Araştırma sahasını teşkil eden Karacadağ'ın güney kesimleri bu geniş bazaltik formasyonlar üzerinde yer almakta olup, söz konusu ana materyal üzerinde zamanla bazaltik topraklar teşekkül etmiştir.

Bazaltik toprakların pedolojik karakteristikleri incelendiğinde, bu toprakların genel özelliklerinin, benzer iklim koşulları altında kireçtaşı gibi karbonatlı ana kayalar üzerinde meydana gelmiş topraklarla belirli ölçüde benzerlik sergilediği gözlemlenmektedir. Söz konusu topraklar, genellikle sığ (<50 cm) ile orta derin (50-100 cm) arasında bir solum derinliğine sahiptir. Bununla beraber bazı durumlarda 1 metreyi aşan derinliklere de ulaşabilmektedir. Tekstür olarak, çoğunlukla kil fraksiyonunun hâkim olduğu ağır bünyeli (killi) topraklardır. Profil gelişimleri zayıf ile orta düzeyde olup, horizonlar arasında her zaman keskin bir farklılaşma gözlenmeyebilir. Yüzey (A) horizonlarında strüktür genellikle granüler yapıdan küçük blok yapıya kadar değişkenlik gösterir. Alt (B) horizonları ise daha yüksek kil içeriğine bağlı olarak ağır bir bünyeye ve blok yapıya sahiptir. Genel olarak bazaltik topraklar, ana materyallerinin kimyasal bileşimine bağlı olarak kalsiyum karbonat (kireç) içermezler veya iz miktarda içerirler. Toprak reaksiyonu (pH) tipik olarak nötr ila hafif alkali bir aralıkta değişkenlik gösterir. Organik madde içerikleri genellikle düşük düzeyde olup, katyon değişme kapasiteleri ise orta ile yüksek seviyelerde bulunmaktadır (Dizdar, 1983; Ergene, 1997; Mater, 1998; Kantarcı, 2000). Araştırma sahasından temin edilen toprak numuneleri üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar analizleri de çalışmada belirtilen genel kimyasal özellikleri büyük ölçüde teyit etmekte ve benzer sonuçlar ortaya koymaktadır.

Araştırma sahası ölçeğinde bazaltik toprakların özellikleri ve dağılımında dikkate değer mekânsal farklılıklar da gözlenmektedir. Sahanın güney kesimlerinde, özellikle Üçgül Köyü civarı ile Kartal Deresi boyunca uzanan ve bu toprakların en güneye eriştiği ve Viranşehir Platosu üzerinde kalan alanlarda, topraklar nispeten daha derin ve gelişmiş bir yapı sergilemekte olup, hafif alkalin bir reaksiyon göstermektedir. Bununla birlikte, Viranşehir Platosu'ndaki bu toprakların bir kısmı aynı zamanda önemli ölçüde taşlılık da barındırmaktadır **(Fotoğraf 24)**. Bu durum, özellikle yoğun sürüm gerektiren bitkisel üretim faaliyetleri için taşların temizlenmesini bir zorunluluk haline getirmekte olup, nitekim platoda bu yönde taş toplama çalışmalarının başladığı da gözlemlenmektedir **(Fotoğraf 25)**. Buna karşın, sahanın dağlık kesimlerine ve Hisar Köyü ile daha kuzeydeki alanlarına doğru ilerledikçe, toprak profilinin belirgin şekilde sığlaştığı ve toprak reaksiyonunun hafif alkalin karakterden nötr koşullara doğru bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu gözlemler ışığında, araştırma alanındaki bazaltik toprakların dağılımının ağırlıklı olarak Viranşehir Platosu ile Karacadağ'ın dağlık kesimleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Araştırma sahasının güney kesiminde yayılım gösteren bazaltik toprakların karakterini ortaya koymak amacıyla Irmak (1991) tarafından analizi gerçekleştirilen temsili bir profil kesitinin özellikleri aşağıda sunulmaktadır.

Fotoğraf 24: Viranşehir Platosu'nun kuzeyinde, Koşulu Köyü yakınlarında gözlemlenen bazaltik toprak profilinde iri bazalt taşları ve üzerindeki ince toprak örtüsü.

Fotoğraf 25: Araştırma sahasında bazalt ana materyali üzerinde gelişmiş, koyu kahverengi ile siyaha çalan tonların gözlendiği ve bazalt kayalardan arındırılmış bir saha

Ap Horizonu (0-20 cm): Yüzeydeki bu horizon, nemli iken koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/4), kuru iken kırmızımsı kahverengi (2.5YR 4/6) renktedir. Kil bünyeli olup, orta düzeyde gelişmiş orta köşeli blok ve kısmen orta granüler yapı sergilemektedir. Nemli halde dağılgan, yaş halde yapışkan ve plastik konsistansa sahiptir. Yoğun saçak kök varlığı ve şiddetli kireçlenme reaksiyonu tespit edilmiştir. Altındaki A2 horizonuna geçişi tedricidir. **A2 Horizonu (20-40 cm):** Nemli halde koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/3), kuru halde ise yine koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/6) olan bu katman, kil tekstürlüdür. Orta derecede gelişmiş orta köşeli blok strüktür ve parlak sürtünme yüzeyleri içermektedir. Nemli iken dağılgan, yaş iken çok yapışkan ve plastik konsistanslıdır. Çok kireçli olup, orta yoğunlukta saçak kök barındırır. A3k1 horizonuna geçişi tedrici ve dalgalıdır. **A3k1 Horizonu (40-77 cm):** Hem nemli hem de kuru halde koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/4) olan bu horizon, kil bünyelidir. Çok kaba ve kuvvetli gelişmiş köşeli blok strüktür, yoğun sürtünme yüzeyleri ve 1-3 mm çapında seyrek kireç cepleri ile karakterizedir. Konsistansı nemli halde dağılgan, yaş halde çok yapışkan ve çok plastiktir. Çok kireçli olup, orta yoğunlukta saçak kök içerir. A4k2 horizonuna geçişi tedrici ve dalgalıdır. **A4k2 Horizonu (77-160 cm):** Profilin bu derin alt katmanı, nemli halde koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/4), kuru halde de koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR 3/6) renktedir. Kil tekstürlü olup, orta derecede gelişmiş orta köşeli blok strüktüre sahiptir. Nemli iken dağılgan, yaş iken yapışkan ve plastik konsistanslıdır. Şiddetli kireçlenme reaksiyonu ve orta yoğunlukta kireç cepleri mevcuttur. Kökler bu katmanda seyrekleşir. Alt katmana geçişi tedricidir. Profilin çeşitli derinliklerinde ve yer yer yüzeyde, boyutları 35-55 cm arasında değişen, kenarları yuvarlaklaşmış bazalt bloklarına rastlanmıştır. Bu durum, toprağın oluşumunda ana materyalin doğrudan etkisini ve taşlılık faktörünün önemini ortaya koymaktadır (Irmak, 1991).

Netice itibariyle bazaltik topraklar, araştırma sahasında en geniş yayılıma sahip olan kırmızımsı kahverengi topraklardan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu topraklar, 738,7 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Bu değer, araştırma sahasının toplam yüzölçümünün %18,91'ine karşılık gelmektedir. Dolayısıyla, kapladıkları alanın büyüklüğü göz önüne alındığında, bazaltik toprakların araştırma sahasındaki araziden yararlanma potansiyeli, bitkisel üretim faaliyetlerine dayalı stratejiler ve ekosistem üzerinde etkiye sahiptir **(Tablo 68)**.

3.3.1.3. Azonal Topraklar

Azonal topraklar, genç oluşumlu jeomorfolojik yüzeylerde sürekli materyal birikimi veya aşınım etkili olduğu alanlarda oluşmaktadır. İklimin ve vejetasyonun etkisini yansıtan genetik horizonların henüz tam olarak gelişmediği bir toprak grubunu ifade eder. Bu toprakların en temel ayırt edici özelliği, horizon farklılaşmasının bulunmamasıdır. Araştırma sahasında bu gruba dahil olan başlıca topraklar litosoller ve alüvyal topraklardır. Bu tip Azonal topraklar genellikle eğimli yamaçlar gibi aktif erozyonun hüküm sürdüğü alanlarda (litosoller) veya akarsular gibi çeşitli su kaynaklarının taşıyıp biriktirdiği genç alüvyal depolar üzerinde (alüvyal topraklar) ve bazen de genç volkanik arazilerde oluşum gösterirler (Saatçı, 1975; Dizdar, 1983; Atalay, 2016). Nitekim, araştırma sahasında genellikle derin ve verimli bir yapıya sahip olan alüvyal topraklar, güneyde Ceylanpınar Ovası gibi geniş depolanma alanları üzerinde yayılım göstermektedir. Litosoller ise daha çok sahanın kuzeyindeki tepelik alanların eğimli yamaçlarında meydana gelmektedir.

3.3.1.3.a. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar, akarsular tarafından taşınan ve uygun jeomorfolojik konumlarda biriktirilen alüvyon adı verilen genç sedimentler üzerinde oluşan topraklardır. Bu toprakların en temel özelliklerinden biri, pedojenik süreçlerin henüz başlangıç aşamasında olmasıdır. Sürekli yeni materyal eklenmesi nedeniyle belirgin bir profil morfolojisi ve teşhis edici genetik horizonları henüz yeterince gelişmemiştir. Genellikle derin profilli ve doğal verimlilik potansiyeli yüksek olan alüvyal topraklar, taşınan materyalin kökenine ve depolanma enerjisine bağlı olarak tane boyutu dağılımında büyük bir çeşitlilik sergileyebilirler. Profillerinde, farklı zamanlardaki depolanma süreçlerinin bir yansıması olarak sıkça tabakalaşma gözlemlenebilir. Bu oluşum ve gelişim özellikleri nedeniyle, alüvyal topraklar geniş bir iklim ve doğal vejetasyon yelpazesi altında oluşabilen azonal karakterli topraklardır (Saatçı, 1975; Mater, 1998; Atalay, 2016).

Araştırma sahasındaki alüvyal toprakların dağılışı incelendiğinde, Ceylanpınar Ovası bu toprakların en geniş yayılıma sahip kesim olduğu görülmektedir. Jeomorfolojik olarak Ceylanpınar Ovası, Arap Platformu üzerinde etkili olan riftleşme süreçleri neticesinde gelişmiş bir graben yapısı arz etmekte olup, genel morfolojik karakteri

büyük ölçüde akarsu birikimleriyle şekillenmiştir (Sözer, 1984; Tunçdilek, 1985; Atalay ve Mortan, 2011; Güzel, 2020). Bununla birlikte, alüvyal topraklar ovanın tamamında homojen bir dağılım sergilememektedir. Daha ziyade ovanın güneybatı kesimlerinde, özellikle Şeyhnasır Deresi ve yakın çevresinde yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Benzer şekilde, ovanın güneydoğu kesimlerinde, Avcılı Köyü civarında da bu topraklara rastlanmaktadır **(Harita 35)**. Ceylanpınar Ovası'ndaki alüvyal toprakların oluşumu; İbrahimağa Deresi, Aliyetelli Deresi, Şahvelet Deresi ve bunlara katılan, çoğu yaz aylarında kuruyan çok sayıda yan derenin taşıyıp biriktirdiği materyallerle ilişkilidir. Ceylanpınar Ovası'nın yanı sıra, Viranşehir Platosu üzerinde de daha sınırlı bir yayılım gösteren alüvyal topraklara rastlanmakta olup; bu topraklar Gözeli, Kırbalı ve Göğerli köyleri dolaylarında konumlanmıştır. Araştırma sahası genelinde alüvyal toprakların kapladığı toplam alan 343,6 km² olup, bu da saha bütününün %8,80'lik kısmına tekabül etmektedir.

Araştırma sahasındaki alüvyal toprakların morfolojik özelliklerini örneklendirmek amacıyla, Şeyh Nasır Deresi yamacında tanımlanmış temsili bir alüvyal toprak profilinin özellikleri aşağıda sunulmaktadır. Detayları verilen bu örnek profil, A-C horizonlu genç bir toprak olması nedeniyle ochric A epipedonundan başka belirgin bir teşhis horizonu geliştirmemiştir. Bu profilin genelinde killi tın tekstürü gözlenmekte; tüm katmanlar çok kireçli olup, 3-5 cm çapında orta yoğunlukta çakıllar içermekte ve taşlılık derinlikle birlikte artış göstermektedir. Söz konusu örnek profilin horizon özellikleri şöyledir (Irmak, 1991).

A1 (0-19 cm): Nemli halde donuk kırmızımsı kahverengi (5YR 4/4), kuru halde turuncu (7.5YR 6/6) renktedir. Killi tın bünyeli olup ince orta granüler strüktür sergiler. Kuru halde çok sert, nemli halde dağılgan, yaş halde çok yapışkan ve çok plastiktir. Çok kireçli olup 3-5 cm çapında orta yoğunlukta çakıl ve yoğun saçak kök içerir. Alt horizona geçişi tedricidir. **C1 (19-50 cm):** Nemli halde donuk kırmızımsı kahverengi (5YR 4/4) renktedir. Killi tın bünyeli olup masif (yapısız) strüktürlüdür. Kuru halde çok sert, nemli halde dağılgan, yaş halde çok yapışkan ve plastiktir. Çok kireçli olup 1-3 mm çapında seyrek kireç cepleri ve 3-5 cm çapında orta yoğunlukta çakıl ile orta yaygınlıkta saçak kök barındırır. Alt horizona geçişi tedricidir. **C2 (50-150 cm):** Nemli halde kırmızımsı kahverengi (5YR 4/6) renktedir. Killi tın bünyeli olup masif strüktürlüdür. Kuru halde çok sert, nemli halde dağılgan, yaş halde çok yapışkan ve plastiktir. Çok kireçli olup 5-

10 cm kalınlığında yuvarlak çakıllardan oluşan bir taş ara katmanı ve seyrek saçak kök içerir. Alt katmana geçişi tedricidir (Irmak, 1991).

3.3.1.3.b. Litosoller

Litosoller, her türlü iklim koşulunda oluşabilen topraklardır. Genellikle sert ana kaya veya ayrışmamış taşlı ana materyal üzerinde gelişirler. Bu topraklar, tipik olarak şiddetli erozyonun ve özellikle aşındırıcı yüzey akışının etkili olduğu yüksek eğimli, arızalı ve dağlık arazilerde konumlanırlar. Bitki örtüsünden yoksun veya cılız olduğu yamaçlarda aktif erozyon süreçleri, ayrışma ürünlerinin sürekli olarak ortamdan uzaklaştırılmasına neden olur. Bu durum, toprak oluşumunun başlangıç aşamasında kalmasına, derin bir solumun gelişememesine ve dolayısıyla ince, taşlı bir toprak örtüsünün hâkim olmasına yol açar. Ana materyalin kumtaşı, çakıltaşı, aglomera, kireçtaşı, şist ve kuvarsit gibi dirençli kayaçlardan oluştuğu durumlarda, ayrışma ürünleri de çoğunlukla kaba tekstürlü olup, çakıl ve kum fraksiyonunca zengindir. Bu genel özellikleriyle litosoller, ülkemizde olduğu gibi araştırma sahasında da özellikle yüksek eğimli ve dağlık kesimlerde, taşlı ve çakıllı bir matriksle karakterize edilen sığ topraklar olarak öne çıkmaktadır (Dizdar, 1983; Mater, 1998; Kantarcı, 2000; Atalay, 2016).

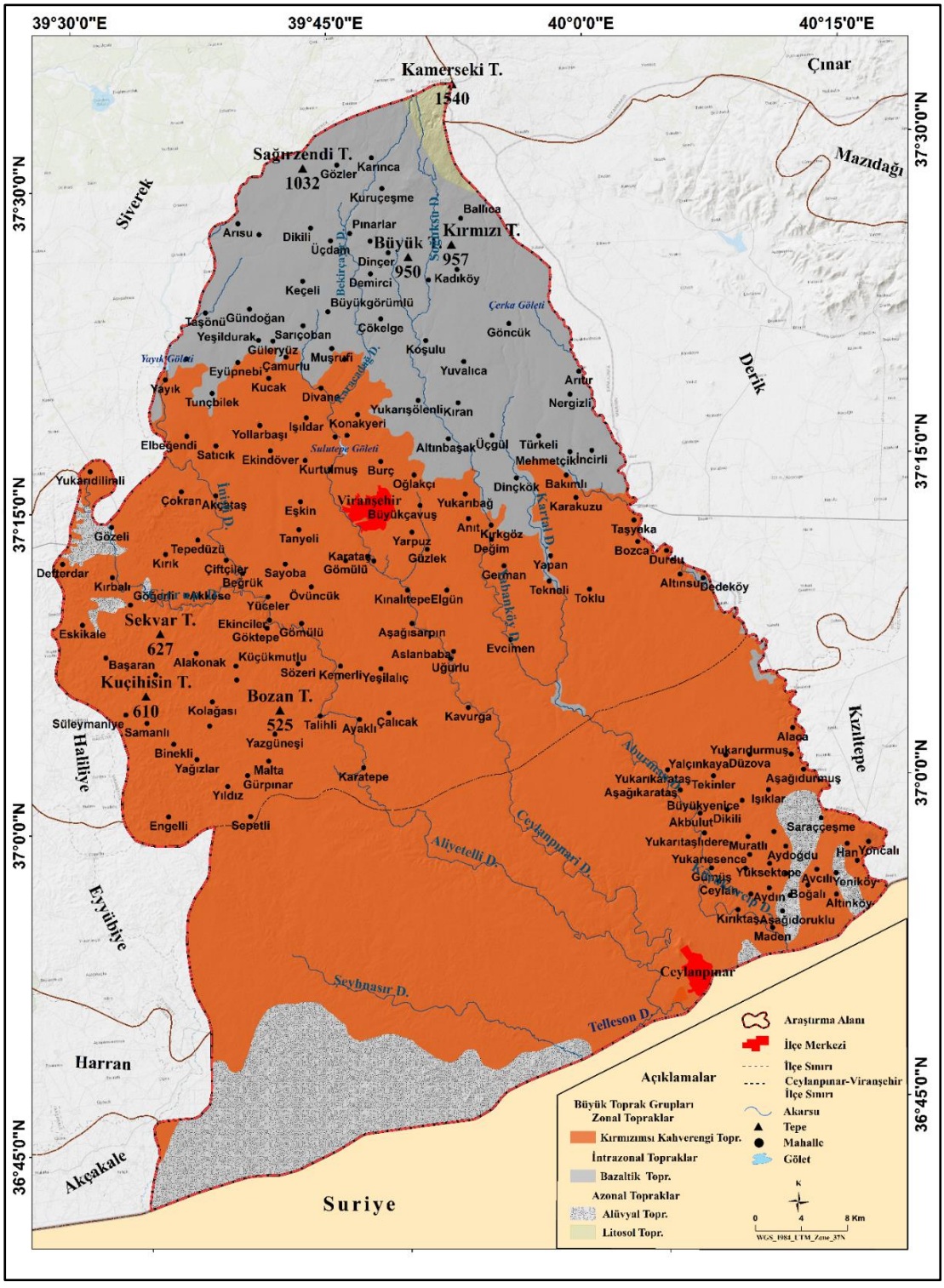
Dağlık ve engebeli arazilerde, aktif erozyon süreçlerinin devam ettiği ve ana kayanın yer yer yüzlek verdiği yamaçlarda gelişen bu sığ topraklar, yaygın olarak ABD Toprak Taksonomisi sistemine göre Entisol ordosunun Orthent alt takımı içerisinde sınıflandırılırlar. Bu topraklar, araştırma sahasındaki gözlemlerde de teyit edildiği üzere, genellikle nötr ile hafif alkalin bir toprak reaksiyonuna (pH) sahiptir. Bitkisel üretim potansiyellerinin oldukça sınırlı olması nedeniyle, bu tür topraklar çoğunlukla doğal mera veya otlak alanı olarak değerlendirilmekte olup, araştırma sahasında da benzer bir arazi yararlanma deseni hakimdir. Araştırma sahasını teşkil eden Karacadağ'ın güney kesiminde yayılım gösteren Orthent'ler ise daha spesifik olarak, sahanın karakteristik Torrik (sıcak ve kurak) toprak nem ve sıcaklık rejimine bağlı olarak Torriorthent üst toprak grubuna; ayrıca belirgin derecede taşlı olmaları ve sığ bir profile sahip olmaları nedeniyle de Lithic Torriorthent alt toprak grubuna dahil edilmektedirler (İnce, 1983; Dinç vd., 1997; Atalay, 2016).

Araştırma sahası içerisinde Litosoller, özellikle Karacadağ'ın yüksek ve dağlık kesimlerinde, Kamerseki Tepesi ve civarında yayılım göstermektedir. Her ne kadar haritalanmamış olsa da Sağırzendi Tepesi ve Kırmızı Tepe gibi mevkilerde de bu topraklara lokal olarak rastlanmaktadır **(Harita 35)**. Yüksek rakımlı ve eğimli yamaçlarda konumlanan Litosoller, genellikle bazaltik ana kayanın fiziksel ve kimyasal ayrışmasıyla oluşan blok, çakıl ve iri kum boyutundaki kaba tekstürlü materyallerden meydana gelmiştir. Yüzey koşulları nedeniyle bitkisel üretim faaliyetleri için uygun bir ortam sunmamasına karşın, doğal vejetasyon, özellikle orman gelişimi açısından dikkate değer bir potansiyel barındırmaktadır. Zira bu topraklardaki kaba tekstür ve iskelet yapısı, hava ve su sirkülasyonunun iyi olmasına olanak tanıyarak ağaçların kök sistemlerinin sağlıklı gelişimi için elverişli koşullar yaratmaktadır (Bengisu, 1968; Benek, 2009a; Güngördü, 2010; Atalay ve Mortan, 2011). Nitekim, geçmiş yüzyıllarda bu yörenin meşe ormanlarıyla kaplı olduğuna dair tarihsel kayıtlar ve gözlemler, söz konusu ekolojik potansiyelin önemli bir göstergesidir. Günümüzde, bu potansiyeli yeniden canlandırmak amacıyla badem-meşe türlerini içeren karışık ağaçlandırma çalışmaları yapılmışsa da bu uygulamalar henüz oldukça dar ve sınırlı alanlarda kalmıştır. Araştırma sahasının ekolojik yenilenmesi ve araziden yararlanma prensipleri çerçevesinde, bu tür ağaçlandırma çabalarının daha geniş alanlara yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Kısaca arazinin amacına uygun yararlanma prensiplerine göre yönetilmesi beklenmektedir.

Litosoller, araştırma sahasının genel toprak dağılımı içerisinde sınırlı bir yayılış göstermektedir. Belirtilen topraklar araştırma sahası genelinde yaklaşık 21,8 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Bu alansal büyüklük, toplam araştırma sahası yüzölçümünün yalnızca %0,56'sına tekabül etmektedir **(Tablo 68)**. Her ne kadar kapladıkları alan bakımından küçük bir yüzdeyi temsil etseler de litosollerin bulundukları dağlık ve sarp arazilerin potansiyel araziden yararlanma (örneğin, doğal mera ve belirli ağaçlandırma faaliyetleri) açısından kendilerine özgü bir role ve öneme sahiptirler.

Tablo 68: Araştırma sahasındaki toprak gruplarının alansal (km²) ve oransal (%) dağılımı

Toprak Grupları		Alansal Dağılım (Km^2)	Oransal Dağılım (%)
Zonal Topraklar	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	2802,1	71,73
İntrazonal Topraklar	Bazaltik Topraklar	738,7	18,91
Azonal Topraklar	Alüvyal Topraklar	343,6	8,80
	Litosol Topraklar	21,8	0,56
Toplam		**3906,2**	**100**



Harita 35: Karacadağ güney kesimi topraklarının Eski Amerikan Taksonomisine göre haritası

3.3.2. FAO Toprak Sınıflandırma Sistemine Göre Araştırma Alanı Toprakları

Dünya genelinde mevcut toprak sınıflandırmaları arasında bir standartlaşma sağlamak, yeni ve kapsamlı bir toprak sınıflandırma sistemi geliştirmek ve bu temelde ortak lejantlı toprak haritaları ile araziden yararlanma ve amenajman haritaları oluşturmak hedefiyle 1956 yılından itibaren uluslararası düzeyde çalışmalar başlatılmıştır. Bu önemli görevi Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile UNESCO ortaklaşa üstlenmiş ve yürüttükleri kapsamlı çalışmalar neticesinde 1974 yılında yeni bir toprak sınıflandırma sistemi geliştirmişlerdir. FAO/UNESCO toprak sınıflandırma sistemi, toprak oluşumunun temel prensiplerine dayanarak 26 ana toprak sınıfı belirlemiş; bu sınıflar da kendi içlerinde ayırt edici ölçüt ve özelliklere göre toplam 106 alt sınıfa ayrılmıştır (Dizdar, 1983; FAO, 2015; Atalay, 2016; Mermut, 2021). Araştırma sahasında, FAO toprak sınıflandırmasına göre Calcic Xerosols, Gypsic Xerosols, Chromic Luvisols ve Lithosols büyük toprak gruplarının varlığı belirlenmiştir. Bu bölümde, söz konusu toprakların özellikleri ve dağılımları FAO sınıflandırması çerçevesinde yüzeysel olarak incelenmiştir **(Harita 36)**.

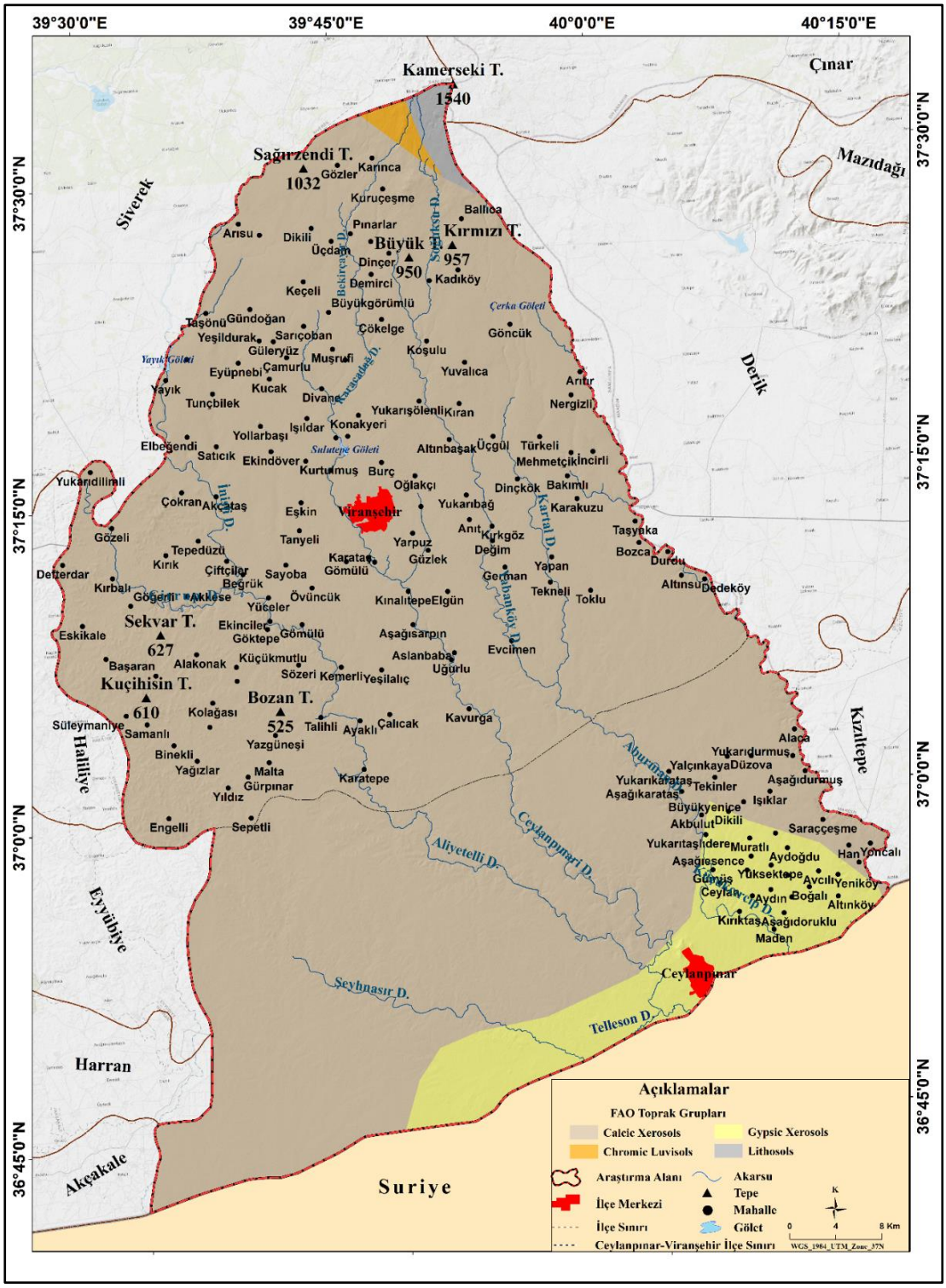
Araştırma sahasında FAO toprak sınıflandırma sistemine göre tanımlanan **Xerosoller**, Aridik toprak rutubet rejiminin hüküm sürdüğü alanların karakteristik topraklarıdır. Bu büyük toprak grubu, saha genelinde Kalsik Xerosoller ve Jipsik Xerosoller olmak üzere iki temel alt grup ile temsil edilmektedir. **Kalsik Xerosoller**, FAO tanımlamasına göre, ağırlıklı ortalama bünyesi kaba olan topraklarda yüzeyden itibaren 125 cm, orta bünyeli topraklarda 90 cm ve ince bünyeli topraklarda ise 75 cm derinlik içerisinde bir kalsik horizonun bulunduğu Xerosol alt grubudur (Dizdar, 1983). Bu topraklar, araştırma sahasında FAO sınıflandırmasına göre en geniş yayılış alanına sahip olup, Ceylanpınar Ovası'nın büyük bir bölümünü ve Viranşehir Platosu'nun neredeyse tamamını kaplamaktadır **(Harita 36)**.

Jipsik Xerosoller ise, FAO tanımlamasına göre, ağırlıklı ortalama bünyesi kaba olan topraklarda yüzeyden itibaren 125 cm, orta bünyelilerde 90 cm ve ince bünyelilerde ise 75 cm derinlik içinde bir jipsik horizon içeren ve bu horizonun üzerinde bir argillik horizon bulundurmayan Xerosol alt grubudur. Araştırma sahasının en güney kesimlerinde, Ceylanpınar Ovası'nda ve özellikle Ceylanpınar ilçe merkezinin doğu ile batı yönlerinde uzanan belirli alanlarda Jipsik Xerosollerin varlığı tespit edilmiştir. Bu

kesimde yayılış gösteren Jipsik Xerosollerin ana materyali genellikle ayrışmış, bazca zengin ve akarsu ile rüzgarla taşınmış depolardan oluşmaktadır. Söz konusu bu topraklar, kurak iklim koşullarının etkili olduğu genellikle düz ile hafif dalgalı tepelikler arasında değişen morfolojik ünitelerde ve bazı çöküntü alanlarında yer alırlar. Jipsik Xerosol alanlarındaki doğal bitki örtüsü de genellikle seyrektir ve kısa ömürlü otsu türlerden meydana gelir (Dizdar, 1983; IUSS Working Group WRB, 2007).

Araştırma sahasının kuzey kesimlerinde, harita üzerinde oldukça dar bir alanda görülen bir diğer toprak grubu **Luvisollerdir (Harita 36)**. Luvisoller, belirgin bir pedojenetik kil farklılaşması ile tanımlanır. Bu durum, özellikle kil göçü süreçleri sonucunda alt toprak katmanlarında üst toprak katmanlarına kıyasla göreceli bir kil birikiminin meydana gelmesiyle karakterizedir. FAO tanımlamasına göre Luvisoller, argik horizonları boyunca yüksek aktiviteli killere ve profilin belirli derinliklerinde yüksek baz doygunluğuna sahiptir. Bununla birlikte, Luvisollerin yaygın olduğu belirtilen bölgede yapılan değerlendirmeler, genel olarak kum miktarının fazla, buna karşın kil miktarının ise az olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, Genç volkanik materyallerin, yaşlı olanlara kıyasla henüz ileri düzeyde bir ayrışma ve yoğun bir killeşme sürecinden geçmemiş olması, bu topraklarda kum fraksiyonunun baskın olduğunu göstermektedir (FAO, 2015; IUSS Working Group WRB, 2007).

Araştırma sahasında FAO sınıflandırma sistemine göre tanımlanan son ana toprak grubu **Lithosoller**dir. Lithosoller, genellikle yüzeyden itibaren ilk 10 cm içerisinde sürekli, sert ve sıkı ana kaya ile derinliği önemli ölçüde sınırlanan, çok sığ topraklardır. Bu topraklar, çoğunlukla aşırı taşlı bir yapıya sahip olup, genellikle belirgin bir horizon farklılaşması göstermezler ve özellikle dağlık, engebeli arazilerde yaygın olarak bulunurlar (Mater, 1998; IUSS Working Group WRB, 2007). Araştırma sahasının en kuzey kesimlerinde, bilhassa Kamerseki Tepesi ve yakın çevresinde gözlemlenen Lithosollerin yayılış alanları, daha önceki kısımda değinilen eski toprak sınıflandırma sistemindeki litosoller tanımlaması ve dağılımıyla paralellik sergilemektedir.



Harita 36: Karacadağ güney kesimi topraklarının FAO Toprak Sınıflandırma Sistemine göre haritası

3.4. Karacadağ Güney Kesimini'nde Toprak Sorunları

Araştırma sahasında, toprakların verimliliği ile topraktan sürdürülebilir biçimde yararlanmayı olumsuz yönde etkileyen çeşitli ve birbiriyle etkileşim içinde olan önemli sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunların başında, yöre genelinde toprağın aşınmasına ve taşınmasına yol açan **erozyon** ile özellikle sahanın kuzey kesimlerinde kendini gösteren ve bitki kök gelişimini sınırlayan **toprak sığlığı (derinlik sorunu)** gibi temel fiziksel kısıtlılıklar gelmektedir. Arazinin doğal yapısından kaynaklanan bir diğer zorluk ise, bitkisel üretim faaliyetlerini ve bitki gelişimini olumsuz etkileyen **taşlı ve kayalık alanların** varlığıdır. Bu doğal kısıtlılıkların yanında, bitkisel üretim faaliyetlerinde bazı uygulamalar da mevcut sorunları derinleştirmekte veya yeni sorunlara yol açmaktadır. Bu bağlamda, özellikle sulu tarıma geçişle birlikte gözlemlenen **aşırı sulama** uygulamasının yarattığı riskler, toprağın besin elementleri ve organik maddece fakirleşmesine neden olabilen **toprak yorgunluğu**, hasat sonrası yaygın bir uygulama olan **anız yakımının** toprak ekosistemine verdiği zararlar ve toprağı korumada büyük bir role sahip olan **doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi** gibi insan kaynaklı faktörler, sahadaki başlıca toprak sorunları olarak öne çıkmaktadır. Tüm bu etmenler, bir araya geldiğinde araştırma sahasındaki toprakların uzun vadeli sağlığını, üretkenliğini ve fonksiyonlarını ciddi biçimde tehdit etmektedir.

3.4.1. Erozyon

Toprak, doğal süreçlerle oluşurken aynı zamanda hem doğal kuvvetler hem de insan müdahaleleriyle aşınıp taşınabilen dinamik bir yapıdır. Normal şartlarda, vejetasyon örtüsüyle korunan topraklarda, aşınma ile yeni toprak oluşumu arasında bir denge bulunur ve bu yavaş sürece "tabii erozyon" veya "jeolojik erozyon" denir. Ancak, özellikle doğal bitki örtüsünün mera ve bitkisel üretim faaliyetleri gibi amaçlarla tahrip edilmesi, toprağı atmosferik etmenlere karşı savunmasız bırakarak "hızlandırılmış erozyon" olarak adlandırılan ve doğal süreçten bin kat daha şiddetli olabilen bir olguyu tetikler. İnsan kaynaklı bu hızlandırılmış süreç, toprak verimliliğinin hızlı bir şekilde azalmasına ve ciddi doğal ortam bozulmalarına yol açmaktadır. Araştırma sahasında da önemli bir sorun teşkil eden erozyon, bu bağlamda incelenmeye değerdir. Nitekim bu değer, sahada gerçekleştirilen bitkisel üretim faaliyetlerinin geleceği ve verimliliği açısından erozyonun yarattığı ve yaratması muhtemel tehditlerden kaynaklanmaktadır.

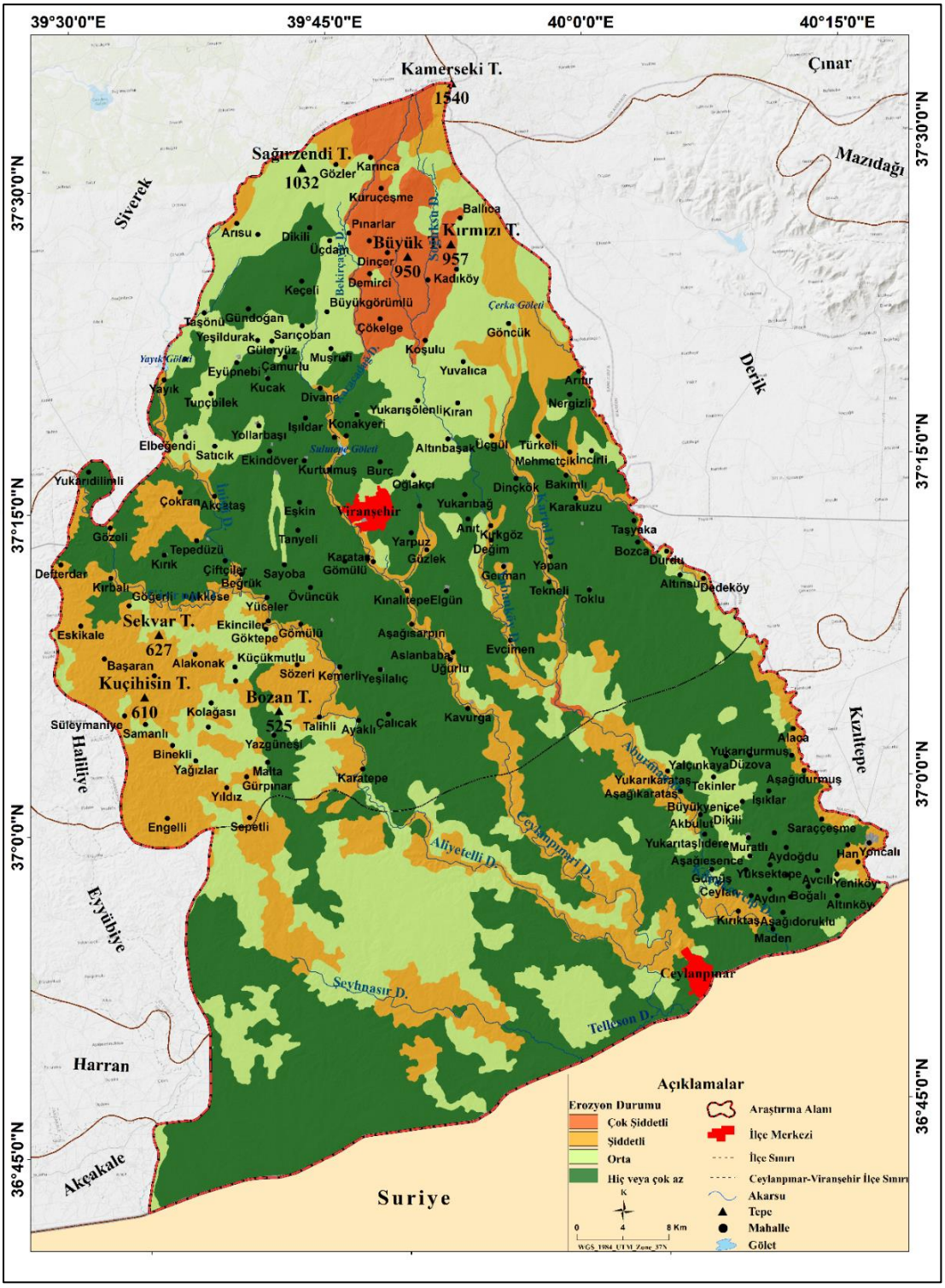
Zira erozyon, bitkisel üretim faaliyetlerin can damarı olan verimli üst toprağı olumsuz yönde etkileyerek rekolteyi ve dolayısıyla çiftçinin elde edeceği gelirleri riske atmaktadır (Akalan, 1974; Jung, 1976; Aydeniz, 1985; Görcelioğlu, 1988).

Karacadağ güney kesiminde su ve rüzgâr erozyonu, yörenin ekolojik dengesini tehdit eden başlıca sorunlar arasında yer almakta olup, bu süreçler üzerinde hem iklim özellikleri hem de antropojenik müdahaleler önemli rol oynamaktadır. Özellikle ilkbahar mevsiminde gözlemlenen kısa süreli, yerel ve konveksiyonel karakterdeki sağanak yağışlar damla, yüzey ve balçık erozyonu gibi çeşitli su erozyonu türlerinin aktifleşmesinde önemli bir etkendir (Bozyiğit ve Güngör, 2011).

İlkbahar mevsimi başlarında görülen güçlü sağanaklardan düşen iri yağmur damlaları, damla erozyonunun şiddetini artırmakta ve yüzey toprağının parçalanarak taşınmasına neden olmaktadır. Bu doğal süreçlerin yanı sıra, antropojenik etkiler de sahada erozyon üzerinde önemli rol oynamaktadır (Akalan, 1974; Jung, 1976; Atalay, 2016). Özellikle Karacadağ'daki ormanlık alanların geçmiş yıllarda yoğun şekilde tahrip edilmesi ve dere yamaçlarında yer alan kurakçıl ağaççıkların yok edilmesi, toprağın aşınıma karşı direncini önemli ölçüde zayıflatmıştır. Toprak Su Genel Müdürlüğü verileriyle hazırlanılan erozyon duyarlık haritasında, araştırma sahasının kuzeyindeki dağlık kesimde yer alan Kamerseki Tepesi, Sağırzendi Tepesi ve Kırmızı Tepe çevrelerinde "çok şiddetli" erozyon olarak kendini gösterirken, batı kesimdeki Kuçihisin, Sekvar ve Bozan gibi daha alçak tepelik alanlarda ise "şiddetli" düzeyde erozyon tespit edilmiştir. Ceylanpınar Ovası'nda su erozyonu kadar önemli bir diğer tehdit ise rüzgâr erozyonudur. Bununla birlikte, ovanın genel erozyon durumu incelendiğinde, bazı bölgelerde "şiddetli" ve "orta" düzeyde erozyon gözlemlenmesine karşın, geniş alanların "hiç veya çok az" erozyon riski taşıdığı görülmektedir. Bu durum, araştırma sahasındaki erozyon sorununun daha çok lokal olduğunu göstermektedir **(Harita 37)**.

Yörenin genel iklim yapısı erozyon süreçlerini tetikleyici bir zemin hazırlamaktadır. Nitekim yıllık yağış miktarının azlığı, ilkbahar sonundan sonbahar başına kadar uzanan kurak dönemde sıcaklıkların aşırı yüksek seyretmesi ve buna bağlı olarak nem miktarının düşüklüğü gibi olumsuz iklim koşulları erozyona karşı duyarlılığı artırmaktadır. Bu iklim baskısına ek olarak, araştırma sahasının ağaç formasyonları bakımından oldukça fakir olması, yüzeyde genellikle geven ve diğer bozkır türlerinin

zayıf bir şekilde yer alması, toprağı erozyona karşı daha da savunmasız bırakmaktadır. Bu doğrultuda, başta yakacak ihtiyacı için meşe gibi ağaç türlerinin ve hayvan otlatma amacıyla bozkır bitkilerinin ortadan kaldırılması, sözü edilen olumsuz iklim faktörleriyle birleşerek yörede erozyonun şiddetlenmesinde büyük rol oynamaktadır.



Harita 37: Karacadağ güney kesiminin erozyon duyarlılık haritası

3.4.2. Toprak Sığlığı (Derinlik Sorunu)

Araştırma sahasındaki toprak derinliği, jeolojik ve iklim faktörlerinin karşılıklı etkileşimi sonucunda değişkenlik göstermektedir. Sahada toprak derinliğini kısıtlayan en önemli unsur, Karacadağ'dan çıkan bazaltik lavların henüz yeterli düzeyde ayrışarak derin bir toprak profili geliştirememiş olmasıdır (Canbolat, 2005). Araştırma sahasındaki topraklaşma sürecini yavaşlatan bir diğer önemli faktör ise yarı kurak iklim koşullarıdır. Nitekim yüksek yaz sıcaklıklarının hâkim olduğu uzun ve kurak dönemler ile düşük yağış miktarları hem fiziksel çözülmeyi hem de toprak oluşumunda önemli rol üstlenen biyolojik faaliyetleri önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Atalay, 2011; Atalay, 2016). Bu kısıtlayıcı koşulların etkisi, araştırma alanının güneyinden kuzeyine doğru ilerledikçe kademeli olarak artmaktadır. Öyle ki, güneyde Ceylanpınar Ovası'nda daha derin toprak katmanlarına rastlanırken, kuzeye, Karacadağ volkanitlerinin hâkim olduğu alanlara ve özellikle araştırma sahası sınırları içindeki zirvesi olan Kamerseki Tepesi'ne doğru ilerlendiğinde toprak belirgin bir şekilde sığlaşmaktadır. Hatta, arazi çalışmaları sırasında, Kamerseki Tepesi ve yakın çevresinde bazaltik ana kayanın yüzeye çıktığı ve toprağın yer yer tamamen ortadan kalktığı kesitler gözlemlenmiştir.

3.4.3. Taşlı ve Kayalık Alanlar

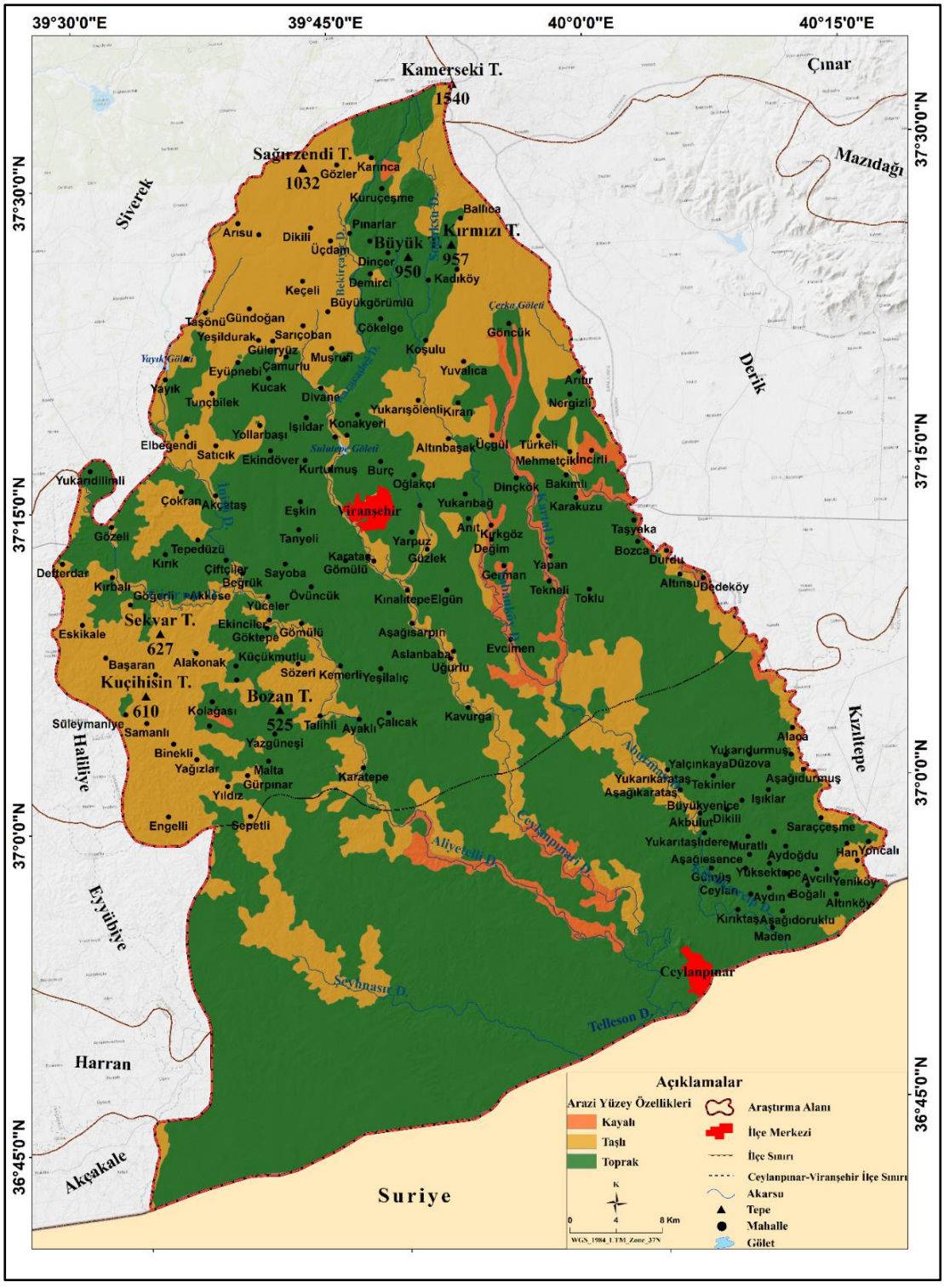
Toprakta bitki gelişimini ve toprak işlemeyi olumsuz yönde etkileyebilen yüzey veya yüzeye yakın profil özellikleri arasında taşlılık ve kayalık önemli bir yer tutar. *Taşlılık*, toprağın yüzeyinde veya ilk 40 cm'lik profil derinliği içerisinde, bitki gelişimini engelleyecek ve toprak işlemeye mâni olacak derecede taşların varlığı olarak tanımlanır. Bu tür bir sorunun gözlenmediği topraklarda taşlılıktan söz edilmez. *Kayalık* ise, yine toprağın yüzeyinde veya 40 cm'ye kadar olan derinliğinde mevcut olan, bitki gelişimini azaltacak ve toprak işlemeyi zorlaştıracak düzeydeki yerli, sabit ya da yarı sabit kayaçların veya kaya oluşumlarının bulunması durumunu ifade eder (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2008).

Araştırma sahasının arazi yüzey özellikleri haritası incelendiğinde, yörenin jeomorfolojik ve hâkim pedolojik süreçlerin etkisiyle şekillenmiş üç ana yüzey tipinin "toprak, taşlık ve kayalık alanlar" belirgin bir dağılım örüntüsü sergilediği ve saha genelinde farklı oranlarda temsil edildiği anlaşılmaktadır. Bu yüzey tiplerinden ilki ve

en yaygını olan toprak örtüsü, sahanın %67,38'ini kaplayarak, özellikle güney kesimde konumlanan Ceylanpınar Ovası'nın geniş düzlüklerinde hâkim bir karakter sergilemektedir. Bu alanlar, genellikle daha derin ve gelişmiş toprak profilleriyle, su tutma kapasiteleri ve besin elementi içerikleri bakımından sahanın bitkisel üretim potansiyeli en yüksek bölgelerini işaret etmekte olup, insan faaliyetlerinin ve yerleşimlerin de bu kesimlerde yoğunlaşmasına zemin hazırlamıştır (Benek, 2006; Durmuş ve Yiğit, 2014) **(Harita 38)**.

Sahanın yaklaşık %29,77'sini oluşturan taşlık araziler ise, toprak örtüsünden sonra ikinci en yaygın yüzey tipini teşkil eder. Taşlı yüzeyler, **harita 38** üzerinde de net bir şekilde görüldüğü üzere, özellikle sahanın kuzeyindeki tepelik kütleler (Kamerseki Tepesi, Sağırzendi Tepesi ve çevreleri gibi) ile batı kesimlerindeki (Sekvar Tepesi, Kuçihisin Tepesi, Bozan Tepesi civarı) yükseltilerin çevresinde yoğunlaşmıştır. Bu taşlık alanlar, doğal halleriyle mekanik işleme zorlukları ve düşük verimlilik potansiyelleri nedeniyle tarımsal kullanımı önemli ölçüde kısıtlamakta ve genellikle ekstansif hayvancılık veya doğal bitki örtüsünün korunması gereken sahalar olarak nitelendirilmektedir. Ancak, son dönemlerde araştırma sahası içerisinde, özellikle Viranşehir Platosu'nda taşlık alanların insan müdahalesiyle temizlenerek bitkisel üretim faaliyetlerine açıldığına yönelik gözlemler de bulunmaktadır **(Fotoğraf 26)**. Daha sınırlı bir yayılışa sahip olan kayalık araziler ise sahanın %2,85'lik bir kısmını temsil etmektedir. Bu birimler, özellikle akarsuların araziyi derince yardığı vadi yamaçları boyunca, yani aşınımın daha fazla olduğu ve ana kayanın yüzeye çıktığı dik eğimli kesimlerde kendini göstermektedir.

Fotoğraf 26: Yöredeki zirai potansiyeli artırmak amacıyla Viranşehir Platosu'nda, yoğun bazaltik taşların ayıklanmasıyla ekime hazır hale getirilmiş bir alan.



Harita 38: Karacadağ güney kesiminin arazi yüzey haritası

3.4.4. Aşırı Sulama

Araştırma sahasının en önemli bitkisel üretim alanı olan Ceylanpınar Ovası'nda, geçmiş yıllarda yetersiz yağışlardan kaynaklanan sulama suyu sorunu, günümüzde tarım uygulamalarının değişimiyle birlikte farklı bir boyut kazanmıştır (Pektezel, 1999; Atalay, 2010). Bu durum, bitkisel üretim faaliyetlerinde aşırı sulama uygulamalarının gerçekleşmesi halinde gelecekte toprak sorunları yaşanması riskini beraberinde getirmiştir. Yörenin coğrafi konumu itibarıyla, kuzeyde Güneydoğu Toros Dağları'nın nemli hava kütlelerinin iç kesimlere sokulmasını engellemesi ve güneyden Suriye Çölü'nün kuraklaştırıcı etkilerine daha açık olması, doğal olarak düşük bir yağış rejimine ve dolayısıyla sulamaya duyulan bir ihtiyaca zemin hazırlamıştır (Gürgen, 2002; Atalay, 2011; Bahçeci, 2019). Su açığını kapatmak ve zirai verimliliği artırmak amacıyla, özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çerçevesinde devreye alınan artezyen kuyuları ve sulama kanalları, araştırma sahasında sulu tarım uygulamalarının hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır (Benek, 2005a; Benek, 2012; Kendal ve Sayar, 2013; GAP BKİB, 2023). Ancak, sulama imkanlarındaki bu olumlu gelişme ve yörede damlama ile yağmurlama gibi su tasarrufu sağlayan modern sulama yöntemlerinin yaygın olmasına rağmen, plansız ve bilinçsiz su kullanımı tam olarak ortadan kalkmamıştır (Kendal ve Sayar, 2013; T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2002). Nitekim arazi çalışmaları esnasında, bazı tarlalarda modern sistemlerin varlığına karşın hatalı uygulamalar veya aşırı su verme sonucu toprağın adeta göletlere dönüştüğü, yani lokal su baskınlarının yaşandığı durumlarla karşılaşılmıştır **(Fotoğraf 27)**.

Fotoğraf 27: Araştırma sahasında aşırı sulama uygulamaları sonucunda göletleşmiş bir pamuk tarlası. Bu durum, su yönetimi sorunlarının tarım alanlarındaki olumsuz etkisine örnektir

Aşırı sulama uygulamaları, bitkisel üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği topraklarda çeşitli olumsuz etkiler barındırmaktadır. Bu etkilerin başında, aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımının toprak taban suyu seviyesinde yükselmeye neden olmasıdır. Bunun sonucunda toprak verimliliğinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca, bazı sulama yapılan topraklarda tuz seviyesinin aşırı derecede artması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozarak tuzlulaşma sürecini tetiklemekte ve bu durum tarım topraklarının zamanla bitkisel üretim faaliyetleri için elverişsiz hale gelmesine neden olmaktadır. Nihayetinde, taban suyu seviyesinin yükselmesi ve tuzluluk artışı gibi faktörlere bağlı olarak zirai alanların genel niteliğinde meydana gelen bozulmalar, sulu tarım uygulamalarının uzun vadeli sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemekte ve aynı zamanda önemli ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir (T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2002; Ergene, 1997; Demir ve Kılıç, 2012). Dolayısıyla, Ceylanpınar Ovası'nda sulama suyunun temini konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiş ve su kıtlığı sorunu büyük ölçüde aşılmış olsa da faydalanılan sulama yöntemi ne olursa olsun, suyun sürdürülebilir ve zirai ürünün ihtiyacına uygun bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Aşırı sulamanın yol açabileceği ciddi toprak bozunumu risklerine karşı önlemler alınması, yörede gerçekleştirilen bitkisel üretim faaliyetlerinin uzun vadeli sağlığı ve verimliliği açısından son derece gereklidir.

3.4.5. Toprak Yorgunluğu

Toprak yorgunluğu, bitkisel üretimde yararlanılan toprağın üst katmanlarının sürekli ve genellikle tek yönlü işletilmesi sonucu, zaman içerisinde bitki besin elementleri açısından fakirleşmesi, biyolojik dengesinin bozulması ve verimlilik kapasitesinde düşüş yaşanması olarak tanımlanan önemli bir sorundur. Bu durum, özellikle aynı bitki türünün veya benzer besin maddesi gereksinimleri olan bitkilerin aynı tarla üzerine art arda ekildiği monokültür tarım uygulamalarında daha sık ve şiddetli bir şekilde gözlemlenmektedir (Yeşilsoy, 1995; Okursoy, 2000).

Ceylanpınar Ovası ve Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde, bitkisel üretim alanlarında sulu tarım uygulamalarının yaygınlaşması, toprakların önceki dönemlere göre daha yoğun ve sürekli işlenmesine neden olmuştur. Bu yoğun bitkisel üretim faaliyetleri kapsamında, özellikle pamuk ve mısır gibi zirai ürünlerin sıklıkla monokültür veya dar bir ürün rotasyonuyla yetiştirilmesi topraklarda yorgunluk riskini artırmaktadır. Toprak yorgunluğu sorunu, araştırma sahasında gerçekleştirilen zirai uygulamalarının uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından dikkate alınmalıdır. Toprak yorgunluğu sorununu ortadan kaldırmak için münavebeli ekim yaygınlaştırılmalı, doğal gübre kullanımı artırılmalı ve toprak yoğun bir şekilde işlenmemelidir.

3.4.6. Anız Yakma

Anız, başta buğday ve arpa gibi tahıllar olmak üzere, tarımsal ürünlerin hasat edilmesinin ardından tarla yüzeyinde kalan sap, kök ve diğer bitki artıklarına verilen isimdir. Çiftçiler tarafından bu artıkların genellikle ekonomik bir getirisinin olmadığı düşüncesi ve bir sonraki ekim için toprak işlemede kolaylık sağladığı algısıyla yakılması, "anız yakma" olarak adlandırılan ve modern tarım uygulamalarıyla taban tabana zıt düşen yaygın bir pratik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu işlemin en temel ve doğrudan zararı, bitkisel üretim faaliyetleri için hayati öneme sahip olan toprağın üst katmanındaki organik maddenin yanarak ortadan kalkmasıdır. Verimli bir toprağın can damarı olan organik madde, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmesinin yanı sıra, toprak canlıları için de temel bir besin ve enerji kaynağıdır. Nitekim, toprak verimliliğinin sürdürülmesinde kilit rol oynayan mikroorganizmalar ve diğer canlıların büyük bir çoğunluğu toprağın genellikle ilk 0-3 cm'lik yüzeyel katmanında

yaşamaktadır ve anız yakılmasıyla bu canlı popülasyonları önemli ölçüde azalmakta, toprağın biyolojik aktivitesi ciddi şekilde sekteye uğramaktadır (Scheffer ve Schachtschabel, 1998; Temel, 2012).

Anızın toprağın organik madde ihtiyacının karşılanmasındaki önemli rolü göz önüne alındığında, anız yakılması işlemi sonucunda toprağın bu değerli bileşenden mahrum kalmasıdır. Bu durum tekrarlandıkça yıldan yıla toprak kalitesinin ve verimliliği düşer. Anız yakma işlemine maruz kalmış bir toprağın istenilen verimlilik düzeyine ulaşabilmesi için, kaybedilen organik maddenin çeşitli yollarla toprağa geri kazandırılması gerekmektedir. Bu da ek maliyetler ve girdilerin artması anlamına gelerek çiftçiler üzerinde ekonomik bir baskı oluşturmaktadır (Temel, 2012). Maalesef, araştırma sahasında yapılan gözlemler, özellikle hasat dönemlerini takiben anız yakma uygulamasının endişe verici düzeyde yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, araştırma sahasındaki toprakların organik madde rezervlerinin hızla tükenmesine yol açmaktadır. Ayrıca toprakların su ve rüzgâr erozyonuna dayanıksız hale gelmesi, canlı çeşitliliğinin azalması ve uzun vadede bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından da ciddi bir tehlike teşkil etmektedir **(Fotoğraf 28)**.

Fotoğraf 28: Araştırma sahasında sıkça karşılaşılan bir problem olan anız yakımının bir örneği. Bu uygulama uzun vadede verimlilik kaybına ve doğal ortam dengenin bozulmasına yol açmaktadır

3.4.7. Bitki Örtüsünün Tahribi

Doğal bitki örtüsü, toprağın erozyona ve diğer toprak bozunum süreçlerine karşı korunmasında merkezi bir role sahiptir. Bitki örtüsü toprak koruma yaklaşımları açısından genel olarak "otsu" ve "odunsu" olmak üzere iki temel grupta incelenmektedir. Her iki grup da toprağı korumada farklı ancak birbirini tamamlayan mekanizmalarla işlev görür. Odunsu bitkiler içerisinde, ağaçların oluşturduğu orman ekosistemleri, hem gelişmiş katmanlarıyla yağmur damlalarının toprağa doğrudan çarpma etkisini azaltarak hem de yaygın ve derinlere ulaşan kök sistemleriyle toprağı fiziksel olarak bağlayarak erozyon riskinin en düşük seviyede tutulduğu alanlardır. Orman bütünlüğünün bozulup ağaçların seyrekleştiği durumlarda dahi, yerini alan çalı veya otsu formasyonlar koruyucu işlevlerini belirli bir ölçüde devam ettirirler. Çalılar, genellikle uzun ömürlü, güçlü kök ve gövde yapıları sayesinde toprağın özellikle üst katmanlarını erozyona karşı stabilize etmede ve yüzey akışını yavaşlatmada önemli bir rol oynar. Buna karşın, otsu bitkiler, toprağı bir örtü gibi çok yakından, gövde ve yapraklarıyla, çoğu zaman doğrudan temas ederek kaplarlar. Bu yakın temas, özellikle erozyonun başlangıç evresinde yağmur damlalarının toprak yüzeyini parçalamasına ve ilk aşınmanın başlamasına karşı bir güvence teşkil eder. İdeal bir koruma için, ağaç, çalı ve otsu bitki katmanlarının bir arada bulunduğu çok katmanlı bir vejetasyon yapısı, toprağın erozyona karşı en kapsamlı ve etkin şekilde korunmasını sağlar (Uluocak, 1980; Çepel, 2000; Ma vd., 2023).

Araştırma sahasında doğal bitki örtüsünün bu hayati koruyucu fonksiyonu, çeşitli insan kaynaklı baskılar ve müdahaleler neticesinde ciddi anlamda zayıflamış durumdadır. Özellikle Karacadağ ve çevresinde, geçmişten günümüze kadar süregelen ve başta meşe olmak üzere doğal orman ve çalı topluluklarının tarla açma, yakacak odun temini ve kontrolsüz otlatma gibi nedenlerle yaygın bir şekilde tahrip edilmesi, geniş alanlarda toprak yüzeyinin korumasız kalarak çıplaklaşmasına yol açmıştır. Benzer bir tablo, sahada önemli yer tutan mera alanlarında da gözlenmektedir. Erken ve aşırı hayvan otlatması, vejetasyonun kendini yenileme kapasitesini düşürerek bu alanların zayıflamasına neden olmaktadır (Ertekin, 2002; Benek, 2009a; Benek, 2009b). Araştırma sahasının bitki örtüsü özelliklerinde değinilen badem-meşe ağaçlandırma sahalarının dahi, yakacak ihtiyacı ve otlatma baskısı nedeniyle zarar görmesi, bu olumsuz durumu daha da pekiştirmektedir. Bitki örtüsündeki bu yaygın ve şiddetli

tahribat, yağış sularının toprağa sızma (infiltrasyon) oranını önemli ölçüde azaltmakta, buna karşılık yüzey akış miktarını ve hızını artırmaktadır. Bu durum yağmur damlalarının doğrudan toprak yüzeyine çarparak başlattığı damla erozyonunun ve ardından gelişen yüzey erozyonunun etkisini katlayarak şiddetlendirmektedir (Akalan, 1974; Çepel, 2000; Çetin vd., 2015). Sahada oldukça yaygın yetiştirilen küçükbaş hayvanların, zaten zayıflamış olan bitki örtüsü üzerindeki otlatma baskısını sürekli kılması da meraların ve dolayısıyla toprakların erozyona karşı direncini azaltan önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

4. KARACADAĞ GÜNEY KESİMİNDE BİTKİSEL ÜRETİM FAALİYETLERİ

Bitkisel üretim, geniş bir yelpazede tarla tarımı, bağ-bahçe ziraati ve seracılık gibi çeşitli faaliyetleri kapsayan temel bir tarımsal uğraştır. Bu üretim süreçlerinin başarısı; toprak verimliliği, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, hâkim doğal ortam koşulları ve özellikle iklim faktörleri gibi doğal kaynakların yanı sıra modern tarımsal girdilerin, güncel tarım teknolojisinin ve çiftçi deneyimlerinin entegre bir biçimde kullanılmasına bağlıdır. Bu unsurların bir arada ve uyum içinde yönetilmesi, nihai ürünlerin hem miktar (verim) hem de nitelik (kalite) artışını beraberinde getirir. Bu durum hiç şüphesiz zirai sürdürülebilirliğin ve gıda güvencesinin temelini oluşturur (Vural, 2016; Gaffney vd., 2019).

Araştırma sahası olan Karacadağ'ın Güney Kesimi, bitkisel üretim faaliyetleri açısından önemli bir potansiyel sergilemektedir. Bu kesimde yer alan Ceylanpınar Ovası, bitkisel üretimin en yoğun yapıldığı alan olarak öne çıkmaktadır (Pektezel, 1999). Kuzeye doğru Viranşehir Platosu'nda bitkisel üretim faaliyetlerin genel yoğunlukta bir miktar azalma görülmekle birlikte, bitkisel üretim faaliyetleri yoğun bir şekilde devam etmektedir. Özellikle gelecekte bu kesimdeki arazilerin taşlardan temizlenerek bitkisel üretim faaliyetlerine elverişli hale getirilmesi, bitkisel üretim alanlarının genişlemesinde ve bu faaliyetin yaygınlaşmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Araştırma sahasında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 69 farklı bitkisel ürün çeşidinin yetiştirildiği tespit edilmiştir. Bu sayı, TÜİK'in ürünleri detaylı alt kategorilerde ve kullanım amacına göre sınıflandırmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, buğday genel ve durum buğdayı olarak listelenirken, mısır dane, hasıl ve silajlık olarak farklı kullanım amaçlarına göre ya da fiğ bitkisinin kendisi ile tohumu gibi farklı halleri ayrı ürün grupları olarak kaydedilmektedir. Ayrıca mevcut istatistiki kayıtlardan başka yöresel ekonomik değeri haiz olabilecek ancak resmi kayıtlara geçmemiş bazı yerel ürünler de bulunmaktadır. Bu durum, araştırma sahasının dikkate değer bir bitkisel ürün çeşitliliğine ve zengin bir zirai mirasa sahip olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, mevcut bölümde öncelikle araştırma sahasının araziden yararlanma durumu ile arazinin nitelik ve verimlilik sınıflaması incelenmiştir. Ardından, Karacadağ'ın güney kesimindeki Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024

yılları arasında yetiştirilen başlıca bitkisel ürünlerin üretim miktarları detaylı olarak analiz edilerek yıllara göre değişim ve eğilimleri ortaya konulmuştur. Ayrıca bitkisel ürünler iklim uygunlukları ve toprak istekleri gibi ekolojik faktörler açısından değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen bu kapsamlı inceleme doğrultusunda, yörenin mevcut ekolojik koşulları ve bitkisel ürün deseni dikkate alınarak, yetiştirilme potansiyeli olan alternatif ürünler önerilerek zirai ürün çeşitliliğinin artırılmasına yönelik çıkarımlar yapılması hedeflenmektedir.

4.1. Araziden Yararlanmanın Mevcut Durumu

İnsanoğlunun araziden yararlanması ve ondan fayda sağlama çabası, insanlık tarihi kadar köklü bir geçmişe sahiptir. Bununla birlikte, araziden yararlanmanın coğrafyanın yeni ve özgün bir bilim dalı olarak kurumsallaşması ve metodolojik bir yaklaşımla dünya genelinde yaygınlaşması, yaklaşık yüz yıllık bir zaman dilimine tekabül eder. Günümüzde, yeryüzündeki her ülkede araziden yararlanma üzerine kapsamlı bilimsel çalışmalar yürütülmekte, detaylı araziden yararlanma haritaları üretilmekte ve bu bilim dalının ortaya koyduğu verilere, ilkelere ve yöntemlere dayanılarak arazi yararlanma uygulamaları yönlendirilmektedir. İnsanın araziyle olan bu kadim etkileşimi göz önüne alındığında, çağdaş araziden yararlanma çalışmalarının temel hedefi; geçmişte insan faaliyetleriyle bozulmuş olan ekolojik dengeyi yeniden tesis etmek, onarmak ve araziden eskisinden çok daha bilinçli, verimli ve sürdürülebilir yöntemlerle faydalanmaktır. Bu doğrultuda, araziden yararlanmanın özünü oluşturan ana prensip, doğadan ve onun sunduğu kaynaklardan en iyi şekilde ve akıllıca yararlanmayı, fakat daha da önemlisi, telafisi mümkün olmayan tahribatlardan kesinlikle kaçınmayı merkeze alan bir uygulama anlayışının benimsenmesi ve yaygınlaştırılmasıdır (Tunçdilek, 1985; Liu vd., 2024).

Bu genel çerçeveden hareketle, çalışma alanı olarak belirlenen Karacadağ güney kesiminin araziden yararlanma durumunun tespitinde, Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından koordine edilen CORINE (Coordination of Information on the Environment) 2018 yılı arazi örtüsü/araziden yararlanma verileri öncelikli olarak tercih edilmiştir. CORINE, uydu görüntülerinin bilgisayar destekli görsel yorumlanması yöntemiyle analiz edilerek arazi örtüsü ve araziden yararlanma biçimlerinin standart bir sınıflandırma dahilinde haritalandığı, Avrupa genelinde yaygın olarak kullanılan bir veri

sistemidir (Url 3; Özür ve Ataol, 2018; Aune-Lundberg ve Strand, 2021; Işınkaralar, 2023). Bu doğrultuda, araştırma sahasındaki mevcut araziden yararlanma kategorilerinin alansal büyüklükleri ve oransal dağılımları, bahsi geçen CORINE 2018 verileri esas alınarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. Analizi zenginleştirmek ve farklı bir veri kaynağı ile karşılaştırma olanağı sağlamak amacıyla, ESRI'nin (Environmental Systems Research Institute) sunduğu güncel araziden yararlanma durumu haritası da ek bir kaynak olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bununla birlikte, CORINE verilerinin yaklaşık altı yıllık periyotlarla güncelleniyor olması, özellikle güncel durum analizlerinde dikkate alınması gereken bir zamanlama dezavantajı olarak öne çıkmaktadır.

Karacadağ güney kesiminin CORINE 2018 verilerine göre mevcut araziden yararlanma durumu incelendiğinde **(Tablo 69)**, toplam 3906,2 Km²'lik araştırma sahasının, büyük ölçüde insan faaliyetleri, özellikle de bitkisel üretim faaliyetleri tarafından şekillendirildiği açıkça görülmektedir. Sahanın baskın araziden yararlanma sınıfını, toplam alanın %60,99'unu (2382,2 Km²) kaplayan **''Sürekli Sulanan Alanlar''** oluşturmaktadır. Bu ezici oran, araştırma sahasındaki araziden yararlanmanın temel karakterini, büyük ölçüde Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) gibi bölgesel sulama projeleriyle desteklenen yoğun ve sulu tarım faaliyetleri olduğunu güçlü bir şekilde göstermektedir.

Yöredeki sulu tarım baskınlığına rağmen, doğal ve yarı doğal alanlar da araştırma sahasında önemli bir yer işgal etmektedir. **"Doğal Çayırlık (Otlak)"**, %15,91'lik (621,3 Km²) payı ile ikinci en büyük arazi kullanım sınıfını oluştururken, **''Seyrek Bitki Alanı''** %11,23'lük (438,7 Km²) oranıyla üçüncü sırada yer almaktadır. Bu iki kategori, birlikte toplam alanın dörtte birinden fazlasını (%27,14) kapsayarak sahanın doğal karakteristiğinde önemli rol oynamaktadır. Bu durumun temelinde, büyük ölçüde eğim ve sığ topraklar gibi bitkisel üretim faaliyetlerini kısıtlayan elverişsiz arazi koşullarının varlığı yatmaktadır. Seyrek Bitki Alanı'nın coğrafi dağılımı incelendiğinde; sahanın güney kesimlerinde genellikle akarsu vadi yamaçları ve yakın çevrelerinde yoğunlaştığı, kuzey kesimlerde ise bu durumun sığ toprak örtüsü, yoğun taşlık ve özellikle geçmişte meşe ormanlarının tahrip edilmesi gibi faktörlerden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. **"Mera"** (%3,55) ve **"Karışık Tarım Alanı"** (%3,27) ise, bu ana grupları takip ederek sahadaki araziden yararlanma çeşitliliğini yansıtan diğer önemli unsurlar olarak öne çıkmaktadır **(Tablo 71)**.

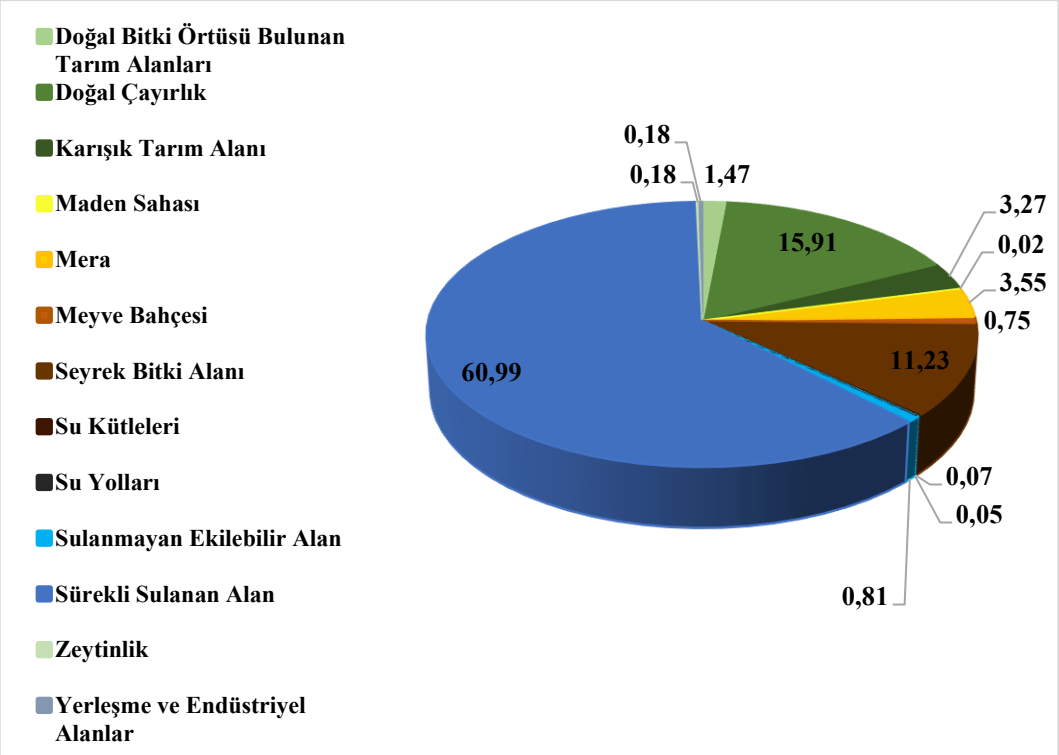
Diğer tarımsal yararlanma biçimleri olan **‘‘Doğal Bitki Örtüsü Bulunan Tarım Alanları’’** %1,47 (57,4 Km²), **‘‘Sulanmayan Ekilebilir Alan’’** %0,81 (31,8 Km²), **‘‘Meyve Bahçesi’’** %0,75 (29,3 Km²) ve **‘‘Zeytinlik’’** %0,18 (7,1 Km²) ise, toplamda oldukça sınırlı bir paya sahiptir. Bu durum, yöredeki bitkisel üretim faaliyetlerinin büyük ölçüde sulamaya dayalı yapıya yöneldiğini göstermektedir. Tarım dışı yararlanma sınıflarına bakıldığında, **“Yerleşme ve Endüstriyel Alanlar”** %1,69’luk (65,9 Km²) oranıyla nispeten küçük bir alanı kaplarken, **“Su Kütleleri”** %0,1 (2,9 Km²), **“Su Yolları”** %0,1 (2,1 Km²) ve **“Maden Sahası”** %0,02 (0,9 Km²) gibi kategorilerinin de alansal ve oransal olarak oldukça düşük düzeylerde kaldığı görülmektedir **(Tablo 69, Şekil 39) (Harita 39)**.

Sonuç olarak, CORINE 2018 verileri, Karacadağ güney kesiminin araziden yararlanma farklılıklarını ortaya koymaktadır. Bu yapı içerisinde; bir yanda Ceylanpınar Ovası’nda yoğunlaşan modern sulu zirai sistemleri baskın karakteri oluştururken, diğer yanda Viranşehir Platosu’nun kuzeyi ile daha kuzeydeki dağlık kütlelerde doğal çayırlık (otlak) ve seyrek bitki örtüsü gibi yarı doğal alanlar önemli oranlarda varlık göstermektedir. Araziden yararlanmadaki bu coğrafi farklılaşma, sahanın hem modern bitkisel üretim potansiyelini hem de süregelen araziden geleneksel yararlanma biçimlerinin bir arada yansıtmaktadır.

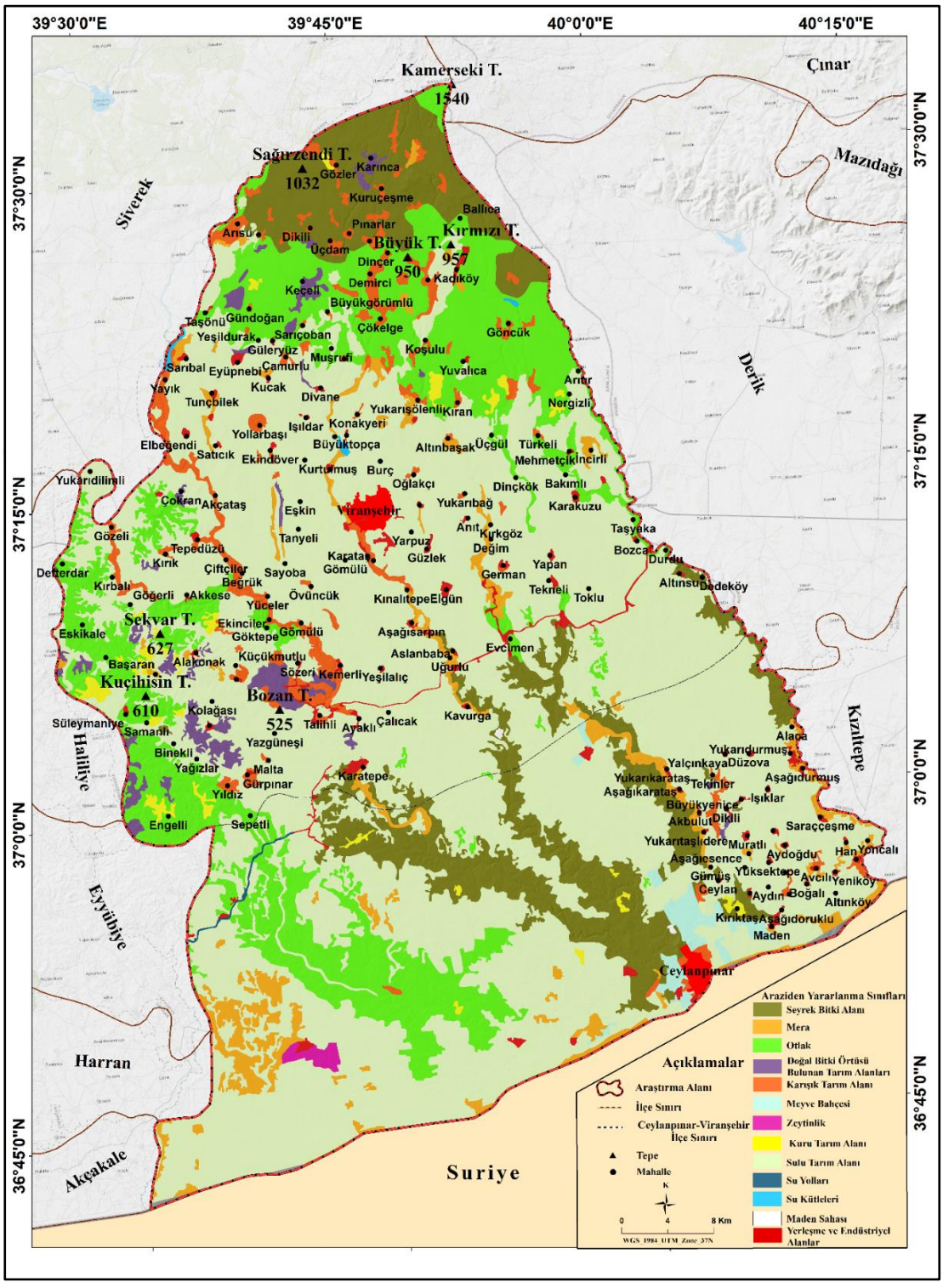
Tablo 69: Karacadağ güney kesiminde araziden yararlanma durumunun alansal ve oransal dağılımı

Araziden Yararlanma Sınıfları	Alansal Dağılım (Km²)	Oransal Dağılım
Doğal Bitki Örtüsü Bulunan Tarım Alanları	57,4	1,47
Doğal Çayırlık	621,3	15,91
Karışık Tarım Alanı	127,8	3,27
Maden Sahası	0,9	0,02
Mera	138,7	3,55
Meyve Bahçesi	29,3	0,75

Seyrek Bitki Alanı	438,7	11,23
Su Kütleleri	2,9	0,07
Su Yolları	2,1	0,05
Sulanmayan Ekilebilir Alan	31,8	0,81
Sürekli Sulanan Alan	2382,2	60,99
Zeytinlik	7,1	0,18
Yerleşme ve Endüstriyel Alanlar	65,9	0,18
Toplam	3906,2	100,0



Şekil 39: Karacadağ güney kesiminde araziden yararlanma durumunun oransal dağılımı (%)

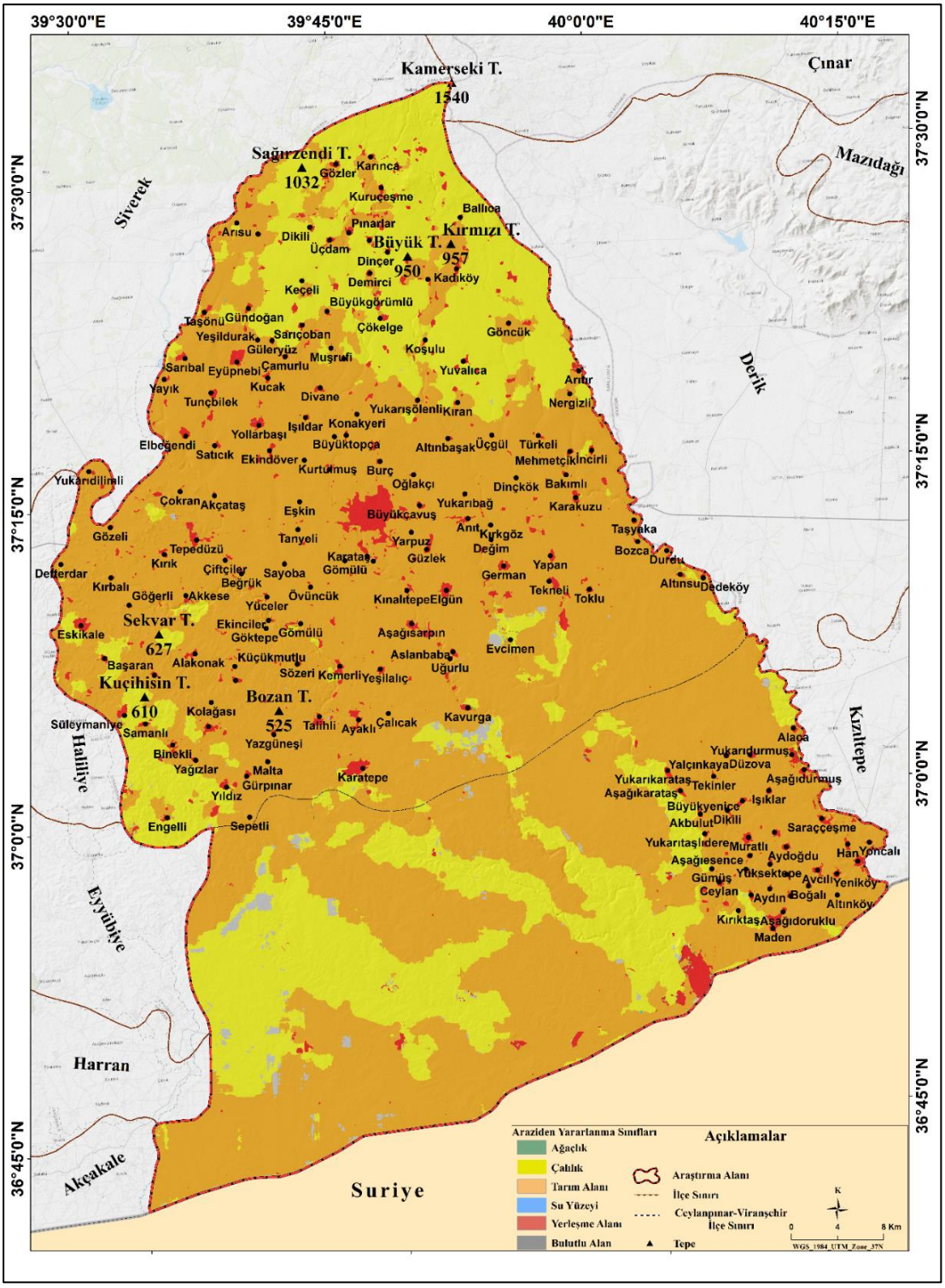


Harita 39: Karacadağ güney kesiminde CORİNE (2018)'e göre araziden yararlanma haritası

Araştırma sahasındaki araziden yararlanma durumunu farklı bir küresel veri seti perspektifiyle değerlendirmek ve CORINE verileriyle bir karşılaştırma zemini oluşturmak amacıyla, ESRI tarafından sağlanan güncel araziden yararlanma verileri de incelenmiştir. ESRI haritası araştırma sahasını altı ana araziden yararlanma sınıfı altında kategorize etmiştir. Genel olarak ESRI verileri, CORINE verilerine kıyasla daha az detaylı bir sınıflandırma sunmakla birlikte, sahanın temel karakteri olan tarımsal yararlanmanın baskınlığı ve doğal/yarı doğal alanların özellikle batı ve kuzey kesimlerdeki varlığı gibi ana eğilimleri benzer şekilde ortaya koymaktadır.

ESRI sınıflandırmasına göre, araştırma sahasının çok büyük bir bölümünün ‘‘**Tarım Alanı’’** olarak tanımlandığı net bir şekilde görülmektedir. Sahanın merkezi, doğu (Viranşehir Platosu) ve özellikle güney kesimlerinde (Ceylanpınar Ovası’nın güneydoğusu başta olmak üzere) geniş bir yayılım gösteren bu kategori, bölgedeki tarımsal faaliyetlerin baskın karakterini, CORINE verileriyle benzer şekilde teyit etmektedir. ESRI verilerinde tarım alanlarından sonra en geniş alana sahip ikinci kategori ise **‘‘Çalılık’’** sınıfıdır. Bu sınıfın yoğunlaştığı başlıca alanlar; sahanın güneybatı kesimleri, Viranşehir Platosu’nun kuzeyi ve özellikle kuzeydeki engebeli dağlık sahalar olarak öne çıkmaktadır. Bu sınıfın, genel olarak CORINE sınıflandırmasında yer alan ‘‘Doğal Çayırlık (Otlak)’’ ve ‘‘Seyrek Bitki Örtüsü’’ alanlarının önemli bir bölümüne karşılık gelmektedir.

ESRI araziden yararlanma sınıflandırmasında olan **‘‘Ağaçlık’’**, harita üzerinde oldukça sınırlı ve dağınık bir görünüm sergilemektedir. Öyle ki, harita ölçeğinde zorlukla seçilebilmektedir. Ancak daha yakından incelendiğinde, özellikle Karatepe köyü, Viranşehir ilçe merkezinin hemen güneyi ve Aslanbaba köyü çevresi gibi lokasyonlarda küçük parçalar halinde varlığı gözlemlenmektedir. **‘‘Yerleşim Alanı’’** kategorisi ise, Viranşehir ve Ceylanpınar gibi ilçe merkezleri başta olmak üzere, bunları çevreleyen ve daha küçük odaklar halinde görülen köy yerleşmelerini temsil etmektedir. **‘‘Su Yüzeyi’’** kategorisine gelince, harita üzerinde özellikle Ceylanpınar Ovası gibi sulu ziraatin yoğun olduğu kesimlerde varlığı görülebilmektedir. Alansal olarak büyük bir yer kaplamasa da bu alanların muhtemelen sulama kanalları ve küçük su birikintileri şeklinde sahada mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Lejantta yer alan **‘‘Bulutlu Alan’’** ise uydu görüntüsü alımı sırasında bulutla kaplı olması nedeniyle bilgi alınamayan sahaları temsil etmektedir **(Harita 40)**.



Harita 40: Karacadağ güney kesiminde ESRI'ye göre araziden yararlanma haritası

4.2. Arazinin Nitelik ve Verimlilik Sınıflandırması

Arazi sınıflandırması, arazinin sahip olduğu nitelik ve verimlilik kapasitesine göre gerçekleştirilen bir süreç olup, doğal ortam potansiyelinden en ideal şekilde yararlanmayı öngörmektedir. Araziden faydalanma stratejilerinin temel altyapısını teşkil eden bu sınıflandırma sistemi, çeşitlilik gösteren doğal ortam özelliklerine sahip arazilerin maksimum verimlilikle değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, araziler; tarım, otlak ve orman sahası gibi temel kategoriler altında, belirli ölçütler esas alınarak en uygun kullanım biçimlerine göre tasnif edilmektedir (Gülersoy, 2014a; Gülersoy, 2014b).

Ülkemizde 1970'li ve 1999'lı yıllarda uygulanan arazi yetenek sınıflandırması (AYS) metodolojisi, arazinin belirli fiziksel ve kimyasal ölçütler temel alınarak sekiz farklı yetenek sınıfına ayrılmasını öngörmektedir **(Tablo 70)**. Bu sınıflandırma sisteminde temel belirleyiciler, arazinin eğim derecesi ve toprağın nitelikleridir. AYS sisteminin genel prensipleri incelendiğinde; I., II. ve III. sınıf arazilerin, sahip oldukları üstün nitelikler dolayısıyla öncelikli olarak bitkisel üretime tahsis edilmesinin uygun olduğu görülmektedir. Buna karşın, V., VI. ve VII. sınıf araziler, genellikle bitkisel üretim faaliyetleri için daha az elverişli koşullar sunduğundan, ormancılık faaliyetleri veya mera olarak değerlendirilmeleri daha rasyonel bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Kantarcı, 1983; Atalay ve Gündüzoğlu, 2015).

IV. sınıf araziler ise özel bir değerlendirme gerektiren, geçiş niteliğinde bir kategori olarak öne çıkmaktadır. Bu arazilerin bitkisel üretim faaliyetlerine ayrılması bir olasılık dahilinde olsa da bu yönde bir karar alınmadan önce bölgenin iklim koşulları ve mevcut sosyoekonomik yapının detaylı bir analizinin yapılması gerekmektedir. Zira IV. sınıf arazilerde sıklıkla rastlanan yüksek eğim, toprak sığlığı, olumsuz toprak türleri ve şiddetli erozyon riski gibi faktörler, yörenin iklim şartları da göz önünde bulundurularak, arazilerin bitkisel üretim yerine orman veya mera olarak kullanılmasını zorunlu kılabilir. Bir diğer yaklaşım ise, bu arazilerin 10 ile 20 yıllık rotasyon periyotları ile bitkisel üretim, orman ve mera sektörleri arasında dönüşümlü olarak kullanılmasıdır. VIII. sınıf araziler ise, AYS en kısıtlı potansiyele sahip ucunu temsil eder ve genellikle bitkisel üretim faaliyetleri veya ormancılık açısından üretim değeri taşımayan çıplak kayalıklar ya da kumul alanlarını içermektedir. Bu arazilerde ürün alınabilecek bitkilerin yetiştirilmesi mümkün değildir. Bununla birlikte sel yatağı veya çığ alanı potansiyelleri

ya da hareketli kumulların çevreye yönelik tehditleri gibi nedenlerle, ıslah tedbirlerinin alınmasını gerektiren, dikkatle yönetilmesi gereken alanlardır (Kantarcı, 1983).

Tablo 70: Arazinin nitelik ve verimliliklerine göre sınıflandırılma ve yararlanma biçimleri

Sınıf	Bitkisel Üretim Faaliyetlerine Uygun Araziler
I	Araziden yararlanmada çok az sınırlandırıcı faktörün olduğu, ancak sürekli olarak bitkisel üretim yapmaya uygun arazidir.
II	Bitkisel üretimde bazı sınırlamanın olduğu ve bu nedenle bitki seçimi yapılan orta derecede toprak koruma tedbirlerinin alındığı arazidir.
III	Aşırı sınırlandırıcı etkilerden dolayı bitki seçiminin fazla olmadığı ya da belli bitkilerin yetişmesine uygun ve özel koruma tedbirleriyle tarım yapılan arazidir.
IV	Sınırlandırıcı faktörlerin fazla olmasından dolayı az sayıda tarım ürününün yetiştirilmesine uygun arazidir. Bu nedenle çok dikkatli amenajman kuralları uygulanmalıdır.
	Bitkisel Üretim Faaliyetlerine Uygun Olmayan Araziler
V	Çok az veya hiç erozyon tehlikesinin olmadığı, ancak geniş ölçüde otlak, orman ya da ağaçlık olarak yararlanılmayan ve bitkisel üretimin yapılmasını engelleyen sınırlandırıcı faktörlerin olduğu arazilerdir.
VI	Yoğun kısıtları nedeniyle kültüre elverişli olmayan; genellikle otlak, ormanlık veya yaban hayatı alanı olarak yararlanılan arazilerdir.
VII	Aşırı sınırlandırıcı etkilerden dolayı kültüre müsait olmayan arazidir. Toprak sığlığı, taşlılık, eğim, erozyon gibi şiddetli sınırlayıcılar mevcuttur.
VIII	Toprak ve arazi yapısının ticari amaçlı ürünlerin yetişmesini sınırlandıran faktörlerin olduğu, ancak rekreasyon, su üretim alanı olarak kullanılmaya uygun yaban hayatının barınıp beslendiği arazi olarak mütalaa edilir.

Veriler Atalay ve Gündüzoğlu'nun (2015) çalışmasından uyarlanmıştır.

Karacadağ güney kesimindeki arazi nitelik ve verimlilik sınıflarının dağılımı incelendiğinde, alanın en büyük bölümünü (%44,37), 1733,4 Km²'lik bir alanla I. sınıf arazilerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum, araştırma sahasının özellikle güney kesimlerinde yer alan Ceylanpınar Ovası ve Viranşehir Platosu'nun güney kısımlarını kapsayan kesimlerde, bitkisel üretim potansiyeli açısından oldukça değerli ve

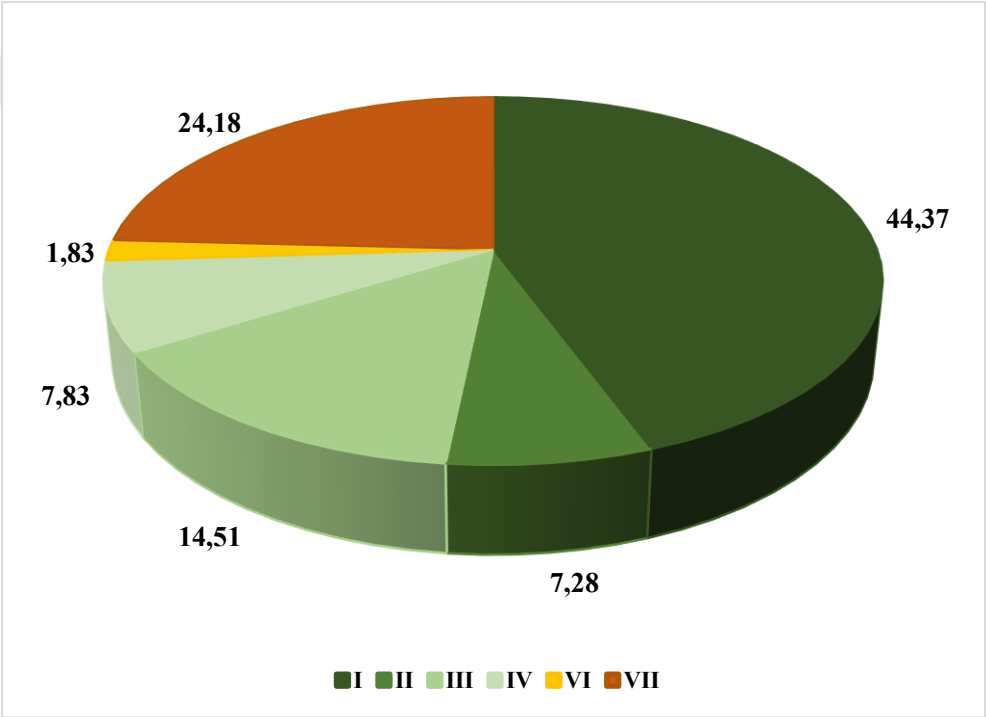
kısıtlayıcılığı çok az olan toprakların hakimiyetini göstermektedir. Bununla birlikte, alansal büyüklükte ikinci sırayı (%24,18), 944,4 Km²'lik alanıyla VII. sınıf araziler almaktadır. Bu arazilerin yüksek oranı, sahanın özellikle kuzeyindeki bazaltik dağlık kesimlerde, Viranşehir platosunun güneybatısındaki Kuçihisin ve Sekvar tepelerinde ve dere yamaçlarında, tarım dışı kullanımlara (özellikle mera) daha uygun, sığ, taşlı ve yüksek erozyon riski taşıyan alanların önemli bir yer tuttuğuna işaret etmektedir **(Tablo 71, Şekil 40) (Harita 41)**.

Bu iki baskın sınıfın ardından gelen III. sınıf araziler 566,9 km²'lik alanla (%14,51) üçüncü sırada yer almaktadır. Bu sınıf araziler, bazı sınırlayıcı faktörlere rağmen kontrollü kullanımla bitkisel üretime elverişli alanlardır. Diğer yandan, II. (%7,28), IV. (%7,83) ve VI. (%1,83) sınıf araziler daha düşük oranlarda temsil edilmektedir **(Tablo 71, Şekil 40)**. Özellikle II. ve IV. sınıf arazilerin sınırlı oranlarda bulunması, orta ve sınırlı-iyi kalitedeki tarım arazilerinin toplam alandaki payının, I. sınıf arazilere kıyasla daha az olduğunu göstermektedir. Arazi yetenek sınıflandırmasına göre özellikle VIII. sınıf arazilerin araştırma sahasında yer almaması ise, bu tür ekstrem koşullara sahip arazilerin araştırma sahasında bulunmadığını ortaya koymaktadır.

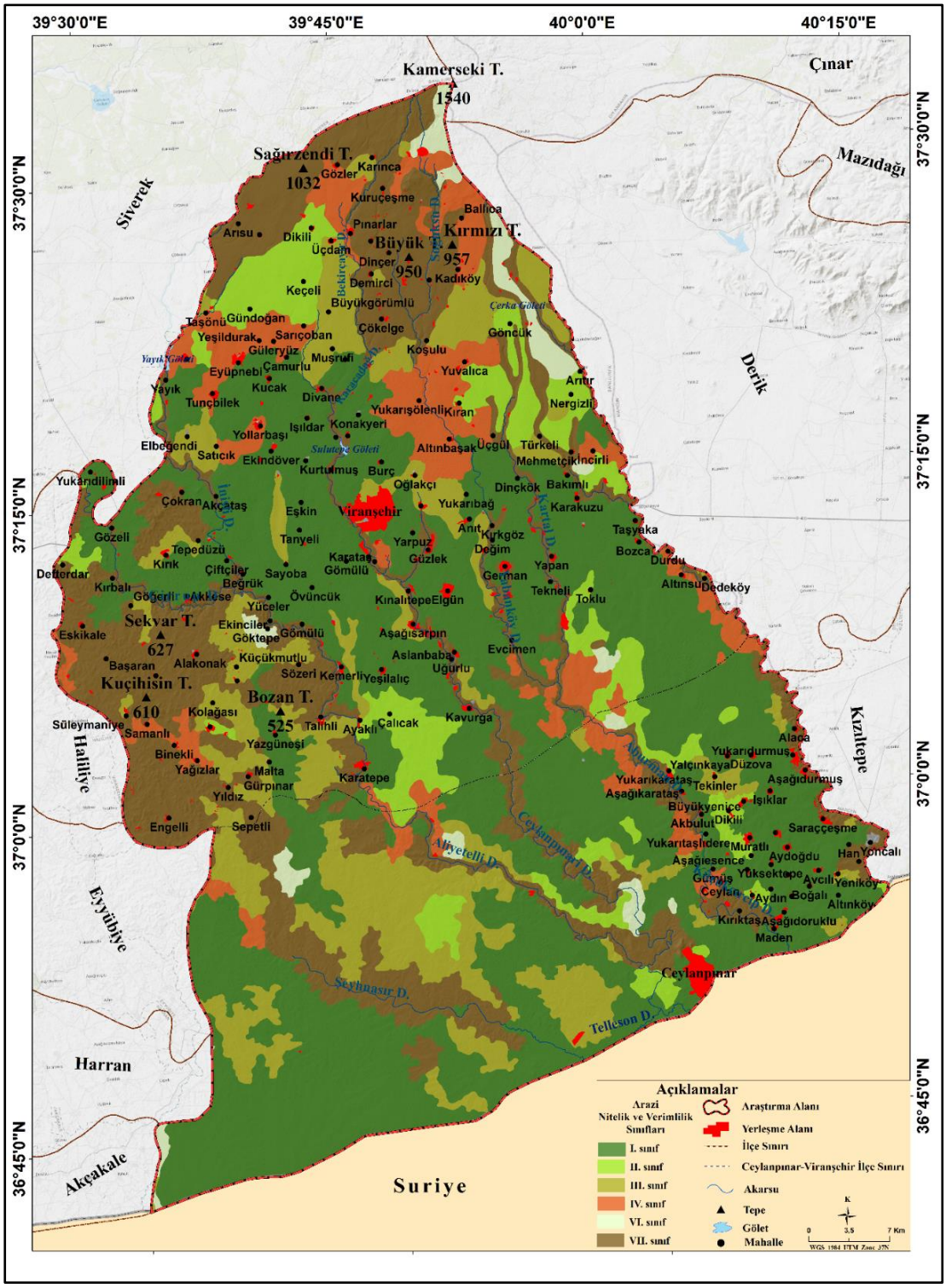
Sonuç olarak, arazi yetenek sınıfları temelinde yapılan değerlendirmede, araştırma sahasının yaklaşık dörtte üçlük (%73,99) kısmının (2890,5 Km²), bitkisel üretim faaliyetlerine genel olarak uygun kabul edilen I., II., III. ve IV. sınıf arazilerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Geri kalan yaklaşık dörtte birlik (%26,01) kısmının ise (1015,7 Km²), çoğunlukla mera gibi tarım dışı kullanımlara daha elverişli olan VI. ve VII. sınıf araziler olduğu belirlenmiştir. Arazilerin bu niteliksel ve oransal dağılımı, yöredeki araziden yararlanma planlaması ve sürdürülebilir bitkisel üretim stratejilerin geliştirilmesi için bir temel veri sunmaktadır.

Tablo 71: Karacadağ güney kesiminde arazinin nitelik ve verimlilik sınıflarının alansal ve oransal dağılımı

Arazi Nitelik ve Verimlilik Sınıfları	Alansal Dağılım (Km2)	Oransal Dağılım (%)
I	1733.4	44.37
II	284.2	7.28
III	566.9	14.51
IV	306.0	7.83
VI	71.3	1.83
VII	944.4	24.18
Toplam	3906.2	100



Şekil 40: Karacadağ güney kesiminde arazinin nitelik ve verimlilik sınıflarının oransal dağılımı (%)



Harita 41: Karacadağ güney kesimi arazi nitelik ve verimlilik sınıfları haritası

4.3. Bitkisel Üretim Faaliyetleri

Araştırma sahasında yürütülen bitkisel üretim faaliyetleri, yörenin iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak şekillenmekte ve zirai çeşitlilik açısından geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu bölümde araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen tahıllar, yağ bitkileri, baklagiller, yem bitkileri, lifli bitkiler, nişasta içeren türler, baharat bitkileri, sebzeler ve meyve yetiştiriciliği sırasıyla ele alınmıştır. Son olarak, sıcaklık, yağış, toprak sıcaklığı, donlu gün sayısı, güneşlenme süresi ve vejetasyon süresi gibi temel agroklimatik kriterler dikkate alınarak, yörede yetiştirilebilecek alternatif tarım ürünleri de incelenmiştir.

4.3.1. Tahıllar

Tahıllar (hububat), botanik olarak genellikle Poaceae (Gramineae) familyasına mensup, nişasta açısından zengin, yenilebilir kuru taneleri için kültürü yapılan bitki grubunu ve bu bitkilerden elde edilen tohum ürünlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Bu geniş grup içerisinde buğday *(Triticum spp.)*, pirinç *(Oryza sativa)*, mısır *(Zea mays)*, arpa *(Hordeum vulgare)*, çavdar *(Secale cereale)*, yulaf *(Avena sativa)*, kaplıca *(Triticum spelta)*, darı *(Panicum miliaceum, Setaria italica vb.)*, kuşyemi *(Phalaris canariensis)* ve mahlut (genellikle buğday ve çavdar karışımı) gibi ekonomik öneme sahip çeşitli bitki türleri yer almaktadır. Tarihsel süreçten günümüze değin tahıllar, dünya nüfusunun temel besin maddesi ihtiyacının karşılanmasında ve küresel gıda güvencesinin sağlanmasında merkezi bir rol üstlenmiştir (Doğanay ve Coşkun, 2015; Baykut, 2021).

Tahıllar hem doğrudan insan gıdası olarak hem de hayvan yemi üretiminde temel bir hammadde olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Buğday, çavdar, yulaf ve mısır gibi tahıl türleri hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi sanayisinde yaygın olarak değerlendirilirken; pirinç tüketiminin büyük bir çoğunluğu insan gıdasına yönelik olmakta, arpa ise birincil olarak hayvan yemi olarak yetiştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bununla birlikte, küresel ölçekteki toplam üretim hacimleri ve dünya nüfusunun beslenmesindeki stratejik payları dikkate alındığında, buğday, pirinç ve mısır olmak üzere üç ana tahıl grubu, diğer tüm tahıl türlerine kıyasla açık ara baskın bir konuma

sahip olup, insanlığın kalori ve protein ihtiyacının önemli bir kısmını tek başlarına karşılamaktadırlar (Doğanay ve Coşkun, 2015).

Araştırma sahasının tarımsal geçmişi incelendiğinde, özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında sulu tarım uygulamalarının yaygınlaşmasından önceki dönemde, büyük ölçüde yağışa dayalı olarak yetiştirilen geleneksel tahıl türlerinin bitkisel üretimde baskın bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. GAP'ın getirdiği sulama olanakları, yörenin ürün deseninde köklü bir dönüşüme yol açmıştır. Bu dönüşüm, bir yandan ekonomik getirisi daha yüksek olabilen yeni endüstriyel bitkilerinin tarımına olanak sağlayarak bazı geleneksel, çoğunlukla kuru tarıma dayalı tahılların göreceli hakimiyetinde bir değişime neden olmuştur. Ancak, bu genel eğilim tüm tahıl türleri için aynı şekilde işlememiştir. Özellikle mısır *(Zea mays)* gibi sulama ile yüksek verim potansiyeline ulaşan ve sulu tarım koşullarını tercih eden bir tahıl ürünü, GAP sonrası dönemde ekim alanı ve üretim miktarında belirgin bir artış kaydederek bölge tarımında ve tahıl grubu içerisinde stratejik bir öneme kavuşmuştur.

Bu dinamik yapı içerisinde, araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki dönemde yetiştiriciliği yapılan başlıca tahıl türleri ve kullanım amaçları dikkate alındığında; sulama ile birlikte ekim alanı artan mısır (dane ve silajlık olarak değerlendirilen çeşitleriyle) ön plana çıkarken, bunun yanı sıra durum buğdayı *(Triticum durum)* ve ekmeklik buğday *(Triticum aestivum)* gibi buğday çeşitleri, arpa *(Hordeum vulgare)* ve çeltik *(Oryza sativa)* de üretim deseninde önemli bir yer tutmuştur. Yulaf *(Avena sativa)* ise, belirtilen periyodun önceki yıllarında dane ve yeşil ot amacıyla yetiştiriciliğine rastlanmakla birlikte, güncel saha gözlemleri ve bilgilere göre son yıllarda ekiminin önemli ölçüde azaldığı ve durma noktasına geldiği görülmektedir. Araştırma sahasındaki tahıl çeşitliliği ve üretimde zamanla gözlemlenen bu tür değişimler, araştırma sahasındaki tarımın hem gıda ve yem ihtiyacına yönelik adaptasyonunu hem de sulu tarımın getirdiği yeni imkanlar, pazar koşulları ve çiftçi tercihleri doğrultusunda nasıl şekillendiğini göstermesi açısından önemlidir.

4.3.1.1. Buğday

Optimal bir gelişim için buğday, genellikle ılıman kış ve sıcak yaz koşulları ile birlikte yeterli düzeyde güneşlenme süresi talep eder. İlkbahar ve yaz dönemlerinde aşırı olmayan ve serin etki yaratmayan yağışlar bitki gelişimi için uygun olup, özellikle sapa

kalkma başlangıcı ile başak oluşumu arasındaki fenolojik evrelerdeki su temini kritik bir öneme sahiptir. Çiçeklenme ile olgunlaşma periyodunda ise hem aşırı yağış hem de kuraklık koşulları, tane verimi ve kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Buğday, vejetasyon süresince yaklaşık 1750-2250°C'lik bir etkili sıcaklık toplamına ihtiyaç duyar ve kar örtüsünün bulunmadığı durumlarda -20°C civarındaki uzun süreli düşük sıcaklıklara karşı hassasiyet gösterir. Yüksek verim elde etme noktasında toprak faktörlerine olan bağımlılığı diğer pek çok bitkiye kıyasla daha belirgindir. Bu bağlamda, buğday ziraati için yüksek taban suyu seviyesine sahip nemli ve asit reaksiyonlu topraklardan kaçınılması gerekirken, tınlı-killi yapıda, kireç ve bitki besin elementlerince zengin, iyi drene olmuş topraklar tercih edilmektedir (Tugay vd., 1994; Doğanay ve Coşkun, 2015).

Buğday, hem ekmeklik (genel) hem de durum çeşitleriyle, Karacadağ güney kesiminde yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin bitkisel üretim deseninde merkezi bir öneme sahiptir **(Fotoğraf 29)**. Araştırma sahası olan Viranşehir ve Ceylanpınar'da kışlık buğday ekimi için ocak ayı ortalama sıcaklıklarının 5°C'nin üzerinde olması (Viranşehir 5,3°C, Ceylanpınar 5,6°C) genellikle uygun bir zemin sunmaktadır. Yıl boyu 5°C'nin üzerinde seyreden sıcaklıklar ve uzun vejetasyon periyotları (8°C eşiğinde Viranşehir 316 gün, Ceylanpınar 291 gün) sayesinde, buğdayın ihtiyaç duyduğu yaklaşık 2300-2400°C'lik toplam sıcaklık birikimine rahatlıkla ulaşılabilmektedir. Araştırma sahasının yağış rejimi, yıllık toplam yağışın büyük kısmının buğdayın tercih ettiği şekilde sonbahar ve kış aylarında (Ekim-Mayıs arası) yoğunlaşması açısından olumludur. Viranşehir'in yıllık 500,4 mm yağışı buğdayın 350-400 mm'lik minimum su ihtiyacını karşılarken, Ceylanpınar'ın 311,7 mm'lik yağışı bu sınıra yakın olup bazı yıllarda yetersiz kalabilir. Bununla birlikte her iki ilçede de haziran-ağustos döneminin neredeyse yağışsız geçmesi, başaklanma ve tane olgunlaşma evresinde yağmur istemeyen buğday için ideal bir ortam sağlamaktadır. Bu bağlamda Viranşehir hem yağış miktarı hem de dağılımı açısından buğday ziraatine genel olarak oldukça elverişli iklim koşullarına sahipken Ceylanpınar ise benzer termik uygunluğa ve olgunlaşma dönemi avantajına sahip olmakla birlikte, daha düşük toplam yağış miktarı nedeniyle özellikle kurak yıllarda verim istikrarı için ek sulama yöntemlerine daha fazla gereksinim duyabilmektedir.

Bu elverişli agro-klimatik potansiyele paralel olarak, 2004-2024 yıllarını kapsayan üretim istatistikleri, her iki ilçede de hem **genel buğdayın** hem de durum

buğdayının önemli miktarlarda ve süreklilik arz eden bir biçimde yetiştirildiğini belgelemektedir. Araştırma sahasındaki Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 dönemi genel buğday üretimi hem büyük yıllık dalgalanmalar hem de ilçeler arasında farklılaşan uzun vadeli eğilimler sergilemektedir. Viranşehir'de buğday üretimi 2008 yılında 138.809 tonla en yüksek seviyesine ulaşırken, 2011'de 7.837 tona kadar düşmüş ve genel olarak dönemin ilk yıllarındaki yüksek üretim düzeylerini takiben sonraki periyotta daha düşük bir ortalamada seyretmiştir. Buna karşın Ceylanpınar'da (2009'dan itibaren verilerle) buğday üretimi özellikle son yıllarda belirgin bir artış eğilimi göstererek 2023'te 280.395 tonla en yüksek değerine ulaşmış, en düşük üretim ise 2010'da 89.558 ton olarak kaydedilmiştir **(Tablo 72)**.

Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 dönemi **durum buğdayı** üretimi hem çarpıcı yıllık dalgalanmalar sergilemekte hem de ilçelere özgü farklı uzun vadeli eğilimler ortaya koymaktadır. Viranşehir'de durum buğdayı üretimi (2009'dan itibaren mevcut verilerle), 2019 yılında 65.796 tona kadar geriledikten sonra 2020'de 207.232 tonla en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu zirveyi takip eden yıllarda ise üretim, dalgalanmalar göstermekle birlikte, önceki düşük seviyelere kıyasla genel olarak yüksek düzeylerini korumuştur. Ceylanpınar'da ise durum buğdayı üretimi 2004 yılında 175.934 ton gibi yüksek bir seviyede başlamış, ancak 2019'da 970 ton gibi son derece düşük bir miktara kadar gerileyerek dönemin ilk yıllarına kıyasla keskin ve uzun süreli bir düşüş yaşamış, sonrasında ise kısmi bir iyileşme eğilimi göstermiştir **(Tablo 72)**. Sonuç olarak, Viranşehir'de durum buğdayı üretiminde son yıllarda bir canlanma ve artış gözlenirken, Ceylanpınar'da ilk yıllardaki yüksek üretimden sonra belirgin bir düşüş ve ardından daha düşük seviyelerde bir denge oluşmuştur. Bu üretim düzeyleri, vejetasyon dönemi özellikleriyle tanımlanan uygun iklim koşullarının, yörede yaygın ve verimli bir buğday ziraati yapılmasına olanak tanıdığını ve etkin bir şekilde değerlendirildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, buğday ziraati, araştırma sahasının tarımsal ekonomisi ve gıda arzı için vazgeçilmez bir unsur olarak konumunu korumaktadır.

Fotoğraf 29: Viranşehir ilçesi yakınlarında araştırma sahasının önemli tarım ürünlerinden olan buğdayın yetiştirildiği alanlardan biri.

4.3.1.2. Arpa

Arpa *(Hordeum vulgare L.)*, serin iklim koşullarına adapte olmuş bir uzun gün bitkisidir ve yıllık yağışın 450 mm'yi aştığı yerlerde sulamasız yetiştirilebilirken, düşük yağışlı bölgelerde özellikle nisan-mayıs aylarında ilave sulama talep edebilir. Tüm vejetasyon süresince toplam su tüketimi 450-500 mm civarındadır. Erken gelişim evrelerindeki (Nisan-Mayıs) yağışlar yararlı kabul edilirken, haziran ayında 20-30°C sıcaklıklarla birlikte orta nemli-kuru hava koşulları ve tozlanma döneminde hafif nemli ve rüzgârlı ortamlar idealdir. Bu dönemde aşırı yağışlar zararlı olmaktadır. Toprak istekleri açısından arpa, iyi drene edilmiş, ağır bünyeli olmayan, kumlu, tınlı veya siltli-tınlı yapıdaki pH değeri 6-7 aralığında nötr reaksiyonlu alanlarda iyi gelişim gösterir. Arpanın zayıf kök sistemi killi topraklarda büyümeyi sınırlar (Zengin ve Özbahçe, 2014).

Viranşehir ve Ceylanpınar'da arpanın serin iklim ve uzun gün bitkisi özelliklerine uygun olarak, şubattan aralığa uzanan vejetasyon periyotları (8°C eşiğinde Viranşehir için 316 gün, Ceylanpınar için 291 gün) ve bu dönemlerdeki ortalama 21°C üzerindeki sıcaklıklar, temel termik ve fotoperiyodik ihtiyaçların karşılandığını göstermektedir. Özellikle haziran ayında Viranşehir (27,9°C, 4,6 mm yağış) ve Ceylanpınar'daki (28,7°C, 3,3 mm yağış) iklim koşulları, arpanın olgunlaşma döneminde tercih ettiği 20-30°C sıcaklık aralığı ve düşük yağışlı, orta nemli-kuru hava koşullarıyla önemli ölçüde uyum sağlamaktadır. Arpanın yaklaşık 450-500 mm olan

toplam su tüketimi dikkate alındığında, Viranşehir'in yıllık ortalama 500,4 mm yağışı bu ihtiyacı büyük ölçüde karşılayabilirken, Ceylanpınar'ın yıllık 311,7 mm yağışı sulamasız arpa ziraatini riskli hale getirmektedir. Gelişim için kritik nisan ve mayıs aylarındaki toplam yağış miktarı Viranşehir'de yaklaşık 86,1 mm, Ceylanpınar'da ise 61,4 mm düzeyindedir.

Araştırma sahasını oluşturan Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 yılları arasındaki arpa üretimi hem büyük yıllık dalgalanmalar hem de genel olarak önceki dönemlere kıyasla üretimde dikkate değer değişimler göstermektedir. Viranşehir'de arpa üretimi 2007 yılında 128.100 tonla en yüksek seviyesine ulaşmış, ancak 2021'de 10.670 tona kadar gerilemiş ve özellikle 2009 sonrası dönemde ilk yıllardaki yüksek üretim düzeylerinin oldukça altında kalmıştır. Ceylanpınar'da ise arpa üretimi daha düzensiz bir seyir izleyerek 2010 yılında 23.725 tonla en yüksek değerini görmüş, hemen ardından 2011'de 51 ton gibi son derece düşük bir seviyeye inmiş ve takip eden yıllarda da genel olarak düşük düzeylerde seyretmiştir. Her iki ilçede de arpa üretiminin, dönemin ilk yıllarındaki rakamlara veya gözlenen zirve noktalarına kıyasla son periyotta önemli ölçüde azaldığı ve istikrarlı bir artış eğilimi sergilemediği anlaşılmaktadır **(Tablo 72)**. Bu genel düşüş eğiliminin temel nedenlerinden biri, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile birlikte yörede sulu tarımın yaygınlaşmasıdır. Bu durum, çiftçilerin daha yüksek ekonomik getiri sağlayan alternatif ürünlere yönelmesine yol açmış; bu süreçte, genellikle kuru tarım koşullarında yetiştirilen arpanın ekim alanları daralmış ve yerini sulu tarıma uygun ürün desenleri almıştır.

4.3.1.3. Yulaf

Yulaf *(Avena sativa L.)*, hem insan beslenmesinde hem de hayvan beslemede çok yönlü bir öneme sahip olan başlıca serin iklim tahıllarından biridir. Hayvan yemi olarak kullanımında, bitkinin tane olgunluğuna erişmeden önceki yeşil vejetatif aksamının doğrudan otlatılması, taze olarak biçilip yedirilmesi veya silaj yapımında kullanılması şeklinde tanımlanan "yulaf yeşilotu" uygulaması, önemli bir kaba yem kaynağı teşkil eder. Ayrıca, yulaf tanelerinin insan gıdası veya tohumluk amacıyla işlenmesinden sonra arta kalan ve "küspe" olarak da ifade edilebilen besleyici değeri yüksek yan ürünleri, değerli bir hayvan yemi olarak pazarlanmaktadır. Geniş bir ekolojik adaptasyon yeteneğine sahip olan yulaf, genellikle buğday tarımının yapılabildiği tüm alanlarda

başarıyla yetiştirilebilme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, yulafın diğer tahıllar arasında su isteği en yüksek türlerden biri olduğu, bu nedenle vejetasyon süresince yeterli ve düzenli nem temininin verimlilik açısından kritik bir faktör olduğu bilinmektedir. Yulafın başarılı bir gelişme dönemi geçirerek olgunluğa erişebilmesi için ihtiyaç duyduğu toplam etkili sıcaklık birikimi ise genellikle 1750-2250°C aralığında olduğu kabul edilir (Tugay vd., 1994; Doğanay ve Coşkun, 2015; Kahraman vd., 2021).

Araştırma sahasının uzun vejetasyon periyotları ile bu periyotlardaki ortalama sıcaklıklar, yulafın termik gereksinimlerini karşılayabilecek düzeydedir. Ancak, yulafın yüksek su talebi, Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yağış miktarları göz önüne alındığında, her iki ilçede de sulamasız tarımını kısıtlamakta ve optimum verim için sulamayı zorunlu kılmaktadır. Araştırma sahasındaki yulaf üretimine dair 2004-2024 dönemi verileri incelendiğinde hem tane yulaf hem de yulaf yeşilotu üretiminin son derece sınırlı ve yalnızca belirli yıllarda Ceylanpınar'da kaydedildiği, Viranşehir için ise herhangi bir resmi üretim kaydına rastlanmadığı görülmektedir. Ceylanpınar'da tane yulaf üretimi sadece 2015 (1.346 ton) ve 2016 (1.427 ton) yıllarında düşük miktarlarda kaydedilmiştir. Yulaf yeşilotu üretimi ise yine sadece Ceylanpınar'da 2012 (871 ton), 2013 (8.638 ton) ve 2014 (8.766 ton) yıllarında görülmüş, sonrasında ise kayıtlarda yer almamıştır. Bu son derece kısıtlı ve kesintili üretim kayıtları, yulafın araştırma sahasında son 20 yılda yaygın veya sürekli bir tarım ürünü olmadığını göstermektedir **(Tablo 72)**.

Tablo 72: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen serin iklim tahıllarının yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Buğday		Durum Buğdayı		Arpa (Diğer)		Yulaf		Yulaf (Yeşilot)	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	92707			175934	80982	8834				
2005	122894			139080	105431	8625				
2006	118288			107865	120065	8445				
2007	115047			105655	128100	9675				
2008	138809			60455	94428	6449				
2009	28829	173714	119949	45497	94032	141				
2010	23603	89558	111486	51140	41496	23725				
2011	7837	144481	147373	34850	13116	51				
2012	31028	168938	151672	12396	22495	491				871
2013	40118	196392	161035	17591	45621	732				8638
2014	45498	167684	87380	32683	39406	544				8766
2015	44276	170307	94578	71768	52521	913		1346		
2016	48219	225661	86517	6215	37358	3091		1427		
2017	48415	223645	86619	8086	56210	9148				
2018	71454	174446	114864	5872	56190	2241				
2019	47625	179916	65796	970	60612	1953				
2020	40756	222006	207232	6458	14671	2619				
2021	55807	182827	151528	57639	10670	2208				
2022	50063	159166	136168	59508	10816	3127				
2023	77210	280395	193538	103282	24356	3892				
2024	67390	192564	177023	96343	41324	3853				

4.3.1.4. Mısır

Mısır (Zea mays L.), sıcak iklim tahılı olmasına rağmen, çeşit zenginliği ve sulama gibi zirai uygulamalar sayesinde geniş bir coğrafyada yetiştirilebilme esnekliğine sahiptir. Tohum çimlenmesi için yaklaşık 9-10°C (optimum 16-18°C) sıcaklık talep ederken, aktif büyüme evresinde günlük ortalama sıcaklıkların genellikle 20°C'nin üzerinde olması ve ideal olarak 20-24°C aralığında seyretmesi optimum gelişim için önemlidir. Mısırın olgunlaşma döneminde sıcaklık isteği artar. Özellikle 30°C ve üzeri sıcaklıklarda, düşük bağıl nem koşullarında bitkinin su stresi yaşamaması ve verim kaybının önlenmesi için sulama bir zorunluluktur. Mısır, yıllık yağış tutarı 500-600 mm'yi aşmayan, hatta bazı çeşitleriyle 400 mm'nin altına düştüğü sahalarda dahi sulama ile yetiştirilebilirken, optimum verim için yıllık 800-1000 mm yağış veya bu açığı telafi edecek düzenli sulama uygulamaları gereklidir (Doğanay ve Coşkun, 2015). Toprak seçiciliği çok yüksek olmamakla birlikte, bitki besin maddeleri ile humusça zengin, derin yapılı, iyi havalanabilen ve su tutma kapasitesi yüksek topraklarda en iyi performansı gösterir. En elverişli gelişimini iyi drenajlı, tınlı, siltli-tınlı ve bol organik madde içeren, pH değeri 6 ile 7,2 arasında olan nötr karakterli topraklarda sergiler (Kacar ve Katkat, 2007; Zengin ve Özbahçe, 2014). Araştırma sahasında, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çerçevesinde son 20 yıllık periyotta hem dane hem de silajlık mısır üretiminde gözlemlenen ciddi artış, bu sıcak iklim tahılının yöre koşullarına adaptasyonunu ve zirai önemini göstermektedir. Bu durum, mısırın ekolojik istekleri ile sahanın iklim özellikleri karşılaştırılarak değerlendirildiğinde daha net anlaşılmaktadır.

Mısırın çimlenme için talep ettiği yaklaşık 9-10°C (optimum 16-18°C) sıcaklık değerleri, her iki ilçede de nisan ayı ortalama sıcaklıklarının (Viranşehir 15,9°C, Ceylanpınar 16,4°C) ve özellikle mayıs ayı sıcaklıklarının (Viranşehir 21,6°C, Ceylanpınar 22,6°C) bu gereksinimi rahatlıkla karşıladığını göstermektedir. Aktif büyüme devresinde 20°C üzeri, ideal olarak 20-24°C aralığında ve olgunlaşma döneminde 25-30°C ve üzeri sıcaklıkları tercih eden mısır için, Viranşehir ve Ceylanpınar'ın haziran-ağustos ayları boyunca ortalama 27-32°C arasında seyreden yüksek yaz sıcaklıkları, bitkinin termik ihtiyaçlarıyla uyumludur. Ayrıca, her iki ilçede de 8°C eşiğinde 290 günün üzerinde (Viranşehir 316 gün, Ceylanpınar 291 gün) seyreden uzun vejetasyon periyotları, mısırın farklı erkenci veya geççi çeşitlerinin dahi gelişme ve olgunlaşma döngülerini tamamlamasına olanak tanımaktadır.

Bununla birlikte, mısırın optimum gelişimi için ideal olan yıllık 800-1000 mm yağış miktarı veya bu açığı kapatacak sulama ihtiyacı göz önüne alındığında, Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yıllık ortalama yağışı, bu ihtiyacın oldukça altındadır. Özellikle mısırın en fazla suya ihtiyaç duyduğu haziran, temmuz ve ağustos aylarında, her iki ilçede de gözlenen son derece düşük aylık ortalama yağışlar (<5 mm), yağış rejiminin mısır ziraati için yetersiz kaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, araştırma sahasında mısır üretimindeki belirgin artış, doğrudan GAP kapsamında geliştirilen sulama altyapısının bir sonucudur. Zira yüksek yaz sıcaklıkları ve düşük bağıl nem koşullarında, mısırın su stresi yaşamadan yüksek verim potansiyeline ulaşabilmesi ancak düzenli ve yeterli sulama ile mümkündür.

Araştırma sahasındaki Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 yılları arasında **dane mısır** üretimi, yıllık dalgalanmalarla birlikte çok çarpıcı bir artış eğilimi sergileyerek yöre tarımında artan önemini ortaya koymuştur. Viranşehir'de dane mısır üretimi, 2006 yılında kaydedilen 2.138 tonluk düşük bir başlangıç seviyesinden önemli bir ivme kazanarak 2015 yılında 189.185 tonla en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Bu zirvenin ardından ve 2018'de yaşanan 27.712 tonluk gibi belirgin bir düşüş sonrasında, Viranşehir son yıllarda dalgalı olmakla birlikte genel olarak yüksek üretim seviyelerini korumuştur. Benzer bir gelişim gösteren Ceylanpınar'da ise dane mısır üretimi, 2004 yılındaki 4.409 tonluk en düşük seviyesinden başlayarak dikkat çekici bir yükselişle 2015 yılında 228.781 tonla en yüksek üretim miktarına erişmiştir. Ceylanpınar, bu zirve sonrası dönemde de istikrarlı bir şekilde yüksek dane mısır üretimi gerçekleştirmiş ve son yıllarda genellikle 150.000 tonun üzerinde yıllık üretimle güçlü bir kapasite sergilemiştir. Her iki ilçede de gözlemlenen bu genel ve önemli artış trendi, dane mısırın araştırma sahasında sulu tarım olanaklarının genişlemesiyle birlikte başarılı bir şekilde adapte olduğunu ve bitkisel üretim deseninde kilit bir ürün haline geldiğini açıkça göstermektedir **(Tablo 73)**.

Araştırma sahasında mısırın yeşil aksam (hasıl) ve silajlık olarak farklı amaçlarla da yetiştirildiği görülmektedir. Ancak bu kategorilerdeki üretim verileri ve eğilimler farklılıklar sergilemektedir. **Mısır (hasıl)** üretimine dair Ceylanpınar için yalnızca 2004-2006 yıllarına ait oldukça sınırlı veri bulunmakta olup, bu kısa dönemde üretim 2004'te 8.862 ton (en düşük) ile 2006'da 9.000 ton (en yüksek) arasında dar bir aralıkta kalmıştır. Viranşehir için ise bu kategoride kayıtlı bir üretim verisi bulunmamaktadır. **Silajlık mısır** üretimi ise daha yaygın olmakla birlikte ilçeden ilçeye değişen ve zaman zaman

büyük dalgalanmalar gösteren bir yapıdadır. Viranşehir'de silajlık mısır üretimi (2018'den itibaren mevcut verilerle) 2019 yılında 159.025 ton gibi çok yüksek bir zirve yaptıktan sonra keskin bir düşüş yaşamış ve takip eden yıllarda önemli ölçüde azalarak 2024'te 8.250 tonla en düşük seviyesine gerilemiştir. Ceylanpınar'da ise silajlık mısır üretimi daha uzun bir dönemi (2009'dan itibaren) kapsamakta olup, 2011 yılında kaydedilen 5.726 tonluk en düşük seviyesinden sonra artan bir eğilimle 2015'te 84.321 tonla en yüksek noktasına ulaşmıştır. Bu zirvenin ardından Ceylanpınar'da silajlık mısır üretimi dalgalanmalar gösterse de genellikle önemli bir seviyede devam etmiş ve son yıllarda 40.000 ton civarında bir dengeye oturmuştur. Bu veriler, silajlık mısırın özellikle hayvancılık sektörünün ihtiyaçları doğrultusunda ve Güneydoğu Anadolu Projesi sonrası çeşitlenen bitkisel üretim deseni içerisinde yerleşik bir üretim kolu olarak gelişimini sürdürmektedir **(Tablo 73) (Fotoğraf 30)**.

Fotoğraf 30: Araştırma sahasında sulu tarım uygulamalarıyla birlikte üretimi artan önemli bitkisel ürünlerden biri olan mısır tarlası

4.3.1.5. Çeltik

Pirinç *(Oryza sativa L.)* elde etmek amacıyla kültürü yapılan ve kabuğuyla birlikteyken çeltik olarak adlandırılan bu bitki, kendine özgü ekolojik koşullar talep eden önemli bir sıcak iklim tahıldır (Doğanay ve Coşkun, 2015). Çeltiğin ekim zamanlaması, kullanılan çeşidin vejetasyon süresinin uzunluğu ile birlikte hava ve özellikle sulama suyunun sıcaklığı gibi doğal ortam faktörleri tarafından belirlenmektedir. Başarılı bir başlangıç için, çimlenme ve fide gelişimi evrelerinde optimum 18-35°C aralığında sıcaklıklar gerekirken, 12-15°C kritik bir eşik olarak kabul edilir ve ekim yapılabilmesi için sulama suyu sıcaklığının asgari 12°C olması zorunludur. Çeltik bitkisinin en tanımlayıcı özelliklerinden biri, vejetasyon periyodu boyunca yaklaşık 2000 mm gibi oldukça yüksek bir miktarda su tüketmesidir (Zengin ve Özbahçe, 2014). Bu durum, çeltik ziraatinin su kaynaklarıyla doğrudan ilişkili olduğunu gösterir. Bu ekolojik talepler ve yöresel adaptasyonlar doğrultusunda, araştırma sahasının da içinde yer aldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çeltik ekimi için en uygun zaman dilimi genellikle 15 Nisan-15 Mayıs arası olarak kabul edilmektedir (Öktem, 2016). Toprak istekleri açısından diğer bazı tahıllara göre daha toleranslı olabilmekle birlikte, çeltik en iyi performansı belirli fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinde sergiler. Bu bağlamda, su tutma kapasitesi yüksek, sızdırmayı minimize eden ve tekstür olarak killi, killi-tınlı, siltli-killi tınlı veya siltli-tınlı yapıdaki topraklar yetiştiriciliği için idealdir. Ayrıca, çeltik tarımı için en uygun toprak reaksiyonu hafif asidik olup, pH değerinin 5,5 ile 6,5 arasında olması tercih edilir (Kacar ve Katkat, 2007).

Araştırma sahasında çeltik *(Oryza sativa L.)* ziraati yalnızca Viranşehir ilçe sınırları içerisinde gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu bitkinin ekolojik uygunluğu Viranşehir özelinde değerlendirilmiştir. Viranşehir'in nisan ayı ortalama sıcaklığı (15,9°C) ve özellikle mayıs ayı ortalama sıcaklığı (21,6°C), çeltik ekimi için gerekli olan minimum 12°C sulama suyu sıcaklığının sağlanmasına ve tohumun çimlenmesi ile fide gelişimi için ideal olan 18-35°C sıcaklık aralığına ulaşılmasına olanak tanımaktadır. Takip eden Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 27,9°C, 31,7°C ve 31,0°C ölçülen yüksek ortalama sıcaklık değerleri ile Şubat ayından Aralık ayı sonuna kadar süren toplam 316 günlük (8°C eşiğinde) vejetasyon periyodu, sıcak iklim bitkisi olarak bilinen çeltiğin hem sıcaklık ihtiyacını hem de uzun yetişme süresi gereksinimini karşılayabilecek uygun doğal ortam koşulları sağlamaktadır. Ancak, çeltik bitkisinin vejetasyon süresince tükettiği yaklaşık 2000 mm'lik muazzam su miktarı, Viranşehir'in

yıllık ortalama 500,4 mm olan yağış miktarıyla kıyaslandığında, yağışın bu ihtiyacı karşılamaktan son derece uzak olduğu net bir şekilde görülmektedir. Bu durum, yörede çeltik ziraatinin yağış rejimine dayalı olarak yapılmasının mümkün olmadığını göstermektedir. Arazi çalışmaları sırasında tespit edildiği üzere, Viranşehir'deki çeltik tarlalarına Karacadağ'ın dağlık kesimlerinden ve Viranşehir platosunun kuzeyinden kaynaklanan suyun yönlendirilmesi, bu açığı kapatan ve yörede çeltik ziraatini mümkün kılan önemli bir faktördür **(Fotoğraf 31 ve 32)**.

Fotoğraf 31: Araştırma sahası olan Karacadağ'ın güneyinde yetiştirilen ve yöreye özgü Karacadağ pirinci tarlası genel görünümü

Fotoğraf 32: Araştırma sahasında yetiştirilen Karacadağ pirincinin başağı ve belirgin tane yapısı

Araştırma sahasının da içerisinde yer aldığı Karacadağ havzasında yetiştirilen ve yöreye özgü bir çeşit olan Karacadağ çeltiği, elde edilen pirincin kalitesiyle bölgesel bir üne sahiptir. Bu çeltik türü, volkanik Karacadağ eteklerindeki bazaltik siyah taşlar arasında, çoğunlukla herhangi bir toprak işlemesi yapılmadan, kimyasal gübre ve ilaç kullanılmadan ve aynı tarlaya bir yıl ekilip ertesi yıllarda dinlendirme (nadas) şeklinde dönüşümlü tarım uygulamalarıyla geleneksel yöntemlerle yetiştirilmektedir (Öktem ve Dal, 2014; Köten vd., 2015). Araştırma sahasında Karacadağ pirincinin yıllardır yetiştirildiği ve önemli bir kültürel miras olduğu bilinmekle birlikte, bu üretimin büyük bir kısmının resmi kayıtlara yansımadığı ve kayıt altına alınmadığı görülmektedir. Nitekim, Viranşehir için sunulan resmi çeltik üretim verileri 2020-2024 dönemini kapsamakta olup oldukça sınırlıdır. Ceylanpınar için ise zaten kayıtlı bir üretim bulunmamaktadır. Bu sınırlı verilere göre Viranşehir'de çeltik üretimi 2021 yılında 58 tonla en yüksek seviyesine ulaşırken, 2020 ve 2022 yıllarında 56 ton olarak kaydedilmiş, 2024 yılında ise 4 ton gibi son derece düşük bir miktara gerilemiştir **(Tablo 73)**.

Tablo 73: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sıcak iklim tahıllarının yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Mısır (Dane)		Mısır (Hasıl)		Mısır (Slaj)		Çeltik	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		4409		8862				
2005		6327		8872				
2006	2138	6129		9000				
2007	4481	7883						
2008	7038	43333						
2009	46615	54697				19875		
2010	85480	60515						
2011	68634	72117				5726		
2012	87360	178320				14986		
2013	100646	204488				27929		
2014	181463	184946				48000		
2015	189185	228781				84321		
2016	128294	160670				53470		
2017	100158	191557				50837		
2018	27712	144226			21465	72862		
2019	89209	128400			159025	52593		
2020	167466	142115			29500	54379	56	
2021	154195	160412			21772	42796	58	
2022	135855	193650			23000	38250	56	
2023	144198	191533			23650	42750		
2024	122881	193092			8250	41508	4	

4.3.2. Yağ Bitkileri

Yeryüzünde tohumlarında veya meyvelerinde dikkate değer miktarda yağ biriktiren sayısız bitki türü mevcut olmakla birlikte, günümüzde endüstriyel ölçekte işlenerek bitkisel ham yağ ve türevlerinin elde edildiği temel kaynaklar arasında soya fasulyesi, ayçiçeği, pamuk tohumu (çiğit), kolza (kanola), yer fıstığı, susam, aspir, zeytin, mısır (özünden) ve bazı hurma türleri ile Hindistan cevizi gibi bitkiler ön plana çıkmaktadır. Türkiye, sahip olduğu zengin ekolojik çeşitlilik ve farklı iklim kuşaklarının etkisi sayesinde, ağırlıklı olarak tropik ve subtropik koşullar gerektiren jojoba, yağ hurması ve Hindistan cevizi gibi birkaç tür haricinde, söz konusu yağlı tohumlu bitkilerin büyük bir çoğunluğunun başarıyla kültüre alınabildiği önemli bir tarımsal potansiyele sahiptir. Yağlı tohumlu bitkiler, tarımsal üretim sistemleri ve insan yaşamı açısından iki temel ve vazgeçilmez role sahiptir. Bunlardan ilki ve en önemlisi, bu bitkilerden elde edilen yağların, insan beslenmesinde temel bir makro besin öğesi olmasıdır; zira yağlar, günlük diyetimizde merkezi bir yer tutmanın yanı sıra, birim ağırlık başına başta karbonhidratlar ve proteinler olmak üzere diğer besin gruplarına kıyasla en yüksek metabolik enerjiyi sağlamaktadır. Diğer önemli husus ise, artan dünya nüfusu ve değişen tüketim alışkanlıkları neticesinde, bu bitkisel yağların güvenilir, sürdürülebilir ve ekonomik bir şekilde tedarik edilmesinin hem bireysel gıda güvencesi hem de ulusal ekonomiler için taşıdığı stratejik değerdir. Bu nedenle, yağlı tohumlu bitkilerin doğru agronomik uygulamalarla verimli bir şekilde üretilmesi hem sağlıklı beslenme hem de ekonomik istikrar açısından büyük bir önem arz etmektedir (MEB, 2016; Yurtvermez ve Gıdık, 2021).

Bu genel çerçevede, araştırma sahasında da 2004-2024 yılları arasında yağ elde etme amacıyla çeşitli bitkilerin kültürü yapıldığı görülmektedir. Bu bitkiler arasında soya fasulyesi, pamuk (çekirdeği/çiğitinden yağ elde edilmesi nedeniyle), kolza/ kanola, susam, ayçiçeği, aspir ve zeytin yer almaktadır. Ancak, pamuk bitkisi birincil olarak lif eldesi amacıyla, zeytin ise öncelikle meyvesinin tüketimi esas alınarak çalışmanın ileriki bölümlerinde incelenmiştir. Dolayısıyla, mevcut bölümde yağ bitkileri olarak soya fasulyesi, kanola/kolza, ayçiçeği ve aspir gibi doğrudan tohumlarından yağ elde edilen bitkilerin ekolojik uygunlukları ve üretimi üzerinde durulmuştur.

4.3.2.1. Soya Fasulyesi

Soya fasulyesi *(Glycine max (L.) Merr.)*, danelerinde %12-24 oranında yağ içermesiyle birincil olarak önemli bir yağ bitkisi olarak kabul edilir. Bununla birlikte yağı, yüksek proteinli küspesi, doğrudan daneleri ve bitkisel aksamı (otu) gibi çeşitli kısımları farklı endüstriyel ve beslenme amaçlarıyla değerlendirilen çok yönlü bir tarım ürünüdür. Soya bitkisinin başarılı bir şekilde kültüre alınabilmesi için belirli ekolojik koşullara ihtiyaç duyulmaktadır. Tohum çimlenmesi için minimum 8°C toprak sıcaklığı gerekirken, ekim için en uygun toprak sıcaklığı 15°C olarak belirtilir ve aktif büyüme evresinde ise ortalama 20-25°C aralığında seyreden sıcaklıklar idealdir. Soya, -2°C gibi düşük sıcaklıklarda ve aşırı yüksek sıcaklıklarda zarar görebilir ve optimal gelişimi için yüksek nispi neme sahip ortamları tercih eder. Fotoperiyodik açıdan kısa gün bitkisi olarak sınıflandırılan soyanın vejetatif gelişimi uzun gün koşullarında uzayabilir, bu durum tohum bağlama ve olgunlaşma süreçlerinde aksamalara yol açabilmektedir. Yıllık yağış isteği 650 mm'nin üzerinde olan soya, özellikle vejetasyon döneminde yeterli ve düzenli yağış alan veya bu ihtiyacı sulama ile karşılanabilen bölgelerde iyi bir gelişim potansiyeline sahiptir. Toprak istekleri bakımından kanaatkâr bir bitki olup, çok kumlu topraklar haricinde birçok farklı toprak tipinde yetiştirilebilir. Ancak, en iyi verimi kireç içeren, tınlı-kumlu veya kumlu-tınlı bünyeye sahip, orta derecede verimli ve iyi drene edilmiş topraklarda vermektedir. Aşırı nemli ve drenajı yetersiz araziler soya ziraati için uygun koşulları sunmaz. Bu ekolojik gereksinimler, soyanın genellikle mısır yetiştiriciliğine elverişli iklim ve toprak şartlarına sahip bölgelerde de başarılı bir şekilde üretilebileceğini göstermektedir (Terzioğlu, 1987; Bayar ve Yılmaz, 2004).

Araştırma sahası olan Viranşehir ve Ceylanpınar'da Nisan-Mayıs ayları ortalama hava sıcaklıkları (Viranşehir: 15,9-21,6°C, Ceylanpınar: 16,4-22,6°C), soya fasulyesinin çimlenmesi için gerekli olan minimum 8°C ve ekim için optimum kabul edilen 15°C toprak sıcaklığı koşullarını genel olarak sağlamaktadır. Soyanın 650 mm'nin üzerindeki yıllık yağış isteği göz önüne alındığında, Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yetersiz yağış miktarları ile kurak geçen yaz ayları, her iki ilçede de başarılı bir soya yetiştiriciliğini neredeyse tamamen sulamaya bağımlı olduğunu açıkça göstermektedir. Kısa gün bitkisi olan soyanın, yörenin özellikle ilkbahar sonu ve yaz başındaki uzun gün koşullarında çiçeklenme ve tohum bağlama fizyolojisi olumsuz etkilenebileceğinden, ekim zamanının titizlikle ayarlanması ve yörenin fotoperiyoduna daha az hassas ve uygun olgunlaşma grubuna dahil erkenci

çeşitlerin seçimi önemli bir adaptasyon stratejisidir. Viranşehir, Ceylanpınar'a kıyasla biraz daha avantajlı yağış miktarına sahip olsa da her iki ilçede de soya yetiştiriciliğinin sürdürülebilir başarısı büyük ölçüde sulama sistemlerine ve doğru çeşit seçimine yönetimine bağlıdır.

Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 yılları arasındaki soya fasulyesi üretimine ilişkin mevcut veriler, üretimin oldukça düzensiz, kesintili ve genel olarak düşük hacimli bir seyir izlediğini, dolayısıyla yörede istikrarlı ve yaygın bir zirai faaliyet olmadığını göstermektedir. Viranşehir'de soya üretimi son derece sınırlı olup, kaydedilen en düşük miktar 2009 yılında 9 ton olarak görülürken, uzun yıllar çok düşük düzeylerde veya hiç kayıt altına alınmayan üretimin ardından 2024 yılında 442 tonla aniden en yüksek değere ulaşmıştır. Ceylanpınar'da ise dönemin başında (2004-2008) 2004 yılında 783 tonla en yüksek seviyesini de içeren nispeten istikrarlı bir üretim periyodu yaşanmış, ancak bu dönemi takiben üretimde keskin bir düşüşle 2012 yılında 53 ton gibi en düşük bir noktaya gerilemiştir. Sonraki yıllarda Ceylanpınar'daki üretim düzensiz ve 2004-2008 dönemine göre düşük ile orta düzeylerde kalmış, fakat 2024 yılında 739 tonluk bir üretimle tekrar dönemin başındaki seviyelere yaklaşan bir toparlanma kaydetmiştir **(Tablo 74)**. Genel olarak, her iki ilçedeki kesintili ve büyük ölçüde düşük seviyeli üretim verileri ile ani yükselişler, soya fasulyesi ziraatinin yörede henüz yaygın bir ticari faaliyete dönüşmediğini göstermektedir. Ancak son dönemde gözlenen soya yetiştiriciliğindeki artışların, bir değişime işaret edip etmeyeceğinin daha yakından izlenmesi gerekmektedir.

4.3.2.2. Ayçiçeği

Ayçiçeği *(Helianthus annuus L.)*, tek yıllık bir kültür bitkisi olup, içerdiği yüksek oranda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler ve mineraller nedeniyle küresel ölçekte önemli bir yemeklik yağ kaynağı olarak kabul edilmektedir (Meral, 2019). Optimal çimlenme için 12-14°C (minimum 4-5°C) toprak sıcaklığına ihtiyaç duyan bu ışık ve sıcaklık seven bitki, vejetasyon periyodunda aylık ortalama 25°C sıcaklık ve bol güneşlenme koşullarında en iyi gelişimi sergiler. Yaklaşık 80-130 günlük vejetasyon süresince 2600-2850°C toplam sıcaklık isteği bulunan ayçiçeği, erken dönemde fidelerin kotiledon devresinde -5°C'ye kadar soğuklara dayanıklılık gösterse de büyüme evresinde 30°C üzeri sıcaklıklar gelişimi engellemekte, özellikle tozlanma döneminde

40°C üzeri sıcaklıklar ise döllenmeyi zayıflatarak veya engelleyerek verimi olumsuz etkilemektedir. Genellikle Temmuz ayı ortalama sıcaklığının 18-19°C'nin altına düşmediği subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen ayçiçeği, oluşturduğu kuvvetli ve derinlere (3 metreye kadar) ulaşabilen kök sistemi sayesinde kurağa karşı nispeten yüksek bir toleransa sahiptir. Toprak istekleri açısından oldukça esnek bir adaptasyon kabiliyetine sahip olan ayçiçeği, çok ağır bünyeli ve aşırı kumlu ekstrem koşullar haricinde, ağır killi topraklardan hafif kumlu topraklara, hafif asidik karakterden alkali reaksiyonlu topraklara kadar geniş bir yelpazede başarıyla yetişebilir (Coşge ve Ulukan, 2005; Tan, 2007). Bu geniş ekolojik toleransı ve değerli yağ içeriği, ayçiçeğini dünya genelinde stratejik öneme sahip bir yağlı tohumlu bitki konumuna getirmiştir.

Araştırma sahası, Viranşehir'de 316 gün ve Ceylanpınar'da 291 gün olarak hesaplanan uzun vejetasyon periyotları ile sırasıyla 183,9 ve 199,5 gün olarak belirlenen yüksek yıllık açık gün sayıları sayesinde, ayçiçeği bitkisinin temel iklim gereksinimleri açısından uygun bir yetişme ortamı sunmaktadır. Özellikle Nisan-Mayıs aylarında 5 cm derinlikteki toprak sıcaklıklarının her iki ilçede de ortalama 16°C'nin üzerine çıkması (Viranşehir: 16,6-22,3°C, Ceylanpınar: 18,5-25,2°C), ayçiçeği tohumlarının optimum çimlenme sıcaklığı olan 12-14°C için elverişli koşullar yaratmaktadır. Yaz aylarında ortalama hava sıcaklıklarının (Haziran-Ağustos 28-32°C) ayçiçeğinin tercih ettiği 25°C civarındaki optimum büyüme sıcaklıklarına yakın ve üzerinde olması, bitkinin 2600-2850°C'lik toplam sıcaklık ihtiyacının vejetasyon süresince rahatlıkla karşılanmasını sağlar. Fakat gün içinde sıkça 30°C'yi aşan sıcaklıklar büyümeyi baskılayabilir.

Ayçiçeğinin erken dönemdeki fidelerinin -5°C'ye kadar dona dayanıklılığı, yöredeki ilkbahar geç don risklerini (Ocak-Şubat ortalama hava sıcaklıkları 5-7°C civarında olduğundan) önemli ölçüde azaltır ve ekim güvenliği sağlar. Yaz aylarındaki yüksek açık gün sayıları (Haziran-Ağustos aylarında aylık ortalama 23-29 gün), ışığı yoğun olarak seven ayçiçeği bitkisinin fotosentez etkinliği ve genel gelişimi için son derece olumlu bir faktör teşkil eder. Ayçiçeği kurağa dayanıklı bir bitki olarak bilinse de Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yağış miktarı, özellikle yaz aylarının neredeyse tamamen yağışsız geçmesiyle birleştiğinde, yüksek ve istikrarlı verim elde etmek için yeterli olmayabilir. Bu nedenle, özellikle çiçeklenme ve tane dolum gibi suya en hassas olduğu kritik dönemlerde, her iki ilçede de sulama uygulamaları, ayçiçeğinin derin kök sistemine rağmen verim potansiyelini

tam olarak gerçekleştirebilmesi için zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca, yaz aylarındaki ortalama sıcaklıkların yüksekliği ve zaman zaman 40°C'yi aşabilecek ekstrem sıcaklıkların yaşanma potansiyeli, tozlanma ve döllenme üzerinde olumsuz etki yaratarak tohum bağlama oranını düşürme riski taşımaktadır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki yağlık ayçiçeği tohumu üretimine ilişkin resmi kayıtlarda Viranşehir için herhangi bir veriye rastlanmazken, Ceylanpınar'daki üretim verileri bu ürünün zamanla artan bir önem kazandığını ve önemli bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ceylanpınar'da ayçiçeği üretimi, kayıtların başladığı 2009 yılında 1.043 ton gibi düşük seviyeden başlamış, ilk birkaç yıl kademeli bir artışın ardından 2013'te (4.710 ton) dikkate değer bir sıçrama göstermiştir. Üretimdeki asıl büyük atılım ise 2015 yılında 12.920 tona ulaşılmasıyla gerçekleşmiş, bu da ayçiçeği ziraatinde yeni ve çok daha yüksek bir üretim başlangıcını işaret etmiştir. Takip eden yıllarda Ceylanpınar'da ayçiçeği üretimi, yıllık dalgalanmalarla birlikte genel olarak 10.000 tonun üzerinde seyrederek istikrarlı bir şekilde yüksek kalmış ve bu artış eğilimi 2024 yılında 19.474 tonla en yüksek seviyesine ulaşarak doruğa çıkmıştır. Bu veriler, Ceylanpınar'da 2009'dan itibaren yağlık ayçiçeği ekim alanlarının ve verimliliğinin sürekli bir gelişim göstererek belirgin bir artış trendi yakaladığını açıkça ortaya koymaktadır. Gözlemlenen bu güçlü ve istikrarlı üretim artışı, ayçiçeğinin Ceylanpınar'ın (sulama ile desteklenen) iklim koşullarına başarılı bir şekilde adapte olduğunu ve Güneydoğu Anadolu Projesi sonrası çeşitlenen tarım deseninde stratejik bir yağ bitkisi olarak yerini giderek sağlamlaştırdığını göstermektedir **(Fotoğraf 33) (Tablo 74)**.

Fotoğraf 33: Araştırma sahasında, sulu tarım uygulamalarının yaygınlaşmasıyla üretimi artan önemli bitkisel ürünlerden biri olan ayçiçeği tarlası

4.3.2.3. Aspir

Aspir *(Carthamus tinctorius L.)*, tarihsel olarak süs ve boya bitkisi olarak değerlendirilirken, günümüzde tohumlarından elde edilen yağ ve biyodizel üretimi için stratejik bir konuma ulaşmıştır. Aspir bitkisi sapı, yaprakları, çiçekleri, tohumları ve küspesiyle çok yönlü ekonomik değere sahip, gelecekteki önemi daha da artması beklenen bir bitkidir. Başarılı bir çimlenme için minimum 4-5°C toprak sıcaklığına ihtiyaç duyan aspir tohumlarının çıkışı bu sıcaklıkta yaklaşık 30 gün sürerken, toprak sıcaklığının 10°C olması durumunda bu süre bir haftaya kadar kısalabilmektedir. Genç bitkiler, 10-25 günlük rozet evresinde -7°C'ye varan düşük sıcaklıklara önemli bir dayanıklılık gösterirken, bu evreden sonraki sapa kalkma döneminde -1°C gibi hafif donlar dahi bitkiye büyük ölçüde zarar verebilmekte ve çiçek tomurcuğu oluştuktan sonra 0°C'nin altındaki sıcaklıklar çiçek ve tane verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna karşın, bitki sapa kalktıktan sonraki vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinde 40-45°C gibi yüksek sıcaklıklara dahi dikkate değer bir tolerans gösterebilmektedir. Aspirin bu sıcaklık istekleri ve tolerans sınırları, yetiştiriciliğinin planlanması, başarısı ve nihai verimliliği açısından kritik faktörler olarak öne çıkmaktadır (Zengin ve Özbahçe, 2014; Şahin ve Taşlıgil, 2016; Coşkun vd., 2024).

Araştırma sahasının iklim verileri, aspir *(Carthamus tinctorius L.)* yetiştiriciliği için uygun koşullar sunmaktadır. İlkbahar mevsiminin başlarında ölçülen toprak sıcaklıkları, Mart ayında Ceylanpınar'da 5 cm derinlikte 12,4°C ve Viranşehir'de 11,4°C olarak kaydedilmiş olup, çimlenme için gerekli olan 10°C üzeri optimum koşulları sağlamaktadır. Ayrıca bitkinin erken rozet döneminde -7°C'ye kadar düşük sıcaklıklara ve sapa kalktıktan sonra 40-45°C düzeyine ulaşan yüksek yaz sıcaklıklarına karşı gösterdiği tolerans, yörenin sıcaklık rejimiyle genel bir uyum içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Aspirin bilinen kuraga dayanıklılığı, özellikle yazları kurak geçen yörede bir avantaj teşkil etse de Ceylanpınar'ın yıllık ortalama 311,7 mm ve Viranşehir'in 500,4 mm yağışı optimum verim için kritik gelişme dönemlerinde ek su ihtiyacını ortaya çıkarır. Tüm bu olumlu ekolojik koşullara rağmen, 2004-2024 dönemi aspir tohumu üretimine ilişkin resmi kayıtlarda Viranşehir için herhangi bir veriye rastlanmazken, Ceylanpınar için de son derece sınırlı bir kayıtla karşılaşılmıştır. Ceylanpınar'da yalnızca 2012 yılında 105 tonluk bir aspir üretimi kaydı mevcut olup, bu tek ve düşük hacimli veri, aspirin araştırma sahasında yaygın bir tarım ürünü olarak benimsenmediğini göstermektedir **(Tablo 74)**.

4.3.2.4. Kolza/Kanola

Kolza *(Brassica napus ssp. oleifera)*, kışlık ve yazlık formları bulunan, tohumlarında %40-45 oranında yağ ve küspesinde %37 civarında protein içeren tek yıllık önemli bir yağ bitkisidir. Başlangıçta yağındaki erusik asit ve küspesindeki glukosinolatların sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sınırlı bir öneme sahipken, Kanada'da geliştirilen düşük erusik asitli ve glukosinolatlı "Kanola" çeşitlerinin ıslahıyla ekim alanı ve üretimi artmıştır. Kışlık hububatın yetişebildiği bölgelerde kışlık olarak da ekilebilen kolza, -15 ile -20°C arasındaki düşük sıcaklıklara dayanıklılık gösterir ve kar örtüsü altında bu dayanıklılığı daha da artarken, göbek kısmı zarar görmediği takdirde soğuktan sonra yeniden sürebilme yeteneğine sahiptir. Yetişme periyodu boyunca yeterli ve düzenli yağışa ihtiyaç duyan kolza için, devamlı kuraklık koşulları hem verimi önemli ölçüde düşürmekte hem de bitki zararlılarının artmasına zemin hazırlamaktadır. Toprak istekleri açısından kolza, organik maddece zengin, yeterli düzeyde kireç içeren, derin profilli, tınlı veya killi-tınlı gibi orta ve ağır bünyeli toprakları tercih etmektedir (Terzioğlu, 1987; Bayramin, 2006).

Kolza/Kanola, kışlık formlarının -15 ile -20°C'ye varan soğuklara dayanıklılığı ve kışlık hububatın yetiştiği yerlerde ekilebilmesi göz önüne alındığında, araştırma sahasının kış dönemi termik koşulları ve uzun vejetasyon periyodu ile uyum potansiyeli sergilemektedir. Araştırma sahasında 2004-2024 dönemi bitkisel üretim kayıtları incelendiğinde, Viranşehir'de yalnızca 2006 ve 2007 yıllarında 13'er tonluk son derece düşük ve münferit bir kolza üretimi kaydedilmiştir. Ceylanpınar için ise aynı dönemde herhangi bir resmi üretim verisine rastlanmamış olması, bu bitkinin de aspir gibi araştırma sahasında benimsenmediğini açıkça göstermektedir **(Tablo 74)**.

4.3.2.5. Yer Fıstığı

Yerfıstığı *(Arachis hypogaea L.)*, baklagiller familyasından olup, meyvelerini toprak altında geliştirmesiyle diğer bitkilerden ayrışan, tanelerindeki yüksek yağ oranıyla hem bitkisel yağ üretimi hem de çerezlik olarak büyük önem taşıyan ve aynı zamanda sap ile yaprakları değerli bir hayvan yemi kaynağı olan tek yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. Pamuk tarımına uygun ekolojilerde yazlık bir ürün olarak yetiştirilen yerfıstığı, bol ısı ve yoğun güneşlenme isteğiyle bilinir ve yeterli sıcaklık koşulları altında yaklaşık beş ay gibi bir sürede olgunluğa ulaşır. Tohum çimlenmesi için geniş

bir toprak sıcaklığı aralığına (5-40°C) adapte olabilse de optimum çimlenme 30-35°C'de gerçekleşir ve ekim için toprak sıcaklığının 15-20°C'ye ulaşması, çıkışın gecikmemesi ve kayıpların artmaması adına tavsiye edilir. Bitkinin vejetatif gelişimi süresince günlük ortalama sıcaklıkların 20°C'nin altına düşmemesi, optimum gelişimin ise 28-33°C aralığında sağlanması gerekmekte olup, özellikle çiçeklenme ve döllenme dönemlerinde 35°C'yi aşan yüksek sıcaklıklar, su stresiyle birleştiğinde fizyolojik aksamalara ve önemli verim kayıplarına yol açabilmektedir. Yerfıstığı yetiştiriciliğinde gece-gündüz sıcaklık farkının 10°C'yi aşmaması arzu edilirken, bitkinin toprak üstü aksamları 0°C'nin altındaki donlardan zarar görür, ancak donma noktasının hemen üzerindeki kısa süreli soğuklara belirli bir tolerans gösterebilir (Taşlıgil ve Şahin, 2009; Şahin, 2014; Kadiroğlu, 2025).

Araştırma sahasında yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar, ısı ve güneşi bolca isteyen yazlık bir ürün olan kabuklu yerfıstığı için temel ekolojik uygunluklar sunmaktadır. Özellikle Nisan ve Mayıs aylarında ölçülen ortalama toprak ve hava sıcaklıkları, yerfıstığı tohumlarının çimlenmesi için gerekli olan 15-20°C'lik sıcaklık eşiğini karşılamaktadır. Örneğin, Ceylanpınar'da Mayıs ayında 5 cm derinlikte ölçülen ortalama toprak sıcaklığı 25,2°C, hava sıcaklığı ise 22,6°C olarak belirlenmiştir. Bu değerler, yerfıstığının erken dönem gelişimi açısından uygun uygun koşulların mevcut olduğunu göstermektedir. Takip eden Haziran-Ağustos döneminde her iki ilçede de 28-32°C aralığında seyreden yüksek ortalama hava sıcaklıkları ile birlikte gözlenen yoğun güneşlenme, bitkinin 28-33°C arasındaki optimum büyüme sıcaklığı aralığına ve yaklaşık beş aylık olgunlaşma süresine uygun elverişli bir sıcaklık ve güneşlenme ortamı sağlamaktadır. Ancak, yaz aylarında günlük maksimum sıcaklıkların 35°C'yi aşma potansiyeli özellikle çiçeklenme ve meyve bağlama dönemlerinde su stresiyle birleştiğinde verim için risk oluşturabilir. Yerfıstığının en kritik ihtiyacı olan su temini konusunda, bitkinin yazlık yetişme periyodundaki yüksek su talebi, araştırma sahasının bu dönemde neredeyse hiç yağış almaması (Haziran-Eylül ayları toplam yağışı <10 mm) nedeniyle tamamen sulamaya bağımlıdır.

Bu ekolojik değerlendirmeler ışığında üretim verileri incelendiğinde, Viranşehir için resmi kayıtlarda 2004-2024 arasında yerfıstığı üretimine rastlanmazken, Ceylanpınar'da da yalnızca 2024'te 20 ton gibi çok düşük ve yeni bir üretim kaydı bulunmaktadır **(Tablo 74)**. Bu son derece kısıtlı resmi veri, yerfıstığının geçmiş yıllarda araştırma sahasında yaygın ve sürekli bir ticari ürün olmadığını göstermektedir. Bununla

birlikte, Ceylanpınar'daki yeni kayıt ve arazi çalışmaları sırasında edinilen bilgiler doğrultusunda Viranşehir'de de gelecekte ekilebileceğine dair beklentiler, yerfıstığının sulu tarım koşulları altında yeni bir alternatif ürün olarak değerlendirilmeye başlandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, araştırma sahasının sıcaklık ve güneşlenme koşulları yerfıstığı ziraatine uygun olup, bu ziraatin başarısı ve yaygınlaşması tamamen etkin ve sürdürülebilir sulama sistemlerinin varlığına bağlıdır **(Fotoğraf 34)**.

Fotoğraf 34: Araştırma sahasında yer fıstığı tarlası genel görünümü (a) ve yer fıstığı bitkisinin toprağın üzerinde kalan kısımları (b)

4.3.2.6. Susam

Susam *(Sesamum indicum L.)*, tohumlarındaki yüksek ve kaliteli yağ içeriği nedeniyle dünyanın önde gelen yağ bitkilerinden biri olarak kabul edilir. Susam, yağ ve tahin üretimindeki birincil rolünün yanı sıra; düşük yağlı tohumlarının gıda ürünlerinde

(örneğin simit, bisküvi), yağının hem yemeklik hem de sabun, ilaç ve kozmetik gibi çeşitli endüstriyel alanlarda, keza yağ ekstraksiyonu sonrası arta kalan küspesinin de hayvan yemi olarak değerlendirilmesiyle çok yönlü bir kullanım potansiyeli sunmaktadır (Bürkük ve Tunçtürk, 2020; Erbil ve ark. 2021). Türkiye'de son yıllarda susam tarımında gözlenen azalmanın; çiftçilerin daha az işçilik gerektiren veya sulu tarıma daha uygun alternatif ürünlere yönelmesi, sertifikalı yüksek verimli tohum kullanımının yetersizliği, yerel çeşitlerdeki kapsül çatlatma sorunları ve hasatta yaşanan zorluklar gibi çeşitli sosyo-ekonomik ve agronomik faktörlerden kaynaklanmaktadır (Arslan vd., 2014).

Ekolojik olarak susam, esasen tropik ve subtropik bölgelerin bitkisi olup, pamuk, bağ ve zeytin gibi ürünlerin yetişebildiği ılıman iklimlerin sıcak kesimlerinde de başarıyla kültüre alınabilmektedir. Yetişme süresi boyunca aylık ortalama sıcaklığın 20°C'nin altına düşmemesi gereken susam, özellikle olgunlaşma devresinde yüksek sıcaklık ve kuru hava koşulları talep ederken, sıcak rüzgarlardan olumsuz etkilenebilir. Kuraklığa karşı dikkate değer bir toleransa sahip olan bu bitkinin yıllık ortalama yağış isteği yaklaşık 400 mm civarındadır. Toprak istekleri açısından oldukça esnek olan susam, aşırı killi, kumlu ve kireçli topraklar haricinde birçok farklı toprak tipinde yetişme potansiyeline sahiptir (Terzioğlu, 1987).

Susamın büyüme dönemi için 20°C üzeri sıcaklık, olgunlaşmada kuru ve sıcak hava ile yaklaşık 400 mm yağış isteği, araştırma sahasının genel sıcaklık koşulları ve kurak yazlarıyla son derece uyumludur. Buna rağmen, 2004-2024 dönemi resmi üretim kayıtları Viranşehir için hiçbir veri sunmazken, Ceylanpınar için de yalnızca 2004-2008 yılları arasında yıllık 3 ton gibi son derece düşük ve eski tarihli veriler içermekte, bu da son 15 yılda büyük ölçekte ticari bir susam üretiminin olmadığını göstermektedir **(Tablo 74)**. Bu durumun temel nedeni, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile sulu tarımın yaygınlaşmasının ardından çiftçilerin, geleneksel olarak daha kuru şartlarda veya nadas alanlarında yetiştirilen susam yerine, sulama ile daha yüksek verim ve gelir getiren alternatif ürünlere öncelik vermesidir. Nitekim güncel saha gözlemleri ve yerel bilgiler, susam ekiminin artık büyük ölçüde sulama imkânı olmayan çiftçiler tarafından gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 74: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yağ bitkilerinin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Soya Fasulyesi		Ayçiçeği Tohumu (Yağlık)		Aspir Tohumu		Kanola veya Kolza Tohumu		Kabuklu Yerfıstığı		Susam Tohumu	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		783										3
2005		750										3
2006		750					13					3
2007		750					13					3
2008		747										3
2009	9			1043								
2010				1380								
2011				1432								
2012		53		1750		105						
2013		69		4710								
2014		60		4018								
2015		319		12920								
2016	249	292		11592								
2017	299			10253								
2018	323			10574								
2019	44			13355								
2020	40			13664								
2021	20	119		15212								
2022	33	118		15281								
2023	24			14457								
2024	442	739		19474						20		

4.3.3. Baklagiller

Yemeklik dane baklagiller, botanik olarak *Fabaceae (Leguminosae)* familyasına ait bitkilerin, olgunlaştıktan sonra kurutularak elde edilen ve insan gıdası olarak tüketilen tohumlarını ifade eder. Bu önemli bitki grubu içerisinde bezelye, kuru fasulye, mercimek, nohut ve bakla gibi türler ön plana çıkmaktadır. Bu ürünler, insan beslenmesine yaptıkları değerli katkılarla bilinirler. Özellikle yüksek düzeydeki bitkisel protein ve diyet lifi içerikleri, doğal olarak glutensiz olmaları, düşük glisemik indekse sahip olmaları ve barındırdıkları antioksidan bileşikler sayesinde genel diyet kalitesini iyileştirme ve sağlıklı beslenmeyi destekleme açısından dikkate değer bir potansiyel sunmaktadırlar (Atalay ve Gökbulut, 2021). Araştırma sahası özelinde, 2004-2024 yılları arasında yetiştiriciliği yapılan ve temel yemeklik dane baklagiller olarak öne çıkan ürünlerin başında ise kırmızı mercimek ve nohut gelmektedir.

4.3.3.1. Kırmızı Mercimek

Mercimek *(Lens culinaris Medik.)*, Türkiye'de yemeklik tane baklagiller arasında önemli bir yere sahip olup, özellikle kırmızı mercimek çeşitleri, araştırma sahasının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde stratejik bir tarım ürünü olarak öne çıkmaktadır. Bu bitkinin üretimi, genellikle doğal koşullara duyarlı olan ve sıklıkla kuru tarım alanlarında yoğunlaşmaktadır (Özdemir, 2002; Doğan ve Doğan, 2020). Mercimek, diğer yemeklik tane baklagillere kıyasla kuraklık, yüksek sıcaklıklar ve düşük sıcaklıklara karşı gösterdiği üstün toleransla dikkat çeker ve vejetasyon periyodunu 90 ile 110 gün gibi nispeten kısa bir sürede tamamlayabilmektedir. İklim istekleri açısından, optimum gelişme sıcaklığı 30°C civarında olan mercimeğin kışlık olarak ekilen çeşitleri, tropik ve subtropikal yörelerin yanı sıra Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu ve geçiş bölgelerinde yaygın olup, bu çeşitler -25 ile -30°C gibi oldukça düşük sıcaklıklara dahi dayanabilme yeteneğine sahiptir. Yazlık ekimlerde ise en yüksek verim genellikle erken ilkbaharda yapılan ekimlerden elde edilir. Toprak ve iklim istekleri yönünden geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olan mercimek, birçok farklı toprak tipinde yetiştirilebilmekle birlikte, özellikle iyi havalanan ve çabuk ısınan (sıcak) toprakları tercih eder. Bununla birlikte, toprağın pH düzeyi mercimek veriminde kritik bir faktör olarak öne çıkar. Zira yüksek pH değerleri

kök yumrularının oluşumunu olumsuz etkileyerek verimde önemli düşüşlere neden olabilmektedir (Kara, 2011; Vural, 2016).

Mercimek, araştırma sahasının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli bir yemeklik dane baklagili olup, özellikle kışlık çeşitlerinin yörenin tipik kuraklık, sıcak ve soğuk streslerine karşı gösterdiği yüksek tolerans sayesinde Viranşehir ve Ceylanpınar'da uygun yetişme koşulları bulmaktadır. Kışlık mercimeğin -25°C'ye varan soğuklara dayanıklılığı, yörenin ortalama kış sıcaklıkları göz önüne alındığında önemli bir güvence sunarken; yazlık ekimler için mart-nisan aylarındaki ortalama hava (10-16°C) ve toprak (11-18°C) sıcaklıkları da çimlenme ve erken fide gelişimi için elverişli bir ortam yaratır. Mercimeğin 90-110 günlük nispeten kısa vejetasyon periyodu, bitkinin genellikle mayıs sonu veya haziran başında olgunlaşarak temmuz-ağustos aylarının ortalama 31°C'yi aşan aşırı sıcaklarından büyük ölçüde kaçınmasını sağlar. Bu dönemde 30°C'ye yaklaşan veya bu değere ulaşan sıcaklıklar ise tane dolumu ve hızlı olgunlaşma için faydalı olmaktadır. Yağış rejimi açısından, Viranşehir'in yıllık ortalama 500,4 mm olan ve büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarında (Ekim-Mayıs) düşen yağışı, kuraklığa en dayanıklı baklagillerden biri olan mercimeğin su ihtiyacını karşılamada yeterli görünmektedir. Ceylanpınar'ın yıllık 311,7 mm olan daha düşük toplam yağış miktarı ise, mercimeğin yüksek kuraklık toleransına rağmen, özellikle yağışın yetersiz olduğu yıllarda verim stabilitesi açısından daha zorlayıcı koşullar oluşturabilir ve bitkiyi su stresine maruz bırakabilir. Bununla birlikte, her iki ilçede de Mayıs sonu yağışların kesilmesi, artan açık gün sayısı ve yükselen sıcaklıklar, mercimeğin hasat ve kurutma işlemleri için son derece uygun, kuru ve sıcak bir ortamın oluşmasını sağlar.

Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinde 2004-2024 yılları arasındaki kırmızı mercimek üretimi, her iki lokasyonda da benzer şekilde dönemin ilk yıllarındaki yüksek ve istikrarlı seviyelerden sonra belirgin bir düşüş ve dalgalı bir üretim seyri sergilemiştir. Viranşehir'de kırmızı mercimek üretimi 2006 ve 2007 yıllarında 25.994 tonla en yüksek düzeyine ulaşırken, takip eden yıllarda önemli bir azalma göstererek 2019'da 5.317 tonla en düşük seviyesine gerilemiş ve özellikle 2008 sonrası dönemde ilk yıllardaki istikrarlı yüksek üretimin oldukça altında kalmıştır. Benzer bir eğilimle Ceylanpınar'da da üretim 2006 ve 2007 yıllarında 24.000 tonla zirve yapmış, 2008'de 446 ton gibi son derece düşük bir seviyeye indikten sonra bir daha ilk dönemdeki yüksek rakamlara tekrar ulaşamamıştır. En düşük üretim burada 2008'de kaydedilmiştir. Her iki ilçede de

2007/2008 sezonundan sonra kırmızı mercimek üretiminde genel bir azalma ve istikrarsızlık hâkim olmuş, son 15 yıllık periyotta üretim miktarları genellikle önceki yılların gerisinde kalmıştır **(Tablo 75)**. Kırmızı mercimeğin yörenin iklimine uyumlu bir ürün olmasına rağmen, resmi kayıtlardaki uzun süreli düşüş eğilimi, Güneydoğu Anadolu Projesi sonrası değişen tarımsal öncelikler, sulu tarıma uygun alternatif ürünlere yönelim, pazar koşulları veya diğer sosyo-ekonomik faktörlerin etkisiyle ekim alanlarında bir daralma yaşandığını göstermektedir.

4.3.3.2. Nohut

Nohut *(Cicer arietinum L.)*, dünya genelinde kurak ve yarı kurak bölgelerde geniş bir yayılım gösteren, mercimekten sonra kuraklığa ve sıcağa en dayanıklı yemeklik dane baklagillerden biri olup, özellikle Türkiye'nin bozkır iklimine sahip alanları için elverişli bir tarım ürünüdür. Yaklaşık 60-90 günlük nispeten kısa bir vejetasyon süresine sahip olan nohutun toprakta başarılı bir şekilde çimlenebilmesi için minimum +3°C'nin üzerinde bir toprak sıcaklığına ihtiyaç duyulurken, optimum çimlenme için ortalama 15°C idealdir. 26°C'yi aşan sıcaklıklar ise çimlenme sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Nohut bitkisinin optimum gelişme sıcaklığı genellikle 18-26°C aralığında olup, donlara karşı genel bir hassasiyeti bulunmakla birlikte, bazı koşullarda -16°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabildiği bilinmektedir (Akçin, 1988; Kara, 2011).

Yüksek atmosferik nemden hoşlanmayan ve kurak koşullara yüksek adaptasyon kabiliyeti sergileyen bu bitki, uygun iklimlerde çoğunlukla sulama yapılmaksızın, yani kuru tarım yöntemleriyle yetiştirilebilmektedir. Toprak istekleri açısından fazla seçici olmayan nohut, özellikle diğer baklagillere kıyasla toprak tuzluluğuna karşı daha yüksek bir tolerans göstermesiyle dikkat çeker. Yemeklik baklagiller içerisinde kirece en fazla dayanıklılık gösteren ve genel tuzluluğa karşı da en dirençli tür olan nohut, bu üstün özellikleri sayesinde tuzlu toprakların ıslahında ve bu tür alanlar için düzenlenen özel ekim nöbeti (münavebe) sistemlerinde kilit bir rol oynamaktadır (Kara, 2011; Vural, 2016).

Nohut, kurak ve yarı kurak bölgelere adaptasyonuyla bilinen, 60-90 günlük kısa vejetasyon süresiyle araştırma sahasının iklim koşullarına genel bir uyum potansiyeli sergilemektedir. Özellikle Viranşehir ve Ceylanpınar'da Mart ve Nisan aylarında 5 cm

derinlikte ölçülen ortalama toprak sıcaklıklarının 11,4°C ile 18,5°C arasında değişmesi, nohutun çimlenmesi için gerekli olan minimum +3°C eşiğinin üzerinde ve optimum sıcaklık olan 15°C'ye yakın değerlere işaret etmektedir. Bu durum, yörede ilkbahar ekimlerinin gerçekleştirilebilmesine olanak tanımaktadır. Takip eden Mayıs ve Haziran aylarında ise ortalama hava sıcaklıklarının 21,6°C ile 28,7°C aralığında seyretmesi, bitkinin 18-26°C arasındaki optimum gelişme sıcaklıklarıyla büyük ölçüde örtüşerek uygun bir büyüme ortamı sunmaktadır. Nohutun yüksek nemden hoşlanmaması ve kuraklığa dayanıklılığı, yörenin özellikle tane dolum ve olgunlaşma dönemine denk gelen kurak ve bol güneşli yaz ayları (Haziran sonrası) için avantaj sağlarken, Viranşehir'in yıllık ortalama 500,4 mm yağışı Ceylanpınar'ın 311,7 mm'lik yağışına kıyasla yağışa dayalı tarım için daha elverişli bir zemin sunar.

Bu ekolojik uygunluk potansiyeline karşın, 2004-2024 dönemi nohut üretim verileri incelendiğinde, Viranşehir'de üretimin 2012'den itibaren kaydedildiği ve oldukça değişken bir seyir izlediği görülmektedir. En düşük üretim 2016'da 13 ton, en yüksek üretim ise 2019'da 915 ton olarak gerçekleşmiş, 2020 sonrasında ise üretim daha düşük ancak ilk yıllara göre yine de daha yüksek bir bantta dalgalanmıştır. Ceylanpınar'da ise nohut üretimi son derece sembolik düzeyde kalmış, yalnızca 2010 yılında 1 ton ve 2021 yılında 8 ton gibi çok düşük miktarlarda ve kesintili olarak kayıtlara geçmiştir. Bu veriler, nohutun Ceylanpınar'da bir tarımsal faaliyete dönüşmediğini, Viranşehir'de ise belirli bir dönem (özellikle 2018-2020) ilgi görse de istikrarlı ve yaygın bir üretime dönüşmediğini göstermektedir. Bu durum muhtemelen nohutun sulu tarım koşullarında diğer ürünlerle rekabet edememesi nedeniyle sınırlı kaldığını göstermektedir **(Tablo 75)**.

Tablo 75: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen baklagillerin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Kırmızı Mercimek		Nohut	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	22195	22741		
2005	24300	22500		
2006	25994	24000		
2007	25994	24000		
2008	9600	446		
2009	8615	10578		
2010	23326	19589		1
2011	15067	14727		
2012	19068	6920	36	
2013	21161	21592	46	
2014	21782	12525	15	
2015	21593	7148	15	
2016	16145	11642	13	
2017	19812	7870	75	
2018	8423	7684	329	
2019	5317	3358	915	
2020	10900	4920	702	
2021	12561	9714	215	8
2022	12196	11718	166	
2023	12514	9925	167	
2024	8604	7570	168	

4.3.4. Yem Bitkileri

Hayvansal üretim için elzem olan kaba yem ihtiyacının karşılanmasında kritik rol oynayan yem bitkileri yetiştiriciliği, doğal çayır ve meraların aşırı ve yanlış kullanım sonucu verimliliğini yitirmesiyle günümüzde daha da büyük bir önem kazanmıştır. Özellikle hayvancılıkta artan entansifleşme eğilimi, hayvan sağlığı ve verimliliğini güvence altına almak amacıyla kaliteli yem bitkileri ekim alanlarının genişletilmesini ve birim alandan elde edilen verimin artırılmasını stratejik bir zorunluluk haline getirmektedir. Yem bitkileri tarımı, kaba yem açığını kapatmanın yanı sıra, toprak verimliliğinin korunması, erozyonun önlenmesi ve genel bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine katkı gibi önemli ekolojik faydalar da sunmaktadır (Yolcu ve Tan, 2008; Cesur, 2010).

Bu genel çerçeve doğrultusunda, araştırma sahasında hayvancılık faaliyetlerinin desteklenmesi ve kaba yem ihtiyacının karşılanması amacıyla yetiştirilen başlıca yem bitkileri arasında dane üretimi için Burçak (Vicia ervilia), yeşil ot olarak değerlendirilen Fiğ türleri (*Vicia spp.* genel olarak ve Adi Fiğ- *Vicia sativa*), bu fiğ türlerinin tohumluk üretimi (Fiğ Tohumu ve Adi Fiğ Tohumu), Yemlik Bezelye *(Pisum sativum var. arvense)*, yeşil ot olarak Yonca *(Medicago sativa)* ve Yonca Tohumu üretimi yer almaktadır.

4.3.4.1. Fiğ Yetiştiriciliği

Araştırma sahasında yetiştirilen önemli bir yem bitkisi olan fiğ (*Vicia* L.) ve adi fiğ *(Vicia sativa)*, hayvanlar için değerli bir yeşil ve kuru ot kaynağı olmasının yanı sıra, toprağa azot bağlayarak verimliliği artırma ve yeşil gübre olarak kullanılma gibi çok yönlü faydalar sunan tek yıllık bir baklagildir. Ancak, fiğin ekolojik istekleri, araştırma sahasının bazı iklim özellikleriyle zorlu bir etkileşim içindedir. Zira bitkinin 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda zarar görmesi, yörenin kış aylarında yaşanabilen don olayları nedeniyle kışlık ekimini riskli kılmakta ve genellikle ilkbahar ekimini daha uygun hale getirmektedir. Fiğin bol ve kaliteli ot verimi sağlayabilmesi için tercih ettiği nemli ve serin iklim koşulları, araştırma sahasında özellikle haziran ayından itibaren etkisini artıran sıcak ve kurak yaz mevsimiyle örtüşmemektedir (Vural, 2016). Bu dönemde ortalama sıcaklıklar 27,9°C'nin üzerine çıkmakta, aylık yağış miktarı ise 5 mm'nin

altına düşmektedir. Bu durum bitkinin aktif büyüme ve vejetasyon döneminin daha serin ve yağışlı olan ilkbahar aylarına denk getirilmesinin önemini artırmaktadır.

Fiğin hem soğuğa hem de kurağa karşı dayanıklı olmaması, en kritik sınırlayıcı faktörlerdendir. Viranşehir'in yıllık ortalama 500,4 mm yağışı, özellikle ilkbahar ekimlerinde ve yağışın düzenli dağıldığı yıllarda kısmen yeterli olabilecekken, Ceylanpınar'ın yıllık 311,7 mm olan daha düşük yağış miktarı, sulamasız tarımda ciddi bir su stresi ve verim düşüklüğü riski oluşturacaktır. Bu nedenle, özellikle Ceylanpınar'da ve Viranşehir'de kurak geçen dönemlerde veya yazlık ekim denemelerinde, fiğden yüksek ve kaliteli yeşil ot verimi alabilmek için sulama uygulamaları kaçınılmaz ve büyük önem taşımaktadır.

Araştırma sahasındaki fiğ üretimine ilişkin 2004-2024 yılları arasındaki resmi veriler, farklı fiğ türleri (yeşil ot ve tohumluk) ve ilçeler arasında belirgin farklılıklar, önemli veri boşlukları ve genel olarak istikrarlı olmayan bir üretim deseni ortaya koymaktadır. **Fiğ (yeşilot)** üretimi kategorisinde Viranşehir için herhangi bir resmi kayıt bulunmamaktadır. Ceylanpınar'da ise Fiğ (Yeşilot) üretimi 2004-2011 yılları arasında ve ek olarak 2013 yılında kaydedilmiştir. Bu dönemde üretim miktarları dalgalı bir seyir izlemiştir. En düşük üretim 3.300 ton ile 2009 yılında görülürken, 2008 yılında 17.000 tonluk bir zirve yaşanmış, 2013 yılında ise 24.074 ton gibi oldukça yüksek bir üretim rakamına ulaşılmıştır. Ancak, 2015 sonrası yıllarda veri bulunmaması genel ve güncel eğilimi belirlemeyi zorlaştırmaktadır **(Tablo 76)**.

Yeşil ot olarak **adi fiğ** üretimi incelendiğinde, Viranşehir'de sadece 2020-2024 yılları arasında veri mevcut olup, üretim 2021'deki 3.565 tonluk en düşük seviyeden 2024'te 7.425 tonluk en yüksek seviyesine ulaşarak genel bir artış eğilimi göstermiştir. Ceylanpınar'da ise adi fiğ (yeşilot) üretimi 2016-2024 döneminde kayıtlara geçmiş olup, 2017 yılında en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak bu zirve noktasının ardından üretim miktarında düşüş yaşanmış, 2019 yılında 343 ton gibi ciddi bir gerileme gözlenmiştir. Takip eden yıllarda da kısmi bir toparlanma sağlansa da üretim düzeyi genel olarak düşük ve dalgalı bir seyir izlemiş, zirve yılındaki değerlere yaklaşamamıştır **(Tablo 76)**.

Genel **fiğ tohumu** üretimine dair veriler oldukça kısıtlıdır. Viranşehir için bu kategoride herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Ceylanpınar'da ise fiğ tohumu üretimi yalnızca üç münferit yılda (2009, 2012, 2013) resmi kayıtlara geçmiş; en yüksek üretim 2.258 ton ile 2012 yılında, en düşük üretim ise 516 ton ile 2013 yılında gerçekleşmiştir.

Verilerin seyrek olması, fiğ tohumu üretiminin Ceylanpınar'da sürekli veya planlı bir faaliyet olmadığını göstermektedir **(Tablo 76)**. **Adi fiğ tohumu** üretimi de benzer şekilde Viranşehir'de kayıt altına alınmamıştır. Ceylanpınar'da ise 2015-2024 yılları arasında düzenli olarak kaydedilen adi fiğ tohumu üretimi, genel olarak düşük hacimli ve dalgalı bir seyir izlemiştir. Bu dönemde en yüksek üretim 1.076 ton ile 2020 yılında görülürken, en düşük üretim 543 ton ile 2017 yılında kaydedilmiştir. 2024 yılında ise 897 tonluk bir üretim gerçekleşmiştir **(Tablo 76)**.

Sonuç olarak, araştırma sahasındaki resmi fiğ üretimi verileri, söz konusu önemli yem bitkisinin potansiyelinin tam olarak değerlendirilmediğini göstermektedir. Özellikle Viranşehir'de adi fiğ dışında fiğ üretimine dair kayıt bulunmaması, Ceylanpınar'da ise tüm kategorilerde üretimin ya çok sınırlı yıllarda ya da düşük ve istikrarsız seviyelerde olması dikkat çekicidir. Bu durum, fiğ yetiştiriciliğinin yörede ana bir ürün olmaktan ziyade, muhtemelen anlık yem ihtiyacı, ekim nöbeti uygulamaları, sınırlı tohumluk üretimi gibi amaçlarla ve genellikle ikincil bir konumda ele alındığını göstermektedir.

Tablo 76: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yem bitkilerinden fiğ üretim miktarlarının yıllara göre değişimi

Yıllar	Fiğ (Yeşilot)		Fiğ (Adi) (Yeşilot)		Fiğ Tohumu		Fiğ (Adi) Tohumu	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		3783						
2005		5085						
2006		6000						
2007		6000						
2008		17000						
2009		3300				1320		
2010		10968						
2011		7946						
2012						2258		
2013		24074				516		
2014								
2015								714
2016				6990				586
2017				12128				543
2018				9281				849
2019				343				732
2020			6600	1872				1076
2021			3565	1488				631
2022			5733	1097				698
2023			6000	1077				728
2024			7425	2313				897

4.3.4.2. Burçak (Dane)

Burçak (Vicia ervilia), baklagiller familyasından, kurağa dayanıklılığı nedeniyle Anadolu'nun çeşitli yörelerinde öncelikli olarak tane yemi amacıyla yetiştirilen tek yıllık bir yem bitkisidir. Elde edilen tohumları özellikle damızlık boğaların beslenmesinde kullanılan değerli bir kesif yem kaynağıdır. Araştırma sahasının genel iklim profili, özellikle ilkbahar ve erken yaz dönemindeki sıcaklıklar ile vejetasyon süresi uzunluğu, burçak gibi kurağa dayanıklı bir baklagilin yetişmesi için teorik olarak uygun bir zemin sunmaktadır (Serin vd., 1997; Sağlamtimur vd., 1998). Bitkinin kuraklığa toleransı, yörenin yağışın az olduğu yaz ayları için bir avantaj teşkil edebilir. Viranşehir'in yıllık ortalama 500,4 mm yağışı, Ceylanpınar'ın 311,7 mm'lik yağışına kıyasla bu bitki için daha elverişli ortam sunmaktadır. Ancak, 2004-2024 yılları arasındaki resmi dane burçak üretimi verileri incelendiğinde, araştırma sahasında bu bitkinin ekiminin son derece sınırlı olduğu görülmektedir. Viranşehir için yalnızca 2006 ve 2007 yıllarında, her iki yılda da 232 ton gibi oldukça düşük ve aynı miktarda bir üretim kaydedilmiş, diğer yıllarda ise herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Ceylanpınar ilçesinde ise belirtilen tüm dönem boyunca resmi kayıtlara geçmiş herhangi bir dane burçak üretimi bulunmamaktadır **(Tablo 77)**. Burçağın araştırma sahasında yaygın veya sürekli bir zirai ürün olarak benimsenmemesinin ana nedeni düşük ekonomik getirisi ve daha fazla besleyici hayvan yemi alternatiflerinin bulunmasıdır.

4.3.4.3. Yonca Yetiştiriciliği

Yonca *(Medicago sativa* L.*)*, hayvansal üretim amacıyla yetiştirilen yem bitkileri arasında en çok tercih edilen ve üretimi en yaygın olan türlerin başında gelmektedir. Yüksek adaptasyon kabiliyeti, uzun ömürlü bir bitki olması ve besin değerinin zenginliği gibi öne çıkan birçok üstün özelliği nedeniyle, bilimsel kaynaklarda sıklıkla "yem bitkilerinin kraliçesi" olarak nitelendirilmektedir. Yalnızca değerli bir kaba yem kaynağı olmakla kalmayan yonca, aynı zamanda ekim nöbeti (münavebe) sistemlerinde toprağın verimliliğini artırıcı etkisi, bazı çeşitlerinin otlatmaya karşı dayanıklılığı ve erozyon kontrolündeki etkin rolü gibi önemli ekolojik faydalarıyla da öne çıkmaktadır. Bu özellikler onun dünya genelinde geniş alanlarda tarımının yapılmasını sağlamıştır (Uslu ve Kaya, 2021).

Ekolojik istekleri açısından yonca, belirli bir iklim tipiyle sınırlı olmayıp kurak ve yarı kurak bölgeler başta olmak üzere oldukça geniş iklim şartlarında yetişebilme yeteneğine sahiptir. Bu geniş adaptasyonun temelinde, bitkinin 4-5 metreye veya daha derine ulaşabilen ve onu birçok doğal ortam stresine karşı dayanıklı kılan kazık kök sistemi yatmaktadır. Bununla birlikte, soğuğa dayanıklılık seviyesi genotipler arasında farklılıklar gösterebilmektedir. Genel olarak yonca için en uygun yetişme ortamı, bitkinin kök bölgesinde yeterli düzeyde toprak neminin bulunduğu, ancak yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği bölgeler olarak tanımlanır. Bu durum, bitkinin derin kökleriyle toprak neminden faydalanırken, toprak üstü aksamının gelişimi için sıcak ve güneşli koşullardan yararlandığını gösterir (Orak ve Gökkaya, 2014). Toprak istekleri bakımından yonca, kireç bakımından zengin, köklerin ulaşabileceği derin tabakalarda su birikimi olmayan ve iyi drene olan alanları tercih etmektedir. Saf kumlu veya ağır ve kireçsiz killi topraklar gibi ekstrem fiziksel yapıya ve kimyasal bileşime sahip topraklar ise yonca ziraati için elverişli değildir (Haase, 1964).

Araştırma sahasının uzun vejetasyon periyotları ile sıcak, kurak ve bol güneşli yazları, "yem bitkilerinin kraliçesi" olarak nitelenen yoncanın optimum gelişimi için aradığı temel iklim koşullarıyla büyük bir uyum sergilemektedir **(Fotoğraf 35)**. Yoncanın 4-5 metreye ulaşabilen derin kazık kök sistemi ve kurak ile yarı kurak koşullara olan yüksek adaptasyonu, bitkinin yörenin yaz kuraklığına dayanmasını ve kış ile ilkbahar aylarında toprakta depolanan nemden etkin bir şekilde faydalanmasını sağlar. Ancak, bitkinin yüksek verim potansiyelini ortaya koyabilmesi ve yaz boyunca çoklu biçim alınabilmesi için, doğal yağışın neredeyse tamamen kesildiği sıcak dönemlerde, yeterli toprak nemi koşulunu karşılamak amacıyla sulama yapılması zorunluluktur.

Fotoğraf 35: Araştırma sahasında yer alan bir yonca tarlasından genel görünüm

Yonca (yeşilot) üretimi, Ceylanpınar ilçesinde araştırma dönemi boyunca sürekli ve artan bir öneme sahip olmuştur. Ceylanpınar'da üretim 2004 yılında 4.681 ton gibi düşük seviyeden başlamış, 2005-2008 yılları arasında yaklaşık 5.600 tonla istikrarlı bir seyir izlemiş ve sonraki yıllarda belirgin bir artış trendine girmiştir. Üretim 2019'da 59.676 tona, 2020'de ise 81.299 tona ulaşarak en yüksek seviyesini görmüştür. Bu zirveden sonra bir miktar azalma olsa da son yıllardaki üretim miktarları ilk yıllara kıyasla yine de oldukça yüksek düzeylerdedir. Viranşehir'de ise yeşil ot yonca üretimine dair veriler 2020 yılında başlamış olup, bu tarihten itibaren 325 ton (2021) ile 450 ton (2024) arasında değişen, düşük ancak istikrarlı ve hafif artış gösteren bir seyir izlemiştir. Bu durum, yonca (yeşilot) ziraatin Ceylanpınar'da yerleşik ve büyüyen bir faaliyet olduğunu, Viranşehir'de ise çok daha yeni bir aşamada olduğunu göstermektedir **(Tablo 77)**.

Yonca tohumu üretimi ise araştırma sahasında çok daha sınırlı yetiştirilmektedir. Viranşehir için bu kategoride 2004-2024 yılları arasında herhangi bir resmi üretim kaydına rastlanmamıştır. Ceylanpınar'da ise yonca tohumu üretimi oldukça kesintili ve düşük hacimlidir. 2004-2008 yılları arasında 7 ton (en düşük-2004) ile 12 ton arasında değişen bir üretim kaydedilmiştir. Uzun bir veri boşluğunun ardından

2015'ten itibaren tekrar kayıtlara girmeye başlamıştır. Son on yıllık dönemde üretim dalgalı bir seyir izlemiş, 2019 yılında 444 tonla en yüksek seviyesine ulaşmış, takip eden yıllarda ise genellikle 200-400 ton aralığında kalmıştır (2024'te 266 ton) **(Tablo 77)**.

4.3.4.4. Bezelye (Yemlik)

Yem bezelyesi *(Pisum sativum var. arvense)*, Türkiye orijinli, tek yıllık bir serin mevsim yem bitkisi olup; dane yemi, kuru ot, silaj, otlatma ve toprağı azotça zenginleştiren bir yeşil gübre olarak çok yönlü bir şekilde değerlendirilmektedir. Ayrıca otunun besleme değeri, iyi kurutulduğunda yonca otuna eşdeğer kabul edilir. Sıcak ve kurak iklim koşullarına uygun olmayan bu bitki için kuraklık, düşük sıcaklıklara kıyasla daha büyük bir risk teşkil etmektedir. Ekim zamanlaması iklim koşullarına bağlı olup, kış sıcaklıklarının -8°C'nin altına düşme riski olan bölgelerde ilkbahar ekimi önerilirken, daha ılıman bölgelerde sonbahar ekimi de yapılabilmektedir. Yem bezelyesi en iyi gelişimi süzek, nötr karakterli, besin maddeleri ve humusça zengin, nemli, tınlı veya killi-tınlı bünyeye sahip topraklarda göstermektedir. Bu nedenle, genellikle kuru olan kumlu topraklar ile kireçleme gerektiren asit karakterli topraklar yem bezelyesi tarımı için elverişli değildir. Toprağın yeterli düzeyde kireç ve fosfor içermesi ise verimliliği önemli ölçüde artırmaktadır (Okuyucu ve Okuyucu, 1988; Ekiz ve Sancak, 2016). Yem bezelyesi, serin ve nemli iklim koşulları talep eden ve özellikle sıcak ile kurak bölgelere uygun olmayan bir bitki olduğu için, araştırma sahasının genel ekolojisi bu bitkinin yetiştiriciliği için önemli zorluklar barındırmaktadır. Başarılı bir üretim, yörenin sıcak ve kurak yaz dönemi başlamadan, kış ve ilkbahar aylarının nemli ve daha serin koşullarında tamamlayacak şekilde (genellikle ilkbahar ekimiyle) dikkatli bir zamanlama stratejisine bağlıdır. Zira yem bezelyesi için kuraklık, dona kıyasla daha büyük bir risk teşkil eder (Okuyucu ve Okuyucu, 1988; Ekiz ve Sancak, 2016). Bu ekolojik zorluklara paralel olarak, resmi üretim verileri yem bezelyesi ziraatinin araştırma sahasında oldukça yeni bir faaliyet olduğunu göstermektedir.

Ceylanpınar'da yem bezelyesi üretimi 2017'de başlanmış, 2019'da 1.491 tonla en yüksek seviyesine ulaşmış, birkaç yıl bu yüksek seviyelerini koruduktan sonra 2024'te 85 tona kadar keskin bir düşüşle en düşük değerini kaydetmiştir. Viranşehir'de ise üretim daha da sınırlı olup, sadece 2020'den itibaren çok düşük miktarlarda (en yüksek 80 ton-2020, en düşük 49 ton-2021/2022) kaydedilmiştir **(Tablo 77)**.

Tablo 77: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen fiğ dışındaki yem bitkilerinin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Burçak (Dane)		Yonca (Yeşilot)		Yonca Tohumu		Bezelye (Yemlik)	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004				4681		7		
2005				5600		12		
2006	232			5600		12		
2007	232			5600		12		
2008				5600		12		
2009				7864				
2010				16000				
2011				12768				
2012				7815				
2013				16894				
2014				14910				
2015				17611		106		
2016				26400		171		
2017				8318		74		426
2018				8318		74		1222
2019				59676		444		1491
2020			336	81299		307	80	1194
2021			325	56495		335	49	1192
2022			330	31900		396	49	1372
2023			400	18696		219	50	1301
2024			450	20272		266	55	85

4.3.5. Lifli Bitkiler

Lif, genel tanımıyla, kendi çapının en az yüz katı uzunluğunda olan, esneklik (elastikiyet), bağlanma (kohezyon) yeteneği ve belirli bir düzeyde kopma mukavemetine sahip, doğal veya yapay kökenli ince iplikçiklerdir. Bitkisel kökenli lifler, başta tekstil olmak üzere birçok sanayi koluna hammadde sağlayan ve bu nedenle ekonomik açıdan büyük önem taşıyan "lif bitkileri" olarak adlandırılan özel bir bitki grubundan elde edilmektedir. Türkiye'nin bitkisel üretim deseninde ekonomik olarak yetiştirilen başlıca lif bitkileri pamuk *(Gossypium spp.)*, keten *(Linum usitatissimum)* ve kenevirdir *(Cannabis sativa)* (Er ve Başalma, 2011).

Bu genel çerçevede, araştırma sahası olan Karacadağ güney kesiminde, belirtilen lif bitkileri içerisinde sadece pamuk ziraatinin yaygın olarak yapıldığı ve üretiminin 2004-2024 yılları arasında resmi olarak kayıt altına alındığı görülmektedir. Dolayısıyla "Lifli Bitkiler" başlığı altında araştırma sahasındaki pamuk bitkisinin ekolojik uygunluğu ile üretiminin seyri incelenmiştir. İnceleme kapsamında, pamuğun farklı formlardaki üretim verileri olan ve birbiriyle ilişkili olan pamuk çekirdeği (çiğit), çırçırlanmış pamuk (lif) ve çırçırlanmamış (kütlü) pamuk kayıtları birlikte değerlendirilecektir.

4.3.5.1. Pamuk

Pamuk *(Gossypium spp.)*, esas itibarıyla tropik ve subtropik bölgelerin bitkisidir. Lifiyle tekstil, çekirdeğiyle (çiğit) yağ ve yem, linteriyle de kâğıt sanayisine hammadde sağlayarak, yetiştirildiği bölgeler ve ülkeler için yüksek katma değere sahip stratejik bir endüstri bitkisidir (Doğanay ve Coşkun, 2015; Tokel, 2021). Başarılı bir üretim için pamuğun, ekim sırasında minimum 15°C toprak sıcaklığı, gelişmenin en hızlı olduğu çiçeklenme ve koza oluşum devresinde ise 25°C'nin altına düşmeyen hava sıcaklıkları gibi yüksek ve dönemsel olarak artan sıcaklık gereksinimleri bulunmaktadır. Ayrıca, vejetasyon periyodunu tamamlayabilmesi için 180-200 günlük donsuz bir süreye ve yaklaşık 3500-4500°C'lik yüksek bir toplam sıcaklık birikimine ihtiyaç duyar. Yıllık 500-750 mm arasında su isteyen pamuğun sulamasız tarımı, yalnızca mevsimlere dengeli dağılan asgari 500 mm'lik yağış alan bölgelerde mümkün olabilmektedir. Bu nedenle de günümüzde yüksek verimli üretim büyük ölçüde sulamaya dayanmaktadır. Su ihtiyacının zamanlaması kritik olup, en fazla suya çiçeklenmeden sonraki koza

gelişim döneminde ihtiyaç duyarken; ekim ve ilk gelişme ile özellikle lif kalitesini bozan ve hasadı zorlaştıran koza açılma devrelerinde aşırı yağıştan kesinlikle hoşlanmaz. Gelişim dönemindeki sıcak ve kuru rüzgarlar bitkide çiçek ve koza dökülmesine neden olurken, hasat zamanındaki rüzgarlar ise kütlü pamuğun kirlenmesine ve dökülmesine yol açarak kayıplara sebep olabilmektedir (Savaş, 1969). Toprak istekleri açısından en iyi verimi iyi drene edilmiş, çabuk ısınan, organik maddece (humus) zengin topraklarda verir. İdeal gelişimini iyi havalanan, tınlı, kumlu-tınlı veya alüviyal topraklarda gösteren pamuk, toprak asitliğine karşı da hassasiyet gösterir (Benlioğlu, 1955; Kacar ve Katkat, 2007).

Araştırma sahasında yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar'ın iklim özellikleri, pamuk bitkisinin ekolojik istekleriyle büyük ölçüde örtüşerek, yöreyi bu stratejik ürün için oldukça elverişli kılmaktadır. Gerekli olan 180-200 günlük donsuz periyot, sahanın yılın büyük bölümünü kapsayan uzun ve sıcak vejetasyon dönemi sayesinde rahatlıkla karşılanmaktadır. Ayrıca Nisan-Mayıs aylarındaki ortalama toprak sıcaklıklarının (5 cm'de >16°C) pamuk ekimi için gereken minimum 15°C eşiğini aşması, başarılı bir ekim ve çimlenme için uygun bir zemin hazırlamaktadır. Pamuğun en hızlı gelişim gösterdiği çiçeklenme ve koza oluşturma evrelerinde ihtiyaç duyduğu 25°C üzeri sıcaklıklar, yörenin haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki ortalama 28-32°C'lik yüksek hava sıcaklıkları ve 3500-4500°C'lik toplam sıcaklık birikimini sağlayabilen potansiyeli ile tam olarak karşılanmaktadır.

Pamuğun başarısındaki en önemli faktör su yönetimidir. Zira Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yağışı, bitkinin 500-750 mm'lik toplam su ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Yörede yaz aylarının yağışsız geçmesi, bir yandan lif kalitesini olumsuz etkileyen koza açılma dönemindeki yağış riskini ortadan kaldırarak büyük bir avantaj sağlarken, diğer yandan en fazla suya ihtiyaç duyulan koza gelişim döneminde su açığı yaratmaktadır. Bu durum, araştırma sahasında yüksek verimli ve sürdürülebilir pamuk ziraatini tamamen sulama imkanlarına bağımlı hale getirmektedir. Sonuç olarak, araştırma sahası, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile sağlanan sulama olanakları sayesinde, pamuğun yüksek sıcaklık ve bol güneşlenme gibi temel iklim isteklerini iyi bir şekilde karşılayarak, bu bitkinin yetiştiriciliği için ideal bir ekolojik potansiyel sunmaktadır **(Fotoğraf 36 ve 37)**.

Fotoğraf 36: Araştırma sahasında sulu tarım yöntemleriyle yetiştirilen bir pamuk tarlası örneği. Pamuk ziraati küresel tekstil endüstrisinin temelini oluşturmaktadır.

Fotoğraf 37: Olgunlaşmış bir pamuk kozasının yakın çekim görüntüsü. Kaliteli lif üretimi için koza gelişimi büyük öneme sahiptir.

Pamuk çekirdeği (çiğit) üretimi, araştırma sahasında ilçeler arasında zıt yönlü eğilimler sergilemektedir. Viranşehir'de üretim, dönemin genelinde dalgalı bir seyir

izlese de güçlü kalmış, en düşük 60.568 ton (2009) ve en yüksek 98.986 ton (2022) arasında değişerek son yıllarda da yüksek bir potansiyel göstermiştir. Buna karşın Ceylanpınar'da çiğit üretimi, 2008 yılında 42.379 tonla en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra genel bir düşüş eğilimine girmiş ve 2015 yılında 6.200 tonla en düşük noktasını görmüştür. Takip eden yıllarda kısmi bir toparlanma olsa da Ceylanpınar, 2008'deki zirve üretiminin oldukça altında kalmıştır. Bu durum, Viranşehir'in çiğit üretiminde lider ve daha istikrarlı bir konumda olduğunu, Ceylanpınar'ın ise bu alanda önemli bir gerileme yaşadığını göstermektedir **(Tablo 78)**.

Tarlalardan hasat edilen birincil ürün olan **çırçırlanmamış (kütlü) pamuk üretimi**, çiğit üretimindeki eğilimleri doğrulamaktadır. Viranşehir, dönem boyunca istikrarlı ve yüksek hacimli bir kütlü pamuk üreticisi olmuş, en düşük üretimini 101.772 tonla 2020'de yaşarken, 2022'de 164.976 tonla en yüksek seviyesine ulaşarak güçlü kapasitesini ortaya koymuştur. Ceylanpınar'da ise kütlü pamuk üretimi, 2008 yılında 71.586 tonla en yüksek değerine ulaştıktan sonra belirgin bir düşüş göstermiş ve 2015 yılında 10.472 tonla en düşük seviyesine gerilemiştir. Sonraki yıllarda da Ceylanpınar'daki üretim, 2008 yılındaki zirve değerlerinin oldukça altında dalgalanmaya devam etmiştir. Bu veriler, Viranşehir'in araştırma sahasında kütlü pamuk üretiminin ana merkezi olduğunu teyit etmektedir **(Tablo 78)**.

Tekstil sanayisinin ana hammaddesi olan **çırçırlanmış (lif) pamuk üretimi** de diğer iki kategorideki desenleri yansıtmaktadır. Viranşehir'de lif üretimi, en düşük 37.655 ton (2020) ile en yüksek 61.040 ton (2022) arasında değişen rakamlarla dönem boyunca güçlü ve dalgalı bir seyir izlemiştir. Buna karşılık, Ceylanpınar'daki lif üretimi, 2008 yılındaki 26.487 tonluk zirvesinden sonra keskin bir düşüş yaşamış ve 2015 yılında 3.770 tonla en düşük noktasına ulaşmıştır. Sonuç olarak, her üç pamuk ürün kategorisi de tutarlı bir şekilde, Viranşehir'in araştırma sahasında pamuk üretimindeki baskın ve dirençli rolünü korurken, Ceylanpınar'ın ise 2008 sonrası dönemde pamuk ziraatındaki gerilemenin ardından son yıllarda yeniden bir canlanma yaşadığını ortaya koymaktadır **(Tablo 78)**.

Tablo 78: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen pamuğun yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Pamuk Çekirdeği (Çiğit)		Pamuk Çırçırlanmamış		Pamuk Çırçırlanmış	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	67213	24968	115239	44323	43647	17671
2005	69840	24444	120000	42000	45600	15960
2006	77282	27048	132787	46475	50459	17661
2007	76998	27030	132112	46239	50095	17452
2008	76455	42379	129147	71586	47784	26487
2009	60568	12869	102310	21738	37855	8043
2010	79986	19209	135112	32448	51214	12349
2011	68962	23073	116490	38976	43101	14421
2012	68909	21194	116400	35800	43066	13246
2013	64364	17637	112497	30828	43874	12023
2014	96228	12593	162547	21273	58517	7658
2015	87578	6200	147940	10472	53258	3770
2016	64728	7715	107880	12858	38835	4629
2017	77643	13903	129404	23172	46585	8342
2018	87649	20290	146083	33816	55511	12850
2019	73807	23018	123011	38364	45514	14195
2020	61063	14988	101772	24980	37655	9242
2021	81748	17631	136246	29386	50411	10872
2022	98986	33495	164976	55825	61040	20655
2023	77313	24381	128856	40636	47676	15036
2024	77472	27391	129120	45651	47775	16891

4.3.6. Nişasta Bitkisi

Nişasta bitkileri, yumrularında, köklerinde veya tohumlarında yüksek oranda karbonhidrat depolayan ve bu özellikleriyle dünya genelinde temel bir enerji kaynağı olarak insan ve hayvan beslenmesinde merkezi bir rol oynayan önemli bir bitki grubudur. Bu grup içerisinde, patates *(Solanum tuberosum* L.*)* hem küresel ölçekte hem de Türkiye'de yetiştirilen en önemli ve en yaygın nişasta bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Kökeni Türkiye olmayan ve bir Yeni Dünya bitkisi olan patates, anavatanı Güney Amerika'nın And Dağları'ndan Avrupa'ya ilk olarak bir süs bitkisi olarak getirilmiş, ancak zamanla besin değerinin anlaşılmasıyla tüm dünyaya yayılmış stratejik bir tarım ürünü haline gelmiştir (Er ve Başalma, 2011).

Araştırma sahası özelinde incelendiğinde, nişasta bitkileri kategorisi altında tarımı yapılan tek ürünün patates olduğu görülmektedir. Ayrıca, yöredeki patates ziraatinin oldukça yeni bir faaliyet olduğu, resmi üretim kayıtlarının 2019 yılında başlamış olmasıyla da teyit edilmektedir. Bu durum, patatesin araştırma sahasının bitkisel ürün desenine yakın zamanda dahil olmuş bir alternatif ürün olduğunu ve yöredeki zirai çeşitlenme çabalarının bir parçasını oluşturduğunu göstermektedir.

4.3.6.1. Patates

Patates *(Solanum tuberosum* L.*)*, esasen serin ve nemli iklim koşullarının bitkisi olup, çeşit zenginliği sayesinde geniş bir coğrafyaya yayılmış olmasına rağmen yetiştiriciliğinin sınırlarını büyük ölçüde sıcaklık hassasiyeti belirlemektedir. Başarılı bir üretim için, tohumluk yumruların çimlenmesi minimum 8-10°C toprak sıcaklığı gerektirirken, bitkinin optimum gelişimi gündüzleri yaklaşık 20°C ve geceleri 12-14°C gibi serin ve dengeli hava sıcaklıkları ile ortalama 17°C'lik bir toprak sıcaklığı altında gerçekleşir. Patates bitkisi hem yüksek hem de düşük sıcaklıklara karşı oldukça duyarlıdır; 26°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büyüme yavaşlar ve 32°C'nin üzerinde yumru oluşumu duraklarken, toprak üstü aksamı-1,7°C'de donarak zarar görür. Mutlak su ihtiyacı çok yüksek olmasa da suyun zamanlaması kritiktir. Başlangıçta az suyla yetinebilen bitki, özellikle çiçeklenme döneminden sonra düzenli ve yeterli bir su kaynağı ile bol güneşli hava talep eder. Her ne kadar kısa süreli kuraklık nişasta oranını artırabilse de uzun kuraklık dönemleri veya bunu takiben gelen aşırı yağışlar gibi

koşullar yumru gelişiminde anormalliklere ve verim kayıplarına yol açtığından, istikrarlı bir yetişme ortamı bitkinin başarısı için esastır (Tugay vd., 1994).

Araştırma sahasının iklim özellikleri, serin ve nemli ortamları tercih eden patates bitkisinin ekolojik istekleri ile önemli zıtlıklar barındırmaktadır. Her ne kadar ilkbahar aylarındaki ortalama toprak ve hava sıcaklıkları (örneğin Nisan'da toprak sıcaklığı 16-18°C), patates yumrularının çimlenmesi için gereken minimum 8-10°C eşiğini karşılayarak ekime olanak tanısa da takip eden dönemdeki sıcaklık artışı sınırlayıcı faktördür. Yaz aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 28°C'yi ve toprak sıcaklıklarının 30°C'yi aşması, bitkinin büyümesinin yavaşladığı (26°C üzeri) ve yumru oluşumunun durakladığı (32°C üzeri) sıcaklık eşiklerin üzerine çıkarak, verim potansiyelini ciddi şekilde tehdit etmekte ve yumrularda bozulma riski yaratmaktadır. Bu yüksek sıcaklık koşulları ve yaz aylarında yağışın neredeyse hiç olmaması, patates ziraatini tamamen ve yoğun bir şekilde, aynı zamanda sıcaklık stresini hafifletme amacı da taşıyan, dikkatli bir sulama yönetimine bağımlı hale getirmektedir.

Bu ekolojik zorluklar, araştırma sahasındaki üretim verilerine de yansımıştır. Patates yetiştiriciliği yörede oldukça yeni olup, resmi kayıtlar 2019 yılında başlamıştır. Viranşehir'de üretim, 2020 yılında 7.079 tonla en yüksek seviyesine ulaştıktan sonraki her yıl istikrarlı bir şekilde azalarak 2024'te 1.570 tonla en düşük düzeyine gerilemiştir. Ceylanpınar'da ise yalnızca 2020 yılında 68 ton gibi son derece düşük ve münferit bir üretim kaydedilmiş, bu da patates yetiştiriciliğinin bitkisel üretim faaliyetine dönüşmediğini göstermektedir. Sonuç olarak, araştırma sahasında sulama olanakları patates yetiştiriciliğini teorik olarak mümkün kılmaktadır. Fakat yaz döneminde görülen yüksek sıcaklıkların yol açtığı fizyolojik stres, düşük ekonomik getiri, modern depolama ve pazarlama altyapısındaki yetersizlikler gibi faktörler, patatesin yörede yaygın ve sürdürülebilir bir şekilde yetiştirilmesini sınırlamaktadır. Bu nedenle, patates yetiştiriciliği araştırma sahasında öne çıkan bir zirai faaliyet konumuna ulaşamamıştır **(Tablo 79)**.

Tablo 79: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen patatesin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Patates (Tatlı Hariç)	
	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019	6500	
2020	7079	68
2021	2453	
2022	2387	
2023	1703	
2024	1570	

4.3.7. Baharat Bitkisi

Baharat bitkileri, doğrudan temel besin maddesi olarak bir rol oynamaktan ziyade; yaprakları, çiçekleri, tohumları, taze sürgünleri veya kabukları gibi

kısımlarından, yiyecek ve içeceklere tat ile hoş koku (aroma) katmak amacıyla yararlanılan ve bu özellikleriyle gıda sanayisinde ve mutfak kültüründe önemli bir yere sahip olan bitki grubunu tanımlar (Doğanay ve Coşkun, 2015). Araştırma sahası özelinde incelendiğinde, bu kategoride yetiştiriciliği yapılan ve resmi kayıtlara yansıyan başlıca ürünün kimyon *(Cuminum cyminum*) olduğu görülmektedir.

4.3.7.1. Kimyon

Kimyon *(Cuminum cyminum* L.*)*, Maydanozgiller *(Apiaceae)* familyasından, ekonomik olarak meyveleri (tohumları) için yetiştirilen ve bu tohumların bütün veya öğütülmüş halde gıda, eczacılık, parfümeri ve halk hekimliği gibi geniş bir alanda kullanım bulduğu, tek yıllık otsu bir bitkidir. Ekolojik olarak kurağa dayanıklı bir uzun gün bitkisi olan kimyonun tohumları optimum 8-10°C'de çimlenirken, bitkinin en uygun gelişimi için 20-22°C aralığında seyreden sıcaklıklar gerekmektedir. Yıllık ortalama 350-400 mm yağış alan ve bu yağışın yarısını gelişme döneminde alabilen bölgelerde sulamasız tarımı yapılabilen kimyon, bu özelliğiyle su kısıtı olan alanlar için önemli bir tarımsal potansiyel sunar. Toprak istekleri açısından fazla seçici olmamakla birlikte, organik ve besin maddelerince zengin, kumlu-killi veya tınlı-kumlu bünyedeki nötr karakterli topraklarda iyi bir gelişim gösterir. Aşırı killi ve nemli topraklardan ise olumsuz etkilenir. Türkiye'de hem yazlık hem de kışlık olarak ekilebilen kimyon, araştırma sahasının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yerel iklim koşullarına bağlı olarak hem sonbaharda hem de ilkbaharda (1 Mart- 15 Nisan arası) ekilebilme esnekliğine sahiptir (Rivandi vd., 2024; Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, t.y.).

Kimyon, kurağa dayanıklı ve uzun gün bitkisi olma özellikleriyle araştırma sahasının sıcak, bol güneşli ve yazları kurak geçen iklimine temel olarak iyi bir adaptasyon potansiyeli göstermektedir. Gerek sonbahar ekimleri için, gerekse 1 Mart-15 Nisan arasındaki ilkbahar ekimleri için bölgenin toprak ve hava sıcaklıkları, tohumların optimum çimlenme sıcaklığı olan 8-10°C için elverişli koşullar sunar (Rivandi vd., 2024). Yıllık ortalama 350-400 mm yağış isteği, Viranşehir'in yıllık 500,4 mm yağışıyla sulamasız tarıma olanak tanırken, Ceylanpınar'ın 311,7 mm'lik yağışı ek sulama yapılmasını gerektirebilir. Toprak seçiciliğinin az olması ve nötr karakterli

topraklara uyumu da yöredeki zirai alanlarının büyük kısmında yetiştirilebilmesi için bir avantaj olarak öne çıkmaktadır.

Ceylanpınar ilçesindeki kimyon üretimi, 2004-2008 yılları arasında yıllık 60-61 ton gibi sınırlı ve istikrarlı bir üretim periyodu yaşandığını ve sonrasında uzun bir süre resmi kayıtlarda yer almadığını göstermektedir. Ancak, bu uzun aranın ardından kimyon üretiminin 2024 yılında 699 ton gibi oldukça yüksek bir üretim hacmiyle yeniden başladığı ve bu başlangıcın, önceki döneme kıyasla dikkat çekici olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Viranşehir'de de kayıtlı bir üretim mevcut değilken, 2024 yılında 102 tonluk bir üretimle kayıtlara yeni bir giriş yapılmıştır **(Tablo 80)**. Bu üretim deseni, kimyonun yörede belirli bir kesintinin ardından bu kez daha güçlü bir ürün kimliğiyle yeniden değerlendirilmeye başlandığını ve zirai çeşitlenme içerisinde tekrar önem kazandığını göstermektedir. Ancak, bu eğilimin kalıcılığı ve üretim düzeyindeki değişimler açısından ilerleyen yıllarda yaşanacak gelişmelerin izlenmesi ve sürecin dikkatle takip edilmesi gerekmektedir.

Tablo 80: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen kimyonun yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Kimyon, İşlenmemiş	
	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		61
2005		60
2006		60
2007		60
2008		60
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020		
2021		
2022		
2023		
2024	102	699

4.3.8. Sebzeler

Sebze yetiştiriciliği, her bir türün kendine özgü ekolojik istekleri ve gelişim faktörleri nedeniyle, büyük ölçüde yerel doğal ortam koşullarına sıkı sıkıya bağlı, son

derece hassas bir tarımsal faaliyet koludur. Araştırma sahasını oluşturan Karacadağ güney kesimi, Viranşehir ve Ceylanpınar ilçeleri özelinde incelendiğinde, yörenin iklim ve toprak yapısının sunduğu imkanlar dahilinde önemli bir sebze çeşitliliğine ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Yöredeki 2004-2024 yılları arasındaki üretim deseni, bazı temel sebze türlerinin ticari ölçekte ve sürekli olarak yoğun bir şekilde yetiştirildiğini, diğerlerinin ise yalnızca belirli yıllarda veya daha küçük ölçekli olarak ziraatin yapıldığını ortaya koyarak dinamik bir yapı sergilemektedir. Bu durum, yöredeki zirai faaliyetlerin yalnızca yerel tüketim alışkanlıklarını ve pazar taleplerini değil, aynı zamanda üreticilerin ekonomik beklentilerini de yansıttığını göstermektedir.

Bu bölümde, araştırma sahasında belirtilen dönem içerisinde yetiştiriciliği yapılan ve resmi kayıtlara yansıyan sebzeler, detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu ürünler arasında; **yeşillikler** olarak Marul (Kıvırcık), maydanoz, nane ve tere; **kabakgiller** familyasından karpuz, kavun, hıyar (sofralık) ve acur; **patlıcangiller** familyasından patlıcan, sofralık ve salçalık domates ile salçalık (kapya), dolmalık, sivri ve kurutmalık gibi çeşitli biber türleri; **diğer meyvesi yenen sebzelerden** bamya ve son olarak **soğanlı bitkiler** grubundan taze ve kuru soğan ile kuru sarımsak yer almaktadır. İncelenen ürünlerin ekolojik taleplerine sahanın uygunluğu ve üretim miktarlarının yıllık seyri, bölgenin sebze tarımındaki mevcut durumunu ve geleceğe yönelik potansiyelini anlamak için birlikte analiz edilmiştir.

4.3.8.1. Marul (Kıvırcık)

Marul *(Lactuca sativa* L.*)*, 2-3 ay gibi kısa bir vejetasyon süresine sahip, tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. Farklı mevsimlere ve yetiştirme sistemlerine (açık tarla veya örtü altı) uygun olarak geliştirilmiş çeşitleri sayesinde yılın 12 ayı boyunca kesintisiz üretimi mümkün olabilmektedir. Soğuğa kısmen dayanıklı olan ve nemli hava koşulları gerektiren bu bitki için en uygun gelişme sıcaklığı 15,5°C ile 18,3°C arası olup, sıcaklığın 18°C'yi aşması bitkinin vejetatif devreden generatif devreye geçerek sapa kalkmasına (çiçeklenmesine) neden olabilir. Sıcağa karşı hassasiyet marul tiplerine göre farklılık gösterir. Kıvırcık baş salatalar çok hassasken, yaprak salatalar daha toleranslıdır. Kaliteli bir baş oluşumu için düşük sıcaklıkta yavaş büyüme ideal kabul edilir. Marul, donlara karşı da dikkate değer bir dayanıklılığa sahip olup, açıkta yapılan yetiştiricilikte bitkiler -4 ile -5°C'lik düşük sıcaklıklara önemli bir zarar görmeden

dayanabilmektedir. Yüzeysel bir kök sistemine sahip olduğu için, en iyi gelişimi kumlu-tınlı ile killi-tınlı arasında değişen, özellikle üst 20-30 cm'lik kısmının organik madde ve besin elementlerince zengin olduğu topraklarda gösterir (Vural vd., 2000; Denli, 2015).

Marul, serin ve nemli iklim koşulları talep eden bir bitki olduğu için, araştırma sahasının genel karakteri olan sıcak ve kurak yazlar, bu bitkinin yetiştiriciliği için en temel sınırlayıcı faktördür. Yörenin haziran ayından itibaren 27,9°C'yi aşan ve temmuz-ağustos aylarında 31°C'nin üzerine çıkan ortalama hava sıcaklıkları, marulun optimum gelişme sıcaklığı olan 15,5-18,3°C aralığının çok üzerindedir. Bu koşullar bitkinin hızla sapa kalkmasına (çiçeklenmesine) ve kalitesini yitirmesine neden olacağından yaz yetiştiriciliğini imkânsız kılmaktadır. Ancak, araştırma sahasının iklimi, sonbahar, kış ve özellikle erken ilkbahar dönemlerinde marul yetiştiriciliği için uygun bir pencere sunmaktadır. Özellikle şubat-mart aylarında ekimi yapılan bir üretimde, bitki Mart-Nisan-Mayıs aylarındaki daha serin ve nemli koşullarda, optimum sıcaklıklara yakın bir aralıkta gelişebilir ve aşırı sıcaklar bastırmadan hasat edilebilir. Bitkinin -4 ile -5°C'ye varan dona dayanıklılığı da yörenin ılıman kışlarında bu mevsimsel yetiştiricilik için bir güvence sağlamaktadır. Yüzeysel köklü olan marulun ihtiyaç duyduğu düzenli nem, bu dönemlerdeki yağışlar ve gerektiğinde yapılacak takviye sulamalar ile karşılanabilir.

Araştırma sahasındaki mevsimsel ve sınırlı yetiştiricilik potansiyeli, 2004-2024 yılları arasındaki resmi üretim verilerine de yansımıştır. Araştırma sahasında Viranşehir için bu dönemde herhangi bir resmi kıvırcık marul üretimi kaydına rastlanmamıştır. Ceylanpınar'da ise marul tarımının oldukça yeni bir faaliyet olduğu, kayıtlara ilk olarak 2020 yılında girdiği görülmektedir. Ceylanpınar'daki üretim, 2020 yılında 105 tonla en yüksek seviyesine ulaşmış, takip eden üç yıl boyunca da 88 ila 100 ton arasında nispeten istikrarlı bir seyir izlemiştir. Ancak, en son veri olan 2024 yılında üretimin 13 tona kadar keskin bir şekilde düşerek en düşük seviyesini kaydetmesi dikkat çekicidir. Bu veriler, marulun araştırma sahasında henüz yaygın bir zirai ürün olmadığını, Ceylanpınar'da yeni başlayan üretimin ise istikrarını henüz tam olarak sağlayamadığını göstermektedir **(Tablo 81)**.

4.3.8.2. Nane

Nane *(Mentha spp.)*, iklim şartlarına karşı genel olarak yüksek bir toleransa sahip olup geniş bir alanda yetişebilmesine rağmen, en iyi ve kaliteli gelişimi ılıman, nemli, yarı gölgeli ve serin ortamlarda göstermektedir. Optimum gelişme sıcaklığı 12-15°C aralığında olan nane, aynı zamanda soğuğa karşı dikkate değer bir dayanıklılığa sahiptir. Odunsu yapıdaki toprak altı rizomları, kışın -20°C'ye varan düşük sıcaklıklarda dahi toprak üstü aksamı zarar görse bile donmadan canlılığını koruyabilmektedir. Buna karşın, sıcak ve kurak koşullar bitkinin vejetatif gelişimini olumsuz etkileyerek bodur kalmasına, yapraklarının küçülmesine ve tüylülüğün artmasına neden olurken, bu stres koşulları altında yapraklardaki uçucu yağ konsantrasyonunun arttığı da gözlemlenir. Bitkinin ışığa olan hassasiyeti de önemli bir faktördür zira şiddetli ve doğrudan güneş ışığı yaprak büyümesini durdurabilirken, uzun gün koşulları bitkinin erken çiçeklenmesine yol açarak ticari olarak hedeflenen yaprak veriminin düşmesine sebep olur. Dolayısıyla, yüksek yaprak verimi ve kalitesi hedeflenen nane yetiştiriciliğinde, bitkinin gelişimini baskılayan aşırı sıcak, kurak ve yoğun ışık gibi stres faktörlerinden korunması önem taşımaktadır (Vural vd., 2000; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Nanenin ılıman, nemli ve yarı gölgeli ortamları tercih etmesi, araştırma sahasının sıcak, kurak ve yoğun güneşli yaz koşullarıyla temel bir zıtlık oluşturur, bu nedenle yaz aylarında açıkta kaliteli üretimi oldukça zordur. Ancak, nane yetiştiriciliği için yörenin sonbahar, kış ve özellikle ilkbahar dönemleri, bitkinin optimum gelişme sıcaklığı olan 12-15°C'ye daha yakın koşullar sunduğu için son derece uygundur. Bitkinin toprak altı rizomlarının -20°C'ye varan kış soğuklarına dayanabilmesi, yörenin ılıman kış şartlarını sorunsuzca atlatmasını sağlayan önemli bir avantajdır. Yüksek yaprak verimi için, bitkiyi strese sokarak erken çiçeklenmeye ve yaprak kalitesinde düşüşe neden olan yaz mevsiminin aşırı sıcağından, kuraklığından ve uzun gün ile yoğun ışık etkisinden koruyacak şekilde, mevsime dayalı üretim planlamasının yapılması büyük önem taşır.

Araştırma sahasında nane üretimi verileri yalnızca Ceylanpınar ilçesi için mevcuttur. Viranşehir'de 2004-2024 periyodunda herhangi bir resmi kayda rastlanmamıştır. Ceylanpınar'daki nane üretimi deseni, iki farklı dönemde incelenebilir. İlk olarak, 2004 yılında 20 tonla (en düşük) başlayan üretim, 2005'ten 2010'a kadar yıllık 60 tonluk (en yüksek) istikrarlı bir seviyede devam etmiştir. Ancak, birkaç yıllık veri boşluğunun ardından, 2015'ten 2024'e kadar olan ikinci dönemde üretim yıllık

sadece 1 ton gibi bir düzeyde kaydedilmiştir. Bu durum, nanenin başlangıçtaki ticari üretiminin ardından önemini yitirdiğini göstermektedir **(Tablo 81)**.

4.3.8.3. Maydanoz

Maydanoz *(Petroselinum crispum)*, yüksek nispi neme sahip ılıman ve sıcak iklime dayalı coğrafi ortamı tercih eden bir bitkidir. Kışları soğuk geçen bölgelerde ise don tehlikesinin olmadığı ilkbahardan sonbahara kadar olan dönemde başarıyla yetiştirilebilmektedir. Tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklıklardan biri 20°C olarak kabul edilir ve bu koşullar altında çimlenme süreci yaklaşık 15-20 gün sürmektedir. Vejetasyon süresi boyunca yaklaşık 300 mm gibi orta düzeyde bir su tüketen maydanozun, özellikle tohum çimlenmesi ve çıkışı takip eden ilk üç haftalık kritik dönemde düzenli ve yeterli neme ihtiyacı vardır. Bununla birlikte, maydanoz aşırı suya ve zayıf drenaj koşullarına karşı oldukça hassastır. Tarlada suyun göllenmesi bitkilerde sararmaya, uzun süreli su altında kalması ise bitki ölümüne neden olabilmektedir (Vural vd., 2000).

Maydanozun yüksek nispi neme sahip ılıman iklimleri tercih etmesi, araştırma sahasının sıcak ve kurak yaz aylarını bu bitki için elverişsiz kılar. Bu nedenle, başarılı maydanoz yetiştiriciliği don tehlikesinin büyük ölçüde ortadan kalktığı, daha serin ve yağışlı olan erken ilkbahar ekimine bağlıdır. Yaklaşık 300 mm'lik orta düzeydeki su ihtiyacı, bu dönemdeki mevsimsel yağışlar ve gerektiğinde yapılacak takviye sulamalar ile karşılanabilir. Bununla birlikte, maydanozun aşırı suya ve zayıf drenaja olan hassasiyeti, sulama yönetiminin dikkatli yapılmasını gerektirdiğinden, maydanoz yörede sadece mevsimlik bir ürün olarak, yaz sıcakları dışında ve kontrollü su uygulamalarıyla yetiştirilebilir.

Maydanoz üretimi de naneye benzer şekilde yalnızca Ceylanpınar ilçesinde kayıt altına alınmış, Viranşehir'de ise herhangi bir veri bulunmamaktadır. Ceylanpınar'daki üretim deseni iki farklı dönem sergilemektedir. Bunlardan 2004-2010 yılları arasındaki üretim, 20 tonla başlayıp 60 tona kadar (en yüksek) çıkarak önemli bir artış göstermiştir. Ancak, 2014'ten 2024'e kadar olan ikinci dönemde üretim, yıllık sadece 1 ton gibi düşük bir seviyede kaydedilmiştir. Bu durum, maydanoz üretiminin neredeyse tamamen ortadan kalktığını ve ticari önemini yitirdiğini göstermektedir **(Tablo 81)**.

4.3.8.4. Tere

Tere *(Lepidium sativum)*, genellikle ilkbahar mevsiminde yetiştiriciliği tercih edilen tek yıllık bir serin iklim bitkisi olup, ideal gelişimi için 10-15°C aralığında sıcaklıklar gerektirir. Bu eşiğin üzerindeki sıcaklıklar ise yapraklarda küçülme, tatta acılaşma ve bitkinin erken sapa kalkması gibi istenmeyen durumlara yol açar. Toprak istekleri açısından seçici olmamasına rağmen, vejetasyon süresi boyunca yaklaşık 300 mm'lik bir su tüketimine sahip olması, düzenli nem temininin önemini ortaya koymaktadır. Başarılı bir üretim için, tohumlarının küçük olması nedeniyle ekim öncesinde çok iyi hazırlanmış, ince tekstürlü bir tohum yatağı oluşturulması kritik bir agronomik uygulamadır (Vural vd., 2000; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Tere, 10-15°C gibi serin bir sıcaklık aralığı talep etmesi nedeniyle, araştırma sahasında yetiştiriciliği kesin olarak yılın en serin dönemleriyle sınırlı olan bir bitkidir. Yörede tere için en ideal üretim penceresi, Şubat sonu veya Mart başı gibi yapılacak ekimlerle, bitkinin Mart ve Nisan aylarındaki optimum sıcaklık aralığına denk gelen koşullarda hızla gelişip hasat edilmesidir. Bu doğru zamanlama hayati önem taşır, çünkü sıcaklıklardaki küçük bir artış dahi bitkinin hemen sapa kalkmasına, yapraklarının küçülmesine ve tadının acılaşmasına neden olarak tüm ticari değerini yok eder. Toprak seçiciliğinin olmaması ve yaklaşık 300 mm'lik su ihtiyacının ilkbahar yağışlarıyla karşılanabilmesi, terenin bölgede diğer ürünlerden önce hızlı bir şekilde yetiştirilip pazarlanabilecek, uygun bir erken ilkbahar sebzesi olduğunu göstermektedir (Vural vd., 2000; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Tere üretimi, nane ve maydanoz arasında resmi kayıtlarda en kısa süre yer alan ve en düşük hacimli olanıdır. Veriler yine sadece Ceylanpınar için ve 2004-2008 yılları gibi çok dar bir zaman aralığı için mevcuttur. Viranşehir için herhangi bir üretim kaydı yoktur. Ceylanpınar'da tere üretimi 2004 yılında 13 ton (en düşük) olarak başlamış ve 2005-2008 yılları arasında yıllık 20 tonluk (en yüksek) sabit bir seviyede devam etmiştir. Terenin 2008 yılından sonra yetiştiriciliğine dair hiçbir verinin olmaması çok küçük ölçekli üretimden öteye geçmediğini ortaya koymaktadır **(Tablo 81)**.

Tablo 81: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yeşil yapraklı (yeşillikler) sebzelerin yıllara göre üretim miktarları

Yıllar	Marul (Kıvırcık)		Nane		Maydanoz		Tere	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004				20		20		13
2005				60		50		20
2006				60		50		20
2007				60		50		20
2008				60		50		20
2009				60		60		
2010				60		60		
2011								
2012								
2013								
2014						1		
2015				1		1		
2016				1		1		
2017				1		1		
2018				1		1		
2019				1		1		
2020		105		1		1		
2021		100		1		1		
2022		88		1		1		
2023		100		1		1		
2024		13		1		1		

4.3.8.5. Karpuz

Karpuz *(Citrullus lanatus)*, tek yıllık bir sıcak-ılıman iklim sebzesi olup, başarılı bir yetiştiricilik için ilkbaharın son don tehlikesi geçtikten sonra başlayan, uzun ve sıcak bir gelişme dönemi talep eder. Ekim işleminin, toprak sıcaklığı 12°C'nin üzerine çıktığında yapılması gerekirken, bitkinin ideal vejetatif gelişimi için 20-25°C aralığındaki hava sıcaklıkları optimum kabul edilmektedir. Çiçeklenme ve meyve tutumu için hava sıcaklığının 15°C'nin üzerinde olması kritik bir zorunluluktur. Daha düşük sıcaklıklar çiçeklenme oranını düşürerek çiçek dökülmelerine yol açarken, olgunlaşma döneminde ise yüksek sıcaklık ve düşük nispi nem koşulları meyve kalitesini artırır. Yoğun ve uzun süreli güneşlenmeye ihtiyaç duyan karpuz, tarlaların en fazla ışık alan kısımlarında en iyi gelişimi gösterir. Zira güneşlenme süresi meyvenin tadı ve aroması gibi kalite unsurlarını doğrudan etkilemektedir. Vejetasyon periyodu boyunca mevsimlik su ihtiyacı 400-600 mm arasında değişen karpuzun su tüketimi, özellikle çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde maksimum seviyelere ulaşır. Bu nedenle, doğal yağışın yetersiz kaldığı dönemlerde bu kritik su ihtiyacının karık veya damla sulama gibi yöntemlerle karşılanması verimlilik için esastır (Zengin ve Özbahçe, 2014).

Genel karpuz karakteristiklerine ek olarak, Şanlıurfa'ya özgü bir karpuz türü olan **''Tat Karpuzu''** da araştırma sahasında, yörenin yoğun sıcaklık koşullarına adapte olarak sınırlı ölçüde yetiştirilmektedir. Morfolojik olarak, bu karpuzun meyvesi uzunlamasına keskin silindirik bir yapıya sahiptir **(Fotoğraf 38)**. Kabuk rengi, olgunlaşma aşamasına bağlı olarak açık yeşilden koyu yeşile doğru bir geçiş gösterir. Tat Karpuzunun damarlılık düzeyi düşüktür ve damar yoğunluğu zayıftır. Meyve eti kırmızı renkte olup, sıkı bir tekstüre sahiptir. Tohumları koyu yeşilden siyaha uzanır ve tohum iriliği orta düzeydedir. Bu özellikler, yöredeki ekolojik koşullara özgü adaptasyonları yansıtmaktadır (Bayram ve Küçük, 2020).

Fotoğraf 38: Araştırma sahası ve yakın çevresinde yetişen ürünlerden tat karpuzu

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve yoğun güneşli yazları ile don riskinin erken bittiği ilkbahar koşulları, sıcak-ılıman iklim sebzesi olan karpuzun ekolojik istekleriyle büyük ölçüde uyum sağlamaktadır. Nisan ve Mayıs aylarında 5 cm derinlikte ölçülen ortalama toprak sıcaklıklarının 16,6°C'nin üzerinde seyretmesi, karpuz ekimi için gerekli olan minimum 12°C'lik eşiğin rahatlıkla aşıldığını göstermektedir. Bu durum, ekimin zamanında gerçekleştirilmesine ve sağlıklı bir çıkışın sağlanmasına olanak tanımaktadır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 28-32°C aralığında seyretmesi ve bu dönemde güneşlenme süresinin oldukça yüksek olması, karpuz bitkisinin ihtiyaç duyduğu uzun ve sıcak bir gelişme dönemi için elverişli koşullar sunmaktadır. Bu durum, bitkinin optimum düzeyde büyümesini desteklediği gibi, yüksek şeker oranına sahip kaliteli meyvelerin olgunlaşmasına da olanak tanımaktadır. Özellikle, olgunlaşma döneminde aranan yüksek sıcaklık ve düşük nispi nem koşulu, yörenin kurak yaz iklimiyle tam olarak örtüşmektedir. Ancak, karpuzun 400-600 mm'lik mevsimlik su ihtiyacı, yörenin yaz aylarında neredeyse hiç yağış almaması nedeniyle doğal yollarla karşılanamaz. Bu durum, bitkinin en fazla suya ihtiyaç duyduğu çiçeklenme ve meyve büyümesi dönemlerinde su açığı oluşturur.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki karpuz üretimi, her iki ilçede de dönemin başında oldukça yüksek seviyelerdeyken, takip eden yıllarda keskin bir

düşüş eğilimi sergilemektedir. Ceylanpınar'da karpuz üretimi, 2004-2006 yılları arasında yıllık yaklaşık 100.000 ton seviyelerinde gerçekleşerek yöre ziraatinde önemli bir yer tutarken, 2008 sonrasında düşüş eğilimine girmiş; 2011 yılında ise üretim miktarı yalnızca 38 tona kadar gerilemiştir. Bu tarihten itibaren üretim, bir daha asla eski önemine kavuşamamıştır.

Benzer şekilde, Viranşehir'de de üretim 2004 yılında 28.150 tonla en yüksek seviyesinde başlamış, ancak 2009'da 1.000 tona kadar düşerek en düşük noktasını görmüş ve sonraki yıllarda ilk dönemdeki hacminin çok altında kalarak son yıllarda daha da azalmıştır. Her iki ilçede de 2008-2009 yılları, yüksek tonajlı karpuz üretiminin sona erdiği ve yerini çok daha düşük hacimli, istikrarsız bir üretime bıraktığı kritik bir dönüm noktası olarak dikkat çekmektedir **(Tablo 82)**. Yörenin iklim koşullarının karpuz yetiştiriciliğine elverişli olmasına rağmen, resmi kayıtlardaki keskin ve sürekli düşüş, karpuzun zamanla ekonomik cazibesini yitirdiğini, pazar sorunları ve özellikle çiftçilerin daha kârlı bulduğu diğer alternatif ürünlere yönelmesi gibi faktörler nedeniyle üretim deseninden büyük ölçüde çekildiğini göstermektedir **(Fotoğraf 39)**.

Fotoğraf 39: Araştırma sahası ekolojisine uyumlu olan ve yaygın olarak yetiştirilen karpuz bitkisi

4.3.8.6. Kavun

Kavun *(Cucumis melo)*, sıcak ve ılıman iklim koşulları gerektiren, tek yıllık bir bitki olup, başarılı bir yetiştiricilik için don tehlikesinin tamamen ortadan kalktığı, uzun ve bol güneşli bir gelişme periyodu talep eder. Bitkinin gelişmesinin bütün evrelerinde soğuğa karşı son derece hassas olması nedeniyle, vejetasyon süresi boyunca don riski bulunmamalıdır. Bu nedenle erken yetiştiricilik denemelerinde fidelerin çeşitli örtülerle korunması gerekebilir. Tohum ekimi için en uygun toprak sıcaklığı 18-20°C aralığında olup, 15°C'nin altındaki sıcaklıklarda çimlenme süreci büyük ölçüde durmaktadır. Bu nedenle, ekim zamanlaması, ilkbaharda toprağın yeterince ısındığı döneme, genellikle Mart ortasından Nisan başına kadar olan sürece bağlıdır. Ekim sonrası dönemde ise, bitkinin en iyi gelişmeyi gösterdiği sıcaklık aralığı 20 ile 30°C arasında olup, bu değerler optimum büyüme ve verimlilik açısından kritik öneme sahiptir. Kavun, gelişimi için yeterli toprak nemine ihtiyaç duymakla birlikte, yüksek atmosferik nemden hoşlanmaz. Zira nemli koşullar bitkiyi mantarî hastalıklara karşı daha duyarlı hale getirir ve olgunlaşan meyvelerin kalitesini düşürür. Dolayısıyla, kaliteli ve yüksek verimli bir kavun üretimi, sıcak ve güneşli bir iklim, doğru ekim zamanlaması ve hem kuraklıktan hem de aşırı nemden kaçınan dengeli bir su yönetiminin sağlanmasına sıkı sıkıya bağlıdır (Özçalabı, 1990; Vural vd., 2000; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Kavun, sıcak ve ılıman iklim bitkisi olma özelliğiyle, araştırma sahasının uzun, sıcak ve yoğun güneşli yaz mevsimi ile mükemmel bir uyum içerisindedir. İlkbaharda son don tehlikesinin geçmesinin ardından, özellikle Nisan sonu ile Mayıs aylarında 5 cm derinlikte ölçülen ortalama toprak sıcaklıklarının 16-18°C aralığında seyretmesi, ekim için ideal kabul edilen 18-20°C eşiğine yakın değerlere ulaşıldığını göstermektedir. Bu durum, başarılı bir çimlenme ve sağlıklı bitki çıkışı için uygun koşullar oluşturmaktadır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 28°C'nin üzerinde seyretmesi ve bu dönemde açık gün sayısının yüksek olması, bitkinin ihtiyaç duyduğu uzun ve sıcak gelişme periyodunu tam anlamıyla karşılamaktadır. Bu koşullar, meyve büyümesi ve kalite unsurları açısından son derece elverişli bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca, yörenin yaz aylarındaki düşük nispi nemi, kavunun hassas olduğu ve nemli ortamlarda artış gösteren mantarî hastalıkların riskini azaltması açısından önemli bir avantajdır. Bitkinin en fazla suya ihtiyaç duyduğu çiçeklenme ve meyve büyümesi dönemleri, yörenin en kurak dönemine denk geldiği için, ticari ve verimli bir kavun üretimi sulama sistemlerinin varlığına bağlıdır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki kavun üretimi, özellikle Viranşehir'de olmak üzere, dönemin başındaki yüksek seviyelerden sonra belirgin bir düşüş eğilimi sergilerken, Ceylanpınar'da ise üretim daima çok düşük ve sınırlı kalmıştır. Viranşehir'de kavun üretimi, 2005 ve 2006 yıllarında 12.500 tonla en yüksek seviyesine ulaşmış, ancak bu tarihten sonra genel bir azalma eğilimine girerek, özellikle son yıllarda ivmelenen bir düşüşle 2024'te 1.500 tonla en düşük noktasına gerilemiştir. Ceylanpınar'da ise kaydedilen en yüksek üretim 2013 yılında sadece 438 ton olmuş, en düşük üretim ise 74 ton olarak görülmüş, bu da ilçenin kavun ziraatinde önemli bir rol oynamadığını göstermektedir. Bu veriler, Viranşehir'in bir zamanlar önemli bir kavun üreticisi olmasına rağmen, zamanla üretimde ciddi bir gerileme yaşadığını ortaya koymaktadır **(Tablo 82)**. Sonuç olarak, araştırma sahasının kavun yetiştiriciliğine iklim olarak elverişli olmasına rağmen, üretim verileri son yirmi yılda bu ürünün ekonomik önemini ve ekim alanlarını önemli ölçüde yitirdiğine işaret etmektedir.

4.3.8.7. Hıyar (Sofralık)

Hıyar *(Cucumis sativus* L.*)*, ılıman iklim koşullarını tercih eden ve hem düşük hem de yüksek sıcaklık ekstremlerine karşı hassasiyet gösteren bir sebze türü olup, elverişsiz sıcaklıklarda üşüme, mantarî hastalıklar ve aşırı su kaybı gibi nedenlerle gelişimi yavaşlar. Bitkinin optimum gelişimi için ideal hava sıcaklığı 12-15°C aralığındadır. Tohumlarının başarılı bir şekilde çimlenebilmesi için ise toprak sıcaklığının en az 10°C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Yüksek sıcaklıklar hıyar bitkisi için önemli bir stres faktörüdür. Nitekim 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklar bitkide solgunluğa, 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklar ise fizyolojik bozukluklara yol açabilmektedir. Hıyarın doğrudan güneş ışığı isteği az olmakla birlikte, güneşlenme süresi verim için son derece önemlidir. Zira 12 saatten daha uzun gün koşulları, verimi doğrudan etkileyen dişi çiçek oluşumunu teşvik ederken, daha kısa güneşlenme süreleri erkek çiçek oranını artırır (Vural vd., 2000; Şalk vd., 2008).

Araştırma sahasının iklim özellikleri, yörenin hıyar bitkisi için uygun yetişme koşullarına büyük ölçüde sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar gibi geçiş dönemlerinde hüküm süren 12-15°C aralığındaki serin hava sıcaklıkları, hıyarın optimum gelişimi için elverişli bir sıcaklık ortamı sunmaktadır. Yaz aylarında ise Haziran ayından itibaren ortalama sıcaklıkların 28°C'yi, Temmuz ve Ağustos

aylarında ise 31°C'yi aşması ve zaman zaman 40°C'nin üzerindeki maksimum değerlere ulaşılması, bitkinin gelişimi açısından bazı sıcaklık stresi risklerini beraberinde getirmektedir. Ancak bu durum, uygun zirai planlama ve üretim stratejileriyle yönetilebilir niteliktedir. Özellikle serin dönemlerde yapılan üretimlerin desteklenmesi, yaz yetiştiriciliğinde ise gölgeleme ve erken ekim gibi sıcaklık stresini azaltıcı önlemlerin uygulanması sayesinde hıyar ziraati yörede başarıyla sürdürülebilir. Hıyar yetiştiriciliğindeki bir diğer sınırlayıcı faktör ise sudur. Bitkinin vejetasyon süresince ihtiyaç duyduğu 700-800 mm'lik yüksek su miktarı, Viranşehir'in yıllık 500,4 mm ve özellikle Ceylanpınar'ın 311,7 mm olan yağış miktarları ile doğal yollarla karşılanamaz. Özellikle bitkinin en çok suya ihtiyaç duyduğu yaz döneminde yağışın neredeyse hiç olmaması, hıyar ziraatini tamamen sulamaya bağımlı kılmaktadır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki sofralık hıyar üretimi, her iki ilçede de istikrarlı bir gelişim göstermeyen, dalgalanmaların ve kesintilerin hâkim olduğu bir yapı sergilemektedir. Viranşehir'de üretim oldukça düzensiz olup, 2007 yılında 399 ton ile en yüksek üretim düzeyine ulaşılmasının ardından uzun bir veri eksikliği dönemi yaşanmış, 2017-2019 yılları arasında üretim miktarı yıllık yalnızca 10 ton düzeyinde gerçekleşmiştir. Ancak 2020-2022 yılları arasında üretimde belirli bir toparlanma gözlenmiş ve bu yıllarda üretim yeniden 100 tonun üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte, 2023 ve 2024 yılı itibariyle üretim miktarı 20 ton civarına gerileyerek yeniden düşük seviyelere inmiştir. Ceylanpınar'da hıyar üretimi, 2009 yılında 2.310 ton ile en yüksek düzeyine ulaşarak dikkat çekici bir başlangıç göstermiştir. Ancak bu artış kısa süreli olmuş, üretim miktarı takip eden yıllarda düşüşe geçerek 2011 yılında 66 tona kadar gerilemiştir. Bu düşüşün ardından Ceylanpınar'daki üretim, ilk yıldaki hacminin altında, yıllık genellikle 400-550 ton bandında daha düzenli ve son yıllarda hafifçe azalan bir seyir izlemiştir **(Tablo 82)**. Üretim verileri her iki ilçede de hıyar ziraatin, büyük ölçekli ve sürdürülebilir bir ticari faaliyete dönüşemediğini ortaya koymaktadır.

4.3.8.8. Acur

Acur *(Cucumis melo var. flexuosus)*, taze tüketim ve turşu yapımı gibi amaçlarla değerlendirilen, yerde sürünerek gelişen tek yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. Yüksek ışık yoğunluğunu severken, yüksek atmosferik nemden hoşlanmaz. Başarılı bir üretim için tohum çimlenmesi minimum 15°C toprak sıcaklığı gerektirir, çimlenme hızı 25-30°C

aralığında optimuma ulaşırken 35°C ve üzeri sıcaklıklarda bozulmalar başlar ve 40°C'de durur. Bitkinin ideal gelişimi 20-30°C aralığındaki sıcaklıklarda gerçekleşir ve verimliliği, gece ile gündüz arasındaki büyük sıcaklık değişimlerinden olumsuz etkilenir. Özellikle ekimden ilk çiçeklenme ve meyve irileşmesine kadar olan kritik dönemde yüksek su ihtiyacı bulunan acur için, verim düşüşlerinin yaşandığı kuru tarım yerine damla sulama sistemi daha uygun sonuçlar verir. Acur, en iyi gelişimi derin, iyi havalanan, besin maddelerince zengin, su tutma kapasitesi yüksek ve pH değeri 6 ile 7,5 arasında olan hafif asidik-nötr karakterli topraklarda göstermektedir (Aras, 2015).

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve yoğun güneşli yazları, sıcak iklim bitkisi olan acurun temel ekolojik istekleriyle yüksek düzeyde bir uyum sergilemektedir. Yörede ilkbahar sonu ve yaz başında, özellikle mayıs ayında 5 cm derinlikte ölçülen toprak sıcaklıklarının 22°C'nin üzerinde seyretmesi, tohumun optimum çimlenme sıcaklığı olan 25-30°C aralığına yakın koşullar sunarak çimlenme sürecini desteklemektedir. Yaz ayları boyunca ortalama hava sıcaklıklarının 20-30°C aralığında devam etmesi ise bitkinin büyüme ve gelişimi için elverişli bir termik ortam oluşturmaktadır. Acurun yüksek ışık yoğunluğu talebi, yörenin yaz aylarındaki yüksek sayıdaki açık günleri sayesinde tam olarak karşılanmaktadır. Aynı zamanda bitkinin sevmediği yüksek nispi nemin düşük olması da önemli bir avantajdır. Ancak, bitkinin özellikle çiçeklenme ve meyve irileşmesi dönemindeki su ihtiyacı, yörenin neredeyse tamamen yağışsız geçen yaz ayları nedeniyle doğal yollarla karşılanamaz, bu da sulamayı mutlak bir zorunluluk haline getirir.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki acur üretimi, resmi kayıtlara göre tamamen Viranşehir ilçesinde yoğunlaşmış olup, Ceylanpınar için bu dönemde herhangi bir üretim verisine rastlanmamıştır. Viranşehir'deki acur üretimi, yıllar içindeki dalgalanmalara ve 2011-2015 arasındaki veri kesintisine rağmen, uzun vadede genel bir artış eğilimi sergilemektedir. Üretim, 2004 yılında 750 tonla en düşük seviyesinden başlamış ve zamanla önemli bir artış göstererek 2023 yılında 4.200 tonla en yüksek noktasına ulaşmıştır. Genel olarak üretim, dönemin başındaki 2.000 ton civarındaki istikrarlı seviyelerden, 2016'dan itibaren 3.000-4.000 ton bandında daha yüksek bir noktaya yerleşmiş, ancak 2024'te 1.760 tona gerileyerek ani bir düşüş yaşamıştır. Bu veriler, acurun Viranşehir'de yerleşik ve son yıldaki düşüşe rağmen genel olarak büyüyen bir ürün olduğunu ve yörenin sulama destekli iklim koşullarına başarılı bir şekilde adapte olduğunu göstermektedir **(Tablo 82)**.

Şelengo (*Cucumismelo var. cantalupensis*), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne özgü, özellikle Şanlıurfa ilinin Viranşehir ilçesinde yetişen endemik bir sebze türüdür. Halk arasında "şelengo" adıyla bilinen bu bitki, dış görünüşüyle karpuzu, iç yapısıyla kavunu çağrıştırırken, tadı salatalığı anımsatmaktadır. Bu taksonomik yakınlık ve morfolojik benzerlikler göz önüne alındığında, Şelengonun acur başlığı altında ele alınması akademik literatürde kabul gören bir yaklaşımdır. Zira her iki varyete de aynı tür olan *Cucumismelo* altında sınıflandırılmaktadır. Taze tüketime uygun oval veya eliptik şekilli meyveleri, olgunluk evresine göre açık yeşilden sarı-yeşile değişen bir kabuk rengine ve noktalı-lekeli bir iç yapıya sahiptir. Meyvelerin ortalama ağırlığı 84 ila 156 gram arasında değişmekte, çap ve boyları ise 4 ile 8 cm civarındadır. Şelengo, çerez olarak doğrudan tüketilmesinin yanı sıra cacık, salata, dolma ve turşu yapımında da değerlendirilen çok yönlü bir besindir **(Fotoğraf 40)**. Tamamıyla ekolojik yöntemlerle yetiştirilmesiyle öne çıkan şelengo, yüksek sıcaklığa ve kuraklığa karşı gösterdiği dayanıklılık sayesinde yörenin iklim koşullarında susuz ve gübre kullanılmadan büyüyebilmektedir. Haziran ayının ortalarında tarlalardan toplanarak pazarlara sunulan bu doğal ürün, tarım ilacı dahil hiçbir katkı maddesi içermemesiyle dikkat çekmekte ve bu yönüyle tam bir besin deposu niteliği taşımaktadır. Çiftçiler, bir fideden ortalama 8-9 kilogram arasında ürün elde edilebildiğini belirtmektedirler. Ancak belirtmek gerekir ki, şelengonun Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) resmi verilerinde doğrudan bir üretim kaydı bulunmamaktadır (Benek, 2009a; Bayram ve Küçük, 2020).

Fotoğraf 40: Karacadağ güney kesiminde özellikle Viranşehir sınırları içerisinde yetiştirilen endemik bir sebze türü olan şelengonun görünümü

Tablo 82: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen kabakgiller familyasından karpuz, kavun, hıyar (sofralık) ve acurun yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Karpuz		Kavun		Hıyar (Sofralık)		Acur	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	28150	100000	10000				750	
2005	20000	100000	12500		286		2000	
2006	20000	100000	12500		286		2000	
2007	20000	80000	10000		399		2000	
2008	24000	80000	9000		384		2200	
2009	1000	2000	8000			2310	2000	
2010	3500	1800	7000	150		860	1400	
2011	10500	38	4600			66		
2012	9275	3125	5300	426		513		
2013	8750	3200	5000	438		479		
2014	8925	300	5000	102		428		
2015	8938	255	5000	102		456		
2016	16000	250	8750	74		464	2000	
2017	16000	250	8750	74	10	494	3000	
2018	16000	250	8750	74	10	494	3000	
2019	18000	500	7500	185	10	550	4000	
2020	16000	480	7250	108	118	500	3800	
2021	14000	125	6480	104	115	432	3145	
2022	9000	198	5250	108	119	430	4000	
2023	2500	250	1750	108	29	375	4200	
2024	2750	375	1500	144	24	225	1760	

4.3.8.9. Patlıcan

Patlıcan *(Solanum melongena* L.*)*, esasen tropik iklimlerin çok yıllık bir bitkisi olmakla birlikte, ılıman kuşaklarda tek yıllık olarak yetiştirilen ve meyvelerinin çeşitli formları (uzun, silindirik, yuvarlak vb.) ile bilinen, sıcaklık isteği yüksek bir sebze türüdür. Tohumlarının başarılı bir şekilde çimlenebilmesi için minimum 15°C, optimum olarak ise 25-30°C toprak sıcaklığına ihtiyaç duyar ve bu koşullar altında yaklaşık 10-15 günde çimlenme gerçekleşir. Bitkinin genel gelişimi ve verimliliği için 15-35°C gibi geniş bir sıcaklık aralığı gerekliyken, vejetatif büyüme 35-40°C gibi yüksek sıcaklıklarda dahi önemli bir zararlanma olmadan devam edebilmektedir. Ancak, özellikle çiçek oluşumu ve döllenme gibi hassas üreme dönemlerinde 35°C'yi aşan sıcaklıklar fizyolojik sorunlara yol açarak meyve tutumunu olumsuz etkiler. Patlıcan, çimlenme sonrası dönemde 10°C'nin altındaki sıcaklıklardan hoşlanmaz, fakat büyümesi yavaş da olsa 4-6°C'ye kadar devam edebilir. Yetiştiriciliği için en uygun hava nemi oranı %60-65 civarında olup, bitkinin vejetasyon süresi boyunca toplam su tüketimi ise 500-600 mm kadardır. Bu ekolojik gereksinimler, patlıcanın verimli üretiminin hem don riskinin olmadığı hem de aşırı sıcakların çiçeklenmeyi engellemediği, uzun ve sıcak bir vejetasyon periyodu ile kontrollü su ve nem yönetimine sıkı sıkıya bağlı olduğunu göstermektedir (Vural vd., 2000; Ata, 2015).

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve bol güneşli vejetasyon periyodu, sıcaklık isteği yüksek olan patlıcan bitkisinin temel termik gereksinimleriyle büyük ölçüde uyumludur. Özellikle Nisan sonu ve Mayıs aylarında, 5 cm derinlikte ölçülen ortalama toprak sıcaklıklarının 16-25°C aralığında seyretmesi, patlıcanın çimlenmesi ve fide gelişimi için gerekli olan minimum 15°C'lik sıcaklık eşiğinin rahatlıkla aşıldığını göstermektedir. Ayrıca, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 28-32°C düzeylerinde gerçekleşmesi, patlıcanın vejetatif gelişimi açısından elverişli bir termik ortam sağlayarak üretim açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ancak, yaz aylarında günlük maksimum sıcaklıkların, çiçek oluşumu ve döllenmeyi olumsuz etkileyen 35°C'lik kritik eşiği sıkça aşması, meyve tutumunda önemli bir risk oluşturmaktadır. Ayrıca, bitkinin vejetasyon süresince ihtiyaç duyduğu 500-600 mm'lik su miktarı, yörenin neredeyse tamamen yağışsız geçen yaz ayları nedeniyle doğal yollarla karşılanamaz, bu da yoğun ve düzenli sulamayı mutlak bir zorunluluk haline getirir.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki patlıcan üretimi verileri, her iki ilçede de bu ürünün istikrarlı ve yaygın bir zirai faaliyet olarak yerleşemediğini, aksine kesintiler ve belirgin düşüşlerle karakterize olduğunu göstermektedir. Viranşehir'de patlıcan üretimi yalnızca dönemin başında, 2004-2009 yılları arasında kaydedilmiş, 2005 ve 2006 yıllarında 2.500 tonla en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra 2009'dan itibaren resmi kayıtlardan tamamen çıkmıştır. Ceylanpınar'da ise üretim, 2009 ve 2010 yıllarında 1.250 tonla en yüksek seviyesinde başlamış, ancak hemen ardından 2011'de 15 ton gibi son derece düşük bir noktaya gelerek en düşük değerini görmüştür. Bu düşüşün ardından Ceylanpınar'daki üretim, takip eden yıllar boyunca ilk başlangıç seviyesinin çok altında, oldukça düşük ve dalgalı bir seyir izlemiştir **(Tablo 83)**.

4.3.8.10. Biber

Biber *(Capsicum spp.)*, taze ve işlenmiş (salça, toz, turşu vb.) olarak yoğun bir şekilde tüketilen, ılıman ve sıcak iklimleri tercih eden önemli bir sebze türüdür. Başarılı bir üretim için bitkinin optimum sıcaklık isteği 20-30°C aralığındadır ve fidelerin tarlaya dikimi için don tehlikesinin tamamen geçmesi ve sıcaklığın 15°C civarına ulaşması beklenir. Biber bitkisi soğuğa karşı oldukça hassastır. 8°C'nin altında çiçek tomurcuğu oluşumu duraklar, sıcaklık eksi 2-3°C'ye düştüğünde ise bitki tamamen donarak zarar görür. Yüksek sıcaklıklar da önemli bir stres faktörüdür. 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bitki gelişmesi yavaşlar, 45°C'nin üzerinde ise tamamen durur ve özellikle bazı dolmalık biber çeşitlerinde meyve tutumu 32°C'nin üzerinde olumsuz etkilenir. Biber, gün uzunluğuna karşı nötr bir bitki olmakla birlikte, verimliliği için yüksek ışık şiddetinden hoşlanır. Zira artan ışık yoğunluğu meyve oluşumunu teşvik ederken, yetersiz ışık çiçeklenmeyi durdurup verimi azaltır. Bu bitki, kuru ortamlarda iyi gelişemez ve hem yüksek hava nemini hem de toprakta sürekli olarak %60-70 oranında nem bulunmasını tercih eder. Bir vejetasyon dönemindeki toplam su ihtiyacı 600-900 mm gibi yüksek bir düzeyde olup, bu ihtiyaç özellikle yeşil aksam ve meyvelerin gelişme dönemlerinde maksimuma çıkar. Ancak, biberin kökleri aşırı suya karşı da duyarlıdır. Hem suyun azalması (küçük meyveler, çiçek dökülmesi) hem de düzensiz veya aşırı sulama (kök çürüklüğü, hastalıklar) verimi ciddi şekilde düşürür. Bu nedenle, biberin başarılı ve yüksek verimli yetiştiriciliği, sıcaklık ve ışık koşullarının yanı sıra,

bitkinin hassas su dengesinin düzenli ve kontrollü sulama uygulamalarıyla dikkatli bir şekilde yönetilmesine sıkı sıkıya bağlıdır (Zengin ve Özbahçe, 2014; Keleş, 2015).

Araştırma sahasının uzun vejetasyon periyodu, yüksek sıcaklıkları ve bol güneşli günleri, ılıman ve sıcak iklim sebzesi olan biber bitkisinin temel ekolojik istekleriyle genel olarak uyumludur. Özellikle ilkbahar sonu ve yaz başında, yani Mayıs ve Haziran aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 22-28°C aralığında seyretmesi, biber bitkisinin optimum gelişme sıcaklığı olarak kabul edilen 20-30°C aralığına oldukça yakın değerlere işaret etmektedir. Bu termik koşullar, bitkinin sağlıklı ve güçlü bir şekilde gelişimini destekleyen elverişli bir ortam sunmaktadır. Yörenin yaz aylarındaki yüksek sayıdaki açık günleri ve yoğun güneş ışığı, biberin meyve oluşumu için ihtiyaç duyduğu yüksek ışık şiddeti talebini mükemmel bir şekilde karşılar. Ancak, bu olumlu koşullara rağmen iki önemli sınırlayıcı faktör bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama sıcaklıkların 32-35°C'lik kritik eşikleri aşmasıdır. Bu durum, özellikle hassas olan dolmalık biber gibi çeşitlerde çiçek ve meyve tutumunu olumsuz etkileyerek verim potansiyelini düşürebilir. İkinci ve en kritik faktör ise sudur. Biberin 600-900 mm'lik yüksek mevsimlik su ihtiyacı, yörenin neredeyse tamamen yağışsız geçen yaz ayları nedeniyle doğal yollarla karşılanamaz. Bu durum, bitkinin sevdiği nemli ortamın yaratılması ve su stresinden kaynaklanan çiçek ve meyve dökülmelerinin önlenmesi için yoğun ve düzenli sulamayı mutlak bir zorunluluk haline getirir.

Araştırma sahasında salçalık (kapya), dolmalık, sivri ve kurutmalık gibi farklı tiplerde biber yetiştiriciliğinin yapılıyor olması, yörenin taze tüketimin ötesinde katma değerli ürün geliştirmeye uygun, zengin bir hammadde potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir **(Fotoğraf 41 ve 42)**. Biberin ekonomik değerini önemli ölçüde artırmak amacıyla, İtalya gibi ülkelerdeki başarılı gurme ürün örneklerinden ilham alınarak, yörede de benzeri işleme ve pazarlama modelleri geliştirilebilir. Özellikle kurutulmuş, közlenmiş veya zeytinyağı ile konserve edilmiş, yöresel otlar ve baharatlarla zenginleştirilmiş özel biber ürünlerinin imalatı, ham ürün satışına kıyasla çok daha yüksek bir gelir potansiyeli sunmaktadır. Bu tür katma değerli ürünlerin geliştirilmesi, yalnızca çiftçi gelirlerini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda yöresel tarım ekonomisini çeşitlendirerek canlandıracak ve yeni istihdam olanakları yaratacaktır. Ancak, bu potansiyelin hayata geçirilmesi, uygun işleme altyapısının kurulmasını, etkin pazarlama stratejilerinin oluşturulmasını ve bu yeni ürünler için hem yerel hem de ulusal

hatta uluslararası pazarlarda talep ile dağıtım kanallarının yaratılmasını gerektirmektedir.

Fotoğraf 41: Karacadağ güney kesiminde sulu tarım yöntemleriyle yetiştirilen bir biber tarlasının genel görünümü. Araştırma sahası volkanik toprakların verimliliği ve uygun iklim koşulları sayesinde biber ziraati için uygun potansiyel sunmaktadır.

Fotoğraf 42: Karacadağ güney kesiminde yetiştirilen biber bitkisinin meyve olgunlaşma evresindeki çekim görüntüleri

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **salçalık ve kapya biberi üretimi**, Viranşehir ve Ceylanpınar ilçeleri arasında tamamen zıt yönlü ve dikkat çekici eğilimler sergilemektedir. Viranşehir'de üretim, 20 yıllık dönem boyunca oldukça istikrarlı ve sürekli bir yapı göstermiştir. En düşük 4.375 ton (2014-2016) ve en yüksek

6.000 ton (2004, 2019) arasında dar bir bantta dalgalanarak, bu biber türünün ilçede yerleşik ve dengeli bir zirai faaliyet olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşın Ceylanpınar'da, 2004-2008 yılları arasında yıllık 50.000 ton gibi son derece yüksek ve sabit bir üretimle en zirve dönemini yaşamış, ancak 2009'da başlayan ani bir düşüşle üretim hacmini neredeyse tamamen yitirmiştir. Bu gerilemenin ardından Ceylanpınar'daki üretim, 2013 yılında 24 ton ile en düşük seviyelerini görmüş; izleyen yıllarda ise başlangıç dönemindeki üretim potansiyeline yeniden ulaşamamış ve düşük düzeylerde seyretmiştir **(Tablo 83)**. Sonuç olarak veriler, Viranşehir'in salçalık ve kapya biber kategorisinde istikrarlı bir üretici kimliğini koruduğunu, Ceylanpınar'ın ise bir zamanlar çok önemli bir üretim merkezi olmasına rağmen 2008'den sonra bu ürünün ziraatinden büyük ölçüde çekildiğini göstermektedir.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **dolmalık biber üretimi**, her iki ilçede de dönemin başında mevcut olan üretimin zamanla azalarak kayıtlardan çıktığı belirgin bir gerileme eğilimi göstermektedir. Viranşehir'de üretim, 2004-2009 yılları arasında görece istikrarlı bir seyir izlemiş ve bu süreçte 2004 yılında 3.000 tonla en yüksek seviyesine ulaşılmıştır. Ancak bu dönemin ardından üretime ilişkin kayıtlarda uzun süreli bir boşluk oluşmuş; yalnızca 2019 yılında, 82 tonluk üretimle münferit bir veri kaydedilmiştir. Benzer şekilde Ceylanpınar'da da 2004-2008 yılları arasında yıllık 1.000 tonla (en yüksek) sabit bir üretim varken, 2009'dan itibaren üretimde keskin bir düşüş yaşanmış ve 2011-2012 yıllarında 8 ton gibi en düşük seviyelere indikten sonra 2018'den itibaren kayıtlarda yer almamıştır **(Tablo 83)**. Bu veriler, dolmalık biberin her iki ilçede de geçmişte belirli bir üretimi olmasına rağmen, zamanla ekonomik önemini yitirerek zirai üretim deseninin büyük ölçüde dışına çıktığını ve günümüzde sürekli bir ticari faaliyet olmadığını ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **sivri biber üretimi**, her iki ilçede de dönemin başında gözlemlenen yüksek seviyelerden sonra belirgin bir düşüş eğilimi sergilemektedir. Ceylanpınar'da üretim, 2004-2008 yılları arasında yıllık 4.000 ton gibi istikrarlı düzeyde seyrederken, 2009'da başlayan keskin bir düşüşle 2013'te 17 ton gibi en düşük bir seviyeye gerilemiş ve takip eden yıllarda da bu düzeylerden kurtulamamıştır. Benzer şekilde Viranşehir'de de üretim, 2004 yılında 1.500 tonla en yüksek seviyesinde başlamış, ancak yıllar içinde kademeli bir azalma göstererek 2019'da 150 tonla en düşük noktasına ulaşmış ve son yıllarda da bu düşük seviyelerde kalmıştır **(Tablo 83)**.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **işlenmemiş kuru biber üretimi**, Viranşehir'de kısa süreli bir faaliyet olup sonrasında kayıtlardan çıkarken, Ceylanpınar'da ise aşırı dalgalanmaların hâkim olduğu istikrarsız bir yapı sergilemektedir. Viranşehir'de üretim 2005-2008 yılları arasında, en yüksek 2.022 ton (2008) ve en düşük 1.965 ton (2005) olmak üzere dar bir aralıkta kaydedilmiş ve bu dönemin ardından sona ermiştir. Ceylanpınar'daki üretim ise son derece düzensiz bir seyir izlemiş; 2007'de 20 ton gibi en düşük seviyeden, 2010 yılında 7.000 ton gibi en yüksek noktasına ulaşarak devasa bir sıçrama göstermiş, ancak bu zirveyi takiben tekrar keskin düşüşler yaşamıştır **(Tablo 83)**. Sonuç olarak bu veriler, kuru biber üretiminin Viranşehir'de kalıcı bir yer edinemediğini, Ceylanpınar'da ise istikrarlı bir ticari faaliyet olmaktan ziyade, muhtemelen pazar koşullarına veya anlık taleplere bağlı olarak büyük dalgalanmalar gösteren, fırsata dayalı bir üretim deseni olduğunu ortaya koymaktadır.

4.3.8.11.Domates

Domates *(Solanum lycopersicum)*, taze veya çok çeşitli formlarda (salça, konserve, kurutma vb.) işlenmiş olarak tüketilen, ticari değeri oldukça yüksek, tek yıllık bir sıcak ve ılıman iklim sebzesidir (Ercan vd., 2002). Başarılı bir yetiştiricilik, bitkinin -2 ile -3°C'de tamamen donarak öldüğü için, vejetasyon periyodunun donsuz geçmesine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu nedenle fidelerin tarlaya dikimi ilkbahar geç donları bittikten sonra yapılmalıdır. Bitkinin optimum gelişimi için gündüz sıcaklığının 19-26°C, gece sıcaklığının ise 14-18°C olması idealdir ve bu yaklaşık 6-8°C'lik gece-gündüz sıcaklık farkı bitki sağlığı için tercih edilir. Tohum çimlenmesi için minimum 10°C toprak sıcaklığı gerekirken, optimum çimlenme 12-29°C gibi geniş bir aralıkta gerçekleşir ve bu koşullarda çıkış 5-13 gün sürer. Sıcaklığın döl verimi üzerine etkisi kritiktir; 15°C'nin altında meyve bağlama oranı düşerken, 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise çiçek tozları canlılığını yitirdiği için meyve oluşumu gerçekleşmez. Domates bitkisi nemi sevmekle birlikte, özellikle çimlenme, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde toprak nemi eksikliğine karşı çok duyarlıdır. Su noksanlığında yapraklarda kıvrılma görülürken, aşırı nemli ve ağır topraklarda ise bitki hastalıkları artar. Su yönetimi açısından, meyveler ceviz iriliğini alıncaya kadar aşırı sulamadan kaçınılmalı, bu devreden sonra ise kurak bölgelerde 4-5 kez olmak üzere düzenli sulama yapılmalıdır. Domates en iyi verimi derin, geçirgen, su tutma kapasitesi iyi, humus ve besin

maddelerince zengin tınlı topraklarda vermektedir. Bu ekolojik istekler ve fide dikiminden hasada kadar geçen 60-80 günlük kısa yetiştirme süresi, domatesin uygun koşullar ve yönetimle yüksek verim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Günay, 1992; Kaygısız, 2004).

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve donsuz vejetasyon periyodu, sıcak ve ılıman iklim sebzesi olan domates için temel olarak elverişli bir zemin sunmaktadır. Özellikle ilkbahar geç don tehlikesi geçtikten sonra, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama hava ve toprak sıcaklıklarının fidelerin tarlaya dikimi için gerekli olan 12-15°C eşiğinin üzerine çıkması, bitkinin başarılı bir şekilde başlangıç yapmasına olanak tanır. Mayıs ve Haziran aylarındaki ortalama sıcaklıklar (22-28°C), domatesin optimum vejetatif gelişim için tercih ettiği 19-26°C'lik sıcaklık aralığıyla büyük ölçüde örtüşmektedir. Ancak, yörenin iklimi domates yetiştiriciliği için iki önemli zorluk barındırır. Bunlardan ilki, Temmuz ve Ağustos aylarında günlük maksimum sıcaklıkların, döllenmeyi engelleyerek meyve oluşumunu durduran 40°C'lik kritik eşiği aşma potansiyelidir. İkinci kritik faktör ise sudur. Bitkinin ihtiyaç duyduğu nemli ortam ve düzenli su, yörenin neredeyse tamamen yağışsız ve düşük nemli yaz ayları ile çelişir, bu da dikkatli bir sulama yönetimini zorunluluk haline getirir. Bu nedenle, başarılı bir üretim, büyük ölçüde şiddetli sıcaklar başlamadan önce meyve tutumunu en üst düzeye çıkaracak şekilde ekim zamanının ayarlanmasına ve sulama stratejilerinin uygulanmasına bağlıdır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **sofralık domates üretimi**, Viranşehir'de son derece kesintili ve düzensiz bir kayıt sergilerken, Ceylanpınar'da ise dönemin başındaki yüksek seviyelerden sonra belirgin bir düşüşle karakterize olmuştur. Viranşehir'de üretime dair veriler çok sınırlı olup, 2005-2008 arasında 1.050 ton (en düşük) ile 1.333 ton arasında değişen bir üretimden sonra, kayıtlarda sadece 2019 yılında görülen 7.000 tonluk münferit ve en yüksek bir üretim değeri bulunmaktadır. Ceylanpınar'da ise üretim, 2005-2008 yılları arasında yıllık 6.750 ton gibi istikrarlı ve en yüksek düzeyde seyrederken, bu periyodun ardından keskin bir düşüş yaşamış ve 2011 yılında 175 tonla en düşük seviyesine gerilemiştir. Bu düşüş sonrası Ceylanpınar'da üretim dalgalı bir seyir izlemiş ve son yıllarda (2021-2024) yıllık 1.000 ton gibi ilk dönemdeki hacminin çok altında bir seviyede dengeye oturmuştur **(Tablo 83)**. Genel olarak veriler, sofralık domatesin araştırma sahasında geçmişteki önemini yitirdiğini ve özellikle Ceylanpınar'daki büyük düşüşle birlikte, yörenin mevcut tarım deseninde ikincil bir ürün konumuna gerilediğini ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **salçalık domates üretimi**, tıpkı sofralık domateste olduğu gibi, Viranşehir'de kısa süreli bir faaliyet olup sonrasında kayıtlardan çıkarken, Ceylanpınar'da ise başlangıçtaki yüksek seviyelerden sonra büyük bir düşüşle karakterize olmuştur. Viranşehir'de üretim yalnızca 2005-2008 yılları arasında, en yüksek 1.250 ton (2007) ve en düşük 1.000 ton (2005-2006) olmak üzere oldukça istikrarlı bir seyir izlemiş ve bu dönemin ardından kayıtlarda yer almamıştır. Ceylanpınar'da ise salçalık domates üretimi, 2005-2008 yılları arasında yıllık 6.750 ton gibi oldukça yüksek ve sabit bir zirve döneminin ardından, 2011'den itibaren ciddi bir düşüş yaşayarak 2013'te 17 ton gibi en düşük bir seviyeye kadar gerilemiştir. Son yıllarda (2021-2024) Ceylanpınar'da 1.000-1.256 ton aralığında bir toparlanma gözlense de bu rakamlar ilk dönemdeki üretim hacminin uzağında olup, salçalık domatesin de yöredeki eski önemini yitirdiğini ve üretiminin büyük ölçüde daraldığını göstermektedir **(Tablo 83)**.

Tablo 83: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen patlıcangiller familyasından patlıcan, salçalık (kapya), dolmalık, sivri ve kurutmalık biber ile sofralık ve salçalık domatesin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Patlıcan		Biber (Salçalık, Kapya)		Biber (Dolmalık)		Biber (Sivri)		Biber, Kuru, İşlenmemiş		Domates (Sofralık)		Domates (Salçalık)	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	1000		6000	50000	3000	1000	1500	4000						
2005	2500		5000	50000	2500	1000	1250	4000	1965	196	1050	6750	1000	6750
2006	2500		5000	50000	2500	1000	1250	4000	2000	200	1083	6750	1000	6750
2007	1250		5000	50000	2500	1000	625	4000	2000	20	1333	6750	1250	6750
2008	1275		5250	50000	2625	1000	688	4000	2022	2022	1300	6750	1200	6750
2009	1250	1250	5000	1250	2500	660	625	800		2000		2530		5000
2010		1250	5000	1750		400	625	800		7000		2530		5170
2011		15	5000	25		8	625	18		30		175		30
2012		125	5000	25		8	625	18		3740		2930		29
2013		122	4500	24		11	1249	17		4123		2941		17
2014		345	4375	168		19	1250	19		782		2977		85
2015		317	4375	184		16	1250	35		832		2823		43
2016		345	4375	193		40	1497	31		2210		2825		139

2017	345	5000	195		80	750	55		313	142
2018	345	5000	195		80	750	55		3129	142
2019	460	6000	375	82		150	61	7000	550	250
2020	350	5000	480			200	31	500	500	500
2021	600	5000	600			225	35	566	1000	1000
2022	660	4625	660			200	47	500	1005	1256
2023	750	4813	750			240	47	725	1000	1250
2024	450	5400	900			245	53	725	1000	1000

4.3.8.12.Bamya

Bamya *(Abelmoschus esculentus)*, düzenli gelişim göstererek yüksek verime ulaşabilmesi için sıcak iklim koşulları talep eden bir sebze türüdür. Ekim işleminin, ortalama hava sıcaklığı 15-20°C'ye ve toprak sıcaklığı 15°C'ye ulaştığında yapılması gerekirken, bitkinin optimum vejetatif ve generatif gelişimi için en uygun sıcaklık aralığı 25-30°C olarak kabul edilir. Bamya, sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen alıştırılarak 5-6°C gibi düşük sıcaklıklara dayanabilse de bu durum bitkinin bodur kalmasına, düzensiz ürün vermesine ve verimin önemli ölçüde düşmesine neden olur. Bir vejetasyon sezonunda yaklaşık 400-500 mm su tüketen bamyanın sulama yöntemi de önemlidir. Mantarî hastalık riskini artırdığı için yağmurlama sulamadan kaçınılmalı, bunun yerine en uygun yöntem olan damla sulama veya alternatif olarak salma sulama tercih edilmelidir. Bu ekolojik istekler, bamya tarımının başarısının, sürekli yüksek sıcaklıkların yanı sıra hem yeterli hem de bitki sağlığını riske atmayacak doğru sulama tekniklerinin uygulanmasına sıkı sıkıya bağlı olduğunu göstermektedir (Zengin ve Özbahçe, 2014; Aras, 2023).

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve bol güneşli yazları, sıcak iklim sebzesi olan bamyanın ekolojik istekleriyle mükemmel bir uyum sergilemektedir. Yörede Nisan ve Mayıs aylarında ortalama hava ve toprak sıcaklıklarının 15°C'nin üzerine çıkması, tohum ekimi için gerekli olan ideal koşulları sağlarken, Haziran-Ağustos dönemindeki ortalama 28-32°C aralığındaki yüksek sıcaklıklar da bitkinin optimum gelişme sıcaklığı olan 25-30°C talebini tam olarak karşılar. Ancak, bamyanın bir sezonda ihtiyaç duyduğu 400-500 mm'lik su miktarı, yörenin neredeyse tamamen yağışsız geçen yaz ayları nedeniyle doğal yollarla karşılanamaz, bu da sulamayı mutlak bir zorunluluk haline getirir. Araştırma sahasının kuru iklimi, aynı zamanda bitkinin hassas olduğu ve yağmurlama sulama ile artabilen mantarî hastalık riskini, damla veya karık sulama gibi yöntemlerin kullanımını teşvik ederek azaltması açısından bir avantajdır.

Araştırma sahasındaki bamya üretimi, yörenin bitki için oldukça elverişli olan iklim potansiyeliyle tezat oluşturmaktadır. Zira resmi kayıtlarda Ceylanpınar için hiçbir üretim verisi bulunmazken, Viranşehir'de ise üretim son derece sınırlı ve kesintilidir. Viranşehir'de üretim, 2004 yılında 100 tonla en yüksek seviyesini gördükten sonra uzun bir aranın ardından 2020-2022 yıllarında yıllık sadece 1 ton gibi düşük bir düzeyde kaydedilmiş, bu da ticari üretimin neredeyse tamamen durduğunu göstermektedir

(Tablo 84). Bu durumun temelinde, bamyayı ekonomik olarak daha az cazip kılan faktörler yatmaktadır. Özellikle hasadının çok zahmetli ve yüksek işçilik gerektirmesi, aynı zamanda da kurutulmuş ürünün hafif olması nedeniyle birim alandan elde edilen tonajın düşük kalması önemli birer engeldir. Dolayısıyla, kurutulmuş bamya gibi katma değeri yüksek ürünler elde etme potansiyeli bulunsa da üretim sürecindeki zorluklar bamyanın araştırma sahasında yaygın bir tarımsal faaliyete dönüşmesini engellemiş ve onu niş bir ürün konumunda bırakmıştır.

Tablo 84: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen bamyanın yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Bamya	
	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	100	
2005	50	
2006	50	
2007	50	
2008	55	
2009	50	
2010	50	
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020	1	
2021	1	
2022	1	
2023		
2024		

4.3.8.13.Sarımsak

Tarih boyunca tıbbi yönüyle öne çıkan sarımsak *(Allium sativum* L.*)*, günümüzde esas olarak yiyeceklere lezzet katmak amacıyla taze veya kuru olarak tüketilen, aynı

zamanda püre, toz ve yağ gibi çeşitli formlarda endüstriyel olarak da işlenen önemli bir bitkidir (İbret, 2005). İklim şartları açısından fazla seçici olmamasına ve Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilebilmesine rağmen, en uygun yetişme şartlarını denizel ve karasal iklimler arasındaki geçiş bölgelerinde bulur. Sarımsağın optimum gelişimi için 15-20°C aralığında bir sıcaklık gerekmekte olup, bu aralığın altına düşülmesi veya üstüne çıkılması başların istenilen büyüklüğe ulaşmasını engeller. 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklar yaprak gelişimini hızlandırırken, 25°C'yi aşan sıcaklıklar ise gelişmeyi yavaşlatarak yapraklarda sararmaya ve verim kaybına yol açar. Soğuğa karşı dikkate değer bir toleransı olan sarımsağın topraktaki dişleri -10°C'ye, bitkinin yeşil aksamı ise kısa süreli olmak kaydıyla -3 ile -4°C'ye kadar dayanabilmektedir. Sarımsak, vejetatif üremeyle çoğaltılan ve tohum bağlamayan bir uzun gün bitkisidir. Bu nedenle uzun gün koşulları, çiçeklenmemiş bitkinin baş ve diş gelişimini olumlu yönde etkileyerek dolgun ürünler meydana getirir. Buna karşın, kısa gün koşulları ile çok düşük veya çok yüksek sıcaklıklar bitki gelişimini yavaşlatarak baş ve diş verimini önemli ölçüde düşürür. Ayrıca, gelişme döneminde yaklaşık %60'lık bir oransal nem ideal kabul edilirken, başların kalitesini korumak için özellikle hasat döneminde yüksek nemden kaçınılması kritik önem taşır (Günay, 1992; Akçiçek ve Ötleş, 2006; İbret, 2013; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Araştırma sahasının iklim koşulları, sarımsak yetiştiriciliği için hem avantajlar hem de önemli zorluklar sunmaktadır. Yörenin uzun ve güneşli günleri bitkinin baş ve diş gelişimi için gerekli olan uzun gün koşulunu sağlarken, ılıman kışları da bitkinin soğuğa dayanıklılık sınırları içinde kalmaktadır. Ancak, sarımsağın optimum gelişimi için talep ettiği 15-20°C'lik serin sıcaklık aralığı, yörenin özellikle vejetatif gelişimin hızlandığı dönemlere denk gelen ve ortalaması 25°C'yi aşan sıcak yaz ayları ile çelişerek bitki gelişimi için bir stres faktörü oluşturur. Bu durum, 2004-2024 yılları arasındaki resmi üretim verilerine de yansımış olup, Viranşehir için herhangi bir üretim kaydına rastlanmazken, Ceylanpınar'da da yalnızca 2009 ve 2010 yıllarında 50'şer ton gibi münferit bir üretim kaydedilmiştir **(Tablo 85)**. Bu durum sarımsağın araştırma sahasında ticari bir ziraat ürünü olarak benimsenmediğini ve sürekli bir üretiminin olmadığını açıkça ortaya koymaktadır.

4.3.8.14.Soğan

Soğan *(Allium cepa* L.*)*, kök sisteminin yüzlek ve zayıf olması nedeniyle iklim ve toprak koşullarına duyarlı, ılıman iklimleri tercih eden bir sebze türüdür. Bitkinin gelişimi, farklı fenolojik evrelerde spesifik sıcaklık aralıkları gerektirir. Genç bitki (rozet) oluşumu için 13-14°C, baş bağlama ve gelişme dönemi için 20-21°C, başın olgunlaşması için ise 25-26°C gibi artan bir sıcaklık profili idealdir. Soğan, yüksek sıcaklıklara karşı toleransı düşük olup, 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gelişimi bozulmaya başlar ve özellikle genç bitkiler ile baş bağlama dönemindeki bitkiler 30°C üzeri sıcaklıklarda zarar görür. Buna karşın, soğuğa karşı oldukça dayanıklıdır. Yerleşik bitkiler kısa süreli olarak -8 ile -10°C'ye kadar olan donlardan önemli ölçüde etkilenmezken, genç bitkiler bu sıcaklıklara karşı daha hassastır. Soğan, baş bağlayabilmesi için belirli bir gün uzunluğuna ihtiyaç duyan tipik bir uzun gün bitkisi olup, çeşitler kısa gün (12-14 saat), orta gün (14 saat) ve uzun gün (14-16 saat) olarak sınıflandırılarak farklı enlemlere ve ekim zamanlarına adapte olmuştur. Tohum çimlenmesi için minimum 5°C toprak sıcaklığı yeterli olsa da sıcaklığın 15-20°C'ye yükselmesi çimlenme süresini önemli ölçüde kısaltır. Bitkinin nem isteği de gelişim evresine göre değişir. Başlangıçta yüksek nem ve yağıştan hoşlanırken, başların olgunlaşma döneminde mutlaka kuru hava koşulları gerektirir. Yıllık yağışın 450-500 mm olduğu ve bu yağışın 100-150 mm'sinin ilkbahar dönemine denk geldiği bölgelerde kuru tarım şeklinde yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Bu hassas ve evrelere özgü ekolojik istekler, başarılı bir soğan üretimi için doğru çeşit seçimi ile ekim zamanlamasının kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır (Vural vd., 2000; Zengin ve Özbahçe, 2014; Aras, 2022).

Araştırma sahasının iklim koşulları, ılıman iklim sebzesi olarak bilinen soğan için, özellikle doğru çeşit seçimi ve ekim zamanlamasıyla, dikkat çekici derecede uygun bir ortam sunmaktadır. Soğanın farklı gelişim evrelerinde ihtiyaç duyduğu sıralı sıcaklık profili, yörenin mevsimsel sıcaklık gidişatıyla büyük bir uyum içindedir. Özellikle sonbaharda ekilen kışlık çeşitler açısından, bitkinin genç rozet döneminin serin hava koşullarında geçmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, ilkbahar ayları olan Mart ve Nisan aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 10,9-16,4°C aralığında seyretmesi, bu gelişim evresi için ideal kabul edilen 13-14°C sıcaklık aralığına uygun koşullar sunmaktadır. Takip eden Mayıs ayında ortalama hava sıcaklığının 22°C'ye yükselmesi, baş bağlama döneminde istenen ılıman iklim koşulları (20-21°C) ile büyük ölçüde

örtüşmektedir. Haziran ayında ise ortalama sıcaklığın 28°C düzeyine ulaşması, baş olgunlaşma dönemi için uygun olan 25-26°C'lik sıcaklık aralığına yakın değerlere işaret etmektedir. Bitkinin -8 ile -10°C'ye varan soğuklara dayanıklılığı, yörenin ılıman kış şartlarında dona karşı önemli bir güvence sağlarken, vejetasyon periyodunun uzunluğu da bitkinin gelişimini tamamlaması için fazlasıyla yeterlidir.

Soğanın ekolojik uygunluğunu destekleyen bir diğer kritik faktör ise fotoperiyot ve nem rejimidir. Baş bağlaması için uzun gün koşulları isteyen soğan çeşitleri için, yörenin ilkbahar sonu ve yaz başındaki 14 saati aşan gün uzunlukları ideal bir tetikleyici rol oynar. Bitkinin erken gelişimde sevdiği nemli ve yağışlı ortam, yörenin kış ve ilkbahar yağışlarıyla; olgunlaşma döneminde ihtiyaç duyduğu kuru hava ise, yaz aylarında yağışın neredeyse tamamen kesilmesi ve artan açık gün sayısı ile tam olarak karşılanır. Yıllık yağış miktarı açısından Viranşehir (500,4 mm), yağışa dayalı soğan tarımı için gereken 450-500 mm'lik eşiği karşılarken, Ceylanpınar'ın daha düşük yağışı (311,7 mm) sulamayı daha gerekli kılabilir. Sonuç olarak araştırma sahası, özellikle Viranşehir, doğru zamanda ekilen uzun gün soğan çeşitleri için sıcaklık, gün uzunluğu ve nem rejiminin mevsimsel döngüsü açısından son derece elverişli bir agro-ekolojik potansiyele sahiptir.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **kuru soğan üretimi**, Ceylanpınar'da uzun süreli ancak oldukça değişken bir geçmiş sergilerken, Viranşehir'de ise son yıllarda ortaya çıkan yeni ve güçlü bir üretim desenine işaret etmektedir. Ceylanpınar'da üretim, dönemin başında 100 ton gibi en düşük seviyelerden başlamış, 2010 yılında 10.000 tonla en yüksek noktasına ulaşmış, ancak bu zirveyi takiben keskin düşüşlerin ve büyük dalgalanmaların yaşandığı istikrarsız bir sürece girmiştir. Buna karşılık Viranşehir'de kuru soğan üretimi, resmi kayıtlara 2020 yılında başlamış olmasına rağmen, 5.308 ton (2022) ile 8.000 ton (2024) arasında değişen önemli ve nispeten istikrarlı bir hacimde devam etmiştir. Ceylanpınar'daki üretimin son yıllarda (2021-2023) tekrar düşüşe geçmesi, Viranşehir'deki bu yeni ve güçlü başlangıçla tezat oluşturmaktadır **(Tablo 85)**. Ceylanpınar'daki bu istikrarsızlık ve son yıllardaki genel düşüş eğiliminin arkasında, Viranşehir'e kıyasla sulu tarıma daha yoğun geçilmesiyle çiftçilerin soğan yerine daha kârlı buldukları diğer sulu tarım ürünlerine yönelmesinin önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca, üretimdeki sert dalgalanmalar, pazar fiyatlarındaki aşırı oynaklığa bağlanabilir. Zira bazı yıllarda

fiyatların hasat maliyetlerini bile karşılayamayacak kadar düşmesi nedeniyle çiftçilerin ürünü tarlada bıraktığı bilinmektedir.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki **taze soğan üretimi**, resmi kayıtlara göre yalnızca Ceylanpınar ilçesinde görülmekte olup, Viranşehir için bu dönemde herhangi bir veri bulunmamaktadır. Ceylanpınar'daki üretim deseni, kısa süreli bir artış dönemini takiben meydana gelen hızlı düşüş ile dikkat çekici bir dönüşüm süreci sergilemiştir. Üretim 2004'te 100 tonla başlayıp, 2010 yılında 3.050 tonla en yüksek seviyesine ulaşarak dikkat çekici bir zirve yapmıştır. Ancak bu zirveyi takiben üretimde ciddi bir düşüş yaşanmış, 2013'te 13 ton gibi en düşük seviyeler görülmüş ve takip eden on yıl boyunca da üretim son derece düşük düzeylerde kalmıştır **(Tablo 85)**.

Tablo 85: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen soğanlı bitkiler grubundan taze ve kuru soğan ile kuru sarımsağın yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Sarımsak (Kuru)		Soğan (Taze)		Soğan (Kuru)	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004				100		100
2005				400		400
2006				400		400
2007				400		400
2008				350		400
2009		50		3000		1500
2010		50		3050		10000
2011						1729
2012				70		1750
2013				13		5000
2014				25		2975
2015				20		4675
2016				35		6750
2017				38		2387
2018				38		4000
2019				51		6746
2020				53	6626	7999
2021				125	6503	4480
2022				38	5308	1276
2023				38	6975	1141
2024				38	8000	4500

4.3.9. Meyve Yetiştiriciliği

Araştırma sahası olan Karacadağ güney kesimi, sahip olduğu ekolojik özellikler itibarıyla zengin bir meyve yetiştiriciliği potansiyeli barındırmaktadır. Özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çerçevesinde sulamalı tarım imkanlarının genişlemesi, bu potansiyelin hayata geçirilmesinde önemli bir katalizör olmuş ve birçok meyve türünün üretiminin artmasına veya yeni türlerin tarımına başlanmasına olumlu katkılar sağlamıştır. Bununla birlikte, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verileri incelendiğinde, yöredeki meyvecilik faaliyetlerinin oldukça dinamik bir yapı sergilediği görülmektedir. Bu süreçte bazı meyve türlerinin ziraatine son yıllarda yeni başlandığı, bazılarının dönemin ilk yıllarında yetiştirilirken sonraki yıllarda resmi kayıtlardan çıktığı, bazı kilit ürünlerin ise üretimdeki sürekliliği ve hacmiyle yöreyi Şanlıurfa il genelinde söz sahibi konumuna getirdiği anlaşılmaktadır.

Araştırma sahasında belirtilen dönem (2004-2024) içerisinde yetiştiriciliği yapılan ve resmi kayıtlara yansıyan meyveler, detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelenen meyveler arasında; **yumuşak çekirdekli meyveler** olarak Elma (Golden, Starking ve Granny Smith çeşitleriyle), Armut ve Ayva; **sert çekirdekli meyveler** olarak Kayısı, Kiraz, Vişne, Şeftali, Nektarin ve Erik yer almaktadır. Ayrıca, **üzümsü ve diğer meyveler** grubunda Sofralık Üzüm (Çekirdekli), İncir, Dut ve Nar; **sert kabuklu meyveler** olarak Badem, Antep (Şam) Fıstığı ve Ceviz ile hem sofralık hem de yağlık olarak değerlendirilen **zeytin** de bu kapsamda incelenmiştir. İncelenen ürünlerin ekolojik taleplerine sahanın uygunluğu ve üretim miktarlarının yıllık seyri, sahanın meyve yetiştiriciliğindeki mevcut durumunu ve geleceğe yönelik potansiyelini anlamak için birlikte analiz edilmiştir.

4.3.9.1. Elma

Anadolu, elma *(Malus domestica)* yetiştiriciliği için önemli bir üretim merkezi olup, Türkiye genelinde 500'ü aşkın çeşidin tarımı yapılmaktadır. Araştırma sahasında ise bu zengin çeşitlilik içinde üç ana ticari türün üretimi resmi olarak kayıt altına alınmıştır. Bu çeşitler Golden Delicious, Starking Delicious ve Granny Smith olup, her biri farklı agronomik özellikler sergilemektedir. Golden Delicious çeşidinin ağaçları orta kuvvette ve yarı dik bir gelişim gösterirken, Starking çeşidi daha kuvvetli bir yapıya sahiptir. Ancak her ikisi de çok verimli olup sırasıyla altın sarısı ve koyu kırmızı renkli

meyveleriyle tanınırlar. Granny Smith çeşidi ise zayıf-orta kuvvetteki ağaç yapısına rağmen her yıl bol ürün vermesi ve yeşil zemin üzerine hafif donuk sarı renkli, sert, çok sulu ve kendine özgü ekşi bir tada sahip kaliteli meyveleriyle diğerlerinden ayrılır (MEB, 2009).

Elma, ılıman iklim kuşağı bölgelerinde başarıyla yetiştirilen bir meyve türüdür. Kış dinlenme süresi en uzun olan meyve türlerinden biri olarak, dormansi (uyku hali) periyodunun kırılabilmesi için genellikle 7,2°C'nin altında 2000-3000 saatlik bir soğuklama ihtiyacı duyar. Soğuklama ihtiyacı çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterir. Örneğin, araştırma sahasında da yetiştirilen Golden Delicious ve Starking Delicious gibi çeşitler için 1200-1500 saatlik bir süre yeterli olabilmektedir. Yetersiz soğuklama, ilkbaharda çiçeklenmenin gecikmesine ve sürgünlerdeki gözlerin uyanmamasına neden olarak verimi doğrudan etkiler. Elma ağacı, kış dinlenmesi sırasında gövdesinin -35°C hatta -40°C'ye varan aşırı düşük sıcaklıklara dayanabilmesiyle oldukça yüksek kış soğukları toleransına sahiptir. Ancak kış aylarındaki ani sıcaklık dalgalanmaları bitkiye zarar verebilir (Ağaoğlu vd., 1997; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Elma ağacı birçok meyve türüne göre daha geç ve kademeli çiçeklenmesi sayesinde, ilkbaharın geç donlarından daha az etkilenir. Yine de açmış çiçekler -2,3°C'de, küçük meyveler ise -2,2°C'de zarar görür. Birçok çeşidin meyve olgunlaştırması için mayıs ile eylül ayları arasında 15°C'lik bir günlük ortalama sıcaklık yeterli olurken, 40°C'yi aşan sıcaklıklarda büyüme durur ve meyvelerde güneş yanıklığı riski artar. Geç olgunlaşan Granny Smith gibi bazı çeşitler, 170-200 günlük uzun bir vejetasyon dönemine ihtiyaç duyarlar, bu da onları kış soğuklarına karşı daha hassas yapabilir. Elma ağaçları, diğer birçok meyve türüne göre daha fazla su (yıllık 600-800 mm yağış eşdeğeri) talep eder. En fazla su tüketimi, en sıcak aylar olan Temmuz ve Ağustos ayında gerçekleştiği için, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde kaliteli ve yüksek verimli bir üretim için düzenli sulama (yerine göre 10 günde bir) yapılması kritik bir zorunluluktur (Ağaoğlu vd., 1997; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Araştırma alanının coğrafi özellikleri, elmanın ekolojik talepleriyle karşılaştırıldığında, elma yetiştiriciliği açısından kısıtlayıcı ve büyük ölçüde elverişsiz bir ortam koşulu oluşturmaktadır. Elma ziraatinde en kritik sınırlayıcı faktörlerden ilki, bitkinin kış dinlenmesini sonlandırmak için ihtiyaç duyduğu soğuklama süresidir. Araştırma sahasının ılıman kışları ve özellikle Aralık-Şubat ayları ortalama

sıcaklıklarının 7,2°C eşiğinin etrafında seyretmesi, elmanın genel olarak talep ettiği 2000-3000 saatlik, hatta Golden Delicious ve Starking gibi çeşitlerin ihtiyacı olan 1200-1500 saatlik soğuklama süresinin bile tutarlı bir şekilde karşılanmasını oldukça güçleştirmektedir. Bu durum düzensiz çiçeklenmeye, zayıf tomurcuklanmaya ve dolayısıyla ciddi verim kayıplarına yol açar. İkinci büyük ekolojik zorluk ise, yörenin aşırı sıcak yaz aylarıdır. Elmanın meyve olgunlaşması için Mayıs-Eylül ayları arasında 15°C'lik bir ortalama sıcaklığı yeterli bulmasına karşın, araştırma sahasında aynı dönemdeki ortalama sıcaklık 28°C civarındadır ve Temmuz-Ağustos aylarında maksimum sıcaklıkların büyümenin durduğu 40°C eşiğini sıkça aşması, bitki üzerinde yoğun bir sıcaklık stresi yaratır ve meyvelerde güneş yanıklığı riskini artırır. Ayrıca, elmanın 600-800 mm'lik yüksek su ihtiyacı, yörenin yıllık yağış miktarlarının (Viranşehir: 500,4 mm, Ceylanpınar: 311,7 mm) altında kalması ve yazların neredeyse tamamen yağışsız geçmesi nedeniyle, ancak sürekli bir sulama ile karşılanabilir. Her ne kadar elmanın geç çiçeklenmesi yöredeki ilkbahar geç donlarına karşı bir avantaj sağlasa ve ağaç gövdelerinin kış soğuklarına dayanıklılığı yeterli olsa da bu olumlu yönler diğer kritik uyumsuzlukların gölgesinde kalmaktadır.

Araştırma sahasının güneyindeki ova kesiminin aksine, Viranşehir Platosu'nun kuzeyi ve Karacadağ'ın dağlık kesimleri gibi iklimin daha da sertleştiği yüksek rakımlı alanlar, elma yetiştiriciliğinin temel ekolojik istekleri için çok daha elverişli bir potansiyel sunmaktadır. Bu yörenin kış mevsiminde daha soğuk geçen iklim koşulları (örneğin Karacadağ İstasyonu'nda 2018 yılı Ocak ayı için kaydedilen ortalama sıcaklığın -1,9°C olması) elmanın çiçeklenme öncesi fizyolojik dinlenme dönemini sağlıklı bir şekilde tamamlayabilmesi için gerekli olan 1200 ile 3000 saatlik soğuklama gereksiniminin karşılanması açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca, aynı meteorolojik istasyon verilerine göre Mayıs-Eylül dönemi ortalama sıcaklığının 19°C civarında seyretmesi, yaz aylarının göreli olarak serin geçtiğini göstermektedir. Bu sıcaklık değeri, elmanın optimum gelişme sıcaklığı olan 15°C'ye daha yakın olduğundan, güneydeki ovalık alanlarda sıklıkla karşılaşılan ve verimi olumsuz etkileyen aşırı sıcaklık stresi ile güneş yanıklığı riskini önemli ölçüde azaltmaktadır. Her ne kadar bu değerlendirme tek bir yıla ait meteorolojik verilere dayansa da elde edilen bulgular araştırma sahasının kuzeyinde yer alan dağlık ve plato alanlarının, yeterli su kaynakları ve uygun toprak koşulları sağlandığında, güneydeki ovalık alanlara kıyasla elma yetiştiriciliği açısından daha yüksek bir agro-ekolojik potansiyel

barındırabileceğini göstermektedir. Ancak bu ön değerlendirmelerin daha sağlıklı bir temele oturtulabilmesi için uzun süreli iklim gözlemleri yapabilecek bir meteoroloji istasyonunun dağlık sahada kurulması büyük önem taşımaktadır **(Fotoğraf 43)**.

Fotoğraf 43: Araştırma alanında, geleneksel tarım uygulamalarıyla yetiştirilen bir elma bahçesi

Araştırma sahasında **Golden Delicious elma** çeşidinin üretimine ilişkin 2004-2024 verileri, bu ürünün her iki ilçede de istikrarlı ve ticari ölçekte bir zirai faaliyet olarak yerleşemediğini açıkça göstermektedir. Viranşehir'de üretim yalnızca 2004-2012 yılları arasında, en yüksek 4 ton (2004) ve en düşük 1 ton (2011-2012) olmak üzere son derece sembolik düzeylerde kaydedilmiş ve bu dönemin ardından kayıtlarda yer almamıştır. Ceylanpınar'da ise üretim daha düzensiz bir seyir izlemiştir. 2009'da 299 tonluk münferit ve yüksek bir zirve yaşanmış, ancak sonraki yıllarda üretim oldukça düşük ve dalgalı seviyelere gerilemiştir **(Tablo 86)**.

Araştırma sahasında **Starking elma** çeşidinin üretimi, 2004-2024 yılları arasında her iki ilçede de ticari bir önem kazanmamış ve son derece düşük hacimlerde kalmıştır. Ceylanpınar'da üretim, tüm dönem boyunca istikrarlı bir şekilde düşük seyretmiş, 2008

yılında 50 tonla en yüksek seviyesine ulaşsa da çoğu zaman tek haneli rakamlara kadar gerilemiş (en düşük 2 ton) ve hiçbir zaman önemli bir faaliyet olmamıştır. Viranşehir'de ise Starking elma üretimi daha da sınırlı olup, kayıtlara yalnızca 2021 yılında 2 ton üretimle girmiş ve takip eden yıllarda en fazla 7 tona ulaşan bir üretim göstermiştir **(Tablo 86)**. Genel olarak bu veriler, Starking elma çeşidinin de tıpkı Golden Delicious gibi, araştırma sahasının ekolojik koşullarında başarılı ve ticari ölçekte bir adaptasyon sağlayamadığını ve yöre ziraatinde yer edinmediğini ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasında **Granny Smith elma** çeşidinin üretimi, diğer elma türlerinde olduğu gibi, ticari bir faaliyete dönüşememiştir. Zira Viranşehir için 2004-2024 yılları arasında hiçbir üretim kaydı bulunmamaktadır. Ceylanpınar'da ise bu çeşidin üretimi yalnızca 2009-2013 yılları arasındaki kısa bir dönemde, oldukça düşük miktarlarda kaydedilmiştir. 2009'da 62 tonla en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra hızla azalarak 2012-2013 yıllarında 2 ton gibi en düşük bir değere gerilemiş ve ardından kayıtlardan çıkmıştır **(Tablo 86)**. Bu son derece sınırlı ve kısa ömürlü üretim denemesi, Granny Smith elmasının da yörenin ekolojik koşullarında kalıcı ve verimli bir adaptasyon sağlayamadığını ve zirai desen içerisinde yer edinmediğini açıkça göstermektedir **(Fotoğraf 44)**.

Fotoğraf 44: Araştırma sahasında yetiştirilen elmaların hasat öncesi bir arada kümelenmiş hali

4.3.9.2. Armut

Armut *(Pyrus communis* L.*)*, Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilebilen, ılıman iklim kuşağına özgü bir meyve türü olup, yüksek kaliteli meyve gelişimi için bol güneşli, sıcak ve havadar yaz koşulları talep eder. Serin ve yağışlı geçen yazlar ise yetiştiriciliğine uygun değildir. Kış dinlenme periyodunda, çeşide bağlı olarak, ağaçların -25 ile -30°C'ye kadar olan kış donlarına dayanabilmesi önemli bir avantajdır, ancak elmaya kıyasla daha erken çiçek açması, onu ilkbahar geç donlarına karşı daha hassas hale getirir. Armut yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olan kış soğuklama ihtiyacı, elmaya göre daha az olup, genellikle 1200-1500 saatlik bir süre yeterli olmaktadır. Vejetasyon süresi boyunca yaklaşık 700 mm gibi önemli bir su tüketimine sahip olan armut ağaçları, meyvelerini olgunlaştırabilmek için elmadan daha yüksek bir toplam sıcaklık birikimine ihtiyaç duyar. Ayrıca hem ağaç gelişimini hem de meyveleri olumsuz etkileyen kuvvetli rüzgarlara karşı da hassas olduğundan, bahçe tesis edilecek yerlerin bu tür risklerden korunmuş olması gerekmektedir (Büyükyılmaz, 1988; Butar, 2014).

Araştırma sahasının uzun, sıcak ve bol güneşli yazları, armut ağacının meyve olgunlaşması için ihtiyaç duyduğu yüksek toplam sıcaklık birikimini ve kuru koşulları sağlaması açısından elverişlidir. Ancak, armut yetiştiriciliğini yörede kısıtlayan en önemli faktör, kış soğuklama ihtiyacıdır. Yörenin ılıman geçen kışları, armut çeşitlerinin birçoğunun talep ettiği 1200-1500 saatlik soğuklanma süresini karşılamada yetersiz kalabilir. Bu durum düzensiz çiçeklenmeye ve verim düşüklüğüne yol açar. Ayrıca, armut çiçeklerinin elmaya göre daha erken açması, onu yörede risk faktörü olan ilkbahar geç donlarına karşı daha hassas bir konuma getirir. Bitkinin vejetasyon süresince ihtiyaç duyduğu yaklaşık 700 mm'lik yüksek su miktarı ise, yörenin kurak yazları nedeniyle tamamen gerçekleştirilecek sulama uygulamalarına bağlıdır.

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki armut üretimi, resmi kayıtlara göre son derece sınırlı ve ticari önemden uzak bir yapı sergilemektedir. Zira Viranşehir için bu dönemde herhangi bir üretim verisine rastlanmamıştır. Ceylanpınar'da ise üretim, tüm periyot boyunca istikrarlı bir şekilde çok düşük düzeylerde kalmış, 2004'teki 2 tonluk en düşük seviyesinden 2008-2009 yıllarında ulaştığı 25 tonluk en yüksek seviyesine kadar olan dar bir bantta seyretmiştir **(Tablo 86)**. Bu üretim rakamları, daha önceki ekolojik değerlendirmede belirtilen ve yörenin armut yetiştiriciliği için elverişli olmadığını gösteren, özellikle yetersiz kış soğuklaması gibi kritik sınırlayıcı faktörleri doğrulamakta ve armudun araştırma sahasında yerleşik bir tarım ürünü olmadığını teyit etmektedir.

4.3.9.3. Ayva

Ayva *(Cydonia oblonga)*, doğrudan meyve üretimi için yetiştirilmesinin yanı sıra, bahçecilikte birçok ülkede armut çeşitleri için önemli bir anaç olarak da kullanılmaktadır. Kış soğuklarına karşı dayanıklılığı elma ve armuda göre daha az olmakla birlikte, çiçeklerin yeni oluşan sürgünlerin ucunda meydana gelmesi, onu ilkbahar geç donlarına karşı daha avantajlı bir konuma getirerek don riskini azaltır. Ancak, bu dona kaçış mekanizmasına rağmen, ayvanın genel olarak soğuk bölgelerde yetiştirilmesi durumunda arzu edilen meyve kalitesine ulaşılamamakta ve meyve etinin aşırı sert olması gibi kalite sorunları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, ayva bitkisi aşırı nemli ve sürekli rüzgâr alan iklim koşullarından da olumsuz etkilendiği için, ticari bahçe

tesislerinde bu tür çevresel faktörlerden arındırılmış, korunaklı alanların seçilmesi gerekmektedir (Zengin ve Özbahçe, 2014; Akçay, t.y.).

Ayva, kış soğuklarına elma ve armuttan daha az dayanıklı olması nedeniyle araştırma sahasının ılıman kış koşullarına daha iyi uyum sağlayabilirken, çiçeklerinin yeni sürgünler üzerinde oluşması da onu yöredeki ilkbahar geç donlarına karşı avantajlı bir konuma getirmektedir. Ancak, ayvanın kaliteli meyve üretimi için aşırı sıcak, nemli ve rüzgârlı iklimlerden hoşlanmaması, yörenin sıcak ve kurak yazlarının bitki için yine de bir stres faktörü oluşturabileceğini göstermektedir. Bu karmaşık ekolojik tabloya paralel olarak, 2004-2024 yılları arasındaki resmi üretim verileri ayvanın yörede ticari bir önem taşımadığını açıkça ortaya koymaktadır. Viranşehir için bu dönemde herhangi bir üretim kaydına rastlanmazken, Ceylanpınar'da ise üretim, veri bulunan yıllarda yalnızca 1 ile 2 ton gibi son derece düşük bir düzeyde kalmıştır **(Tablo 86)**.

Tablo 86: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyveler olarak elma, armut ve ayvanın yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Elma (Golden)		Elma (Starking)		Elma (Granny Smith)		Armut		Ayva	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	4			3				2		2
2005	2			10				4		2
2006	2			10				4		2
2007	2			10				4		2
2008	2			50				25		2
2009	2	299		30		62		25		2
2010	2	30		3		6		8		2
2011	1	26		4		4				
2012	1	14		2		2		8		
2013		16		2		2		8		
2014		16		2				8		
2015		74		4				16		1
2016		81		5				16		1
2017		84		6				17		1
2018		85		6				17		2
2019		85		6				16		2
2020		20		6				17		2
2021		18	2	7				17		2
2022		17	6	6				17		2
2023		17	7	6				16		2
2024		17	7	5				16		2

4.3.9.4. Kayısı

Kayısı *(Prunus armeniaca)*, taze tüketiminin yanı sıra, özellikle beta-karoten içeriği yüksek olan kurutulmuş formu ve konserve, reçel, marmelat gibi çok çeşitli işlenmiş ürünleriyle hem dünya hem de Türkiye pazarında talebi ve ekim alanları artan, ekonomik değeri yüksek bir meyve türüdür. Esasen kışları nispeten soğuk ve yazları sıcak geçen ılıman iklim bölgelerinde yetişen bu meyve, son yıllarda ıslah edilen kısa ve çok kısa soğuklama ihtiyacı olan çeşitler sayesinde subtropik iklim koşullarına da adapte olarak turfanda yetiştiricilik açısından da önem kazanmıştır. Kayısı yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli iklim faktörü, çiçek ve küçük meyve dönemlerinde meydana gelerek büyük ürün kayıplarına yol açabilen ilkbahar geç donlarıdır. Kış dinlenme döneminde sıcaklık dalgalanmalarının olmadığı, yıllık yağışın 500 mm ve üzerinde olduğu ve sıcaklığın -30°C'nin altına düşmediği 120 ile 2500 metre arasındaki rakımlarda başarılı bir şekilde yetiştirilebilir. Meyvelerinin istenen kalitede ve sürede olgunlaşabilmesi için belirli bir sıcaklık toplamına ihtiyaç duyan kayısı, vejetasyon döneminde toprak neminin yetersizliğine karşı da oldukça hassastır. En iyi gelişimi derin, geçirgen, besin maddelerince zengin, tınlı ve kireçli topraklarda gösterir. Bu nedenle, kayısının yüksek gelir potansiyelinden tam olarak faydalanabilmek için, iklim risklerini (özellikle don) en aza indirecek doğru yer ve çeşit seçiminin yanı sıra, sulama, gübreleme ve budama gibi kültürel uygulamaların da bilinçli ve tekniğine uygun olarak yapılması zorunluluktur (Bircan, 2012; Kargı vd., 2015).

Kayısı yetiştiriciliği, araştırma sahasının iklim koşullarıyla değerlendirildiğinde önemli ekolojik zorluklarla karşı karşıyadır. Yöredeki en kritik sınırlayıcı faktör, kayısının erken çiçeklenmesi nedeniyle ilkbahar geç donlarına karşı son derece hassas olması ve bu donların ürün kayıplarına yol açma riskidir. Ayrıca, yörenin ılıman kışları, birçok kayısı çeşidinin düzgün bir çiçeklenme ve meyve tutumu için ihtiyaç duyduğu kış soğuklama süresini tutarlı bir şekilde karşılamada yetersiz kalabilir. Her ne kadar yörenin sıcak ve güneşli yaz koşulları, meyve olgunlaşması için gerekli sıcaklık düzeyini sağlamakta ve yıllık yağış miktarı Viranşehir örneğinde olduğu gibi yaklaşık 500,4 mm seviyelerinde seyrederek minimum su ihtiyacını sınırda da olsa karşılıyor gibi görünse de yöredeki don olayları ve yetersiz soğuklama süresi bu olumlu koşulları gölgede bırakmaktadır.

Bu ekolojik zorluklar, 2004-2024 yılları arasındaki resmi üretim verilerine de açıkça yansımıştır. Araştırma sahasında kayısı üretiminin ticari ölçekte ve sürekli bir faaliyet olarak yerleşmediği, mevcut verilerin son derece düşük ve düzensiz olduğu görülmektedir. Viranşehir'de üretim yalnızca 2004-2012 yılları arasında, en yüksek 11 ton (2008) ve en düşük 4 ton (2004-2012) gibi çok küçük miktarlarda kaydedilmiş ve bu tarihten sonra resmi kayıtlardan tamamen çıkmıştır. Ceylanpınar'da ise üretim daha uzun bir döneme yayılsa da en yüksek miktar sadece 34 ton (2009) olmuş ve en düşük miktar ise 2 tona (2023) kadar gerilemiştir **(Tablo 87)**.

4.3.9.5. Kiraz

Kiraz *(Prunus avium)*, dünya genelinde geniş bir çeşitliliğe sahip, sert çekirdekli, sulu ve aromatik meyveleriyle bilinen bir ağaç türüdür. Kış dinlenme döneminde ağacın gövde ve ana dalları -26 ile -28°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabilmekle birlikte, çeşitler arasında don toleransı açısından farklılıklar bulunur ve kış sıcaklıklarının sık sık -20°C'nin altına düştüğü bölgelerde ticari yetiştiriciliği önerilmemektedir. Yıllık yağışın 600 mm ve üzerinde olduğu bölgelerde sulamasız yetiştirilebilen kiraz, bu miktarın altında yağış alan yerlerde, özellikle kurak giden yıllardaki çiçeklenme döneminde toprağın nemli tutulması kritik olduğundan, 2-3 kez sulama (tercihen damla veya mini yağmurlama sistemleriyle) gerektirir. Kiraz ağaçları en iyi gelişimi, uygun anaç seçimi yapılmış, iyi drene edilmiş ve su tutma kapasitesi yüksek topraklarda göstermektedir (Zengin ve Özbahçe, 2014; Emre, 2022).

Araştırma sahasının iklim koşulları, kiraz yetiştiriciliği için önemli ekolojik zorluklar barındırmaktadır. Özellikle yörenin ılıman geçen kışları, birçok kiraz çeşidinin ihtiyaç duyduğu kış soğuklama süresini karşılamada yetersiz kalabilirken, erken çiçeklenmesi nedeniyle ilkbahar geç donlarından zarar görme riski de oldukça yüksektir. Kirazın 600 mm'nin üzerindeki su ihtiyacı dikkate alındığında, yörenin mevcut yağış rejimi bu gereksinimi karşılamada yetersiz kalmaktadır. Nitekim yıllık yağış miktarları Viranşehir'de 500,4 mm, Ceylanpınar'da ise yalnızca 311,7 mm olarak ölçülmekte ve yörenin kurak yaz koşulları da göz önüne alındığında, kiraz yetiştiriciliğinde başarılı bir üretim için sulama mutlak bir gereklilik haline gelmektedir. Bu ekolojik uyumsuzluklar, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verilerine de açıkça yansımıştır. Zira her iki ilçede de üretim son derece sınırlı, ticari önemden uzak ve kesintilidir. Ceylanpınar'da üretim,

yalnızca ilk yıllarda en yüksek 5 ton (2005-2008) gibi bir düzeyde kaydedilip sonrasında kayıtlardan çıkarken, Viranşehir'de ise 2004-2011 yılları arasında sadece 1'er ton olarak kayda geçilmiştir **(Tablo 87)**.

4.3.9.6. Vişne

Vişne *(Prunus cerasus)*, serin ve soğuk ılıman iklim koşullarında iyi gelişim gösteren hem sıcağa hem de soğuğa karşı elmadan daha dayanıklı kabul edilen bir meyve türüdür. Nitekim kış dinlenme döneminde odunsu kısımları -40°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara tolerans gösterebilir. Başarılı bir şekilde kış dinlenmesinden çıkıp düzenli çiçeklenebilmesi için 7°C'nin altında yaklaşık 1000 saatlik bir soğuklama ihtiyacı bulunan vişnenin, tatlı kirazlara göre biraz daha geç çiçek açması onu ilkbahar geç donlarından zarar görme riskine karşı daha avantajlı bir konuma getirir. Yıllık düzenli 400 mm yağış alan bölgelerde sulamaya ihtiyaç duymadan yetiştirilebilen vişne, toprak istekleri açısından da oldukça toleranslı olup kuru, kumlu veya kireçli topraklara dahi adapte olabilir. Bu geniş ekolojik toleransı vişneyi farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştiriciliği mümkün olan dayanıklı bir meyve türü yapmaktadır (Ankara Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2015; Ünal, 2016).

Vişne hem sıcağa hem de soğuğa dayanıklılığı, yaklaşık 1000 saatlik orta düzeydeki kış soğuklama ihtiyacı ve kiraza göre daha geç çiçeklenmesi sayesinde ilkbahar donlarından kaçınma potansiyeli ile araştırma sahasının iklim koşullarına diğer birçok ılıman iklim meyvesinden daha uygun bir profil sergilemektedir. Bu ekolojik potansiyele rağmen, 2004-2024 yıllarını kapsayan resmi üretim verileri, vişnenin yörede yetiştirilmediğini ortaya koymaktadır. Nitekim Viranşehir ilçesine ait herhangi bir üretim kaydına rastlanmazken, Ceylanpınar'da ise yalnızca 2004-2008 yılları arasında kaydedilen üretim miktarları 1 ile 5 ton arasında değişmiş; bu dönem sonrasında ise üretime ilişkin herhangi bir veriye rastlanmamıştır **(Tablo 87)**. Üretim verilerinin neredeyse olmaması bitkinin iklim olarak bölgeye adapte olabilme potansiyeli ile tam bir tezat oluşturmaktadır. Bu durum, vişne ziraatinin araştırma sahasında yaygınlaşmamasının nedeninin ekolojik uyumsuzluktan ziyade, muhtemelen düşük pazar talebi, işleme sanayisinin bulunmaması veya çiftçilerin sulama ile yetiştirebildikleri diğer ürünleri daha kârlı bulması gibi sosyo-ekonomik faktörler olduğunu düşündürmektedir.

4.3.9.7. Şeftali

Şeftali *(Prunus persica)*, erken verimliliği, taze tüketim ve sanayiye (meyve suyu, konserve) uygunluğu ile iyi pazar fiyatı oluşturması gibi nedenlerle hem dünyada hem de Türkiye'de yetiştiriciliği önem kazanan, sert çekirdekli bir ılıman iklim meyve türüdür. Geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasına rağmen, şeftali yetiştiriciliğini ticari olarak sınırlayan temel ekolojik faktörler; kış donlarının şiddeti, çeşidin kış soğuklama gereksinimi, ilkbahar geç donları ve yaz sıcaklıklarının yeterliliğidir. Çeşitlere bağlı olarak 7°C'nin altında 250 ile 1250 saat arasında değişen bir kış soğuklama ihtiyacı bulunan şeftalide, bu ihtiyacın karşılanamaması durumunda çiçek tomurcukları dökülür, çiçeklenme gecikir ve düzensizleşir. Kış aylarında ağacın odun kısmı soğuğa oldukça dayanıklı olsa da sıcaklığın -18 ile -20°C'ye düştüğü yerlerde gözler ve sürgünler, -25°C'de ise ağacın tamamı donabilir, bu nedenle kışları çok sert geçen bölgeler yetiştiricilik için risklidir (Zengin ve Özbahçe, 2014; Altan, 2022).

Şeftali ziraatinde en büyük risklerden biri, erken çiçek açması nedeniyle ilkbahar geç donlarına karşı olan yüksek hassasiyetidir. Nitekim açmış çiçekler -1,1 ile -3,6°C gibi hafif donlarda dahi zarar görür. Çiçeklenme döneminde hava sıcaklığının 5°C'nin altına düşmesi ise, döllenme için gerekli olan tozlayıcı böceklerin faaliyetlerini engelleyerek verimi düşürür. Şeftali, meyvelerini olgunlaştırabilmek için oldukça yüksek bir sıcaklık toplamına ihtiyaç duyar ve bu nedenle serin geçen yazlara sahip bölgelerde ekonomik olarak yetiştirilemez, ancak aşırı olmamak kaydıyla yüksek yaz sıcaklıklarına dayanabilmektedir. Toprak istekleri kullanılan anaca bağlı olmakla birlikte, genellikle geçirgen, kumlu-killi, tınlı ve alüviyal toprakları tercih eder. Bu hassas ve dönemsel olarak değişkenlik gösteren iklim ile toprak istekleri, şeftali yetiştiriciliğinin başarısının doğru çeşit ve anaç seçimi ile dikkatli bir lokasyon analizine sıkı sıkıya bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Zengin ve Özbahçe, 2014; Altan, 2022).

Şeftali yetiştiriciliği, araştırma sahasının iklim koşullarıyla değerlendirildiğinde, önemli ekolojik riskler ve fırsatlar barındırmaktadır. Yörenin en büyük zorlukları, şeftalinin erken çiçeklenmesi nedeniyle ilkbahar geç donlarından etkilenme riskinin olması ve ılıman geçen kışların birçok çeşidin ihtiyaç duyduğu kış soğuklama süresini karşılamada yetersiz kalabilmesidir. Buna karşın, yörenin uzun ve sıcak yaz mevsimi, meyve olgunlaşması için gerekli olan yüksek sıcaklık toplamını sağlamaktadır. Ayrıca, soğuklama gereksinimi 250 ile 1250 saat arasında değişen düşük soğuklama ihtiyacına

sahip çeşitlerin tercih edilmesi durumunda, şeftali yetiştiriciliği teorik olarak mümkün hale gelebilmektedir. Ancak başarılı bir üretim tamamen sulamaya bağlıdır. Şeftali ağacının yıllık su tüketimi 700 mm civarındadır.

Bu ekolojik tablo, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verilerine de yansımıştır. Viranşehir'de üretim yalnızca birkaç yıl ve sadece 1 ton düzeyinde kaydedilmiştir. Ceylanpınar'da ise üretim iki farklı dönem sergilemektedir. Birinci dönem 2004-2010 yılları arasında en yüksek 19 ton gibi seviyelerde kalmıştır. İkinci dönemde ise sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte, 2015'ten sonra üretimde büyük bir artış yaşanmış ve 2020'de 663 tonla en yüksek seviyesine ulaşarak yeni bir döneme girilmiştir. Bu yüksek üretim seviyeleri 2023'e kadar devam etse de 2024 yılında üretimin sadece 2 tona düşmesiyle en düşük noktasını görmüş ve ani bir kırılma yaşamıştır **(Tablo 87)**. Bu durum, sulama ile şeftali yetiştiriciliğinin yörede mümkün hale geldiğini göstermiştir.

Fotoğraf 45: Araştırma sahasında bir şeftali bahçesinde gözlemlenen olgunlaşma evresindeki meyveler

4.3.9.8. Nektarin

Nektarin *(Prunus persica var. nucipersica)*, özellikle ilkbahar mevsiminde oldukça ılık bir hava talep eden ve geç donlara karşı şeftalilerden dahi daha hassas olan bir meyve türüdür. Nitekim açmış çiçekleri -2,5°C'de, küçük meyveleri ise -1°C gibi hafif donlarda bile zarar görebilmektedir. Başarılı bir şekilde kış dinlenmesinden çıkabilmesi için, çeşitlerin çoğunun 7,2°C'nin altında 400 ile 900 saat arasında değişen bir soğuklama süresine ihtiyacı vardır. Nektarin ağacının vejetasyon süresince toplam su tüketimi 700 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Ancak, meyve olgunlaşmasına yakın dönemde yapılan aşırı sulamalar veya bu dönemde yağan yağmurlar, meyvelerde çatlamalara yol açıp şeker oranını düşürerek kaliteyi olumsuz etkilediği için su yönetimi büyük bir hassasiyet gerektirir (Zengin ve Özbahçe, 2014).

Nektarin, araştırma sahasının iklim koşullarında hem önemli fırsatlar hem de çok ciddi riskler barındıran bir meyve türüdür. Yörenin ılıman geçen kışları, nektarin çeşitlerinin çoğunun ihtiyacı olan 400-900 saatlik düşük-orta düzeydeki soğuklama süresini karşılamak için potansiyel olarak yeterlidir. Bu durum, onu yüksek soğuklama isteyen elma gibi türlere göre daha avantajlı kılar. Ayrıca, yörenin sıcak, uzun ve bol güneşli yazları, meyvelerin olgunlaşması için gerekli olan yüksek sıcaklık toplamını sağlaması ve hasada yakın dönemde yağış olmaması sayesinde meyve çatlaması riskini azaltması açısından son derece uygundur. Ancak, nektarinin şeftaliden bile daha hassas olduğu ilkbahar geç donları, yöredeki en kritik ve en büyük riski oluşturur. Zira Mart ve Nisan aylarında ortalama 2 ile 3 gün don olayının yaşanması, erken açan çiçeklerin ve küçük meyvelerin yok olmasına neden olabilir. Bununla birlikte, nektarinin yaklaşık 700 mm'lik mevsimlik su ihtiyacı, yörenin kurak yazları nedeniyle sulamaya bağlıdır.

Bu yüksek risk ve fırsat dengesi, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verilerine de yansımıştır. Nitekim nektarin, araştırma sahası için oldukça yeni bir üründür. Viranşehir ilçesi için bu dönemde herhangi bir resmi üretim kaydına rastlanmamıştır. Ceylanpınar'da ise nektarin üretimi ilk olarak 2015 yılında 26 ton gibi miktarla kayıtlara girmiş ve takip eden yıllarda da büyük bir ticari hacme ulaşamamıştır. Üretim, 2016-2020 yılları arasında yıllık 29 tonla en yüksek seviyesinde sabit kalmış, ancak sonraki yıllarda daha da azalarak 2022-2023'te 19 tonla en düşük düzeyine gerilemiştir **(Tablo 87)**. Bu üretim rakamları, nektarinin teorik potansiyeline rağmen yörede başarılı ve yaygın bir zirai faaliyete dönüşemediğini açıkça ortaya koymaktadır.

4.3.9.9. Erik

Erik *(Prunus spp.)*, sahip olduğu geniş tür ve çeşit yelpazesi sayesinde dünyanın farklı iklim bölgelerine başarıyla adapte olabilen bir meyve türüdür. Taze tüketiminin yanı sıra özellikle turfanda yeşil erik olarak pazarda önemli bir yer edinmekte; ayrıca kurutulmuş ve reçel, komposto, meyve suyu gibi işlenmiş formlarda da yaygın olarak değerlendirilmektedir (Bircan, 2015). Eriğin iklim istekleri ana gruplarına göre farklılık göstermektedir. Can erikleri *(Prunus cerasifera)* ılıman iklimlerde 400-500 saat, Japon erikleri *(P. salicina)* kışı soğuk geçmeyen ılıman iklimlerde 600 saat ve Avrupa erikleri *(P. domestica)* ise kışı daha soğuk geçen bölgelerde 1000 saatin üzerinde soğuklama ihtiyacı duyar. Erik yetiştiriciliğindeki en kritik faktörlerden biri ilkbahar geç donlarıdır. Özellikle erken çiçek açan Can ve Japon erikleri bu riskle sıkça karşılaşır ve açmış çiçekler -0,6 ile -2,2°C gibi hafif donlarda dahi zarar görebilir. Toprak istekleri açısından seçici olmayan erik, yıllık yağış miktarının 750 mm civarında olduğu sahalarda sulama yapılmaksızın da yetiştirilebilme potansiyeline sahiptir (Bircan, 2022).

Araştırma sahasının iklim koşulları, erik yetiştiriciliği için riskli koşullar sunmaktadır. Yörede hüküm süren ılıman kış koşulları, Can eriği (400-500 saat) ve Japon eriği (600 saat) gibi düşük soğuklama ihtiyacına sahip çeşitler açısından genel olarak yeterli düzeydedir. Ancak bu çeşitlerin erken çiçeklenme eğiliminde olması, Mart ayında ortalama 2-3 gün don olayının yaşandığı yörede, ilkbahar geç donlarına karşı yüksek düzeyde hassasiyet göstermelerine neden olmaktadır. Ayrıca erik türlerinin yaklaşık 750 mm düzeyindeki yıllık su ihtiyacı, doğal yağışla karşılanamayacak seviyededir. Nitekim yıllık yağış miktarları Viranşehir'de 500,4 mm ve Ceylanpınar'da 311,7 mm olarak kaydedilmekte; buna ek olarak yaz mevsiminin kurak geçmesi, erik yetiştiriciliğinde sulamayı zorunlu hale getirmektedir. Bu ekolojik riskler, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verilerine de yansımış olup, her iki ilçede de üretimin büyük ticari ölçekten uzak, son derece düşük ve istikrarsız olduğu görülmektedir. Resmi kayıtlarda Viranşehir'in üretimi 3 tonu, Ceylanpınar'ın üretimi ise en yüksek olduğu yılda dahi sadece 13 tonu (2008-2009) geçmemiş ve her iki ilçede de son yıllardaki üretim sembolik düzeylerde (1-3 ton) kalmıştır **(Tablo 87)**.

Tablo 87: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sert çekirdekli meyveler olarak kayısı, kiraz, vişne, şeftali, nektarin ve eriğin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Kayısı		Kiraz		Vişne		Şeftali		Nektarin		Erik	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	4	10	1	1		1		11			2	2
2005	10	21	1	5		3	1	19			3	11
2006	10	21	1	5		3	1	19			3	11
2007	9	18	1	5		3		19			3	11
2008	11	21	1	5		5		19			3	13
2009	10	34	1				1	10			3	13
2010	10	23	1				1	10			3	11
2011	6		1								2	
2012	4										2	
2013												
2014												
2015		3						306		26		1
2016		3						528		29		1
2017		3						553		29		1
2018		3						553		29		1
2019		3						553		29		1
2020		4						663		29		3
2021		4						553		26		3
2022		3						442		19		3
2023		2						405		19		3
2024		3						2				3

4.3.9.10.Üzüm

Asma *(Vitis spp.)*, sofralık, şaraplık ve kurutmalık olarak değerlendirilen meyveleri için dünya genelinde ekonomik olarak yetiştirilen, çok sayıda türe sahip önemli bir kültür bitkisidir. Başarılı ve ekonomik bir bağcılık yapılabilmesi için asmanın, süresi 160 günden az olmaması gereken, genellikle 200 ile 230 güne kadar uzayabilen uzun bir vejetasyon devresine ihtiyacı vardır. Bu dönem boyunca, bitkinin vejetatif faaliyetlerini rahatlıkla sürdürebilmesi için günlük ortalama hava sıcaklığının 18°C veya daha yüksek, toprak sıcaklığının ise 10°C'nin altına düşmemesi istenir. Asmanın büyüme ve gelişmesini sürdürebildiği genel sıcaklık aralığı 10 ile 35°C arası olup, bu sınırların altındaki ve üstündeki sıcaklıklar bitki gelişimi için elverişli değildir. Ayrıca, asmanın meyvelerini olgunlaştırabilmesi için vejetasyon devresinde yaklaşık 2600 ile 2900°C arasında bir toplam sıcaklık birikimine ve 1200-1300 saatten az olmayan bir güneşlenme süresine gereksinim duyar. Bağcılıkta en önemli iklim risk faktörlerinden biri, özellikle ilkbaharda tomurcukların uyanma döneminde meydana gelen geç don olayıdır. Su isteği açısından asma, diğer birçok meyve ağacına kıyasla daha az suya ihtiyaç duyar ve bu nedenle yarı kurak bölgelere kolayca adapte olabilir. Yıllık yağış tutarlarının 500 mm, hatta bazı asma türleri için 350-400 mm'ye kadar düştüğü bölgelerde dahi yetiştiriciliği mümkündür. Ilıman bölgelerde vejetasyon devresinin kurak geçmesi durumunda ise, ilkbahar ortaları ve yaz devresinde yapılacak bir veya iki kez sulama genellikle yeterli olur. Bu ekolojik özellikler, asmanın neden sıcak, güneşli ve su kısıtı olan birçok bölgede başarılı bir şekilde yetiştirilebildiğini açıklamaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2015; Çakır, 2021).

Araştırma sahasının iklim özellikleri, sofralık üzüm yetiştiriciliği için oldukça elverişli bir ekolojik ortam sunmaktadır. Yörenin 160 günü rahatlıkla aşan uzun, sıcak ve bol güneşli vejetasyon periyodu, asmanın yüksek sıcaklık toplamı (2600-2900°C) ve güneşlenme süresi (>1200 saat) gibi temel isteklerini tam olarak karşılamaktadır. Asmanın kuraklığa oldukça dayanıklı fizyolojik yapısı, araştırma sahasında gözlemlenen yıllık yağış rejimiyle büyük ölçüde uyumludur. Özellikle yıllık yağış miktarının 500,4 mm olarak kaydedildiği Viranşehir'de, yağışa dayalı geleneksel bağcılık uygulamalarına elverişli koşullar bulunmaktadır. Buna karşın, Ceylanpınar'da yağış miktarının 311,7 mm ile daha düşük seviyede seyretmesi sulama ihtiyacını gündeme getirmektedir. Bu yüksek ekolojik uygunluğa rağmen, araştırma sahasındaki

en önemli iklim riski, tomurcukların sürme dönemine denk gelebilecek ilkbahar geç donlarıdır.

Araştırma sahasındaki ekolojik potansiyele tezat olarak, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verileri, her iki ilçede de bağcılığın gerilediğini göstermektedir. Ceylanpınar'da üretim, 2004 yılında 3.975 tonla en yüksek seviyesindeyken, 2009'dan sonra tamamen düşerek çift haneli rakamlara düşmüş ve bir daha toparlanamamıştır. Benzer şekilde Viranşehir'de de üretim, 2.000 tonluk (2014) zirvesinden sonra sürekli bir düşüşle son yıllarda birkaç yüz tona kadar gerilemiştir **(Tablo 88)**. Bu durumun temel nedeni ekolojik uyumsuzluktan ziyade, araştırma sahasında sulu tarımın yaygınlaşmasıdır. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile birlikte suyun yöreye gelmesi, çiftçilerin geleneksel olarak yetiştirilen ve kuraklığa dayanıklı olan üzüm yerine, ekonomik getirisi daha yüksek olan pamuk, mısır gibi yoğun sulama gerektiren endüstriyel ürünlere yönelmesine neden olmuştur. Bu sosyo-ekonomik dönüşüm, bir zamanlar yöre için önemli olan bağcılığın gerilemesine yol açmıştır. Dolayısıyla, üzüm üretimindeki bu düşüş, ekolojik bir başarısızlıktan çok, değişen zirai önceliklerin ve ekonomik tercihlerin bir sonucudur.

4.3.9.11.İncir

İncir *(Ficus carica* L.*)*, Anadolu'da çok eski zamanlardan beri kültürü yapılan ve Türkiye'nin hem sofralık hem de kurutmalık üretim ile ihracatında dünya lideri olduğu stratejik bir meyve türüdür (Çalışkan ve Polat, 2012). Bu bitki en iyi gelişimi, kışları ılık, yazları ise sıcak ve kurak geçen subtropik benzeri ekolojilerde gösterir. İncir yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktör kış soğuklarıdır. Zira genç sürgünler sıcaklığın -9°C'nin altına düştüğü yerlerde donarak zarar görür ve bu nedenle bu tür bölgelerde ekonomik tarımı yapılamaz. Özellikle kurutmalık çeşitler için, hasat ve kurutma dönemi olan temmuz-eylül aylarının sıcak ve tamamen yağışsız geçmesi, ürün kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Yıllık yağış miktarının 550 mm'den daha az olduğu bölgelerde ise, bitkinin su ihtiyacını karşılamak ve verimliliği sürdürmek için sulama yapılması gerekmektedir (Ağaoğlu vd., 1997).

Araştırma sahasının kışları ılık, yazları ise sıcak, kurak ve bol güneşli iklimi, incir yetiştiriciliğinin temel gereksinimleriyle büyük ölçüde uyumludur. Özellikle hasat ve kurutma dönemi olan Temmuz-Eylül aylarının yağışsız geçmesi kalite açısından

önemli bir avantajdır. Bununla birlikte, yörede kış aylarında sıcaklığın nadiren de olsa bitkinin sürgünlerine zarar veren -9°C'lik kritik eşiğin altına düşme riski, yetiştiricilik için en önemli sınırlayıcı faktördür. Ayrıca yıllık yağışın 550 mm'nin altında olması sulamayı gerekli kılmaktadır. Viranşehir'de 2004-2013 yılları arasında yalnızca 2 ile 5 ton arasında kaydedilen üretimin 2014'ten 2024'e kadar olan son on bir yıl boyunca tamamen durduğu ve hiçbir kayıt olmadığı görülmektedir. Ceylanpınar'da ise durum farklı bir seyir izlemiştir. 2004-2010 arasında en yüksek 8 ton gibi düşük seviyelerde görülen üretim, bir aradan sonra 2015'ten 2024'e kadar olan son on yıl boyunca istisnasız her yıl 2 ton gibi bir miktarda kaydedilmiştir **(Tablo 88) (Fotoğraf 46)**.

Fotoğraf 46: Araştırma sahasında yer alan bir incir bahçesinden görünüm.

4.3.9.12.Dut

Dut *(Morus spp.)*, genel olarak asma ve incir yetiştiriciliğine elverişli olan ekolojilere iyi adapte olmuş bir meyve türüdür. Başarılı bir dut yetiştiriciliği için vejetasyon süresinin uzun olduğu ve bu periyot boyunca ortalama sıcaklığın 13°C'nin altına düşmediği yöreler en uygun koşulları sunar. Dut ağacı, kış soğuklarına karşı dikkate değer bir dayanıklılığa sahip olup, bir yıllık sürgünleri ve bu sürgünler üzerindeki gözleri -20°C'ye kadar olan donlardan zarar görmeden kurtulabilmektedir (Ağaoğlu vd., 1997).

Araştırma sahasının uzun ve sıcak vejetasyon periyodu ile kış sıcaklıklarının dut ağacının dayanıklılık sınırı olan -20°C'ye düşmemesi, bu meyve türünün yetiştiriciliği için yörenin ekolojik olarak son derece elverişli olduğunu göstermektedir. Ancak bu yüksek uygunluk potansiyeline rağmen, 2004-2024 yılları arasındaki hem üretim hem de ağaç sayısı verileri, dut yetiştiriciliğinin her iki ilçede de gerilediğini ortaya koymaktadır. Ceylanpınar'da başlangıçta 90 tona varan üretim ve 4.500 adet meyve veren ağaç sayısı, 2012'den sonra üretimin 1 tona ve kayıtlı ağaç sayısının 25'e düşmesiyle adeta bitme noktasına gelmiştir. Benzer şekilde Viranşehir'de de üretim 2013'teki 77 tonluk zirvesinden sonra kayıtlardan çıkmış, bir dönem 5.100'e ulaşan ağaç sayısı ise günümüzde resmi kayıtlarda gözükmemektedir **(Tablo 88)**. Bu durum, ekolojik olarak çok uygun olan dut yetiştiriciliğinin, muhtemelen sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte çiftçilerin ekonomik olarak daha cazip bulduğu diğer ürünlere yönelmesi sonucu terk edildiğini düşündürmektedir. Oysaki, yörenin dut yetiştiriciliğine olan yüksek elverişliliği, sadece meyve üretimi için değil, aynı zamanda dut yaprağına dayalı olan ipek böcekçiliği için de yeniden değerlendirilebilir. Bu potansiyelin hayata geçirilmesi, yöredeki insanlar için önemli bir istihdam kapısı ve tarımsal çeşitlilik yaratarak, terk edilmiş bir tarım kolunu katma değerli bir ekonomik faaliyete dönüştürebilir.

4.3.9.13.Nar

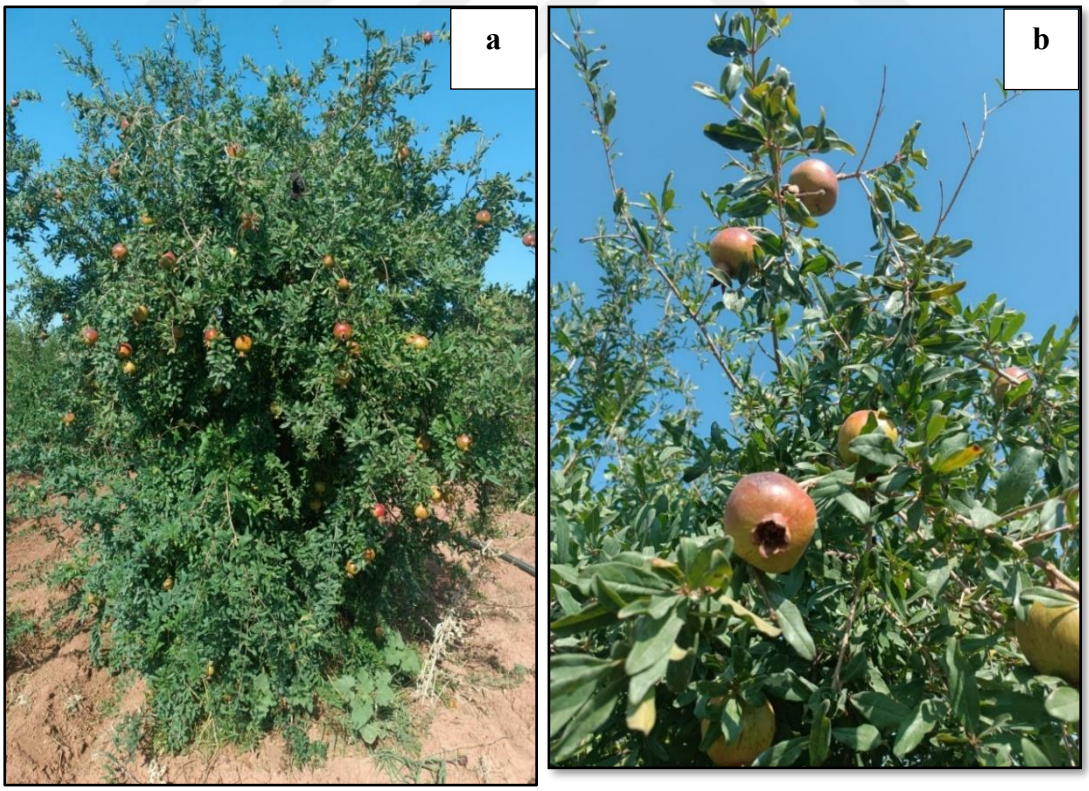
Nar *(Punica granatum* L.*)*, çalı formunda çok yıllık bir subtropik meyve türü olup, en elverişli gelişimi kışları ılıman ve yağışlı, yazları ise sıcak, kurak ve uzun geçen ekolojilerde gösterir (Yılmaz vd., 1993). Nar yetiştiriciliğini diğer birçok ılıman iklim meyvesinden ayıran en önemli avantajları, kış dinlenmesi için soğuklama gereksiniminin neredeyse hiç olmaması ve çiçeklenmenin geç dönemde (Nisan-Haziran) gerçekleşmesi sayesinde ilkbahar geç donlarından etkilenmemesidir. Kış soğuklarına karşı genel olarak -10°C'ye kadar dayanıklılık gösterse de sıcaklığın -15 ile -18°C'ye düşmesi dallarda, -20°C'ye düşmesi ise bitkinin tamamında don zararına yol açabilir. Meyvelerini olgunlaştırabilmek için yüksek bir sıcaklık toplamına ve 180-215 günlük bir vejetasyon periyoduna ihtiyaç duyan nar, aynı zamanda ışığı seven bir bitki olduğundan bol güneşlenme kritik önem taşır. Nitekim meyve gelişimi için en uygun sıcaklık aralığı 35-38°C gibi oldukça yüksek bir değerdir. Nar, yıllık ortalama 500 mm

yağışa ihtiyaç duyar ve bu yağışın büyük bir kısmının, vejetatif gelişimin başladığı ilkbahar döneminde alınması tercih edilir. Meyve olgunlaşma döneminde ise kurak ve sıcak bir iklimin hâkim olması, meyve kalitesini olumlu yönde etkiler. Bu ekolojik istekler, narın özellikle su kısıtı olan ve yüksek yaz sıcaklıklarına sahip bölgelere adaptasyon kabiliyetinin yüksek olduğunu ve başarılı bir üretimin bu koşulların sağlanmasına bağlı olduğunu göstermektedir (Onur, 1988; Kurt ve Şahin, 2013; Karataş, 2022; Ak vd., 2023).

Nar, ekolojik istekleri açısından araştırma sahasının iklim koşullarına en uyumlu meyve türlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Nitekim, narın çok düşük olan kış soğuklama ihtiyacı yörenin ılıman kışları tarafından rahatlıkla karşılanmakta ve geç çiçeklenmesi sayesinde de yöredeki en büyük iklim risklerinden biri olan ilkbahar geç donlarından doğal olarak korunmaktadır. Ayrıca, yörenin uzun, sıcak, kurak ve bol güneşli yazları, narın meyve olgunlaşması için aradığı yüksek sıcaklık toplamını ve 35-38°C gibi ideal gelişme sıcaklıklarını sağlamaktadır. Bu elverişli koşullar altında tek kritik faktör su olup, bitkinin yaklaşık 500 mm'lik su ihtiyacı, yörenin kurak yazları nedeniyle sulamaya bağlıdır.

Sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte, bu yüksek ekolojik uygunluk hem ağaç sayısına hem de üretim verilerine açıkça yansımıştır. Meyve veren ağaç sayısı, her iki ilçede de 2015-2016 yıllarından sonra büyük bir patlama yaşamış ve 2024 yılı itibariyle Viranşehir'de 35.000, Ceylanpınar'da ise yaklaşık 24.000 adede ulaşarak devasa bir artış göstermiştir. Bu ağaç varlığına paralel olarak, üretim miktarları da önemli ölçüde yükselmiştir. Ceylanpınar'da üretim 2021'de 1.302 tonla, Viranşehir'de ise 2023-2024'te 770 tonla en yüksek seviyelerine ulaşmıştır. Ceylanpınar'daki üretimin daha dalgalı bir seyir izlemesine karşın, Viranşehir'de son yıllarda istikrarlı bir artış eğilimi dikkat çekmektedir **(Tablo 88)**. Sonuç olarak, ekolojik uygunluğu ile birlikte üretim miktarı ve ağaç sayısındaki belirgin artış, narın araştırma sahasında sulu tarımın yaygınlaşmasının ardından en fazla tercih edilen ticari meyve türlerinden biri haline geldiğini ortaya koymaktadır **(Fotoğraf 47 ve 48)**.

Fotoğraf 47: Araştırma sahasında sulu tarım imkanlarıyla verimliliği artırılan nar yetiştiriciliğinden bir görünüm.



Fotoğraf 48: Karacadağ güney kesiminde nar ağacının meyve tutum evresi **(a)** ve olgunlaşmakta olan meyveleri **(b)**

Tablo 88: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen üzümsü ve diğer meyveler grubunda sofralık üzüm (çekirdekli), incir, dut ve narın yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Sofralık Üzüm (Çekirdekli)		İncir (Yaş)		Dut		Nar	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004	1305	3975	5	2	32	75	8	175
2005	1824	1590	5	8	37	90	9	150
2006	1824	1590	5	8	37	90	9	150
2007	1644	1590	5	8	37	90	7	120
2008	1824	1590	5	8	37	90	8	108
2009	1824	30	5	8	37	90	9	18
2010	463	64	5	8	37	90	9	18
2011	378	29	2		58		3	2
2012	378	29	2		30	1	2	18
2013	387	13	2		77	1	2	17
2014	2000	24					0	31
2015	349	15		2		1	90	597
2016	380	18		2		1	258	700
2017	486	26		2		1	422	271
2018	364	19		2		1	282	271
2019	172	16		2		1	281	271
2020	146	20		2		1	310	1172
2021	129	21		2		1	373	1302
2022	147	32		2		1	513	847
2023	203	40		2		1	770	847
2024	220	40		2		1	770	341

4.3.9.14.Badem

Badem *(Prunus dulcis)*, ideal olarak yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimine adapte olmuş bir meyve türü olmakla birlikte, odun kısmının kışın -20 ile -30°C'ye varan soğuklara dayanabilmesi sayesinde daha geniş bir ekolojide yetiştirilebilmektedir. Diğer birçok ılıman iklim meyvesine göre 5°C'nin altında 90-400 saat gibi oldukça düşük bir kış soğuklama ihtiyacına sahip olması, yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasında önemli bir avantajdır. Ancak, badem yetiştiriciliğini sınırlayan en kritik faktör ilkbahar geç donlarıdır. Zira erken çiçeklenen badem ağacının çiçekleri -3 ile -4°C'ye dayanabilirken, bu devrenin sonunda ve özellikle taze çağla döneminde -0,5 ile -1°C gibi çok hafif donlarda dahi ürün tamamen zarar görebilmektedir. Kazık kök sistemi sayesinde kurak koşullara önemli bir tolerans gösteren badem, yeterli ürün alabilmek için yıllık yağışın 300 mm'nin altına düşmemesini, ideal olarak ise yaklaşık 600 mm'lik su tüketimini karşılayacak nem koşullarını gerektirir. Türkiye'de badem yetiştiriciliği genellikle kuru şartlarda yapılsa da sulama uygulamalarının verimi iki ile dört kat artırdığı bilinmektedir. Bu ekolojik istekler, bademin başarısının öncelikle ilkbahar don riskinin minimum olduğu, düşük soğuklama ihtiyacının karşılandığı ve yeterli suyun (yağış veya sulama ile) sağlandığı alanların seçimine bağlı olduğunu göstermektedir (Ağaoğlu vd., 1997; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Araştırma sahasının iklimi, badem yetiştiriciliği için hem önemli fırsatlar hem de ciddi riskler barındıran zıt yönlü özellikler sunmaktadır. Araştırma sahasının en büyük avantajları; ılıman geçen kışların bademin 90-400 saatlik düşük soğuklama ihtiyacını rahatlıkla karşılaması ve uzun, sıcak, bol güneşli yazların meyve gelişimi için ideal bir ortam sunmasıdır. Ancak, bademin erken çiçeklenmesi onu yöredeki en kritik iklim riski olan ilkbahar geç donlarına karşı son derece hassas bir konuma getirmektedir. Ayrıca 600 mm olan su ihtiyacının kurak yazlar nedeniyle tamamen sulama ile karşılanması bir zorunluluktur. Bu risklere rağmen, sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte badem, araştırma sahasında en hızlı genişleyen meyve türlerinden biri haline gelmiştir. Bu durum hem üretim miktarlarına hem de özellikle meyve veren ağaç sayısındaki çarpıcı artışa yansımıştır.

Araştırma sahasındaki meyve veren yaşta badem ağacı sayısı, 2015 yılıyla birlikte büyük bir patlama yaşamış, 2024 yılı itibarıyla Ceylanpınar'da yaklaşık

23.500’e, Viranşehir’de ise 40.000’i aşan rekor bir seviyeye ulaşmıştır. Bu devasa fidan dikimlerinin bir sonucu olarak, üretim verileri de belirgin bir artış trendi göstermektedir. Ceylanpınar’da önceleri sembolik olan üretim, 2015’ten sonra 100 tonun üzerine çıkmış ve 2024’te 165 tonla en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Viranşehir’de ise daha önce kayda değer bir üretimi yokken, yeni tesis edilen bahçelerin verime başlamasıyla 2024 yılında 246 tonluk bir üretim kaydedilmiştir **(Tablo 89)**. Sonuç olarak badem, sulama olanaklarının artması ve iklimin elverişli olması sayesinde araştırma sahasında dikkat çekici bir yayılım göstermektedir. Özellikle düşük soğuklama ihtiyacı ve yaz sıcaklıklarının uygun düzeyde seyretmesi, don riski gibi ekolojik sınırlılıklara rağmen bademi son on yılda yörede en çok yatırım yapılan meyve türlerinden biri haline getirmiştir **(Fotoğraf 49 ve 50)**.

Fotoğraf 49: Araştırma sahasında sulu tarımın etkisiyle yayılım alanı genişleyen badem yetiştiriciliğinden bir örnek. Viranşehir Platosu’nun kuzey kesimlerinde dahi başarılı bir şekilde üretimi yapılmaktadır

Fotoğraf 50: Badem meyvesinin olgunlaşma evresindeki yakın çekim görüntüsü

4.3.9.15.Antep Fıstığı (Şam Fıstığı)

Antep fıstığı *(Pistacia vera)*, kserofit (kurakçıl) bir tür olarak öne çıkarak araştırma sahasının en önemli tarımsal ürünlerinden birini teşkil etmektedir. Bitkinin toprak isteği bakımından seçici olmayışı, kireçli ve taşlı arazilerde dahi derinlere inen kök sistemiyle gelişim gösterebilmesi, onu bölgenin kıraç toprakları için eşsiz bir seçenek haline getirmektedir. Mart ayında başlayıp yaklaşık 170-180 gün süren vejetasyon devresi boyunca kendine özgü sıcaklık istekleri bulunur. Başarılı bir gelişim için mart ayında 5-21°C aralığından başlayarak vejetasyonun en sıcak ayları olan Temmuz-Ağustos aylarında 23-30°C'ye ulaşan aylık ortalama sıcaklıklar gerektirir. Araştırma sahasının termik rejiminin bu kritik eşikleri ve gelişim dönemi boyunca günlük ortalama sıcaklıkların belirli seviyelerin altına düşmemesi şartını büyük ölçüde karşılaması, yörenin iklim uygunluğunu teyit etmektedir. Buna karşın, ilkbahar geç donlarına karşı olan hassasiyeti, yöredeki en önemli zirai riski oluşturmakta ve üretimde dalgalanmalara neden olabilmektedir. Meyve hasadı genellikle Eylül ayında yapılan Antep fıstığı ağacı, maksimum verim düzeyine ancak 10-15 yaşlarında ulaşır (Zengin ve Özbahçe, 2014; Doğanay ve Coşkun, 2015). Bu uzun gençlik kısırlığı dönemi, arazi

çalışmaları sırasında bazı çiftçilerin daha erken verime başlayan badem gibi alternatifleri tercih etme nedeni olarak belirtilmiştir.

Bitkinin su yönetimi ise en dikkat çekici özelliğidir. Ceylanpınar gibi yıllık yağışın 300 mm'ye düştüğü koşullarda bile sulamasız ziraatinin gerçekleştirilebilmesi, onun biyolojik dayanıklılığını kanıtlamaktadır. Nitekim araştırma sahasının yer aldığı Şanlıurfa bu üretim modeliyle bile Türkiye'de lider konumdadır. Ancak bilimsel çalışmalar, 700-800 mm olan mevsimlik su tüketiminin karşılanması amacıyla, özellikle Haziran-Ağustos döneminde yapılacak birkaç sulamanın hem tane ağırlığını artırdığını hem de verim istikrarını olumlu etkilediğini göstermektedir. Bu uygulama aynı zamanda, sektörün en büyük sorunlarından olan periyodisitenin (ürünün bir yıl verip bir yıl vermeme eğilimi) azaltılmasında da kritik bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, Antep fıstığı araştırma sahasının ekolojik koşullarına mükemmel bir adaptasyon göstermekle birlikte, ticari potansiyelinin en üst düzeye çıkarılması modern sulama tekniklerinin entegrasyonuna bağlıdır. Bu durum, bitkinin mevcut dayanıklılığı ile modern tarım potansiyeli arasındaki kritik dengeyi gözler önüne sermektedir (Zengin ve Özbahçe, 2014; Doğanay ve Coşkun, 2015). Bu nedenle, Antep fıstığı araştırma sahası ve içerisinde bulunduğu bölge için sadece geleneksel bir ürün değil, aynı zamanda gerçekleştirilecek tarıma dayalı teknolojik yatırımlarla verimliliği üst düzeye çıkarılabilecek dünya pazarında önemli olan bir değerdir.

Antep fıstığı, ekolojik istekleri açısından araştırma sahasının iklim koşullarına en uyumlu ve en önemli meyve türlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bitkinin kuraklığa dayanıklı (kserofit) yapısı, yörenin sıcak ve yağışsız geçen uzun yazlarına mükemmel bir adaptasyon sağlarken, yüksek sıcaklık toplamı ve bol güneşlenme ihtiyacı da saha tarafından tam olarak karşılanır. Diğer birçok ılıman iklim meyvesi için büyük bir sorun olan kış soğuklama ihtiyacı, Antep fıstığının orta düzeydeki isteği (500-1000 saat) yörenin ılıman kışları tarafından karşılandığı için bir engel teşkil etmemektedir. Ayrıca geç çiçeklenmesi onu ilkbahar geç don riskinden büyük ölçüde korur. Antep fıstığının yıllık 700-800 mm düzeyindeki su ihtiyacı, yöredeki yağış miktarlarının üzerinde seyretmektedir. Fakat bitkinin kuraklığa karşı gösterdiği yüksek tolerans, bu koşullarda dahi sulamasız yetiştiriciliğin geleneksel olarak sürdürülebilmesine olanak tanımaktadır.

Araştırma sahasındaki meyve veren yaştaki Antep fıstığı ağacı sayısı, yörede bu ürünün zaten önemli bir yeri olduğunu göstermekle birlikte, özellikle sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte çok daha büyük bir genişleme yaşadığını ortaya koymaktadır. Ceylanpınar'da 2004 yılında 250.000 civarında olan ağaç sayısı, bir düşüş döneminin ardından 2015'ten itibaren büyük bir artış trendine girmiş ve 2024 yılı itibarıyla 800.000'i aşarak neredeyse bir milyona yaklaşmıştır. Viranşehir'de ise daha farklı bir seyir izlenmiş; 2004 yılında 150.000 gibi yüksek bir rakamla başlayan ağaç sayısı, 2010'dan sonra uzun bir süre 45.000 bandına gerilemiş, ancak son yıllarda yeniden bir artışa geçerek 2024'te 86.000'i aşmıştır. Bu veriler, Ceylanpınar'daki devasa ve sürekli artışın yanı sıra Viranşehir'de son dönemdeki toparlanmanın, yörede Antep fıstığına yönelik çok ciddi ve devam eden bir yatırım olduğunu göstermektedir **(Fotoğraf 51 ve 52)**.

Fotoğraf 51: Araştırma sahasında yer alan bir Antep (Şam) fıstığı bahçesinin genel görünümü. Antep fıstığı yetiştiriciliği araştırma sahası için önemli bir zirai faaliyet olup ekonomiye önemli katkılar sağlamaktadır

Fotoğraf 52: Antep fıstığı ağaçlarında oluşan olgunlaşma evresindeki salkım halindeki meyveler

Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasındaki Antep fıstığı üretimi, her iki ilçede de bitkinin periyodisite eğilimi nedeniyle belirgin yıllık dalgalanmalar göstermekle birlikte, ilçelerin uzun vadeli eğilimleri birbirinden farklılaşmaktadır. Viranşehir'de Antep fıstığı üretimi, 2006 yılında 661 tonla en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak takip eden yıllarda net bir artış trendi göstermeyerek 90 ton (2013-2014) gibi en düşük seviyeleri de gören oldukça dalgalı bir seyir izlemiştir.

Ceylanpınar'da ise zaman zaman dalgalanmalar görülmesine rağmen, uzun vadede üretim miktarlarında belirgin bir artış eğilimi söz konusudur. Nitekim 2014 yılında 136 tonla en düşük seviyeye gerilese de genel eğilim yukarı yönlü olmuştur. Özellikle son on yılda üretim kapasitesi önemli ölçüde yükselerek 2024 yılında 5.616 tonla en yüksek seviyesine ulaşmıştır **(Tablo 89)**. Bu durum, Viranşehir'de üretimin daha istikrarsız kaldığını, Ceylanpınar'da ise özellikle son yıllarda artan meyve veren ağaç sayısına paralel olarak üretimde büyük bir artış yaşandığını göstermektedir.

4.3.9.16.Ceviz

Ceviz *(Juglans regia* L.*)*, Türkiye'nin birçok bölgesinde doğal olarak yetişebilen, uzun ömürlü ve ekonomik değeri yüksek bir ağaç türü olup, başarılı bir yetiştiricilik için belirli ekolojik koşullar gerektirir (Topuz, 2022). Ceviz, kış dinlenmesini tamamlayabilmek için çeşide bağlı olarak 7,2°C'nin altında 500 ile 2000 saat arasında değişen bir soğuklama süresine ihtiyaç duyar ve bu ihtiyacın karşılanamaması düzensiz çiçeklenmeye ve verim kaybına yol açar. Kış aylarında odunsu kısımları -20°C'ye (bazı çeşitler -40°C'ye) kadar dayanabilse de en önemli iklim risklerinden biri ilkbahar geç donlarıdır. Bu nedenle don riskli bölgelerde geç yapraklanan ve geç çiçeklenen çeşitlerin seçilmesi kritik önem taşır. Bitkinin vejetatif gelişimi ve meyve olgunlaşması için yaz aylarında 25-35°C gibi sıcaklıklar istenirken, 40°C'yi aşan sıcaklıklar yeşil kabukta yanmalara ve meyve içinde büzüşmelere neden olabilir. Ceviz yetiştiriciliğinde yıllık en az 500 mm yağış yeterli kabul edilse de bu yağışın düzenli dağılması esastır (Budak, 2010). Nitekim geleneksel sulamasız yetiştiriciliğin verimi en az %30 düşürdüğü araştırmalarla tespit edilmiştir. Bu nedenle, özellikle yaz aylarında damlama veya mini yağmurlama gibi modern sulama teknikleriyle su açığının kapatılması, yüksek verim için zorunludur. Ancak kök çürümelerini önlemek için iyi drenaj sağlanmalıdır. Ayrıca, çiçeklenme döneminde yağan yağmurlar ve esen şiddetli rüzgarlar, tozlanma ve döllenmeyi olumsuz etkileyerek meyve tutumunu düşürebilir (Özkan, 2005).

Ceviz yetiştiriciliği, araştırma sahasının iklim koşullarıyla değerlendirildiğinde, önemli riskler barındıran bir tablo sunmaktadır. Araştırma sahasının ılıman kışları, yalnızca 500-1500 saat gibi orta ve düşük düzeyde soğuklama ihtiyacı olan ceviz çeşitleri için yeterli olmaktadır. Ancak Mart ve Nisan aylarında ortalama 1 ile 3 gün arasında değişen don olayları, ilkbahar geç donları açısından önemli bir risk

oluşturmaktadır. Öte yandan, vejetasyon döneminde ortalama sıcaklıkların 30°C'nin üzerine, maksimum değerlerin ise 40°C'nin üzerine çıkması bitkide ısı stresine ve meyve kalitesinde düşüşe neden olabilmektedir. Ayrıca 750-800 mm'ye kadar ulaşan su ihtiyacı nedeniyle sulama uygulamaları zorunlu hale gelmektedir. Bu ekolojik zorluklar, 2004-2024 yılları arasındaki üretim verilerine de açıkça yansımıştır. Zira her iki ilçede de üretim ticari ölçekten uzak, neredeyse tamamen sembolik düzeylerdedir. Viranşehir'de üretim, yalnızca ilk yıllarda 1-2 ton gibi yok denecek kadar az miktarlarda kaydedilmiş ve 2013'ten sonra kayıtlarda yer almamıştır. Ceylanpınar'da da benzer şekilde, üretim tüm dönem boyunca tek haneli rakamlarda kalmış, en yüksek üretim ise yalnızca son yılda kaydedilen 47 tonluk ciddi bir artışla olmuştur **(Tablo 89)**.

4.3.9.17.Zeytin

Günümüzdeki kültür zeytininin *(Olea europaea* L.*)*, yaklaşık 5500 yıl önce Akdeniz havzasına özgü yabani zeytinden *(Olea europaea subsp. oleaster)* ıslah edilerek tarıma kazandırıldığı kabul edilmektedir. Ait olduğu Olea cinsi içerisinde ise, dünya geneline yayılmış ve aralarında ticari olarak kültür zeytini olan 20'den fazla tür bulunmaktadır (Pekcan, 2016). Zeytin ağacının fenolojik devreleri, aylık ortalama sıcaklıklarla yakından ilişkili olup, başarılı bir yetiştiricilik için belirli bir termik rejim gerektirir. Kış dinlenmesinden uyanabilmesi için soğuklama ihtiyacı bulunan zeytin, bu gereksinimini genellikle 7°C ile -7°C arasındaki sıcaklıklarda karşılamaktadır. Ağacın dayanabileceği en düşük sıcaklık sınırı -9°C civarında olduğundan, en soğuk ay ortalamasının 4,4°C ve altına düştüğü bölgelerde sık tekrarlayan don riski nedeniyle zeytin ziraati riskli hale gelir. Buna karşın, zeytin ağacı vejetasyon dönemindeki yüksek yaz sıcaklıklarına karşı yüksek tolerans göstererek subtropik ve sıcak ılıman iklimlere adaptasyonunu kanıtlamaktadır. Bu nedenle, zeytinin ekonomik olarak yetiştiriciliği, kışları aşırı soğuk geçmeyen ancak belirli bir soğuklama periyodu sunan, yazları ise sıcak geçen bölgelerde yoğunlaşmaktadır (Zengin ve Özbahçe, 2014; Ayaz ve Varol, 2015).

Zeytin bitkisinin su ile olan ilişkisi, onun hem kuraklığa dayanıklı doğasını hem de yüksek verim için neme olan ihtiyacını ortaya koyan karmaşık bir yapı sergiler. Esasen zeytin, birçok kültür bitkisinden daha az yağışa ihtiyaç duyar ve bu sayede yıllık yağışın 311,7 mm'ye kadar düştüğü Ceylanpınar gibi yarı kurak yörelerde dahi

geleneksel olarak yetiştirilebilen, kserofit (kurakçıl) bir karaktere sahiptir. Ekonomik zeytincilik için en ideal iklim rejimi; kış ve ilkbahar mevsimlerinin yağışlı geçtiği, ancak meyve olgunlaşması ve yağ bağlama dönemi olan yaz ile sonbahar başlarının kurak ve düşük nemli olduğu sahalardır. Ancak, Türkiye koşullarında istikrarlı ve iyi bir ticari verim elde etmek için zeytin ağacının ihtiyaç duyduğu su miktarı minimum 600 mm, ideal olarak ise 800 mm civarındadır. Bu miktar ülke genelindeki ortalama yağışın genellikle üzerindedir. Bu nedenle, özellikle birim alandan daha fazla verim hedeflenen yeni ve sık dikim zeytin bahçelerinde, yıl boyunca bitkinin gelişim ve meyve verme dönemlerine göre düzenli sulama yapılması kritik bir zorunluluk haline gelmiştir. Modern ve entansif yetiştiricilik sistemlerinde en etkili yöntem, suyun doğrudan kök bölgesine verildiği ve buharlaşma kayıplarını en aza indiren damla sulama sistemleridir. Bu sistemler sayesinde, zeytinin yaşına ve fenolojik evresine göre ihtiyaç duyduğu su hassas bir şekilde karşılanarak, standart büyüklük ve yüksek kalitede ürün elde etmek ve verimi önemli ölçüde artırmak mümkün olmaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2015; Karanfiloğlu, 2019).

Araştırma sahasında zeytin, özellikle sulu tarım olanaklarının yaygınlaşmasıyla seyrek gerçekleştirilen bir bitkisel üretim faaliyetinden önemli ve ekonomik değeri yüksek bir üretim faaliyetine dönüşmüştür **(Fotoğraf 53)**. Yörenin ekolojik özellikleri incelendiğinde, 3000 saati aşan yıllık güneşlenme süresi ve vejetasyon döneminde sıkça 40°C'yi bulan yüksek sıcaklıklar, zeytinin fotosentez aktivitesi, meyve gelişimi ve yağ birikimi için optimum koşulları sağlamaktadır. Yörede kış mevsiminin ılıman geçmesi, zeytin bitkisinin soğuklama gereksinimi olan genellikle 7,2°C'nin altında 600 ile 1000 saatlik süreyi karşılamaya olanak tanımaktadır. Aynı zamanda, -7°C'nin altına düşen şiddetli don olaylarının nadir görülmesi, zeytin ağaçları için hayati tehlike oluşturabilecek kış donu riskini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu durum, zeytinin araştırma sahasının temel termik rejimine oldukça uyumlu olduğunu göstermektedir.

Fotoğraf 53: Ceylanpınar ilçesinde araştırma sahasının zirai çeşitliliğini ve potansiyelini yansıtan bir zeytin bahçesi görünümü. Zeytin yetiştiriciliği zeytinin araştırma sahası ekolojik koşullara adaptasyonunun örneklemektedir

Zeytin tarımının yöredeki en kritik sınırlayıcı faktörü, ticari verimlilik için yetersiz kalan doğal yağış miktarıdır. Araştırma sahasında Ceylanpınar'da 311,7 ve Viranşehir'de düşen 500,4 mm'lik yağış rejimi zeytinin hayatta kalması için yeterli olsa da yüksek verim ve kalite için gereken 600-800 mm'lik su ihtiyacını karşılayamaz. İşte bu noktada sulu tarıma geçiş hem ağaç sayısında hem de üretim miktarında gözlenen artışın temel dayanağını oluşturarak ekolojik açığı teknolojiyle kapatmıştır. Bu sayede, ilkbahar geç donları bir risk unsuru olarak varlığını sürdürse de kontrol edilebilir su rejimi ile zeytin araştırma sahası için önemli bir ürün haline gelmiştir.

Araştırma sahasında bitkisel üretim desenindeki coğrafi farklılaşma büyük ölçüde ekolojik temellere dayanmaktadır. Daha kuzeyde yer alan ve ortalama yükseltisi daha fazla olan Viranşehir'in bir miktar daha serin iklimi, meyvenin daha yavaş olgunlaşmasına ve irileşmesine olanak tanıdığından, üretimin sofralık çeşitler üzerinde yoğunlaşmasını sağlamıştır. Buna karşın, daha güneydeki Ceylanpınar Ovası'nın düşük rakımlı, daha sıcak ve kurak ortamı meyvede yağ oranının artmasını teşvik ettiğinden, üretimin yağlık çeşitlere kayması, mikro-klimatik koşullara dayalı bilinçli bir adaptasyon stratejisidir.

TÜİK verilerine göre, araştırma sahasında meyve veren yaştaki zeytin ağacı sayısı, özellikle sulu tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte son yirmi yılda büyük bir genişleme göstermiş, ancak bu gelişim iki ilçe arasında farklı zeytin türlerine yönelik belirgin bir uzmanlaşma ortaya çıkarmıştır. Viranşehir, özellikle sofralık zeytin yetiştiriciliğinde istikrarlı ve çok güçlü bir artış sergilemiştir. 2004 yılında sadece 600 olan ağaç sayısını, sürekli bir yatırımla 2024 yılı itibarıyla 28.500 adede yükselterek bu alanda araştırma sahasının lideri konumuna gelmiştir. Buna karşın Ceylanpınar'da yağlık zeytin tarımına çok daha büyük bir yatırım yapıldığı görülmektedir. İlçedeki yağlık zeytin ağacı sayısı büyük bir ivme kazanarak 2017'de 52.135 adetle zirveye ulaşmış ve 2024'te 40.000'i aşan sayısıyla bu kategorideki baskın üretici olmuştur. Ceylanpınar'daki sofralık zeytin ağacı sayısının yaklaşık 12.600 bandında daha mütevazı bir seviyede kalmasıyla ve Viranşehir'de yağlık zeytin yetiştiriciliğine yönelik yatırımların daha yeni olmasına rağmen ağaç sayısının 20.000'i aşması, bu alandaki gelişim potansiyelini ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasındaki **sofralık zeytin** üretimi, özellikle Viranşehir'de istikrarlı ve artan bir tablo çizmektedir. 2004 yılında sadece 3 ton olan en düşük üretim, yıllar içinde kademeli bir artış göstererek 2024 yılında 200 tonla en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, Viranşehir'de sayısı 28.500'ü aşan sofralık zeytin ağaçlarının giderek olgunlaştığını ve verim potansiyelini yansıtmaya başladığını göstermektedir. Ceylanpınar'da ise üretim daha dalgalı bir seyir izlemiş; dönemin başındaki 191 tonluk ve 2018'deki 521 tonluk münferit zirvelerden sonra, üretim daha düşük ve değişken seviyelerde kalmıştır. Araştırma sahasındaki **yağlık zeytin** üretimi ise özellikle son on yılda dikilen on binlerce yeni ağacın verime başlamasıyla her iki ilçede de belirgin bir artış trendi sergilemekle birlikte, henüz istikrarlı bir yapıya kavuşmamıştır. Ceylanpınar'da üretim, 2010'daki 5 tonluk en düşük seviyesinden sonra büyük bir ivme kazanmış ve önemli dalgalanmalarla birlikte 2024 yılında 442 tonla en yüksek noktasına ulaşmıştır. Viranşehir'de ise üretim daha yeni olup, 2016'da 30 tonla (en düşük) kayıtlara girmiş ve takip eden yıllarda yavaş ama istikrarlı bir artışla 2024'te 133 tonla en yüksek zirvesini görmüştür **(Tablo 89)**.

Tablo 89: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sert kabuklu meyveler olarak badem, Antep (Şam) fıstığı ve ceviz ile hem sofralık hem de yağlık olarak değerlendirilen zeytin yıllara göre üretim miktarları seyri

Yıllar	Badem		Şam Fıstığı (Antep Fıstığı)		Ceviz		Sofralık Zeytinler		Yağlık Zeytinler	
	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar	Viranşehir	Ceylanpınar
2004		1	145	920	2	1	3	57		
2005		1	300	550	2	3	7	191		
2006		1	661	1126	2	3	7	191		
2007		1	200	450	2	3	6	172		
2008		1	650	651	2	3	5	134		
2009		1	192	260	2	5	4			5
2010		9	360	271	2	2	79			5
2011		5	135	407	2		47			6
2012		8	135	407	1	1	43			184
2013		7	90	946	1	1	38			162
2014		14	90	136			60			138
2015		127	203	1187		1	50			384
2016		126	172	1450		3	51		30	328
2017		110	349	2651		7	83		33	380
2018		104	505	3615		5	85	521	31	
2019		137	287	807		4	36	67	36	241
2020		146	198	3942		4	75	67	40	219
2021	1	109	142	798		4	10	67	50	416
2022	10	140	206	2236		3	128	63	74	274
2023	11	110	196	1538		4	117	77	50	188
2024	246	165	643	5616		47	200	139	133	442

4.4. Araştırma Sahasında Yetiştirilebilecek Alternatif Bitkiler ile Ekolojik İstekleri

Karacadağ'ın güney kesimi, ekolojik özellikleri bakımından tarihsel olarak buğday, mercimek ve arpa gibi geleneksel kuru tarım ürünlerinin yetiştiriciliğine elverişli bir yapı sunmuştur. Ancak, Güneydoğu Anadolu Projesi çerçevesinde sulama kanalları ve yeraltı suyu sondajlarının yaygınlaşmasıyla birlikte yörenin zirai yapısı köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşüm, geleneksel kuru tarım ürünlerinin ekim alanlarında ve üretimdeki hakimiyetinde belirgin bir azalmaya neden olmuştur. Buna karşılık, su tüketimi yüksek veya nispeten yüksek olan pamuk, mısır, ayçiçeği, badem, Antep fıstığı, nar ve zeytin gibi endüstriyel ve bahçe bitkilerinin üretiminde önemli ölçüde artış yaşanmıştır. Yörenin uzun, sıcak ve bol güneşli vejetasyon periyodunun su ile buluşması, yerel çiftçilerin de arazi çalışmaları sırasında teyit ettiği üzere, yılda birden fazla ürün alınabilen son derece verimli ve yoğun bir tarım sisteminin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bu başarılı dönüşüme ve mevcut yüksek potansiyele rağmen, araştırma sahasının zirai üretim desenini, katma değeri daha yüksek alternatif ürünlerle zenginleştirmek ve çeşitlendirmek, bölgesel kalkınma için büyük bir fırsat sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek, bilimin ve modern teknolojilerin ışığında ve çiftçilerin bu yönde bilinçlendirilmesiyle, yörenin bu eşsiz potansiyelinden çok daha etkin bir şekilde faydalanılabilir. Nitekim son yıllarda TİGEM, Harran Üniversitesi ve GAPTAEM gibi kurumlar tarafından yürütülen deneme üretimleri ile bu tez kapsamında gerçekleştirilen iklim ve toprak analizleri, araştırma sahasına uyum sağlayabilecek yeni zirai ürünlerin varlığına işaret etmektedir. Bu kapsamda, pikan cevizi, Trabzon hurması (cennet hurması), safran, aronya, lavanta, çilek ve kinoa gibi alternatif zirai bitkiler, yöre için gelecek vadeden seçenekler olarak öne çıkmaktadır. Bu bitkilerin ekolojik istekleri ve modern yetiştiricilik teknikleri konusunda çiftçilere yönelik düzenlenecek eğitim ve yayım faaliyetleri ile bu yeni zirai faaliyetlerin yörede başarıyla yer edinmesi sağlanabilir. Unutulmamalıdır ki, araştırma sahasının elverişli toprak ve iklim yapısı, kontrollü su yönetimi ve modern tarımsal teknolojilerin entegrasyonuyla, subtropik ve hatta tropik kökenli ürünlerin dahi yetiştirilebileceği bir potansiyel barındırmaktadır.

4.4.1. Trabzon Hurması (Cennet Hurması)

Trabzon hurması veya diğer ismiyle cennet hurması *(Diospyros kaki)*, esasen bir subtropik iklim meyvesi olmakla birlikte, ılıman kışlara sahip sıcak-ılıman iklim şartlarına da iyi adapte olabilen bir türdür. Kış dinlenme döneminde oldukça dayanıklı olan ağaçları -17 ile -18°C'ye kadar olan donlara tolerans gösterebilirken, gelişme dönemindeki taze yaprakları -3°C'de dahi zarar görebilmektedir. Kış soğuklama ihtiyacı ise 200-400 saat gibi oldukça düşük bir süredir. Meyvelerinin tam olgunluğa erişebilmesi için yaklaşık 140-160 günlük uzun bir vejetasyon periyoduna ve yeterli sıcaklık birikimine ihtiyaç duyar. Trabzon hurması, en kaliteli meyvelerini yüksek neme sahip bölgelerde verir. Nemin düşük olduğu yerlerde sulama ile iyi ürün alınabilse de meyvelerde güneş yanıklığı riski önemli bir sorun teşkil eder. Bu nedenle, özellikle yaz sıcaklıklarının çok yüksek olduğu bölgelerde görülen güneş yanığı zararı, bu bitkinin yetiştiriciliğini sınırlayan önemli bir ekolojik faktör olarak öne çıkmaktadır (Özcan, 2005; Tangu, t.y.).

Trabzon hurması, subtropik ve sıcak-ılıman iklimlere olan adaptasyonuyla, araştırma sahasının genel iklim profili için dikkate değer bir potansiyel sunmaktadır. Söz konusu potansiyel, Ceylanpınar TİGEM tarafından yürütülen adaptasyon deneme çalışmaları çerçevesinde incelenmektedir **(Fotoğraf 54)**. Bu bitkinin en önemli avantajlarından biri, yalnızca 200-400 saat gibi çok düşük bir kış soğuklama ihtiyacına sahip olmasıdır. Araştırma sahasının ılıman kışları bu ihtiyacı rahatlıkla karşıladığı için, elma, armut ve kiraz gibi yüksek soğuklama isteyen türlerin karşılaştığı temel bir ekolojik engel Trabzon hurması için geçerli değildir. Ağaçların kış dinlenme döneminde -17°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabilme kapasitesi, Ocak ayı ortalamasının 5°C'nin üzerinde seyrettiği yörede, kış koşullarına karşı yeterli bir uyum sağlamaktadır. Ayrıca, yaklaşık 140-160 gün süren vejetasyon dönemi gereksinimi de araştırma sahasının uzun yetişme süresi içinde rahatlıkla karşılanabilmektedir.

Fotoğraf 54: Karacadağ güney kesimi TİGEM deneme alanında izlenen Trabzon hurmasının olgunlaşma öncesi meyve görünümü

Araştırma sahasının iklimi Trabzon hurması yetiştiriciliği için iki önemli zorluk barındırmaktadır. Bunlardan ilki ve en kritiği, bitkinin en kaliteli meyveleri verdiği yüksek nem isteğinin, yörenin özellikle yaz aylarındaki çok kuru ve düşük nemli havasıyla tam bir tezat oluşturmasıdır. İkinci olarak, yörenin yaz aylarındaki yoğun güneşlenme ve sıkça 35-40°C'yi aşan yüksek sıcaklıkları, meyvelerde önemli bir kalite sorunu olan ve ticari değeri düşüren güneş yanıklığı riskini ciddi şekilde artırmaktadır. Her ne kadar bitkinin su ihtiyacı sulama ile karşılansa da sulama tek başına düşük nem ve aşırı güneşlenmenin neden olduğu kalite sorunlarını tamamen ortadan kaldıramayabilir. Sonuç olarak, başarılı ve yüksek kaliteli bir üretim sağlanabilmesi, yalnızca sulama olanaklarına değil; aynı zamanda güneş yanıklığı ile düşük hava neminin olumsuz etkilerini en aza indirecek özel kültürel uygulamalara sıkı biçimde bağlıdır. Bu kapsamda, gölgeleme sistemlerinin kurulması, uygun çeşit seçimi ve özel budama tekniklerinin uygulanması önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

4.4.2. Pikan Cevizi

Pikan cevizi *(Carya illinoinensis)*, yetiştiriciliği öncelikli olarak ilkbahar geç donları ile sonbahar erken donları arasında kalan ve en az 210 gün olması gereken vejetasyon periyodunun uzunluğu tarafından sınırlanan bir meyve türüdür. Kış dinlenmesi için 400-750 saatlik orta düzeyde bir soğuklama ihtiyacı bulunan pikan, en ideal kış koşullarını en soğuk ayların (Aralık-Ocak-Şubat) ortalama sıcaklığının 10°C olduğu bölgelerde bulur. Dinlenme durumundaki ağaçlar kışın -18°C'ye kadar dayanabilse de güvenli bir ticari yetiştiricilik için minimum sıcaklıkların -6°C'nin altına sık düşmemesi istenir. Vejetasyon döneminde ise -2°C'lik bir don bitki için öldürücüdür. Pikanın gelişimi için geniş bir sıcaklık aralığı (5-40°C) mevcut olup, en uygun büyüme koşulları ortalama gündüz sıcaklığının 32°C, gece sıcaklığının ise 21°C olduğu ve yaz ayları ortalamasının 27°C civarında seyrettiği, gece-gündüz sıcaklık farkının az olduğu durumlarda sağlanır. Ayrıca, pikan cevizi vejetasyon süresi içinde sıcaklığın 10°C'nin üzerinde olduğu 5000 saatten az olmayan, oldukça yüksek bir toplam sıcaklık birikimine ihtiyaç duyar (Uysal, 2012).

Pikan cevizi yetiştiriciliği, araştırma sahasının iklim verileriyle incelendiğinde, teorik zorluklara rağmen pratik başarı potansiyeli sunan bir durum ortaya koymaktadır. Olumlu yönden bakıldığında, pikanın en önemli istekleri olan en az 210 günlük don riski olmayan uzun vejetasyon periyodu ile 400-750 saatlik orta düzeydeki kış soğuklama ihtiyacı, araştırma sahasının iklimi tarafından rahatlıkla karşılanmaktadır. Ayrıca, yörenin uzun ve sıcak yazları, bitkinin ihtiyaç duyduğu 5000 saatten fazla olan yüksek sıcaklık birikimini sağlamada da bir avantaj teşkil eder. Bununla birlikte, en büyük ekolojik zorluk, yaz aylarında ortalama sıcaklıkların pikan için optimum kabul edilen 27°C'nin üzerine çıkması ve günlük maksimum sıcaklıkların sıkça büyümenin durduğu 40°C eşiğini aşmasıdır. Bu durum bitki üzerinde fizyolojik stres yaratma potansiyeline sahiptir. Ancak, bu teorik zorluğa rağmen, TİGEM tarafından yörede yürütülen adaptasyon deneme çalışmaları mevcuttur. Arazi çalışmaları sırasında bu denemelerin başarılı olduğu yönündeki bilgiler, bu iklimsel stresin doğru çeşit seçimi, modern sulama teknikleri ve diğer kültürel uygulamalarla aşılabileceğini göstermektedir **(Fotoğraf 55 ve 56)**. Dolayısıyla pikan cevizi yetiştiriciliğinde başarı, büyük ölçüde doğru zirai yönetim uygulamalarına bağlıdır. Ancak yapılan denemeler ve elde edilen ön bulgular,

araştırma sahasının bu katma değeri yüksek yeni ürün için umut verici bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Fotoğraf 55: Araştırma sahasında TİGEM tarafından yürütülen adaptasyon denemeleri kapsamında kurulan pikan cevizi bahçesinden görünüm

Fotoğraf 56: Araştırma sahasında denemeye alınan bir pikan cevizi ağacı örneği

4.4.3. Lavanta

Lavanta *(Lavandula spp.)*, ana yurdu Akdeniz kıyı bölgeleri olan, çiçeklerinden parfümeri sanayisinde kullanılan değerli bir uçucu yağ (lavanta esansı) elde edilen, her zaman yeşil, çok yıllık ve çalımsı bir bitkidir. Sıcağı ve ışığı seven lavanta, optimum gelişimi için yaklaşık 230-245 gün süren bir vejetasyon periyodu boyunca 3600°C'lik yüksek bir toplam sıcaklık birikimine ihtiyaç duyar. Buna karşın soğuğa karşı da dikkate değer bir dayanıklılığa sahip olup, çok yıllık dalları kışın -26°C'ye kadar olan donlardan zarar görmeden kurtulabilmekte ve ilkbaharda ortalama sıcaklıklar 7-8°C'nin üzerine çıktığında yeni sürgün ve yaprak gelişimi başlamaktadır. Bitkinin vejetatif gelişiminin başlangıcından çiçeklenmeye kadar olan dönemdeki yağışlar büyümeyi olumlu etkilerken, çiçeklenme dönemindeki sakin, kurak ve güneşli hava koşulları ise uçucu yağ miktarını ve kalitesini en üst düzeye çıkarır. Güçlü ve derinlere inen kök yapısı ile buharlaşmayı azaltan tüylü yaprakları sayesinde kuraklığa karşı oldukça toleranslı olan lavanta, bu özelliğini en iyi güneye ve güney-doğuya bakan, bol güneş alan yamaçlarda gösterir. Zira gölgeli koşullar bitki gelişimini ve uçucu yağ verimini önemli ölçüde düşürür. Genellikle sadece dikimi takip eden ilk yaz döneminde kök sistemini tam olarak oluşturabilmesi için sulamaya (tercihen damla sulama) ihtiyaç duyabilen lavanta, sonraki yıllarda sulama gerektirmeyen bir yetiştiricilik imkânı sunar. Bu ekolojik özellikleri, lavantayı özellikle su kısıtı olan ve güneşli alanların değerlendirilmesi için değerli bir tarım bitkisi haline getirmektedir (Doğanay ve Coşkun, 2015; Ayyıldız ve Tülek, t.y.).

Lavanta, ana vatanı olan Akdeniz kuşağı iklimine özgü ekolojik istekleriyle, araştırma sahasının iklim koşullarına oldukça yüksek bir uyum potansiyeli sergilemektedir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu 230-245 günlük uzun ve sıcak bir vejetasyon dönemi ile yaklaşık 3600°C düzeyindeki yüksek sıcaklık birikimi, yörenin uzun süreli, sıcak ve güneşli yaz mevsimi koşullarıyla büyük ölçüde karşılanabilmektedir. Lavantanın -26°C'ye varan kış soğuklarına dayanıklılığı, yörenin ılıman kış şartları için fazlasıyla yeterli olup, ilkbaharda gelişimin başlaması için gereken 7-8°C'lik ortalama sıcaklıklara ise Mart ayı itibarıyla ulaşılmaktadır. Ayrıca, bitkinin en yüksek uçucu yağ kalitesi ve miktarı için çiçeklenme döneminde talep ettiği kuru, sakin ve bol güneşli hava, araştırma sahasının neredeyse tamamen yağışsız ve yüksek açık gün sayısına sahip yaz ayları ile mükemmel bir şekilde örtüşmektedir.

Lavantanın araştırma sahası için en önemli avantajı ise kuraklığa olan yüksek toleransıdır. Güçlü ve derin kök sistemi sayesinde, genellikle sadece dikimi takip eden ilk yıl sulamaya ihtiyaç duyan lavanta, sonraki yıllarda yörenin kısıtlı yağış koşullarında dahi sulamasız yetiştirilebilme potansiyeli sunar. Bu yüksek teorik uygunluk, Harran Üniversitesi tarafından Şanlıurfa koşullarında yürütülen adaptasyon deneme çalışmalarıyla da pratik olarak teyit edilmiş ve bitkinin bölgeye uygunluğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, hem ekolojik isteklerinin bölgesel iklimle yüksek uyumu hem de yerel akademik çalışmalarla kanıtlanmış başarısı, lavantayı araştırma sahasında, özellikle su kısıtı olan arazilerin değerlendirilmesi yoluyla zirai çeşitliliği artırmak ve katma değeri yüksek yeni bir üretim kolu oluşturmak için son derece umut verici bir alternatif bitki konumuna getirmektedir.

4.4.4. Aronya

Aronya *(Aronia melanocarpa)*, gerek birim alandaki yüksek verim potansiyeli gerekse fonksiyonel gıda olarak sağlık üzerindeki kanıtlanmış yararları nedeniyle dünya çapında talebi artan, Türkiye için ise yeni ve stratejik bir üzümsü meyve türüdür. Taze tüketiminin yanı sıra gıda ve sağlık sektörlerinde çok yönlü kullanım alanları bulunması, bu meyvenin ekonomik değerini artırmakta ve Türkiye'nin ortak pazarlama stratejileriyle küresel aronya pazarında önemli bir yer edinme potansiyelini beraberinde getirmektedir. Aronya bahçelerinin ekonomik olarak gelir getirmeye başlaması genellikle dikimin üçüncü yılında gerçekleşmekte, dördüncü yılda ise yapılan yatırım ve işletme masraflarını karşılayarak kâra geçebilmektedir (Yurtkulu, 2022).

Çok yıllık ve çalı formunda olan bu yaprak döken bitki, çok özel iklim gereksinimleri olmamakla birlikte en uygun gelişimi ılıman iklim bölgelerinde gösterir. Generatif olgunluğa gelen bitkilerin düzenli çiçeklenebilmesi için, kış dinlenme döneminde yaklaşık 800-1000 saatlik bir soğuklama ihtiyacı olduğu belirtilmektedir. Aronyanın en önemli zirai avantajlarından biri, çiçeklenmesinin ilkbahar son don tehlikesi geçtikten sonra, genellikle Mayıs ayı civarında gerçekleşmesidir. Bu durum, hem çiçeklerini (-2,3°C'de zarar görmeye başlar) hem de küçük meyvelerini dondan doğal olarak korur. Kış aylarında ise sürgünlerin -25°C gibi oldukça düşük sıcaklıklara dayanabilmesi, bitkinin kışa karşı dayanıklılığını ortaya koymaktadır. Verimlilik ve meyve kalitesi için iyi güneş alan alanlarda yetiştirilmesi önem arz eden aronya,

doğrudan güneş ışığı alan meyvelerde daha yüksek tatlılık oranına ulaşırken, gölgede kalan meyveler daha buruk bir tada sahip olmaktadır. Aronyanın yıllık su talebi yaklaşık 500-600 mm olup, yağışın vejetasyon dönemine dengeli dağılması önemlidir. Verimi en çok etkileyen su stresi, genellikle meyve büyümesinin dinamik olduğu Temmuz ve Ağustos aylarındaki kuraklıklarda ortaya çıkabilir. Bu nedenle, özellikle kurak dönemlerde, mevcut imkanlara göre damla veya yağmurlama sulama yöntemleriyle yapılacak takviye sulamalar, yüksek ve kaliteli ürün alımını güvence altına almak için kritik bir uygulamadır (Yurtkulu, 2022; Engin ve Boz, t.y.).

"Süper meyve" olarak adlandırılan aronyanın araştırma sahasındaki yetiştiricilik potansiyeli, ekolojik istekleri ile yörenin iklim verileri karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Bu durum, GAPTAEM tarafından Şanlıurfa koşullarında yürütülen ve bitkinin yöreye uyum sağladığını gösteren adaptasyon çalışmalarıyla da pratik olarak kanıtlanmıştır. Aronyanın yöre ekolojisine olan bu başarısının temelinde yatan en önemli faktörler, kış ve ilkbahar koşullarıyla olan mükemmel uyumudur. Bitkinin 800-1000 saatlik orta düzeydeki kış soğuklama ihtiyacı, araştırma sahasının ılıman kışları tarafından rahatlıkla karşılanmaktadır. Daha da kritik olarak, aronyanın çiçeklenmesinin Mayıs ayına kadar gecikmesi, onu yöredeki diğer birçok meyve türü için en büyük risk olan ilkbahar geç donlarından tamamen koruyarak üretim güvenliği açısından çok büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Aronyanın verimlilik ve kalite için ihtiyaç duyduğu bol güneşlenme isteği, araştırma sahasının yaz aylarındaki yüksek sayıdaki açık günleri ve yoğun güneş ışığı ile tam olarak karşılanır. Bu durum meyvelerdeki şeker oranını ve olgunlaşmayı olumlu etkiler. Bitkinin 500-600 mm'lik yıllık su talebi ise yörenin doğal yağış rejimiyle, özellikle yaz aylarında karşılanamaz. Bu nedenle, özellikle meyve büyümesinin en dinamik olduğu Temmuz ve Ağustos kuraklıklarında verim kaybını önlemek için sulama yapılması zorunluluktur. GAPTAEM denemelerinin başarılı olması, sulama ile bu su açığı kapatıldığında bitkinin araştırma sahasının yüksek yaz sıcaklıklarına da tolere edebildiğini göstermektedir. Sonuç olarak yerel denemelerle kanıtlanmış adaptasyon yeteneği, aronyayı araştırma sahasında sulu tarım koşulları altında yetiştirilebilecek, katma değeri yüksek bir alternatif ürün konumuna getirmektedir.

4.4.5. Safran

Safran *(Crocus sativus)*, 20-50 cm boyunda mor renkli çiçekler açan, bu çiçeklerin tepeciklerinden (stigma) dünyanın en pahalı baharatının elde edildiği, gıda, boya, kozmetik ve ilaç sanayi gibi çok geniş bir kullanım alanına sahip, stratejik öneme haiz bir bitkidir. Son yıllarda hem alternatif hem de modern tıpta tedavi amaçlı kullanımının yaygınlaşmasıyla safrana olan küresel talep giderek artış göstermektedir. Ancak bu artan talebe rağmen, yetiştiriciliğinin çok zahmetli bir işçilik gerektirmesi, verim düşüklüğü, kaliteli soğan teminindeki zorluklar ve kırsal nüfusun azalması gibi sosyo-ekonomik dönüşümler nedeniyle dünya genelinde safran üretimi azalma eğilimindedir. Üretimin artan talebi karşılayamaması, safranın "kırmızı altın" olarak da anılmasına ve değerini sürekli korumasına neden olmaktadır. Bu yüksek ekonomik değer ve sahtecilik riski, ürünün Avrupa gibi bazı pazarlarda korunması amacıyla doğrudan raflarda satılmaması gibi özel pazarlama stratejilerinin geliştirilmesine yol açmıştır (Muştu, 2021; Alıcı, 2023).

Safran, Akdeniz iklim tipine özgü, yazları sıcak ve kurak, kışları ise daha serin ve yağışlı geçen ekolojilere adapte olmuş değerli bir bitkidir. Safran, birçok bitkinin aksine, yaz aylarını toprak altındaki soğanları ile uykuda (dormansi) geçirir, sonbaharın başlarında tomurcuklanarak vejetatif faaliyetine başlar ve sonbaharın ortasında çiçeklenir. Bu tersine büyüme döngüsü, bitkinin vejetasyon döneminde serin ve aşırı nemli havadan hoşlanmaması ve özellikle çiçeklenme evresinde kuru ve sıcak iklim koşulları talep etmesi gibi özgün ekolojik isteklerini de beraberinde getirir. Sıcaklık toleransı açısından, safran soğanları kışın toprak altında minimum -18°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabilmektedir. Yetiştiriciliği için uygun alanlar genellikle 0 ile 1300 metre arasındaki rakımlar ve %0-15 arası eğime sahip, rüzgarlardan ve soğuk hava akımlarından korunmuş yamaçlardır. Bitkinin ışık isteği de oldukça önemlidir. Özellikle olgunlaşma döneminde doğrudan ve etkili güneş ışığı almayı sever, bu nedenle güneye bakan araziler ekim için en uygun yerler olarak kabul edilir (Coşkun vd., 2017).

Safranın başarılı bir şekilde yetiştirilmesi için yıllık yağışın 300 mm'nin üzerinde olması gerekmekle birlikte, İspanya (400 mm) ve Yunanistan (500 mm) gibi ülkelerde dahi yüksek verim için sulama yöntemlerine başvurulmaktadır. Zira yaz kuraklıklarının şiddetli olduğu bölgelerde bitkinin su ihtiyacı artar. En uygun koşullar, yağışlı bir ilkbahar dönemini takiben gelen kurak bir yaz ve yine kuru ve sıcak bir sonbahar

çiçeklenme dönemidir. Çünkü bu dönemde yağan yağmurlar, baharat olarak kullanılan stigmaların kalitesini önemli ölçüde düşürür. Ayrıca, safran çiçekleri şafakta açıp ilerleyen saatlerde hızla kalitesini yitirdiği için hasadın günün erken saatlerinde ve süratle yapılması gerekmektedir (Coşkun vd., 2017).

Safran, kendine özgü ekolojik istekleri ve yaşam döngüsüyle, araştırma sahasının iklim koşullarına olağanüstü derecede uyum sağlayan, yöre için stratejik öneme sahip potansiyel bir tarım ürünüdür. Bazı çalışmaların Şanlıurfa'da eskiden doğal olarak yetiştiğini belirtmesi de bu yüksek ekolojik uyumun tarihsel bir kanıtıdır. Safranın sıcak ve kurak geçen yaz aylarını toprak altında soğan halinde uykuda geçirmesi, yörenin en belirgin iklim stres faktörü olan aşırı yaz sıcaklarından ve kuraklığından tamamen kaçınmasını sağlar. Bitkinin sonbaharda uyanıp çiçeklenmesi ve ardından kış ile ilkbahar boyunca vejetatif gelişimini sürdürmesi, yörenin yağışlı ve daha serin olan mevsiminden tam olarak faydalanmasına olanak tanır.

Safran bitkisinin başarılı bir şekilde yetiştirilebilmesi için gereken yıllık 300 mm'nin üzerindeki yağış ihtiyacı, hem Viranşehir'in (500.4 mm) hem de Ceylanpınar'ın (311.7 mm) yıllık ortalama yağış miktarlarıyla karşılanabilmektedir. Bu da safranın yörede sulamaya ihtiyaç duymadan yetiştirilebilecek nadir ve değerli ürünlerden biri olmasını sağlar. Ayrıca, kış aylarında soğanlarının -18°C'ye kadar dayanabilmesi, sahanın ılıman kış koşulları için fazlasıyla yeterli bir toleranstır. Çiçeklenme döneminde (sonbahar) aradığı kuru ve güneşli hava, yörenin iklimiyle birebir örtüşmektedir. Bu yüksek teorik ve tarihsel uygunluk, modern tarım çalışmalarıyla da desteklenmektedir. Nitekim 2000'li yılların başında TEMA vakfı desteğiyle Şanlıurfa'da yeniden üretimine başlanmış, günümüzde ise az da olsa Akçakale gibi komşu ilçelerde yetiştiriciliği tekrar gündeme gelmiştir. Ancak, "kırmızı altın" olarak bilinen değerli ürünün, yörede yaygın ve kârlı bir zirai faaliyete dönüşebilmesi için en kritik adım, çiftçilerin bu özel bitkinin modern yetiştiricilik teknikleri, soğan üretimi, yoğun işçilik gerektiren hasat ve hasat sonrası işlemleri konusunda kapsamlı bir şekilde eğitilmesidir. Doğru zirai bilgi ve uygulamalarla, safranın sahanın bitkisel üretim çeşitliliğine ve ekonomisine büyük katkı sağlaması kaçınılmazdır.

4.4.6. Çilek

Çilek *(Fragaria × ananassa)*, optimum gelişimi için spesifik termik koşullar gerektiren, ancak birçok kültür çeşidi dona karşı önemli bir toleransa sahip olan bir meyve türüdür. Bitkinin en yüksek büyüme hızı 21°C'de gerçekleşirken, optimum günlük hava sıcaklığı 23°C, ideal kök bölgesi sıcaklığı ise 18-22°C aralığındadır. Çoğu çilek çeşidi, kış aylarında özel bir koruma önlemi alınmaksızın -10°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabilmektedir. Daha soğuk bölgelerde ise sıcaklık -6°C'nin altına düşmeden önce saman gibi materyallerle malçlama yapılarak bitkiler kış donlarından korunabilir. İlkbahar geç donları çilek için zararlı olabilse de çiçeklenmenin uzun bir döneme yayılması, donun tüm ürüne zarar vermesini engelleyerek yetiştiricilik riskini diğer birçok meyveye göre azaltan önemli bir avantajdır. Çileğin vejetasyon süresince su tüketimi yaklaşık 700 mm gibi yüksek bir değerde olup, bitki özellikle meyve oluşumundan olgunlaşmaya kadar geçen kritik dönemde su stresi ve nem yetersizliğine karşı son derece hassastır. Bu nedenle, düzenli ve yeterli sulama, doğrudan o yılın ürün ortalamasını, meyve iriliğini ve kalitesini etkileyen en önemli kültürel işlemlerden biridir. Bu ekolojik istekler, çilek yetiştiriciliğinin başarısının, sıcaklık rejiminin yanı sıra, özellikle gelişim dönemlerinde suyun yönetilmesine bağlı olduğunu göstermektedir (Mengüç vd., 1968; Aybak, 2005; Zengin ve Özbahçe, 2014).

Çilek yetiştiriciliğinin araştırma sahasındaki ekolojik uygunluğu, bitkinin serin iklim isteği ile yörenin sıcak ve kurak iklimi arasındaki belirgin zıtlıklar nedeniyle önemli zorluklar ve özel yönetim stratejileri gerektirmektedir. Çileğin en yüksek verim ve kalite için talep ettiği 21-23°C'lik optimum gelişme sıcaklığı, araştırma sahasında yalnızca ilkbahar ve sonbahar gibi kısa geçiş dönemlerinde sağlanabilmektedir. Yörenin, ortalama sıcaklıkların 30°C'yi aştığı uzun ve sıcak yazları, bitki üzerinde yoğun bir sıcaklık stresi yaratarak vejetatif gelişimi durdurup meyve kalitesini düşüreceğinden, açık alanda yaz yetiştiriciliğini ekolojik olarak imkânsız kılar. Bu nedenle üretim bu mevsim dışındaki dönemlere kaydırılmalıdır.

Mevsimsel kısıtlamaya rağmen, çilek yetiştiriciliği için bazı avantajlar da mevcuttur. Bitkinin -10°C'ye varan kış soğuklarına dayanıklılığı, yörenin ılıman kış koşullarını sorunsuzca atlatmasına olanak tanır. Ayrıca, ilkbahar geç donları bir risk teşkil etse de çileğin çiçeklenmesinin uzun bir döneme yayılması, tek bir don olayının tüm ürünü yok etme olasılığını azaltarak ona diğer meyve türlerine göre bir esneklik

kazandırır. Ancak, çileğin vejetasyon dönemindeki yaklaşık 700 mm'lik yüksek su tüketimi, yörenin özellikle ilkbahar sonu ve yaz başındaki kuraklığı nedeniyle doğal yağışla karşılanamaz ve bu durum, düzenli ve bir sulama sistemini mutlak bir zorunluluk haline getirir.

Sonuç olarak, araştırma sahasında çilek yetiştiriciliği, yaz sıcaklıklarının olumsuz etkilerinden kaçınmak amacıyla ilkbahar veya sonbahar dönemlerine dayalı bir ekim takvimi ile mümkündür. Bu üretim süreci, malçlama ve tünel sistemleri gibi teknolojik uygulamalarla desteklenmelidir. Ayrıca, suyun doğru zamanda ve yeterli miktarda uygulanmasını esas alan etkin bir sulama yönetimi, verimlilik ve ürün kalitesi açısından belirleyici rol oynayacaktır.

4.4.7. Kinoa

Kökeni Güney Amerika'nın And Dağları olan kinoa *(Chenopodium quinoa)*, binlerce yıldır bu kıtada ziraati yapılmasına rağmen Türkiye için çok yeni bir bitkidir. Botanik olarak ıspanakgiller *(Amaranthaceae)* familyasına ait olmasına rağmen, besin değeri ve kullanım şekli nedeniyle dünya genelinde tahıl grubunda değerlendirilen kinoa, zirai açıdan sahip olduğu üstün özelliklerle dikkat çeker (Kaya ve Karaer, 2017). Özellikle, deniz seviyesinden 4200 metreye kadar olan çok geniş bir rakım aralığında ve diğer birçok kültür bitkisinin yetişmekte zorlandığı zorlu ekolojik koşullarda dahi kolayca uyum sağlayabilmesi, onun en belirgin zirai avantajlarından biridir. Kinoanın "geleceğin bitkisi", "mucize bitki" veya "süper besin" gibi ifadelerle anılmasının temelinde ise olağanüstü besin profili yatmaktadır. Tohumları, küçük hacimde yoğunlaşmış, yüksek oranda protein, vitamin ve mineral içerir. Özellikle proteinin temel amino asitler açısından dengeli bir yapıya sahip olması besleyici değerini daha da artırır. Kinoanın en önemli özelliklerinden biri de glutensiz olmasıdır. Bu durum onu çölyak hastaları için güvenli ve zengin bir karbonhidrat ile protein kaynağı haline getirir. Ayrıca, kaliteli diyet lifi içeriği sayesinde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinde sağlıklı beslenme ve diyet amaçlı kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu eşsiz tarımsal adaptasyon yeteneği ve üstün besleyici özellikleri, kinoayı hem insan hem de hayvan beslenmesinde küresel öneme sahip bir bitki konumuna taşımaktadır (FAO, 2011; Tan ve Temel, 2019).

Kinoa, binlerce çeşidi, popülasyonu ve yabani formuyla olağanüstü geniş bir genetik çeşitliliğe sahip, ılıman iklim karakterli bir bitkidir. Bu zengin genetik havuz, kinoanın farklı iklim ve toprak şartlarına uyum sağlamasına, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık geliştirmesine ve sonuç olarak, sorunlu tarım alanları da dahil olmak üzere çok farklı ekolojilerde yetiştirilmesini mümkün kılmıştır. Anavatanı Güney Amerika olması nedeniyle bir kısa gün bitkisi olan kinoa, vejetasyon süresi çeşide bağlı olarak 90 ile 220 gün arasında değişen geniş bir yelpaze sunmaktadır. Sıcaklık isteği çok yüksek olmayan kinoa, özellikle vejetatif gelişme döneminde serin iklim koşullarını tercih eder ve büyüme mevsimi boyunca 15-25°C'lik sıcaklıklar gelişimi için yeterlidir. Ancak -8°C ile +38°C gibi çok geniş bir aralıkta hayatta kalabilmektedir. Buna rağmen, özellikle çiçeklenme döneminde soğuğa karşı genel toleransı yüksek değildir. Çiçeklenme döneminde sıcaklığın -4°C'ye düşmesi tohum verimini %65'e varan oranlarda azaltabilmektedir. Kinoanın en dikkat çekici özelliklerinden biri, kazık kök sistemine sahip olması ve buna bağlı olarak kuraklığa karşı gösterdiği dikkate değer toleranstır. Nitekim bitki, yetişme döneminin başındaki ilk üç ay boyunca kuraklığa dayanarak kök sistemini güçlendirip, sonrasında nem koşulları düzeldiğinde fizyolojik faaliyetlerine normal bir şekilde devam edebilme yeteneğine sahiptir. Toprak istekleri açısından da fazla seçici olmayan bu bitki, her türlü bünyeye adapte olabilmekle birlikte, en iyi gelişimi iyi drene edilmiş, tınlı-kumlu topraklarda gösterir. Bu eşsiz adaptasyon kabiliyeti, kinoayı özellikle su kısıtı olan ve marjinal topraklara sahip bölgeler için son derece değerli bir alternatif tarım ürünü haline getirmektedir (Aguilar ve Jacopsen, 2003; González vd., 2009; Garcia vd., 2015; Tan ve Temel, 2019).

Kinoa, araştırma sahasının ekolojik koşulları için en umut verici alternatif ürünlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yüksek potansiyel, Şanlıurfa'da yapılan deneme ekimlerinde verimli sonuçlar alınmasıyla da pratik olarak kanıtlanmıştır. Kinoanın yöreye olan bu üstün uyumunun temelinde, kuraklığa karşı gösterdiği olağanüstü tolerans ve düşük su tüketimi yatmaktadır. Bu özellikler, onu yörenin su kısıtı olan yarı kurak iklimi için ideal bir bitki yapmakta ve geleneksel kuru tarım sistemlerine veya kısıtlı sulama yapılan alanlara mükemmel bir şekilde entegre edilebilme imkânı tanımaktadır. Ancak, kinoanın başarılı bir şekilde yetiştirilmesi, bitkinin sıcaklık ve gün uzunluğu (fotoperiyot) gibi bazı hassas isteklerinin doğru yönetilmesine bağlıdır. Kinoa, vejetatif gelişim için en uygun olan 15-25°C aralığındaki

serin koşulları tercih eder ve yörenin aşırı sıcak yaz aylarından (ortalama >30°C) olumsuz etkilenebilir. Ayrıca, bir kısa gün bitkisi olması nedeniyle, ekim zamanlaması kritik önem taşır. Bitkinin çiçeklenip tohum bağlayabilmesi için günlerin uzadığı değil, kısaldığı bir döneme denk gelmesi gerekir. Bu nedenle, en uygun yetiştiricilik stratejisi, bitkinin en sıcak dönemi atlatmasını ve günlerin kısalmaya başladığı dönemde çiçeklenmesini sağlayacak şekilde, muhtemelen yaz sonu ekimi yapılarak sonbaharda hasat edilmesidir. Bu zamanlama, bitkiyi hem aşırı sıcak stresinden hem de ilkbahar geç donlarından koruyacaktır.

Sonuç olarak, kinoa araştırma sahası için ekolojik olarak oldukça uygun bir bitkidir. Henüz yaygınlaşmamış olmasının temel nedeni, muhtemelen bu yeni ürünün tarım teknikleri ve fotoperiyot gibi kritik özelliklerinin çiftçiler tarafından yeterince bilinmemesidir. Emeğinin az ve getirisinin yüksek olması gibi ekonomik avantajları da göz önüne alındığında, doğru ekim zamanlaması ve çeşit seçimi gibi konularda yapılacak çiftçi eğitimleri ve yayım çalışmaları ile kinoanın yörede hızla yaygınlaşması ve zirai çeşitlilik için iyi bir alternatif olması kuvvetle muhtemeldir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERILER

5.1. Sonuç

Çalışma sahası, Karacadağ kütlesinin güney yamaçlarından Suriye sınırına kadar uzanan bir alanı temsil etmektedir. Şanlıurfa ilinin idari sınırları içerisinde yer alan ve Viranşehir ile Ceylanpınar ilçelerini kapsayan araştırma sahası, Fırat Nehri'nin hidrografik etki sahasında, Orta Fırat Bölümü'nde yer almaktadır. Çalışmada, Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) etkisiyle köklü bir tarımsal dönüşüm geçiren araştırma sahasının mevcut durumu ve potansiyeli, iklim karakterizasyonu ile toprak özellikleri ortaya konulmuştur. Geçmiş yıllarda buğday, arpa ve mercimek gibi geleneksel ürünlerin yetiştirildiği ve kuru tarım yöntemlerinin yaygın olduğu saha, sulu tarıma geçişle birlikte önemli bir değişim sergilemiştir. Bu dönüşüm neticesinde, pamuk ve mısır gibi endüstriyel bitkiler ile zeytin, nar, badem ve Antep fıstığı gibi katma değeri yüksek türlerin üretim alanı olmuş ve hacmi belirgin bir şekilde artmıştır. Bu gelişmeler, sahayı bölge ekonomisi için bir üretim merkezine dönüştürmüştür. Çalışma kapsamında yürütülen iklim ve toprak analizleri, bu tarımsal çeşitlenmeyi mümkün kılan temel doğal kaynak potansiyelini doğrulamıştır. Ayrıca, mevcut araziden yararlanma durumu ile arazinin nitelik ve verimlilik sınıflarına (arazi yetenek sınıfları) dair analizler sahadaki dönüşümün mekânsal dağılımını ortaya koyarken, 2004-2024 yılları arasındaki üretim istatistikleri bu ekonomik atılımı sayısal olarak kanıtlamıştır. Sonuç olarak bu çalışma, mevcut zirai yapıyı iklim ve toprak incelemeleriyle birlikte çok yönlü analiz ederek, gelecekteki sürdürülebilir bitkisel üretim faaliyetleri ve planlama stratejileri için bilimsel bir temel sunmaktadır.

5.1.1. İklim Özellikleriyle İlgili Sonuçlar

Araştırma alanı sınırları içerisinde yer alan Viranşehir (1965–2023) ve Ceylanpınar TİGEM (1957–2023) meteoroloji istasyonları, Karacadağ'ın güney kesiminde, Şanlıurfa ili sınırları içerisinde konumlanmakta olup çalışmada iklim özelliklerinin belirlenmesinde temel veri kaynaklarını meydana getirmektedir. Viranşehir ve Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun dönem verilerin istatistiksel analizi sonucunda, Viranşehir'in yıllık ortalama sıcaklığı 18,2°C, en sıcak ay ortalaması Temmuz 31,7°C ve en soğuk ay ortalaması Ocak 5,3°C'dir.

Ceylanpınar'da ise yıllık ortalama sıcaklık 18,4°C, en sıcak ay ortalaması Temmuz 32°C ve en soğuk ay ortalaması Ocak 5,6°C olarak tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da sıcaklık genliği (amplitüd) 26,4 °C olup, Viranşehir'in toplam yıllık yağışı 500,4 mm ve karasallık indisi (Coutagne) 7,03 iken, Ceylanpınar'da bu değerler sırasıyla 311,7 mm ve indis ise 5,59'dur. Araştırma sahasında sıcaklık, güneyden kuzeye doğru azalma eğilimi göstermektedir. Ceylanpınar ile Viranşehir istasyonları arasında belirgin bir sıcaklık farkı olmasa da Karacadağ'ın yüksek kesimlerine doğru sıcaklıkta düşüş belirginleşmektedir. Yapılan incelemelerde, sahanın en kuzeyinde yer alan Kamerseki Tepesi ve çevresinde sıcaklığın 13,1°C'ye kadar düştüğünü ortaya koymaktadır.

Gürsoy (1950) metodolojisine göre yapılan uygulamalarda, Viranşehir'de 120 gün, Ceylanpınar'da ise 119 gün ile *"Tropikal Yaz Günü"* en uzun süreli dönem olarak öne çıkmakta ve yörenin uzun, sıcak yaz koşullarını yansıtmaktadır. Ortalama sıcaklıklar incelendiğinde, Ceylanpınar'da ilkbahar 14,4°C, normal yaz 22,4°C ve tropikal yaz 29,77°C'dir. Viranşehir'de ise bu değerler 13,6°C, 22,37°C ve 30,49°C olarak hesaplanmıştır. Her iki istasyonda da *"Gerçek Kışın"* yaşanmaması, yörede ılıman kış koşullarının hâkim olduğunu göstermektedir.

Viranşehir İstasyonu'nda, Erinç tarafından yararlanılan 5°C eşik değerine göre sıcaklıklar yıl boyunca bu sınırın üzerinde seyretmekte olup, yörede kesintisiz bir vejetasyon döneminin (365 gün) varlığını ortaya koymaktadır. Ancak Atalay (1994) tarafından uygulanan 8 °C'lik eşik değeri esas alındığında, yıllık ortalama 316 günlük bir *"vejetasyon süresi"* (18 Şubat-30 Aralık) hesaplanmakta; bu periyodun dışında kalan 31 Aralık-17 Şubat arası ise sıcaklıkların 8 °C'nin altına düştüğü vejetatif faaliyetin durakladığı bir *"soğuklama dönemi"* olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde, Ceylanpınar İstasyonu'nda da Erinç'in 5°C'lik sıcaklık eşiği temel alındığında, en soğuk günlerde dahi hava sıcaklıklarının 5,1°C'nin altına düşmemesi, kesimde yıl boyunca (365 gün) kesintisiz bir vejetasyon döneminin sürdüğünü göstermektedir. Öte yandan, 8°C eşik değerinin esas alındığı Atalay (1994) kriterine göre, Ceylanpınar'da 22 Şubat-9 Aralık tarihleri arasında ortalama 291 günlük bir *"vejetasyon süresi"* gözlemlenmektedir. 10 Aralık-21 Şubat arasındaki dönem ise *"soğuklama dönemi"* olarak tanımlanmaktadır.

Viranşehir ve Ceylanpınar'da don olayları kış aylarında yoğunlaşmakla birlikte, yıllık 38,55 donlu gün sayısına sahip Ceylanpınar, 24,07 gün kaydedilen Viranşehir'e

göre daha yüksek bir agroklimatolojik risk taşımaktadır. Kış aylarındaki yüksek don riski, yöredeki kışlık hububat ve sebze yetiştiriciliği için dikkatli bir planlama ve dona dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesini zorunlu kılmaktadır. Araştırma sahasında özellikle Mart ayında gözlemlenen ilkbahar donları, çiçeklenme dönemindeki meyve ağaçları için ciddi bir tehdit oluşturur. Buna karşın, Nisan ayından sonbahar sonlarına kadar uzanan uzun ve neredeyse tamamen don olaysız dönem, yöre için büyük bir zirai avantaj sağlamaktadır. Bu güvenli vejetasyon periyodu ikinci ve üçüncü ürün ziraati için geniş bir fırsat sunar.

Araştırma sahasındaki istasyonların ortalama bağıl nem değerleri incelendiğinde, her iki merkezde de bağıl nem oranlarının yaz aylarında belirgin şekilde düşerek kış aylarında yükseldiği gözlemlenmektedir. Özellikle Viranşehir'de Temmuz ayında %30,3, Ceylanpınar'da ise %33,5 ile en düşük ortalama bağıl nem değerleri kaydedilmiş olup, bu durum araştırma sahasının yaz mevsimindeki kurak karakterini ortaya koymaktadır. Yağış rejimi incelendiğinde, yıllık toplam yağış miktarının Viranşehir'de 500,4 mm, Ceylanpınar'da ise 311,7 mm olarak gerçekleştiği görülmektedir. Her iki merkezde de yağışların büyük bölümü kış aylarında yoğunlaşmakta; yaz döneminde ise yağışlar yok denecek kadar azalmaktadır. Yaz mevsimi, Viranşehir'de 6,7 mm ve Ceylanpınar'da 4,7 mm gibi oldukça düşük ortalama yağış değerleriyle karakterize edilmekte olup, bu dönem her iki kesimde de belirgin bir kuraklık evresi olarak dikkat çekmektedir. Yöredeki bu iklim koşulları, özellikle yaz mevsiminde yürütülen bitkisel üretim faaliyetlerinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi açısından etkin ve planlı sulama sistemlerinin vazgeçilmez bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasının iklim özellikleri, Erinç, Emberger ve Thornthwaite iklim sınıflandırmaları çerçevesinde değerlendirilmiştir. Erinç indisine göre Viranşehir *"Kurak (Arid)"* iklim sınıfında yer alırken, Ceylanpınar daha şiddetli kuraklık koşullarına sahip olup *"Tam Kurak"* sınıfında yer almıştır. Emberger iklim sınıflandırmasına göre ise, Viranşehir *"Yarı Kurak Akdeniz İklimi"* özellikleri gösterirken, Ceylanpınar *"Kurak Akdeniz İklimi"* karakteri taşımaktadır. Thornthwaite su bilançosu analizlerine göre de her iki istasyonda yüksek potansiyel evapotranspirasyon değerleri (Viranşehir: 1087,81 mm; Ceylanpınar: 1112,66 mm) ile düşük yıllık yağış miktarları birlikte değerlendirildiğinde, özellikle yaz aylarında belirgin bir su açığı yaşandığı görülmektedir. Bu durum, Viranşehir'in Thornthwaite

sistemine göre *"D-Yarı Kurak"* ve Ceylanpınar'ın ise *"E-Tam Kurak (Çöl)"* iklim sınıfı içerisinde yer almasına neden olmaktadır.

2040-2060 ve 2081-2100 dönemlerine ait SSP 4.5 ve SSP 8.5 senaryolarına göre, araştırma sahasında sıcaklık artışlarının giderek belirginleşeceği ve artışın 1,5°C ile 5,2°C arasında değişeceği öngörülmektedir. Özellikle Ceylanpınar Ovası'nın tamamı ile Viranşehir Platosu'nun güney kesimleri, en yüksek sıcaklık artışlarının gözleneceği alanlar olarak öne çıkarken; buna karşılık, Kamerseki Tepesi ve çevresi söz konusu artışlardan nispeten daha az etkilenecek kesimler arasında yer almaktadır. Sıcaklık artışlarının özellikle Ceylanpınar Ovası ile Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde daha belirgin olması, bu alanlarda yürütülecek bitkisel üretim faaliyetlerinde bir dizi olumsuz etkiye yol açma potansiyeli taşımaktadır. Artan sıcaklıklar; bitkilerde termik stresin oluşmasına, büyüme periyodunun kısalmasına, fotosentez verimliliğinde azalmaya, solunum faaliyetlerinin artmasıyla birlikte verim düşüşlerine neden olabilecektir. Ayrıca, sıcaklıkla birlikte artan su ihtiyacı da zirai sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Buna karşılık, kuzey kesimde yer alan Kamerseki Tepesi ve yakın çevresi, sıcaklık artışlarından daha sınırlı etkilendiği için, taş temizleme çalışmalarıyla bitkisel üretime açılan bu alanların gelecekte daha az risk taşıyan üretim sahaları olarak öne çıkması beklenmektedir. Bu doğrultuda, mevcut iklim verileri ve geleceğe yönelik iklim projeksiyonları, yöredeki bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi adına kapsamlı uyum stratejilerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

2040-2060 ve 2081-2100 dönemlerini kapsayan SSP 4.5 ve SSP 8.5 iklim senaryoları altında yapılan projeksiyonlara göre, araştırma sahasında yıllık toplam yağış miktarında %4 ile %15'i aşan oranlarda bir azalma öngörülmektedir. Yağıştaki azalışın en belirgin biçimde, araştırma sahasının güney ve güneydoğu kesimlerinde, özellikle Suriye sınırı boyunca uzanan alanlarda etkili olması beklenmektedir. Bu durum, özellikle kuru tarım faaliyetleri açısından ciddi bir tehdit oluşturarak; toprak neminin azalmasına, ürün verimliliğinde düşüşe ve erozyon riskinde artışa neden olmakta; aynı zamanda yüzey ve yeraltı su kaynakları üzerinde de ilave bir baskı yaratması öngörülmektedir. Yağış azalışından en sınırlı düzeyde etkileneceği öngörülen alan ise kuzey kesimdeki Kamerseki Tepesi ve yakın çevresidir. Bu kesim topoğrafik yapısı sayesinde yağış kaybından daha az etkilenmesi beklenmektedir. Bu bağlamda, araştırma sahasında gelecekteki bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından;

kuraklığa toleranslı bitki türlerinin tercih edilmesi, modern sulama yöntemlerinin uygulanması ve üretim süreçlerinde teknolojik çözümlerin entegrasyonu, kaçınılmaz bir adaptasyon zorunluluğu olarak ortaya çıkmaktadır.

Araştırma sahasındaki sıcaklık ve yağış eğilimlerin analizi, yörenin hidrolojik ve termik karakterinde değişimler yaşandığını ortaya koymuştur. Ceylanpınar Meteoroloji İstasyonu verileri, yıllık ortalama ve tüm mevsimlerde sıcaklıkların istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir artış trendi sergilediğini göstermektedir. Bu artış eğilimi, her iki istasyon için de sıcaklık verileri ile zaman arasında saptanan istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar ile teyit edilmiştir. Sıcaklıktaki bu artışa karşın, yağış rejiminde tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. Uygulanan Mann-Kendall trend analizi, çalışma sahasındaki her iki meteoroloji istasyonunda da tüm mevsimler için negatif yönlü eğilimler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlar, yörede istatistiksel olarak anlamlı bir kuraklaşma sürecinin varlığına işaret etmektedir. Trend analizlerinin güvenirliğini test etmek amacıyla Spearman's Rho korelasyon testi de uygulanmıştır. Bu testin sonuçları, Mann-Kendall metodu ile elde edilen bulguları hem doğrulamış hem de istatistiksel olarak desteklemiştir.

5.1.2. Toprak Özellikleriyle İlgili Sonuçlar

Araştırma sahasında bitkisel üretim faaliyetleri için toprak özelliklerini belirlemek ve elde edilen verileri Google Earth Engine (GEE) ile karşılaştırarak doğruluğunu tespit etmek amacıyla detaylı bir toprak analizi yapılmıştır. Bu doğrultuda, alanın mevcut toprak dağılımını ortaya koymak ve fiziksel-kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak esas alınmıştır. Saha içerisinde litolojik yapı, topoğrafik konum (yükselti) ve mevcut arazi yararlanma durumu ile toprak türüne göre uygun noktalar, tabakalı rastgele örnekleme yöntemiyle belirlenerek toplam 12 adet numune alınmıştır. Alınan bu numuneler laboratuvar ortamında kil, silt, kum oranları, kireç, toplam tuz, pH, saturasyon, toprak organik madde, fosfor ve potasyum gibi temel özellikler açısından detaylıca incelenmiştir. Yapılan bu analizler, elde edilen sonuçların Google Earth Engine (GEE) verileriyle uyumlu olduğunu göstermiş ve uzaktan algılama tabanlı değerlendirmelerin güvenirliğini teyit etmiştir.

Araştırma alanındaki toprakların bitkisel üretim potansiyelini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analizler, toprağın temel özellikleri

hakkında önemli bulgular ortaya koymuştur. Analiz sonuçlarına göre, toprak pH değerleri 6.87 ile 7.85 arasında değişerek nötr ve hafif alkali bir karakter sergilemektedir. Toprakların kireç içeriği %0,08 gibi çok düşük bir seviyeden %29,6 gibi oldukça yüksek bir seviyeye kadar uzanan dikkat çekici bir değişkenlik göstermektedir. Toplam tuzluluk değerleri ise 0,29 ile 1,36 aralığında ölçülmüştür. Organik madde miktarının %1,13 ile %2,45 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bitki besin elementleri açısından ise önemli farklılıklar gözlenmiştir. Alanın bazı noktalarında bitkiye yarayışlı fosfor (P2O5) miktarı 0,91 kg/da ile oldukça yetersizken, diğer noktalarda 26,78 kg/da seviyelerine ulaşmaktadır. Benzer şekilde, yarayışlı potasyum (K_2O) içeriği de 56,4 kg/da ile 1080 kg/da arasında çok geniş bir yelpazede dağılım göstermektedir. Fiziksel özellikler incelendiğinde, toprakların tekstür niteliğinin de heterojen bir dağılım sergilediği görülmektedir. Bu çerçevede, kil oranı %30-%62, silt oranı %19,44-%33,44 ve kum oranı %14,56-%48,56 arasında önemli farklılıklar göstermektedir.

Araştırma sahasındaki toprakların dağılımı Eski Amerikan Toprak Taksonomisi'ne göre incelendiğinde, dört ana toprak grubunun varlığı tespit edilmiştir. Bu gruplar içerisinde kırmızımsı kahverengi topraklar, en geniş yayılış alanına sahip baskın toprak tipini oluşturmaktadır. Alanın kapladığı yüzölçüme göre bu toprağı sırasıyla bazaltik topraklar, alüvyal topraklar ve en sınırlı alanda görülen litosoller takip etmektedir. Sahanın zirai potansiyeli ve bitkisel üretim faaliyetleri, büyük ölçüde kırmızımsı kahverengi ve alüvyal topraklar üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle bazaltik toprakların varlığı, Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde daha belirgin hale gelmektedir. Bu durum, söz konusu kesimde ayrışmanın daha ileri düzeyde olması ve buna bağlı olarak toprak katmanının kalınlaşması ile doğrudan ilişkilidir. Sahanın toprakları FAO toprak sınıflandırma sistemine göre değerlendirildiğinde ise farklı bir dağılım ve isimlendirme ortaya çıkmaktadır. Bu sisteme göre, araştırma alanında en yaygın görülen toprak grubu Calcic Xerosols olarak tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra, sahada daha az yer kaplamakla birlikte Gypsic Xerosols, Chromic Luvisols ve Lithosols gruplarının da varlığı saptanmıştır. Bu iki farklı taksonomik yaklaşım, araştırma sahasının toprak çeşitliliğini ve özelliklerini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymaktadır.

Araştırma sahasında toprak verimliliğini ve sürdürülebilir araziden yararlanmayı olumsuz etkileyen çok yönlü sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunlar arasında, özellikle

arazinin kuzey kesimlerinde yoğunlaşan erozyon, toprak sığlığı ve taşlı-kayalık yapı gibi doğal fiziksel kısıtlılıklar ön plana çıkmaktadır. Doğal sınırlılıklara ek olarak, amaç dışı araziden yararlanma, yanlış tarımsal uygulamalar ve arazi yönetimi pratikleri de toprak degradasyonunu hızlandıran temel insan kaynaklı faktörler olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, bilinçsizce yapılan aşırı sulama, yaygın bir uygulama olan anız yakımı ve doğal bitki örtüsünün tahribatı, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını doğrudan zayıflatmaktadır. Söz konusu doğal ve beşerî baskıların birleşik etkisi, toprağın organik madde ve besin elementi içeriğinde belirgin bir azalmaya, yani toprak yorgunluğuna yol açmaktadır. Bu durum, araştırma sahasındaki toprakların uzun vadeli sağlığını ve üretkenliğini ciddi biçimde tehdit eden bir risk oluşturmaktadır.

5.1.3. Bitkisel Üretim Faaliyetlerinin Özellikleriyle İlgili Sonuçlar

Avrupa Çevre Ajansı'nın (EEA) CORINE 2018 verileri, Karacadağ'ın güney kesiminde yer alan 3.906,2 km²'lik çalışma alanının araziden yararlanma deseninde bitkisel üretim faaliyetlerinin belirleyici bir rol oynadığını açıkça göstermektedir. Toplam alanın %60,99'unu (2.382,2 km²) kaplayan "Sürekli Sulanan Alanlar" kategorisi, yöredeki bitkisel üretimin yoğun ve sulu tarıma dayandığını ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) gibi geniş kapsamlı sulama projelerinin, araştırma sahasındaki bitkisel üretimin desteklenmesinde önemli bir işlevi olduğunu göstermektedir. Bu durum yörenin zirai yapısının büyük ölçekli altyapı projeleriyle şekillendiğini ve bu projelerin araziden yararlanma dinamiklerini köklü bir şekilde değiştirdiğini kanıtlamaktadır.

Araştırma sahasının arazi nitelik ve verimlilik sınıflarına göre dağılımı incelendiğinde, önemli bir kısmının yüksek bir bitkisel üretim potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Toplam alanın %44,37'sini oluşturan I. sınıf araziler, en verimli toprakları temsil ederek sahanın yüksek zirai potansiyelini göstermektedir. Bu arazilere ek olarak, II. (%7,28) ve III. (%14,51) sınıf arazilerin varlığı da göz önüne alındığında, sahanın ekilebilir alan varlığı oldukça dikkat çekicidir. Ancak, alanın %24,18'ini kapsayan VII. sınıf araziler gibi kısıtlı arazi kabiliyetine sahip kesimler de bulunmaktadır. Bu durum, bitkisel üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından, arazi potansiyeline uygun hassas planlama stratejilerinin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

GAP ile sulama altyapısının genişlemesi, yöredeki zirai yapıyı değiştirmiştir. Yörenin kurak iklimine rağmen, sulamanın getirdiği imkanlar sayesinde mısır (hem dane hem de silajlık), ayçiçeği (yağlık), adi fiğ (yeşilot), yonca, pamuk, şeftali, nar, badem, Antep fıstığı ve zeytin gibi çeşitli ürünlerin üretiminde önemli bir artış yaşanmıştır. Su kısıtlamasının ortadan kalkmasıyla bu ürünlerin verimliliği ve ekim alanları kayda değer bir şekilde genişlemiştir. Özellikle su ihtiyacı fazla olan ve ekonomik değeri yüksek olan mısır, pamuk ve ayçiçeği gibi endüstriyel ürünlerdeki üretim artışı dikkat çekmektedir. Bu gelişim, yörenin ekonomik potansiyelini de büyük ölçüde artırmıştır. Sulamalı tarım, yalnızca üretimi artırmakla kalmamış, aynı zamanda tarım sektöründe yeni istihdam olanaklarını da meydana getirmiştir. Bitkisel ürün çeşitliliğindeki artış, katma değeri yüksek ürünlerin yetiştirilmesine olanak tanıyarak yöre ekonomisine önemli bir katkı sağlamıştır. Pamuk, ayçiçeği ve mısır gibi sanayiye girdi sağlayan ürünlerdeki üretim artışı, tarıma dayalı sanayinin gelişimine de zemin hazırlamıştır. Bu durum, hammaddeye dayalı sanayi tesislerinin kurulmasını teşvik ederek yörenin sanayi altyapısını güçlendirmeye başlamıştır. Sulamanın sağladığı verim artışı, çiftçilerin gelir düzeylerini artırmıştır.

Sulama altyapısındaki gelişmelere paralel olarak, buğday ve arpa gibi temel tahıllar, susam ve mercimek gibi geleneksel ürünler ile çeşitli yeşilliklerin üretiminde dikkat çekici bir gerileme eğilimi gözlenmektedir. Benzer şekilde karpuz, kavun, patlıcan, biber, domates, soğan, üzüm ve dut gibi büyük öneme sahip pek çok meyve ve sebzenin ekim alanlarında da bir daralma yaşanmaktadır. Bu durumun temelinde, artan sulama olanaklarının, birim alandan daha yüksek gelir sağlayan ve devlet teşvikleriyle desteklenen ürünlere yönlendirilmesi yatmaktadır. Su kaynaklarının bu şekilde tahsisi, yöresel üretim desenlerinde yapısal bir dönüşüme neden olmuştur. Bu dönüşümü tetikleyen diğer önemli faktörler arasında ise değişen piyasa koşulları, yükselen işgücü maliyetleri ve bitkisel üretim tekniklerinde yaşanan teknolojik modernizasyon bulunmaktadır. Dolayısıyla üreticiler, ekonomik rasyonalite çerçevesinde, sulama yatırımlarının getirisini en üst düzeye çıkarma amacıyla daha kârlı alternatiflere yönelmektedir.

Hazırlanan bu çalışma kapsamında yürütülen iklim analizleri; TİGEM, Harran Üniversitesi ve GAP Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (GAPTAEM) gibi kurumlar tarafından deneme üretimi gerçekleştirilen yeni ürünlerin yöreye adaptasyon potansiyelini bilimsel düzeyde teyit etmektedir. Araştırma ve saha denemeleri

neticesinde pikan cevizi, lavanta, aronya, safran, çilek ve kinoa gibi katma değeri yüksek ürünlerin, mevcut sulamalı tarım olanakları çerçevesinde yöre ekolojisine başarıyla uyum sağladığı saptanmıştır. Söz konusu ürünlerin, yörede ticari ölçekte yetiştirilme potansiyeli taşıdığı da tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra, cennet hurması (Trabzon hurması) gibi bazı türler ise yöresel iklim koşulları nedeniyle gölgeleme gibi özel kültürel önlemler gerektirmekle birlikte, dikkate değer bir adaptasyon potansiyeli sergilemektedir. Bu bulgular, Karacadağ güney kesiminde bitkisel ürün deseninin çeşitlendirilmesi ve ekonomik getirisi yüksek alternatif ürünlerin mevcut üretim sistemine entegrasyonu açısından önemli bir potansiyel barındırdığını ortaya koymaktadır.

5.2. Tartışma

Ünaldı (1999a), Ceylanpınar ve Viranşehir meteoroloji istasyonlarına ait yüksek potansiyel evapotranspirasyon (örneğin, Ceylanpınar İstasyonu: 1018,7 mm) ve düşük yıllık yağış miktarları (Ceylanpınar: 323,6 mm ve Viranşehir: 511,5 mm) verilerine dayanarak, yörenin kuraklık riski taşıdığına dikkat çekmiştir. 2023 yılı verileriyle yapılan karşılaştırma, Ceylanpınar'da potansiyel evapotranspirasyonun 1112,66 mm'ye yükselmesi ve yağış miktarının 311,7 mm'ye düşmesiyle birlikte, bitkisel üretim açısından su stresinin daha da arttığını göstermektedir. Aynı dönemde, su buharı basıncında gözlemlenen artış (Ceylanpınar: 10,6 mb; Viranşehir: 9,4 mb) ve nispi nem oranındaki hafif düşüşler (Ceylanpınar: %53,4; Viranşehir: %51), nemliliğin bitkisel üretim üzerindeki dolaylı etkilerini ortaya koymaktadır. Artan evapotranspirasyon ile azalan yağış arasındaki dengesizlik, yörede tarımsal su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Ünaldı (1999b), Orta Fırat Bölümü'nün sıcaklık özelliklerini ele aldığı çalışmasında, bölümdeki istasyonların sıcaklık rejimleri, vejetasyon periyotları ve don olayları bakımından benzerlik ve farklılıklarına dikkat çekmiştir. Bu çalışmada kullanılan 2023 verileriyle karşılaştırıldığında, her iki istasyonda da yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artış gözlenmiştir. Ünaldı'ya göre Viranşehir'de yıllık ortalama sıcaklık 17,4°C, Ceylanpınar'da ise 18,0°C iken, 2023 verilerine göre sırasıyla 18,2°C ve 18,4°C olarak kaydedilmiştir. Her iki istasyonda da yıllık sıcaklık amplitüdü yaklaşık 26,4°C olup, Ünaldı'nın bulgularına (Viranşehir: 26,3°C, Ceylanpınar: 26,7°C) benzer

değerler kaydedilmiştir. Bu durum, kontinental etkinin devam ettiğini ancak sıcaklık değerlerinde hafif artışlar yaşandığını göstermektedir. Vejetasyon periyodu uzunluklarında ise daha dikkat çekici farklılıklar mevcuttur. Ünaldı (1999b), 8 °C eşiğini baz alarak yaptığı araştırmasında, Viranşehir için 282, Ceylanpınar için 287 gün olarak hesaplanan süreler, bu çalışmada sırasıyla 316 ve 291 gün olarak ortaya konulmuştur. Donlu gün sayısı Viranşehir'de 30,7 günden 24,07 güne, Ceylanpınar'da ise 42,6 günden 38,55 güne düşmüştür. Ayrıca Conrad'a göre hesaplanan karasallık derecelerinde de artış gözlenmiştir. Ünaldı'nın verilerine göre Viranşehir %47,2, Ceylanpınar %49,9 iken; bu çalışmada sırasıyla %53,85 ve %54,5 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, yörenin karasal iklim özelliklerinin biraz daha belirginleştiğini göstermektedir.

Araştırma sahasına yönelik olarak Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre yapılan analizler sonucunda, Ceylanpınar istasyonunun E (Tam Kurak-Çöl) ve Viranşehir istasyonunun ise D (Yarı Kurak) iklim sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular, İrcan ve Duman (2021) tarafından aynı alanda gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Araştırma sahasının iklim eğilimlerini ve özelliklerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen analizler, literatürdeki mevcut sonuçlarla önemli bir tutarlılık sergilemektedir. Bu kapsamda yapılan trend analizleri, yörede sıcaklıkların istatistiksel olarak anlamlı bir artış, yağışların ise azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Uygulanan istatistiksel testlerde gözlemlenen pozitif katsayılar sıcaklıklardaki bu artışı, negatif katsayılar ise yağışlardaki azalma eğilimini teyit etmektedir. Bu sonuçlar, Duman ve İrcan (2021) tarafından yapılan çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir.

Irmak (1991), Ceylanpınar Ovası'na ait toprakların fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerini detaylı biçimde incelemiş ve elde ettiği bulgular doğrultusunda, Toprak Taksonomisi ile FAO/UNESCO sınıflandırmalarına göre çeşitli toprak gruplarını tanımlamıştır. Söz konusu çalışmada tanımlanan *Calcic Orthid* ve *Calcic Xerosol* sınıfları, araştırma sahasında gerçekleştirilen FAO temelli toprak haritasında belirlenen *Calcic Xerosols* ve *Gypsic Xerosols* toprak birimleriyle örtüşmektedir. Ayrıca, Irmak'ın (1991) vurguladığı smektit ve kalsit minerallerinin baskınlığı, GEE (Google Earth Engine) aracılığıyla yürütülen uzaktan algılama analizleri sonucunda saptanan kil ve silt ağırlıklı toprak yapısıyla örtüşmektedir. Bu durum, araştırma sahasındaki toprakların yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğunu göstermekte; aynı

zamanda tuzluluk riski açısından dikkatle izlenmesi gereken bir özellik taşıdığını ortaya koymaktadır.

Çürük (1991), Ceylanpınar Ovası topraklarında fosforun toprak profili boyunca yetersiz olduğunu, potasyumun yeterli düzeyde bulunduğunu ve organik madde içeriğinin düşük olduğunu belirlemiştir. Araştırma sahasında gerçekleştirilen GEE ve laboratuvar analizleri de benzer sonuçlar ortaya koymuş, özellikle fosfor yetersizliği ve düşük organik madde içeriği konusunda Çürük (1991) ile uyumlu bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular, Ceylanpınar Ovası'ndaki toprak verimliliğinin artırılması için besin elementlerinin dengeli bir şekilde sağlanması ve organik madde içeriğinin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Yalçınkaya (1989), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki kuraklığın tarımsal faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerini vurgularken, GAP projesinin bu sorunları azaltmadaki rolüne dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, araştırma sahası olan Karacadağ'ın güney kesiminde sulamalı tarımın yaygınlaşması, yılda 3 ürüne kadar alınabilmesiyle GAP'ın hedeflerine ulaşmada önemli bir adım olduğunu göstermektedir.

Pektezel (1999), Ceylanpınar Ovası'nın yüksek tarımsal potansiyeline dikkat çekerek, bu potansiyelin GAP sulamalarıyla harekete geçirileceğini öngörmüştür. Nitekim, araştırma sahasında GAP sulamalarıyla birlikte yüksek katma değerli ürünlerin ekimine başlanması ve bitkisel üretim deseninin çeşitlenmesi, söz konusu öngörünün büyük ölçüde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, Pektezel'in (1999) vurguladığı toprakların besin maddesi yetersizliği ve kontrollü sulama ihtiyacı günümüzde de geçerliliğini korumakta; bu durum dengeli gübreleme ve etkin su yönetiminin sürdürülebilir üretim açısından zorunlu olduğunu göstermektedir. Her ne kadar tarıma dayalı sanayi ve pazarlama altyapısında kısmi gelişmeler yaşanmış olsa da bu alanlarda daha kapsamlı yatırımlara ve teşvik mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle Ceylanpınar Ovası ile Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde entansif tarıma geçiş yönündeki eğilim, yörenin tarımsal modernizasyon sürecinde önemli bir eşik olarak değerlendirilebilir. Ancak bu dönüşümün sahaya daha geniş ölçekte yayılması gerekmektedir. Ayrıca, ovaya özgü elverişli sıcaklık koşullarının tahıl ve baklagil üretiminde sağladığı avantajlar, iklim potansiyelinin tarımsal üretimde etkin biçimde yararlanıldığını ortaya koymaktadır.

Akış (2002), sulu tarımın pamuk üretiminde sağladığı artışa dikkat çekerken, Antep fıstığı üretiminin hâlen kuru koşullarda gerçekleştirildiğini ve bu alanda da sulamalı tarıma geçilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Günümüzde, araştırma sahasında sulama altyapısının yaygınlaşmasıyla birlikte Antep fıstığı üretiminde belirgin bir artışın gözlemlenmesi, söz konusu önerilerin kısmen hayata geçirildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, seracılık faaliyetlerinin henüz istenilen düzeye ulaşamaması ve modern sulama tekniklerinin (örneğin damlama ve yağmurlama) giderek yaygınlaşması, toprak koruma ve verimlilik açısından bu uygulamaların önemini koruduğunu göstermektedir.

Yenmez (2003), Orta Fırat Bölümü'ndeki tarımsal potansiyelin kullanımını sulama projelerinin eksikliği ve iklim koşullarının kısıtlayıcı etkileri bağlamında ele almıştır. Bu çerçevede, Karacadağ'ın güney kesiminde sulamalı tarımın yaygınlaşması ve yılda 3 ürüne kadar alınabilmesi, GAP'ın yöredeki başarılı uygulamalarına bir örnek teşkil etmektedir. Ancak, Yenmez'in (2003) vurguladığı gibi, bilinçsiz sulamanın yol açtığı tuzlanma ve çoraklaşma riskleri, Karacadağ güney kesiminde dikkate alınması gereken kritik bir sorundur. Harran Ovası'nda yaşanan olumsuz deneyimler, sulama altyapısının yanı sıra drenaj sistemlerinin ve çiftçi eğitimlerinin önemini ortaya koymaktadır. Araştırma sahasının mevcut zirai başarısı, entansif tarımın avantajlarını gösterirken, sürdürülebilirlik için doğal kaynak yönetimine odaklanılması gerekliliğini de göstermektedir.

Benek (2005b) tarafından ortaya konan sonuçlar doğrultusunda, GAP'ın etkisiyle Şanlıurfa'da tarıma dayalı sektörlerin hızla geliştiği ve özellikle pamuk üretiminin bu süreçte merkezi bir rol oynadığı anlaşılmaktadır. Araştırma sahası olan Karacadağ'ın güney kesiminde de benzer bir dönüşüm yaşanmakta, sulama imkanlarının artmasıyla birlikte ürün deseninde dikkat çekici bir çeşitlenme gözlemlenmektedir. Yörede pamuk, mısır ve ayçiçeği gibi sulama gereksinimi yüksek ürünlerin üretimi yaygınlaşmış, aynı zamanda adi fiğ (yeşilot), yonca, şeftali, nar, badem, Antep fıstığı ve zeytin gibi ürünlerde de artış kaydedilmiştir. Bu durum, yörenin GAP kapsamındaki tarımsal potansiyelinden önemli ölçüde faydalandığını göstermektedir. Benek (2005a) tarafından vurgulandığı gibi tarıma dayalı ekonomik dönüşüm, sanayi ve hizmet sektörleri açısından da bir altyapı oluşturmaktadır. Özellikle pamuk üretiminin artması, tekstil sanayine ham madde sağlayarak yerel kalkınmayı destekleyebilir. Aynı şekilde zeytin, nar ve badem gibi ürünler de işlenerek katma değeri yüksek ürünlere

dönüştürülebilir. Sonuç olarak, araştırma sahasında gözlenen üretim çeşitliliği, GAP'ın Şanlıurfa ölçeğinde yarattığı yapısal dönüşümle büyük ölçüde örtüşmektedir. Bu bağlamda, Karacadağ'ın güney kesimi GAP'ın yerel etkilerini somut olarak yansıtan bir mikro örnek niteliğindedir.

Benek (2005b), Şanlıurfa'da Antep fıstığı üretim alanlarının geleneksel yörelerden Siverek-Viranşehir Platosu'na ve ovalara doğru genişlediğini belirtmiş, bu eğilimin modern tarımla birlikte artacağını öngörmüştür. Nitekim Ceylanpınar'da 2004'te 250 bin olan meyve veren Antep fıstığı ağaç sayısının 2024'te 800 bini aşması, bu öngörünün doğruluğunu kanıtlamaktadır. Ancak, aynı çalışmada vurgulanan karpuz üretimindeki artış beklentisi gerçekleşmemiş, tam tersine 2004'te sadece Ceylanpınar'da 100 bin tonlarda olan üretimin 375 tona düşmesi dikkat çekicidir. Bu durum, sulamalı tarımın yaygınlaşmasıyla ürün deseninde yaşanan değişimi ve çiftçilerin daha yüksek kazanç sağlayan ürünlere yöneldiğini göstermektedir.

Benek (2009b) tarafından ifade edilen şekilde, Karacadağ eteklerindeki VI. sınıf otlak alanların tarımsal amaçla sürülmesi ve işlenmesi, yörenin doğal yapısında önemli değişikliklere neden olmaktadır. Araştırma sahası olan Karacadağ güney kesiminde de benzer şekilde, eğimli ve doğal mera alanlarının bitkisel üretim faaliyetlerine açıldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, özellikle toprağın eğim yönünde sürülmesi nedeniyle erozyon riskini artırmaktadır. Ayrıca, mera alanlarının taşlardan temizlenerek mısır, fıstık ve badem gibi ziraat alanlarına dönüştürülmesi eğilimi dikkat çekicidir. Dolayısıyla, sürdürülebilir araziden yararlanma açısından Benek'in önerdiği gibi, sürüm işlemlerinin eğime dik ve kontrollü yapılması önem arz etmektedir. Arazi yönetimine yönelik bu tür yaklaşımlar, araştırma sahasında gözlemlenen doğal ortam sorunlarının azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Araştırma sahası, organik tarım uygulamaları için sunduğu olanaklarla öne çıkmaktadır. Konvansiyonel tarım yöntemlerinin neden olduğu risklere karşı önemli bir alternatif sunan organik tarım için, özellikle Viranşehir Platosu ile daha kuzeyindeki dağlık alanlar yüksek bir potansiyel sunmaktadır. Bu kesimin toprak ve su kaynaklarının henüz endüstriyel ve kimyasal kirliliğe maruz kalmamış olması ekolojik ürün yetiştiriciliği açısından ayrıcalıklı kılmaktadır. Bu potansiyelin etkin bir şekilde harekete geçirilmesi, yörede yetiştirilecek ürünlerin taze veya işlenerek pazarlanması yoluyla çok yönlü faydalar sağlayabilir. Bu faydalar, yerel düzeyde yeni istihdam olanakları

yaratarak yöresel kalkınmayı desteklemenin yanı sıra, bölgesel ekonomiye de önemli bir katma değer sağlama potansiyeli taşımaktadır. Nitekim Bengisu'nun (2014) da vurguladığı gibi, bu tür bir üretim modeli, aynı zamanda araştırma sahasında tarıma dayalı sanayinin gelişimine de ivme kazandıracaktır.

Araştırma sahasında Karacadağ çeltiği üretiminin mevcut sınırlılıkları, literatürde Öktem (2016) tarafından da vurgulanan gübreleme, yabancı ot mücadelesi ile hastalık ve zararlı yönetimi gibi konulardaki yapısal sorunlarla örtüşmektedir. Bu durum, yöreye özgü bu değerli çeltik popülasyonunun sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu bağlamda, üretimdeki sürekliliği güvence altına almak için ekim ve pazarlama süreçlerindeki engellerin kaldırılması, Karacadağ'ın kaynak suları ile sulanan tarım alanlarında verimi artırıcı modern uygulamaların yaygınlaştırılması ve üreticilerin finansal olarak teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır.

5.3. Öneriler

Karacadağ'ın güney kesiminde yer alan Viranşehir ve Ceylanpınar TİGEM meteoroloji istasyonları yöredeki iklim verilerinin izlenmesine katkı sağlamaktadır. Ancak Karacadağ kütlesinin topografik farklılıkları göz önünde bulundurulduğunda, mevcut istasyonlar sahayı temsil etmede yetersiz kalmaktadır. Özellikle Karacadağ zirvesindeki istasyonun yalnızca 2018 yılına ait veriler sunması, uzun dönemli analizlerin yapılmasını imkânsız kılmaktadır. Bu nedenle, Karacadağ'ın farklı yükselti ve konumlarını temsil edecek şekilde sürekli veri sağlayan yeni meteoroloji istasyonlarının kurulması gereklidir. Bu istasyonlardan biri zirveye, diğeri ise Viranşehir Platosu'na kurulmalıdır. Zira Viranşehir Platosu'ndaki bitkisel üretim faaliyetleri ve yerel tarım planlamaları güncel verilerle desteklenmelidir. Bu tür bir altyapı, yöresel iklim analizlerinin yanı sıra sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Yörede tropikal yaz süresinin uzunluğu ve gerçek kış koşullarının yaşanmaması dikkate alınarak, erken ekim esasına dayalı çoklu ürün alma modelinin yaygınlaştırılması önerilmektedir. Özellikle yazlık sebze ve yem bitkileri açısından üretim döngüsünün hızlandırılması, verimliliği artıracaktır. Araştırma sahasının kuzeyine doğru bu potansiyelin azaldığı göz önünde bulundurularak, yöresel planlamaların yapılması gerekmektedir. Bu üretim modelinin sürdürülebilirliği için

uygun münavebe sistemlerinin uygulanması önem taşımaktadır. Bitkisel üretim faaliyetlerinin iklim avantajlarına göre yeniden yapılandırılması, yörede tarımsal çeşitliliği ve geliri artırabilir. Bu kapsamda, yerel üreticilere yönelik eğitim ve teşvik programları da sürece entegre edilmelidir.

Karacadağ güney kesiminde farklı sıcaklık eşiklerine göre değişen vejetasyon süreleri dikkate alınarak, yöre için tek bir sabit vejetasyon takvimi yerine esnek, ürün-temelli üretim planları geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle Viranşehir'de 49 gün Ceylanpınar'da 74 gün süren "soğuklama dönemi" göz önüne alındığında, bu dönemlerde örtü altı tarım uygulamaları veya kışlık yem bitkileriyle üretimin sürdürülebilirliği artırılabilir. Ayrıca, iklim değişikliğinin bu eşik değerlerdeki etkilerini uzun dönemli analizlerle izlemek, gelecek planlamaları açısından önem taşımaktadır.

Don olaylarının özellikle kış ve erken ilkbaharda yoğunlaştığı dikkate alınarak, dona duyarlı türlerin ekim ve dikim tarihleri gözden geçirilmeli, mümkünse riskli dönemler sonrasına kaydırılmalıdır. Ayrıca, don olayına toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. Araştırma sahasında don olaylı günler göz önünde bulundurularak, kışın risk odaklı, yazın ise verimlilik odaklı çift yönlü bir zirai strateji izlenmelidir. Ayrıca Mart ve Nisan aylarındaki erken ilkbahar donlarının meyve ağaçlarına verdiği zararı minimize etmek için, yörede hassas meteorolojik erken uyarı sistemleri kurulmalıdır.

Yaz aylarında bağıl nem oranlarının %30-33 düzeyine kadar düşmesi ve yaz mevsiminde ortalama yağış miktarlarının Viranşehir'de 6,7 mm, Ceylanpınar'da ise 4,7 mm gibi son derece düşük seviyelerde gerçekleşmesi, bitkisel üretimde sıcaklık ve kuraklık kaynaklı stresin arttığını göstermektedir. Bu koşullar altında, yaprak yanıklarını önlemeye yönelik olarak buharlaşmayı azaltan malçlama uygulamalarının yanı sıra, terlemeyi sınırlayan geçici gölgeleme sistemleri kullanılmalıdır. Söz konusu önlemler, özellikle sebze ve meyve üretiminde verim kayıplarını en aza indirmek ve bitki sağlığını korumak açısından önem arz etmektedir.

Pamuk, mısır ve ayçiçeği gibi su ihtiyacı yüksek ürünlerin yaygın olarak yetiştirildiği yörede, artezyen kuyuları, sulama kanalları, damlama ve yağmurlama sistemlerinden oluşan mevcut sulama altyapısının etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Sulama planlamaları, yaz aylarında düşen bağıl nem oranları, azalan yağış ve artan sıcaklık koşulları dikkate alınarak hassas bir şekilde yapılmalı; su tasarrufuna

yönelik uygulamalarda zamanlama öncelikli olmalıdır. Pamuk, mısır ve ayçiçeği gibi yüksek getirili ürünlerde su kullanım etkinliğini artıracak toprak nem sensörleri gibi ileri teknolojiler kullanılmalıdır. Bu sayede hem su tüketimi azaltılabilir hem de ürün verimliliği korunabilir.

Geleceğe yönelik SSP 4.5 ve SSP 8.5 senaryolarına göre Ceylanpınar Ovası ile Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde beklenen sıcaklık artışları, bu alanlarda yürütülen bitkisel üretim faaliyetlerini tehdit etmektedir. Bu nedenle, söz konusu kesimde termik stresin etkilerini azaltacak gölgeleme sistemleri, sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı bitkilerden yararlanma gibi uyum stratejileri öncelikli hale gelmelidir. Öte yandan, sıcaklık artışlarının daha sınırlı öngörüldüğü Kamerseki Tepesi ve yakın çevresi gibi alanlar, gelecek dönemde alternatif üretim sahası olarak stratejik biçimde değerlendirilmelidir. Bu alanlarda, taş temizleme çalışmalarıyla birlikte ürün çeşitlendirme ve örnek çiftlik uygulamalarının yaygınlaştırılması, yöresel üretim riskini dengeleyebilir. İklim projeksiyonlarına dayalı bu mekânsal farklılıkların dikkate alındığı, yerel ölçekli uyum politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece hem yüksek riskli alanlarda üretim kayıpları azaltılabilir hem de daha avantajlı sahalardan tarımsal planlama açısından verimli şekilde yararlanılabilir.

Mann-Kendall trend testi ve Spearman's Rho korelasyon analizi sonuçlarına göre, araştırma sahasında sıcaklıkların anlamlı şekilde artış, yağışların ise azalış yönünde eğilim sergilediği tespit edilmiştir. Bu durum, sahadaki üretim alanlarının yeniden değerlendirilmesini ve meydana gelebilecek farklılıkların zirai planlamaya dahil edilmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle bitkisel üretim sezonu daha kısa olan Viranşehir Platosu'nun kuzey kesimleri ile Kamerseki Tepesi ve yakın çevresinde, artan sıcaklıklar bu süreyi uzatarak erkenci ve kısa periyotlu ürünlerin yetiştiriciliği açısından olumlu bir potansiyel sunmaktadır. Buna karşın, üretim sezonunun zaten uzun olduğu ve sıcaklık artışlarının belirgin hissedildiği Ceylanpınar Ovası gibi alanlarda, bitkisel üretimde termik stres ve artan su ihtiyacı, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. İklim trend analizlerinden elde edilen bu sonuçlar, tarım sektörü için mekânsal farklılıkları gözeten, iklim temelli uyum politikalarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Uzaktan algılama temelli analizlerin yerinde toprak örneklemeleriyle doğrulanması, GEE gibi platformların tarımsal veri üretiminde etkin biçimde

kullanılabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, ilerleyen dönemlerde GEE üzerinden yapılacak çok zamanlı izlemelerle toprak özelliklerindeki değişimlerin düzenli olarak takip edilmesi önerilmektedir. Böylece, hem dijital toprak haritalarının güncelliği sağlanabilir hem de sürdürülebilir toprak yönetimi açısından erken uyarı sistemleri geliştirilebilir.

Toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerinde gözlenen yüksek düzeydeki değişkenlik, bitkisel üretim planlamasında mikro ölçekli değerlendirmelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle fosfor ve potasyum gibi temel besin elementlerinin dengesiz dağılımı, tekstür çeşitliliği ve farklı tuzluluk düzeyleri bitki türü seçiminde dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, alansal farklılıkları göz önünde bulunduran detaylı toprak veri tabanlarının oluşturulması ve yerel çiftçilerin bu veriler ışığında yönlendirilmesi gerekmektedir.

Araştırma sahasında hem Eski Amerikan Toprak Taksonomisi hem de FAO sistemine göre yapılan toprak sınıflandırmaları, alandaki toprak çeşitliliğinin doğru biçimde anlaşılması açısından oldukça değerlidir. Bu iki yaklaşımın birlikte kullanılması, özellikle tarımsal planlamalar ve toprak yönetimi stratejilerinin belirlenmesinde daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Gelecekte, bu sınıflandırmalara ilave olarak dijital toprak haritalama tekniklerinden (örneğin topografya, jeoloji ve arazi örtüsü verilerinin bütünleşik kullanımıyla) yararlanılarak daha ayrıntılı mekânsal analizlerin yapılması gerekmektedir.

Araştırma sahasında, toprağın verimliliğini ve sürdürülebilir kullanımını tehdit eden çok boyutlu sorunlar saptanmıştır. Bu sorunların başında, özellikle arazinin kuzey kesimlerinde yaygın olan erozyon, toprak sığlığı ve taşlı-kayalık yapı gibi doğal fiziksel kısıtlılıklar gelmektedir. Bu tür alanlarda sürdürülebilir araziden yararlanma için, tarımsal faaliyetler yerine mera hayvancılığı veya yörenin ekosistemine uygun ağaçlandırma çalışmaları benimsenmelidir. Amaç dışı araziden yararlanmanın önüne geçilmelidir. Erozyonla mücadelede ise teraslama, şeritvari ekim ve rüzgâr perdeleri oluşturulması gibi koruma odaklı toprak işleme teknikleri önceliklendirilmelidir. Bilinçsiz ve aşırı sulama, anız yakma alışkanlığı ve doğal bitki örtüsünün tahribi gibi hatalı tarımsal uygulamalar, toprağın organik madde ve besin elementi içeriğini ciddi oranda azaltmaktadır. Bu durum, toprak yorgunluğuna yol açarak verimliliği düşürmektedir. Bu soruna yönelik olarak, anızın yakılması yerine toprağa

karıştırılmasını teşvik eden uygulamalar yaygınlaştırılmalı ve çiftçilere damla veya yağmurlama sulama gibi modern sulama sistemlerine geçiş için destek sağlanmalıdır. Ayrıca, kalan doğal bitki örtüsünün korunması amacıyla koruma-yararlanma dengesini gözeten bir arazi planlaması hayata geçirilmelidir. Bu yaklaşımlar, toprağın uzun vadeli sağlığını, üretkenliğini ve ekolojik fonksiyonlarını güvence altına almak için son derece gereklidir. GAP kapsamındaki alanlar ülkemizin tarımsal gereksinimleri göz önünde bulundurularak tarım konusunda pilot alanlardan birisi haline getirilip yöre çiftçisi planlı üretimin bir parçası yapılmalıdır.

Çalışma alanının %60,99'unu kaplayan sürekli sulanan araziler, yöredeki bitkisel üretimin büyük ölçüde sulamaya dayandığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) gibi büyük ölçekli sulama projelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması hayati önem taşımaktadır. Sulama altyapısının etkin kullanımı ve düzenli bakımı ile 3906,2 km²'lik çalışma alanında su kaynaklarının verimli yönetimi mümkün olacaktır. Ayrıca, sulanan alanlarda toprak tuzluluğu ve erozyon gibi doğal ortam sorunlarının izlenmesi için bir takip sistemi kurulmalıdır. Tarım politikaları, altyapı yatırımlarının yanı sıra, yerel çiftçilerin su yönetimi konusunda bilinçlendirilmesini ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılmasını da içermelidir. İklim değişikliği projeksiyonları göz önünde bulundurularak, sulama planları uzun vadeli adaptasyon stratejileri doğrultusunda güncellenmelidir. Bu sayede, araştırma sahasındaki 2382,2 km²'lik sürekli sulanan alanda bitkisel üretimin verim ve kalitesi artırılabilir.

Araştırma sahasının Ceylanpınar Ovası ve Viranşehir Platosu'nun güney kesimlerinde artezyen kuyuları aracılığıyla yeraltı sularının yoğun şekilde kullanılması, bitkisel üretim faaliyetleri açısından süreklilik sağlasa da bu durum obruk oluşumu açısından potansiyel bir risk taşımaktadır. Her ne kadar araştırma sahası içerisinde bugüne dek herhangi bir obruk oluşumu tespit edilmemiş olsa da Temmuz 2025'te komşu ilçelerden Akçakale'de bir pamuk tarlasında yaklaşık 10 metre çapında ve 6 metre derinliğinde bir obruk meydana gelmiştir. Bu gelişme, aşırı yeraltı suyu çekiminin yeraltı boşluklarını genişlettiğini ve toprağın taşıma kapasitesini zamanla zayıflattığını göstermektedir. Bu bağlamda, benzer hidrojeolojik özelliklere sahip araştırma sahasında da gelecekte obruk oluşumu riski göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, yeraltı suyu kullanımına yönelik kontrollü çekim politikalarının geliştirilmesi, izleme çalışmalarının

artırılması ve riskli alanların belirlenmesine yönelik hidrojeolojik etütlerin yapılması önem arz etmektedir.

Araştırma sahasında I., II. ve III. sınıf araziler özellikle ekilebilirlik açısından ön plana çıkmaktadır. I. sınıf arazilerin önemli bir kısmı modern tarım teknikleriyle donatılmış TİGEM işletmelerine ait olsa da diğer üretim alanlarında benzer teknolojik altyapının yeterince yaygın olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, I., II. ve III. sınıf arazilerde verimliliği artırmaya yönelik olarak hassas tarım, toprak izleme ve mekanizasyon gibi uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, VII. sınıf arazilerde, zirai amaçlı yararlanmadan çok erozyon önleme, mera iyileştirme veya doğal örtü koruma gibi alternatif uygulamalara yönelmek daha uygun olacaktır. Geniş arazi çeşitliliği göz önünde bulundurularak, araziden yararlanma planlamalarında sınıf temelli farklılaştırılmış stratejilerin benimsenmesi tavsiye edilmektedir.

Endüstriyel tarım ürünlerinin üretimindeki artış dikkate alınarak, bu ürünlere yönelik tarıma dayalı sanayi yatırımları yöre ölçeğinde teşvik edilmelidir. Özellikle pamuk, ayçiçeği, mısır, nar, Antep fıstığı ve badem gibi yüksek katma değerli ürünler için entegre üretim, işleme ve pazarlama zincirlerinin oluşturulması, yöre ekonomisinin çeşitlenmesine ve güçlenmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Tarım ve sanayi entegrasyonu desteklenerek yalnızca ekonomik büyüme değil, aynı zamanda kırsal alanda istihdam artışı da sağlanabilir. Bu kapsamda, ürün bazlı kooperatifleşme, depolama ve işleme tesislerinin yaygınlaştırılması da teşvik edilmelidir. Ayrıca, tarıma dayalı sanayiye yönelik altyapı yatırımlarının artırılması, üretici ile sanayici arasındaki koordinasyonu güçlendirecek ve üretim-tedarik zincirini daha verimli hâle getirecektir.

Bulgular doğrultusunda, Karacadağ güney kesiminde bitkisel üretimin çeşitlendirilmesine yönelik yöreye özgü adaptasyon kabiliyeti yüksek, katma değeri fazla ürünlerin desteklenmesi önerilmektedir. Tarımsal araştırma kurumları ve yerel çiftçiler iş birliğiyle bu ürünlerin demonstrasyon çalışmaları yaygınlaştırılmalı, başarıyla sonuçlanan türler için üretim rehberleri hazırlanmalıdır. Özellikle pikan cevizi, lavanta, aronya, çilek ve kinoa gibi ürünler için tarım modellemeleri geliştirilmeli ve destekleme politikaları bu doğrultuda da güncellenmelidir. Cennet hurması gibi özel bakım isteyen türlerde ise kontrollü üretim sistemleri teşvik edilmelidir. Bu tür uygulamalar, yöre çiftçisinin gelirini artıracaktır. Ayrıca, GAPTAEM, TİGEM ve üniversite gibi kurumların yöreye yönelik Ar-Ge faaliyetleri sürdürülerek ürün

çeşitlendirme süreci bilimsel temelde desteklenmelidir. Böylece sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla birlikte yörenin ekonomik kalkınmasına katkı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

Acir, N., & Gunal, H. (2019,Haziran). Toprak katyon değişiminin kapasitesi tahmininde pedotransfer fonksiyonlarinin kullanımı. *ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi'nde sunulan bildiri, Siirt, Türkiye*.

Ackerman, S. A., & Knox, J. A. (2015). *Meteoroloji: Atmosferimizi Anlamak (M. Kadıoğlu-S. Çakır, Çev. Ed)*. Ankara: Nobel Yayınları.

Aguilar, P. C., & Jacobsen, S. E. (2003). Cultivation of quinoa on the peruvian altiplano. *Food Reviews International, 19*, 31-41.

Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., . . . Yanmaz, R. (1997). *Genel Bahçe Bitkileri.* Ankara: AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4.

Ahmet Ruhi Mermut, Fariz Mikailsoy, & Seyit Ali Dursun. (2021). Toprak reaksiyonu. A. R. Mermut (Ed.), *Toprak Bilimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Ahmet Ruhi Mermut. (2021). Toprak sınıflandırılması ve incelenmeleri (etütleri). A. R. Mermut (Ed.), *Toprak Bilimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Ak, B. E., Ekinci, H., Can, Z. R., & Şaşkın, N. (2023). *Narın iklim ve toprak istekleri. S. Hepaksoy & M. Pakyürek (Ed.), Nar yetiştiriciliği (s. 65-82).* Ankara: İksad Publishing House.

Akalan, İ. (1968). *Toprak: Oluşu, yapısı ve özellikleri* (2. Baskı). Ankara Üniversitesi Basımevi.

Akalan, İ. (1974). *Toprak ve Su Muhafazası.* Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 532, Ders Kitabı: 17.

Akbaş, F. (2019). Denizli şehrinin iklim parametreleri. *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi, 2*(12), 913-937.

Akçakoca, H. (1997). *Güneydoğu Anadolu Projesi su kaynakları.* Ankara: Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.

Akçay, M. E. (tarih yok). *Ayva Yetiştiriciliği.* Yalova: Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Belgeler/brosurler/Ayva.pdf adresinden alındı

Akçiçek, E., & Ötleş, S. (2006). *Sarımsak Kitabı.* İzmir: Güven Kitabevi.

Akçin, A. (1988). *Yemeklik dane baklagiller*. Selçuklu Üniversitesi Yayınları.

Akın, İ. (2021). Su, Toprak ve İklim Değişikliğinin Güvenli Gıdanın Sürdürülebilirliği Üzerine Etkileri ve Bazı Tespitler. *Rahva Teknik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1*(1), 13-23.

Akış, A. (2002). *GAP'ın Şanlıurfa İli sosyo-ekonomik coğrafyasına etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Akman, Y. (2011). *İklim ve Biyoiklim.* Ankara: Palme Yayınları.

Aktaş, H., Özberk, F., Oral, E., Baloch, F. S., Doğan, S., Çığ, F. & Kahraman, M. (2018). Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin buğday genetik kaynakları bakımından potansiyeli ve sürdürülebilir olarak korunması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi / Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, *7*(2), 47-54.

Aktaş, M., & Ateş, A. (1998). *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanımlamaları.* Ankara: Nurol Matbaacılık A.Ş.

Alıcı, N. (2023). *Safran Yetiştiriciliği (Crocus sativus) Ders Notları.* Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü.

Altan, H. (2022). Şeftali Yetiştiriciliği. *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin*.

Anonim. (2018). Toprak organik karbonu projesi, teknik özet. *Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM), Ankara*.

Anonymous. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR)—Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Intergovernmental Technical Panel on Soils.* Rome, Italy.

Aras, V. (2015). Acur yetiştiriciliği. *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin*.

Aras, V. (2022). Soğan Yetiştiriciliği. *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin*.

Aras, V. (2023). *Genel sebzecilik* (Ders notları). Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü.

Ardel, A. (1973). *Klimatoloji* (Genişletilmiş 3. Baskı). Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Ardel, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. Taş Matbaası.

Ardos, M. (1992). *Türkiye'de Kuaterner Jeomorfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.

Ardos, M. (1995). *Türkiye ovalarının jeomorfolojisi* (Cilt 1). Çantay Kitabevi.

Arslan, H., Hatipoğlu, H., & Karakuş, M. (2014). Şanlıurfa yöresinde tarımı yapılan susam genotiplerinden seçilen bazı hatların ikinci ürün koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1*(2), 109-116.

Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y., & Erciyas, H. (2007). *Zirai meteoroloji.* Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.

Aşkın, T., & Özdemir, N. (2003). Soil bulk density as related to soil particle size distribution and organic matter content. *Poljoprivreda/Agriculture*, *9*, 52-55.

Ata, A. (2015). Patlıcan yetiştiriciliği. *T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin*.

Atalay, E., & Gökbulut, İ. (2021). Baklagiller: Fonksiyonel Özellikleri, Sağlık Etkileri ve Potansiyel Kullanımı. *Akademik Gıda, 19*(4), 442-449. doi:https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1050782

Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı hidrografya-I*. Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (1994). *Türkiye vejetasyon coğrafyası.* İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (2008). *Ekosistem ekolojisi ve coğrafyası*. META Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2011). *Türkiye İklim Atlası.* İstanbul: İnkılap Kitabevi.

Atalay, İ. (2012). *Genel fizikî coğrafya* (7. baskı). META Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2013). *Açıklamalı Türkçe-İngilizce doğa bilimleri sözlüğü: Biyoloji, coğrafya, ekoloji, jeoloji, orman ve toprak* (Genişletilmiş 2. baskı). META Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2016). *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası* (5. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. ve Mortan, K. (2011). *Resimli ve haritalı Türkiye bölgesel coğrafyası*. İnkılap Kitabevi.

Atalay, İ., & Efe, R. (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ., & Gökçe Gündüzoğlu, H. A. (2015). *Türkiyenin Ekolojik Koşullarına Göre Arazi Kabiliyet Sınıflandırılması.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun, M., & Siler, M. (2020). *Taşların Ekolojisi İle Topografyanın Toprak Oluşumu, Tarım ve Ormancılık Açısından Önemi.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atasoy, A. (2021). *Toprak araştırmaları (Uşak örneği)*. Atlas Akademi Yayınevi.

Aune-Lundberg, L., & Strand, G. H. (2021). The content and accuracy of the CORINE Land Cover dataset for Norway. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *96*, 102266.

Ayaz, M., & Varol, N. (2015). İklim Parametrelerindeki Değişimlerin (Sıcaklık, Yağış, Kar, Nispi Nem, Sis, Dolu ve Rüzgar) Zeytin Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. *Zeytin Bilimi, 5*(1), 33-40.

Aybak, H. Ç. (2005). *Çilek yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık.

Aydeniz, A. (1985). *Toprak Amenajmanı.* Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 928, Ders Kitabı No: 263.

Aydın, İ. (2016). *Akademik etik* (4. baskı). Pegem Akademi.

Aydınözü, D. (2010). Trakya'da vejetasyon devresi ve bu devredeki yağışlar. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 18*(1), 227-232.

Ayyıldız, Ö., & Tülek, A. (tarih yok). *Lavanta Yetiştiriciliği (Çiftçi Broşürü).* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Edirne.

Bahçeci, B. (2019). Harran ovasında sulama, drenaj ve toprak tuzluluğu etkileşimi. *Derim*, *36*(2), 183-191. https://doi.org/10.16882/derim.2019.552382

Başaran, F., & Aytaş Akçin, Z. T. (2022). Sıcaklık Faktörünün Bitkiler Üzerindeki Etkileri ve Yüksek Sıcaklık Stresi. *Bahçe, 51*(2), 139-147. doi:https://doi.org/10.53471/bahce.1124625

Bauer, A., & Velde, B. D. (2014). *Geochemistry at the Earth's Surface. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.* doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-31359-2

Bayar, R., & Yılmaz, M. (2004). Türkiye'de soya fasulyesi ve önemi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. https://www.insanbilimleri.com/insan-bilimleri-dergisi/makale/detay/turkiyede-soya fasulyesi-ve-onemi

Baylan, K. A., & Ustaoğlu, B. (2020). Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'de Akdeniz Biyoiklim Katlarının ve Alt Tiplerinin Dağılışı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 3*(3), 158-174.

Bayram, M., & Küçük, E. (2020). Ata Tohumları Ellerde Hayat Buluyor. *Saban Dergisi*(Yıl:3 Sayı:3), 4-8.

Bayramin, S. (2006). Aspir (Carthamus tinctorius L.) – Kolza (Brassica napus spp. oleifera L.) tarımı ve ıslahı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15*(1-2), 74–85.

Bellitürk, K., & Karakaş, Ö. (2010). Bitki beslemede toprak reaksiyonunun (pH) önemi. *Hasad Aylık Tarım Dergisi*, *26*(305).

Benek, S. (2005a). GAP'ın Şanlıurfa ilinin sosyo-ekonomik yapısında meydana getirdiği değişme/gelişmeler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (11), 123-146.

Benek, S. (2005b). *Coğrafi planlama yönünden Şanlıurfa ilinin tarımsal yapısı* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Benek, S. (2006). Şanlıurfa ilinin tarımsal yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, *4*(1), 67-91.

Benek, S. (2009a). *Viranşehir ilçesinde doğal ve beşerî kaynakların tespiti ve kalkınma planlamasına yönelik öneriler*. Viranşehir Belediyesi Bilimsel Kültür Yayınları.

Benek, S. (2009b). Arazi kullanımı yönünden Karacadağ yöresinde gözlemler ve öneriler. *EKEV Akademi Dergisi*, *13*(41), 419-436.

Benek, S. (2012). GAP Bölgesi'nde tarımsal faaliyetlerin tarihsel gelişimi ve günümüzdeki durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, *26*, 195–215.

Bengisu, G. (2014). GAP bölgesinin organik tarım potansiyeli ve uygulanabilirliği. *Alınteri, 26(B), 38-44.*

Bengisu, M. (1968). *Urfa İlinin Coğrafyası.* Garanti Matbaası.

Benlioğlu, N. (1955). *Pamuk.* İzmir: Teknik Kitap ve Mecmua Basımevi.

Beşel, C., & Kayıkçı, E. T. (2016, 13-14 Ekim). Meteorolojik Verilerin Zaman Serisi ve Tanımlayıcı İstatistikler ile Yorumlanması; Karadeniz Bölgesi Örneği. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu.* Ankara.

Beyazgül Karataş, B., & Alpat, Ş. (2024). Fotosentez konusundaki yanlış anlamlara ilişkin bir meta-sentez çalışması. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi, 9*(2), 107–148.

Beyazpirinç, M. ve Tarhan, N. (2013). *Türkiye jeoloji haritaları: Ceylanpınar-O44 paftası* (No. 200). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.

Bezdicek, D. F., Beaver, T., & Granatstein, D. (2003). Subsoil ridge tillage and lime effects on soil microbial activity, soil pH, erosion, and wheat and pea yield in the Pacific Northwest, USA. Soil and Tillage Research. *74*(1), 55–63.

Bilgen, A. (2018). 1977'den 2017'ye Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP): GAP'ın 40 yılı üzerine nitel ve çok boyutlu bir değerlendirme. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 73*(3), 811-840.

Bircan, M. (2012). *Kayısı Yetiştiriciliği.* T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu. Erdemli-Mersin.

Bircan, M. (2015). *Erik Yetiştiriciliği.* T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.

Bircan, M. (2022). *Erik Yetiştiriciliği.* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.

Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19*(1), 218-228. doi:DOI: 10.24011/barofd.251313

Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., & Paslı, N. (2001). *Ekoloji-II (Toprak)*. Ankara: Başkent Klişe Matbaacılık.

Bozyiğit, R., & Güngör, Ş. (2011). Konya Ovasının Toprakları ve Sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi, 24*, 169–200.

Bölük, E., Eskioğlu, O., Çalık, Y., & Yağan, S. (2023). *Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi (1991-2020).* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Budak, Y. (2010). *Ceviz Yetiştiriciliği.* Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şube Müdürlüğü.

Burn, D. H., & Elnur, M. A. (2002). Detection of hydrologic trend and variability. *Journal of Hydrology, 255*, 107–122.

Butar, S. (2014). *Armut Yetiştiriciliği (Yayın No: 60).* Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Bürkük, V., & Tunçtürk, R. (2021). Diyarbakır ekolojik koşullarında tescilli bazı susam (Sesamum indicum L.) çeşitlerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26*(1), 98-105. doi:10.37908/mkutbd.740682

Büyükyılmaz, M. (1988). *Armut Yetiştiriciliği.* Ankara: Genel Yayın No: 209, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı.

Canpolat, E. (2005). *Karacadağ (Diyarbakır) Volkanı Jeomorfolojisi* (Yüksek lisans tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cesur, C. (2010). Sürdürülebilir tarımda yem bitkilerinin rolü ve önemi (Derleme). *Bitkisel Araştırma Dergisi, 2*, 31-34.

Chmielewski, F. M., & Rötzer, T. (2000). Phenological Trends in Europe in Relation Climatic Changes. *Agrarmeteorologische Schriften*, 1-15.

Chow, T. L., Rees, H. W., Monteith, J. O., Toner, P., & Lavoie, J. (2007). Effects of coarse fragment content on soil physical properties, soil erosion and potato production. *Canadian Journal of Soil Science*, *87*(5).

Conrad, V., & Pollak, L. W. (1950). *Methods in Climatology.* Harvard university press, Cambridge, Massachusetts.

Coşge, B., & Ulukan, H. (2005). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) yetiştiriciliğimizde çeşit ve ekim zamanı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9*(3).

Coşkun, M. (2003). Coğrafya öğretiminde nem konusundaki kavram yanlışlıkları ve giderilmesine yönelik öneriler. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(3), 147–158.

Coşkun, M. (2020). *İklim değişmeleri ve küresel ısınma (2. Baskı). Yer bilimi (s.271-303).* Ankara: Pegem Akademi.

Coşkun, M. (2022). İklim değişmeleri, küresel ısınma ve Türkiye. S. Doğanay ve M. Alım (Ed.), *Türkiye'nin fizikî coğrafyası*. Pegem Akademi.

Coşkun, M., & Coşkun, S. (2020). *Yer Kabuğu'nu Oluşturan Maddeler: Mineraller,Kayaçlar ve Topraklar (2. Baskı). Yer Bilimi (s.193-244).* Ankara: Pegem Akademi.

Coşkun, M., Coşkun, S., Dündar, Ö., & Sarsıcı, N. (2024). Using Google Earth Engine Machine Learning Algorithms, Soil Variable Effects on Soil Organic Carbon in Karabük Province/Turkiye. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 23*(7), 499-507.

Coşkun, M., Gök, M., & Coşkun, S. (2017). Climate Characteristics of Safranbolu (Karabuk) and Saffron Cultivation. *International Journal of Geography and Geology, 4(3), Article 69., 6*(3), 58-69. doi:10.18488/journal.10/2017.6.3/10.3.58.69

Coşkun, M., Gözalan, S., Öztekinci, M., & Dündar, Ö. (2020). Susurluk çayı havzasının ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin trend analizi. *The Journal of Social Sciences, 49*, 24-39.

Coşkun, S. (2020). Aras-Kura Kapalı Havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend Analizi (Türkiye). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 30*(2), 29-42.

Coşkun, S. (2020a). *Tuz Gölü-Konya Kapalı Havzaları'nda ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi, Coğrafya Araştırmaları, Kitap Bölümü, 1. Bölüm: s. 1-13.* Ankara: Akademisyen Yayınevi (AYBAK).

Coşkun, S. (2020b). *Trend Analysis of Mean Temperatures Data in Van Lake Closed Basin, Turkey, Current Studies in Social Sciences, Chapter of Book, 3. Chapter, s. 43-51.* Ankara: Akademisyen Yayınevi (AYBAK).

Coşkun, S. (2020c). Tuz Gölü-Konya Kapalı Havzalarının Yaz Mevsimi Ortalama Sıcaklık, Yağış, Buharlaşma ve Akım Verilerindeki Değişimlerin Karşılaştırmalı Trend Analizi,. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi (SOBİDER), Yıl: 7, Sayı: 46*, s. 123-138.

Coşkun, S. (2020d). Van Gölü Kapalı Havzasında Yağışların Trend Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8*(2), s. 521-532.

Coşkun, S. (2020e). Göller Yöresi'nde Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerinde Meydana Gelen Eğilimler (Akdeniz Bölgesi-Türkiye). *International Social Sciences (e-ISSN:2587-1587), 6*(66), s. 3142-3155.

Coşkun, S. (2020f). *Karabük çevresinin vejetasyon ekolojisi ve sınıflandırılması (Basılmış Doktora Tezi)*. Ankara: İksad Yayınevi.

Coşkun, S. (2020g). Akarçay Kapalı Havzasının ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim analizi (Afyonkarahisar-Türkiye). *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies, 81*, 533–547.

Coşkun, S., Öztekinci, M., & Gözalan, S. (2024). Türkiye'de aspir bitkisinin iklim üstünlüğüne dayalı üretim alanlarının belirlenmesi. İçinde *Sosyal, beşerî ve idari bilimler alanında gelişmeler 1*

Çağlar, K. Ö. (1937). *Anadolu Şartlarına Göre Su ve Toprak Münasebetlerinin Araştırılması* (Cilt 25). Ankara: Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü.

Çağlar, K. Ö. (1949). *Toprak bilgisi*. Ankara Üniversitesi Basımevi.

Çağtay, M. (1960). *Toprakda katyon mübadelesi ve bitki besleme yönünden önemi*. Ankara Üniversitesi Basımevi.

Çakır, A. (2021). İklim ve Toprak İstekleri (Asma Ekolojisi). *Tarım Gündem Dergisi*, 30-43.

Çalışkan, O., & Polat, A. A. (2012). Morphological diversity among fig (Ficus carica L.) accessions sampled from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36*, 179-193.

ÇEM. (2018). *Toprak Organik Karbonu Projesi Teknik Özet.* Ankara: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.

Çemen, İ., & Perinçek, D. (1990). Güneydoğu Anadolu'daki Bozova Doğrultu Atımlı Fayı Üzerindeki İlk Hareket Ters Faylanma Olan Faylara Bir Örnek. *Türkiye 8. Petrol Kongresi Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı (s. 33-34)*.

Çepel, N. (1996). *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü.* İstanbul: TEMA Vakfı Yayınları No:6.

Çepel, N. (1996). *Toprak İlmi.* İÜ Yayın No. 3945, Orman Fakültesi Yayın No. 438. İstanbul.

Çepel, N. (2000). *Toprak ile söyleşi: Tanımı, sorunları ve korunma çareleri*. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları.

Çeribaşı, G., Doğan, E., & Sönmez, O. (2014). Evaluation of Meteorological and Hydrological Data of Sapanca Basin by Trend Analysis Method. *Journal of Environmental Protection and Ecology, 15*(2), 705–714.

Çetin, Ö., Üzen Yaman, N., & Koca, Y. K. (2015). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulanan alanlarda toprak kaybı: Erozyon. K. Güven, S. Karataş, İ. Yenigün, & O. Eyigün (Ed.), *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çevre Sorunları Sempozyum ve Çalıştay Kitabı* içinde. Dicle Üniversitesi.

Çiçek, İ. (2000). Türkiye'de termik dönemlerin yayılışı ve süreleri. *Ankara Üniversitesi Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 40*(1-2), 189-212.

Çoruh, T., Yakar, H. ve Ediger, V. Ş. (1997). *Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton istifinin biyostratigrafik atlası* (Eğitim Yayınları No. 30). Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı.

Çölaşan, Ü. E. (1959). *Meteoroloji İklim ve Ziraat.* Ankara: Gürsoy Basımevi.

Çölaşan, Ü. E. (1960). *Türkiye iklimi*. Ankara

Çölaşan, Ü. E. (1961). *Türkiye'nin fenolojik atlası.* Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği Neşriyatı.

Çürük, P. (1991). *Şanlıurfa-Ceylanpınar Ovası Topraklarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.

Datta, S., Taghvaeian, S., & Stivers, J. (2017). *Understanding soil water content and thresholds for irrigation management* (Report No. BAE-1537). Oklahoma Cooperative Extension

Service. https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/bae/understanding-soil-water-content-and-thresholds-for-irrigation-management-bae-1537.pdf

Deliboran, A., & Savran, Ş. (2015). Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 8*(1), 57-61.

Demir, S., & Kılıç, K. (2012). Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2*(4), 79–86.

Denli, N. (2015). *Marul Yetiştiriciliği.* T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin.

Dernek, Z. (2006). Cumhuriyet'in Kuruluşundan Günümüze Tarımsal Gelişmeler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1*(1), 1-12.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (1970). *Ceylanpınar Ovası hidrojeolojik etüt raporu.* Ankara: DSİ Genel Müdürlüğü Matbaası.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2012). *DSİ XV. Bölge Müdürlüğü Arşivi.* Şanlıurfa.

Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S., Şaroğlu, F., & Şengör, A. C. (1986). Shortening of continental lithosphere, the neotectonics of Eastern Anatolia – A young collision zone. *Special Publication of the Geological Society London, 19*, 3-36. doi:https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1986.019.01.01

Diaz-Gonzalez, F. A., Vuelvas, J., Correa, C. A., Vallejo, V. E., & Patino, D. (2022). Machine learning and remote sensing techniques applied to estimate soil indicators – Review. *Ecological Indicators, 135*.

Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Atalay, İ., & Cangir, C. (1997). *Türkiye Toprakları.* Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. :51, Ders Kitapları Yayın No.:12.

Direk, M. (2012). *Tarım tarihi ve deontoloji* (Genişletilmiş 2. baskı). Eğitim Yayınevi.

Dizdar, M. Y. (1983). *Toprak Sınıflaması.* Ankara: Yayın No:707, Topraksu Genel Müdürlüğü.

Doğan, H. H. (2023). Cumhuriyetin Yüzüncü Yılında Kalkınma Planlarının "Köy"e Yaklaşımı. *Ankara Barosu Dergisi, 81 (Cumhuriyet 100. Yıl Özel Sayısı)*, 571-594.

Doğan, S., & Doğan, Y. (2020). Mardin koşullarında kırmızı mercimek (Lens culinaris Medik.) genotiplerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, 7*(9), 23-30.

Doğanay, H. ve Coşkun, O. (2015). *Tarım coğrafyası* (3. baskı). Pegem Akademi.

Doğu Baykut, E. (2021). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(23), 89-98.

Dölek, İ. (2018). İklim ve Medeniyet. *Social Sciences Studies Journal, 4*(21), 3511–3521. doi:10.26449/sssj.770

Dönmez, Y. (1979). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Dönmez, Y. (1985). *Bitki coğrafyası.* İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Dönmez, Y. (1990). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Duman, N., & İrcan, M. R. (2021). Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(54), 515–536.

Durmuş, E., & Yiğit, A. (2014). *Türkiye'nin Tarım Yöreleri ve Bölgeleri.* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Dündar Temur, Ö. (2024). *üçük Menderes Havzası'nda toprak erozyon riskinin belirlenmesi ve iklim değişikliğinin toprak erozyonuna olası etkileri.* Yayımlanmamış Doktora tezi, Karabük Üniversitesi.

Ekici, T., Otlu, N., Arnaud, N., & Koçbulut, F. (2010). Karacadağ Diyarbakır Volkanizmasının Petrojojisi Jeokronolojisi ve Tektonomagmatik Evrimi (TÜBİTAK Proje No: 107Y025). Sivas.

Ekiz, H., & Sancak, C. (2016). Baklagil yem bitkileri. C. Er (Ed.), *Tarla bitkileri-II* içinde. Anadolu Üniversitesi.

Emre, U. (2022). *Kiraz Yetiştiriciliği.* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.

Engin, S. & Boz, Y. (Tarih yok). *Aronya yetiştiriciliği* [Çiftçi broşürü]. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Er, C., & Başalma, D. (2016). Lif ve kauçuk bitkileri. C. Er (Ed.), *Tarla bitkileri-II* içinde. Anadolu Üniversitesi.

Er, C., & Başalma, D. (2016). Nişasta ve şeker bitkileri. C. Er (Ed.), *Tarla bitkileri-II* içinde. Anadolu Üniversitesi.

Erbil, Ö., Önelge, N., & Bozan, O. (2021). Susam Bitkisi (Sesamum indicum)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 36*(1), 157-164.

Ercan, N., Ayar, F., Şensoy, A. S., & Temirkanyak, M. (2002). Bazı Domates Çeşitlerinin Antalya Koşullarında Açıkta Yetiştirilme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15*(2), 101-105.

Ergene, A. (1997). *Toprak biliminin esasları* (Genişletilmiş 7. Baskı). Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti.

Erinç, S. (1957). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları.* İstanbul: İTÜ .

Erinç, S. (1967). *Vejetasyon coğrafyası.* İstanbul: Sermet Matbaası.

Erinç, S. (1969). *Klimatoloji ve metodları* (Genişletilmiş 2. Baskı). İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve metodları*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları.* İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Erol, O. (2010). *Genel Klimatoloji.* İstanbul: Çantay Kitabevi.

Ertekin, S. (2002). *Karacadağ Bitki Çeşitliliği.* Sürdürülebilir Kırsal ve Kentsel Kalkınma Derneği.

FAO. (2011). *Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean.* http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinua_en.pdf adresinden alındı

Faruk, İ. (1983). *Yeni Toprak Ordo'ları (Temel Özellikleri ve Sınıflandırılmaları).* Diyarbakır: Yayın No.:8, Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015). *World reference base for soil resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps* (World Soil Resources Reports No. 106).

Gadiwala, M. S., Burke, F., Alam, M. T., Huda, S. N., & Azam, M. (2013). Oceanity and Continentality Climate Indices in Pakistan. *Geografia Online Malaysian Journal of Society and Space, 9*(4), 57-66.

Gaffney, J., Bing, J., Byrne, P. F., Cassman, K. G., Ciampitti, I., Delmer, D., Habben, J., Laffitte, H. R., Lidstrom, U. E., Porter, D. O., Sawyer, J. E., Schussler, J., Setter, T., Sharp, R. E., Vyn, T. J., & Warner, D. (2019). Science-based intensive agriculture: Sustainability, food security, and the role of technology. *Global Food Security*, *23*, 236-244. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.003

GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. (2002). *GAP bölgesinde sulama durumu, iklim, bitki ve türdeş alanlar*. http://www.gap.gov.tr/gap-bolgesinde-sulama-durumu-iklim-bitki-ve-turdes-alanlar-r181-t1.html

Garcia, M., Condori, B., & Del Castillo, C. (2015). *Agroecological and agronomic cultural practices of quinoa in South America. K. Murphy & J. Matanguihan (Eds.), Quinoa: Improvement and sustainable production (1st ed., pp. 25-46). John Wiley & Sons, Inc.*

Goergen, K., Beersma, J., Hoffmann, L., & Junk, J. (2013). ENSEMBLES-based assessment of regional climate effects in Luxembourg and their impact on vegetation. *Climatic Change, 119*(3), 761–773. doi:https://doi.org/10.1007/s10584-013-0756-x

González, J. A., Gallardo, M., Hilal, M., Rosa, M., & Prado, F. E. (2009). Physiological responses of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) to drought and waterlogging stresses: Dry matter partitioning. *Botanical Studies, 50*, 35-42.

Gorczynski, L. (1922). *The Calculation of The Degree of Continentality.* Monthly Weather Review.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment, 202*, 18–27.

Görcelioğlu, E. (1988). Toprak Kaybı Toleransı Üzerine Bir İnceleme. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 38(3)*.

Gözalan, S. (2023). *Akdeniz Bölgesi'nde avokado ağacının yetişebileceği uygun alanların belirlenmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi.

Grable, A. R., & Siemer, E. G. (1968). Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potentials, and elongation of corn roots. *Soil Science Society of America Journal, 32*(2), 180–186.

Gülersoy, A. E. (2014a). *Küçük Menderes Havzası'nda Mekansal Potansiyel ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkiler.* İzmir: Dinazor Kitabevi.

Gülersoy, A. E. (2014b). Yanlış arazi kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi, 1*(2), 49-128.

Gümüş, V. (2006). *Fırat Havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi.* Basılmamış yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Gümüş, V., & Yenigün, K. (2006). Aşağı Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi, Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi.* İstanbul.

Günal, H., & Budak, M. (2022). *(Ed.) Toprak kalitesi ve değerlendirilmesi.* Ankara: İKSAD Publishing House.

Günay, A. (1992). *Özel Sebze Yetiştiriciliği.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Cilt II., 2. baskı, Ankara.

Gündüz, Z., & Barik, K. (2019). Farklı toprak yönetiminin toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*(3), 1797–1807.

Güneş, B., Demirtaş, B., Tuncer, G., & Sönmez, O. (2024). Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Yenilikçi Trend Analizi Yöntemleriyle Analiz Edilmesi: Küçük Menderes Havzası Örneği, Türkiye. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 29*(2). doi: https://doi.org/10.17482/uumfd.1473532

Güney, E. (2003). *Toprak-bitki ekocoğrafya sözlüğü* (2. Baskı). Çantay Kitabevi.

Güngördü, E. (2010). *Türkiye'nin Coğrafyası: Türkiye Fiziki ve Coğrafi Bölgeler.* Ankara: Gazi Kitabevi.

Gürel, A. N. (1992). *Ceylanpınar Ovasında Bazalt Akıntıları Üzerinde Oluşan Toprakların Genesisi.* Basılmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gürgen, G. (2002). *Güneydoğu Anadolu Bölgesinin İklimi.* Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Yayınları No:12.

Gürsoy, C. R. (1950). Samsun gerisinde karadeniz intikal iklimi. *Ankara Üniversitesi Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 8*(1-2), 113-131.

Güzel, A. (2020). Şanlıurfa ili doğal coğrafya özellikleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 13*(71).

Haase, H. (1964). *Pratik çiftçinin el kitabı*. Mars Matbaası.

Haksal, M. A. (1981). *Petrographie und geochemie des schildvulkans karacadağ*. Diplomarbeit, Hamburg Üniversitesi.

Hasan, S. M., Islam, M. T., Muhammed, F., Taufique, A., & Alam, M. J. (2015, Aralık). Effect of silt content on plasticity, compaction and CBR of lean clay. *International Conference on Recent Innovation in Civil Engineering for Sustainable Development (IICSD-2015) Department of Civil Engineering.* Gazipur, Bangladeş.

Hatipoğlu, E. (2019). *Bazı toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak belirlenmesi (Yüksek lisans tezi).* Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Hızalan, E. (1968). *Toprak Organik Maddeleri ve Humus.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:61, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitapları Serisi No:1, Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Hızalan, E. (1976). *Toprak etüd ve haritalama II*. Ankara Üniversitesi Basımevi.

Hoşgören, M. Y. (2012). *Hidrografya'nın ana çizgileri I: Yeraltısuları-Kaynaklar-Akarsular* (7. Baskı). Çantay Kitabevi.

Irmak, A. (1954). *Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları (İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 599; O.F. Yayın No: 27).* İstanbul: Halk Matbaası.

Irmak, A. (1972). *Toprak ilmi*. Taş Matbaası.

Irmak, S. (1991). *Şanlıurfa-Ceylanpınar Ovası Topraklarının Oluşu Temel Özellikleri ve Toprak Taksonomisi ile FAO/UNESCO Sistemine Göre Sınıflandırılması.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Işınkaralar, Ö. (2023). Arazi örtüsü değişiminin CORINE verisiyle modellenmesi: Ankara ilinin kentsel büyüme tahmini. *Artium: Architecture, Urbanism, Design and Construction*, *11*(1), 54-60, https://doi.org/10.51664/artium.1196926

IUSS Working Group WRB. (2007). *World Reference Base for Soil Resources 2006.* First update 2007 World Soil Resources Reports No. 103. FAO,Rome.

İbret, B. (2013). Türkiye'deki sarımsak tarımı ve Taşköprü sarımsağı üzerine coğrafi açıdan bir inceleme. *Marmara Coğrafya Dergisi, 12*, 17-50.

İbret, B. Ü. (2005). Türkiye'deki Sarımsak Tarımı ve Taşköprü Sarısmağı Üzerine Coğrafi Açıdan Bir İnceleme. *Marmara Coğrafya Dergisi*(12), 17-50.

İkincikarakaya, S. Ü., Beyaz, K. B., & Rezaeı, F. (2013). Doğal Kaynaklar ve Tarım. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6*(1), 104-109.

İrcan, M. R., & Duman, N. (2021). Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Şanlıurfa İklimi. *DTCF Dergisi, 61*(1), 68–93. doi:https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2021.61.1.3

İzbırak, R. (1975). *Coğrafya terimleri sözlüğü*. Mektupla Öğretim Merkezi Yayınları.

İzbırak, R. (1990). *Sular coğrafyası: Yeraltı suları, kaynaklar, akarsular, göller*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Jung, L. (1976). *Toprak Erozyonu ve Toprak Muhafazası.* (E. Orçun, & F. Saatçı, Çev.) İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:257, Ege Üniversitesi Matbaası.

Kacar, B. (2012). *Temel bitki besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.

Kacar, B., & Katkat, A. V. (2007). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği.* Nobel Yayın Dağıtım.

Kadiroğlu, A. (2025). *Yerfıstığı yetiştiriciliği.* Antalya: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/yerfistigi%20yetistiriciligi.pdf adresinden alındı

Kahraman, T., Avcı, R., & Yıldırım, M. (2021). Yulaf (Avena sativa L.) genotiplerinin tane verimi, verim komponentleri ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 24*(5), 1003–1010.

Kalelioğlu, E. (1966). Gaziantep Platosu ve çevresinin iklimi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*.

Kalpaklı, Y., Topal, A., & Balkan, A. (2022). *Killer, modifikasyon yöntemleri ve asit aktivasyonu.* Ankara: İksad Publishing House.

Kantarcı, M. D. (1983). *Türkiye'de arazi yetenek sınıfları ile arazi kullanımının bölgesel durumu*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

Kantarcı, M. D. (2000). *Toprak İlmi.* İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İÜ Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462. İstanbul.

Kara, K. (2011). *Tarla Bitkileri.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:192.

Karabulut, M. (2005). Otomatikleşmiş coğrafya ve coğrafi bilgi sistemleri. E.Ü. Coğrafya Bölümü Sempozyumları—III: Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi. (s. 193-200). Ege Üniversitesi.

Karakuş, K., Karakuş, S., & Çelikyürek, H. (2019). Ülke Toprakları ve Tarım Arazilerinin Bitkisel ve Hayvansal Üretim Faaliyeti Dışında Kullanımı. *Hayvan Bilimi Ve Ürünleri Dergisi, 2*(1), 84-90.

Karanfiloğlu, H. (2019). *Zeytin yetiştiriciliği.* Lefkoşa: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Karaoğlu, M. (2013). *Meteoroloji Klimatoloji Zirai Meteoroloji.* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Karaoğlu, M. (2018). Türkiye ziraat eğitiminde ziraî meteoroloji. *Journal of Agriculture, 1*(1), 42-48.

Karataş, N. (2022). *Nar yetiştiriciliği.* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin.

Karbuz, İ. (2016). Uzunköprü (Edirne)'nün iklim özellikleri. *International Journal of Social Science*(49), 359-373.

Kargı, S. P., Kafkas, E., & Dikkkaya, Y. R. (2015). Kayısı Yetiştiriciliği: Düşük Soğuklamalı Bazı Kayısı Çeşitlerinin KKTC Ekolojik Koşullarına Adaptasyonları (TAGEP Proje No.: 5.2.3.2). *KKTC Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*.

Kavak, O. (2013). *Diyarbakır ve çevresinde yer alan Karacadağ volkanitinin genel özellikleri. Y. K. Haspolat, K. Güven, N. Hamidi ve R. G. Güven (Ed.), Diyarbakır Karacadağ (s. 361–372). Dicle Üniversitesi Yayınları.*

Kaya, E., & Karaer, M. (2017). Kinoa Yetiştiriciliği ve Sağlık Açısından Önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10*(2), 21–26.

Kaygısız, H. (2004). *Domates yetiştiriciliği.* İstanbul: Hasat Yayıncılık.

Keleş, D. (2015). *Biber Yetiştiriciliği.* Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.

Kelley, P. W. (1960). *Alkali Topraklar Teşekülleri Özellikleri ve Islahları.* (Ö. Beyce, Çev.) Adana: Teknik Araştırmalar No:1, Zemin Matbaası.

Kendal, E. ve Sayar, M. S. (2013). Dicle ve Fırat Havzalarında Bilinçsiz Sulamanın Ekolojik Denge Üzerinde Oluşturduğu Riskler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, *6*(1), 89-91.

Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Methods.* Oxford University Press: New York, USA.

Kılıç, S. (2013). Örnekleme yöntemleri. *Journal of Mood Disorders, 3*(1), 44-46. doi:https://doi.org/10.5455/jmood.2013032501730

Kišš, V., Pagáč, J., Tárník, A., & Čimo, J. (2022). Changes in vegetation period length in Slovakia under the conditions of climate change for 1931–2110. *Sustainability, 14*(19). doi:https://doi.org/10.3390/su141912220

Kişić, I., Bogunovic, I., Zgorelec, Z., & Bilandžija, D. (2018). Effects of soil erosion by water under different tillage treatments on distribution of soil chemical parameters. *Soil & Water Research, 13*(1).

Klingebiel, A. A., & Montgomery, P. H. (1961). *Land Capability Classification US Department of Agriculture Handbook 210, GovernmentPrinter, Washington DC, US.*

Koçbulut, F., Tatar, O., Piper, J. D., & Akpınar, Z. (2012). *Anadolu-Arap Levhaları'nın çarpışma sürecinin paleomanyetik yöntemlerle incelenmesi: Karacadağ Volkanikleri (Diyarbakır) (Proje No: 110Y075). Sivas.*

Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi* (No. 72). Ege Üniversitesi.

Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (t.y.). *Kimyon yetiştiriciliği* [Broşür]. https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/K%C4%B0MYON.pdf

Köse, B. (2014). Işık ve Sıcaklığın Bağcılıktaki Yeri ve Önemi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1 (2)*, 203–212.

Köten, M., Ünsal, S., & Sağlam, H. (2015). *"Karacadağ pirinci"ne genel bir bakış* [Poster bildiri]. GAP VII. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye.

Kumar, L., & Mutanga, O. (2018). Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. *Remote Sensing, 10, Article No. 1509.* doi:https://doi.org/10.3390/rs10101509

Kurt, H., & Şahin, G. (2013). Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (Punica granatum L.) Tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*(27), 551-574.

Kürklü, A. (1995). Güneş Işınımı ve Hava Sıcaklığı Açısından Bitki-Çevre İlişkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture, 8*(1), 225-229.

Lahn, E. (1945). Anadolu'da Neojen ve Dördüncü Zaman volkanizması. *Türk Coğrafya Dergisi, 7-8*, 37-49. doi:https://doi.org/10.17211/tcd.54605

Liu, Y., de Vries, W. T., Zhang, G., & Cui, X. (2024). From tradition to smart: A comprehensive review of the evolution and prospects of land use planning tools. *Heliyon*, *10*(23), e040857. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40857

Ma, R., Hu, F., Xu, C., Liu, J., Yu, Z., Liu, G., Zhao, S., & Zheng, F. (2023). Vegetation restoration enhances soil erosion resistance through decreasing the net repulsive force between soil particles. *Catena*, *226*, 107085.

Mann, H. B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica, 13*(3), 163–171. doi:https://doi.org/10.2307/1907187

Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası.* İstanbul: Çantay Kitabevi.

McKenzie, N., Jacquier, D., Isbell, R., & Brown, K. (2004). *Australian Soils and Landscapes: An Illustrated Compendium.* Collingwood, Victoria: CSIRO Publishing.

Mengüç, V., Ölez, H., & Poyraz, H. (1968). *Çilek ve çilek yetiştiriciliği*. Yalova Bölge Bağ-Bahçe Araştırma Enstitüsü Yayınları.

Meral, U. B. (2019). Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Bitkisinin Önemi ve Üretimine Genel Bir Bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2*(2), 58-71.

Mercan, Ç., & Arpağ, S. (2020). Coğrafi bilgi sistem analizleri kullanılarak toprak ve arazi özelliklerinin değerlendirilmesi: Türkiye, Mardin ili arazisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7*(1), 23-33.

Munera-Echeverri, J.-L., Boulonne, L., Arrouays, D., Saby, N., Soler-Dominguez, N., Ratié, C., Jolivet, C., & Martin, M. P. (2025). Bulk density and coarse fragment content of the French soil monitoring network for better assessment of changes of soil organic carbon stocks. *Catena*, *248*, 108609.

Muştu, Ç. (2021). Safranının (Crocus sativus L.) özellikleri, tarihçesi ve gıdalarda kullanımı üzerine bir araştırma. *Food and Health, 7*(4), 300-310. doi:https://doi.org/10.3153/FH21031

Müftüoğlu, N. M., & Demirer, T. (1998). Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29*(1), 175–185.

Nişancı, A. (1990). *Klimatoloji*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları.

Oakes, H. (1958). *Türkiye Toprakları.* Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği Neşriyatı Sayı:18,Ege Üniversitesi Matbaası.

Oğuz, H. (2008). *Toprak Bilgisi Ders Notu.*

Okur, N. (2021). *Toprak bilimi ve bitki besleme.* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Okuroğlu, M., Yağanoğlu, A. V., & Yardımcı, N. (2015). *Meteoroloji - I.* Atatürk Üniversitesi Yayınları No:833, Ziraat Fakültesi Yayınları No:328.

Okursoy, R. (2000). Tarım topraklarının yoğun tarla trafiğine bağlı sıkışma sorunları ve toprak sıkışıklığının bitkisel üretime olan etkileri. *Bursa'da Tarım Dergisi*(7), 20-22.

Okuyucu, F., & Rock Okuyucu, B. (1988). Yem Bezelyesi. *Journal of Animal Production, 29-30*(1), 31-33.

Onur, C. (1988). Nar özel sayı. *Derim Dergisi. 5 (4). Narenciye Araştırma Enstitüsü-Antalya*.

Orak, A., & Gökkaaya, G. (2014). *Yonca Tarımı.* İlgi Matbaacılık.

Öktem, A. (2016). Şanlıurfa Koşullarında Karacadağ Çeltiği (Oryza sativa L.) Yetiştiriciliği Üzerine Anket Çalışması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 3*, 102-108.

Öktem, A., & Dal, M. (2014). A Study on determination of cluster characteristics of Karacadağ rice (Oryza sativa). International Mesopotamia Agriculture Congress / IMAC 2014., (s. 453-457). 22-25 September, Diyarbakır-Türkiye.

Özcan, M. (2005). *Trabzon hurması yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık.

Özçağıran, R. (2002). Çiçekli bitkilerde tozlanma ve çiçektozu taşıyıcıları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39*(2), 151-158.

Özçalabı, R. (1990). *Kavun Yetiştiriciliği.* Ankara: Tarım ve köy işleri bakanlığı.

Özdemir, M. A., & Bozyurt, O. (2003). Ankara'da Oraj Türleri ve Yıl İçindeki Dağılışları. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 115-130.

Özdemir, N., Demir, Z., & Bülbül, E. (2022). Relationships between some soil properties and bulk density under different land use. *Soil Studies*, *11*(2), 43–50.

Özdemir, S. (2002). *Yemeklik Baklagiller.* İstanbul: Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.

Özdemir, S., Özkan, K., & Mert, A. (2020). An ecological perspective on climate change scenarios. *Biological Diversity and Conservation, 13*(3), 361–371.

Özkan, Y. (2005). Organik ceviz yetiştiriciliği ve Türkiye açısından önemi. *BAHÇE Ceviz, 34*(1), 177–185.

Öztekinci, M. (2023). *Küre Dağları Millî Parkı'nın vejetasyon ekolojisi ve iklim değişikliği senaryolarına göre değerlendirilmesi (Doğu Kayını örneği).* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi.

Özür, N., & Ataol, M. (2018). Türkiye'de CORINE verilerinin kullanılmasına dair değerlendirme. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *9*(2), 110-130.

Özür, N., & Ataol, M. (2018). Türkiye'de CORINE verilerinin kullanılmasına dair değerlendirme. *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9*(2), 110–130.

Partal, T. (2003). *Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi* . (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Pekcan, T. (2016). *Zeytinin tanımı, önemi, ekolojik istekleri ve zeytinde gübreleme. İ. Yokaş (Ed.), Zeytin ve zeytinyağı (s. 5-53).* Ankara: EFLATUN Basım Dağıtım Yayıncılık.

Pektezel, H. (1999). *Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Ceylanpınar Ovası'nın ziraat yapısı üzerinde yaptığı ve yapacağı ekonomik değişiklikler*, (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Polyakov, V., & Lal, R. (2004). Modeling soil organic matter dynamics as affected by soil water erosion. *Environment International, 30*(4), 547-556.

Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC). (2023). *A'dan Z'ye iklim değişikliği başucu rehberi.* Ankara.

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (Vol. 78, No. 2, p. 154). LWW.

Rivandi, H., Rezvan, S., Jami Moein, M., Massoud Sinaki, J., & Damavandi, A. (2024). Adaptation strategies for cumin in Sabzevar, Iran: planting date and irrigation management. *Water Supply*, *24*(7), 2271–2284. https://doi.org/10.2166/ws.2024.142

Saatçı, F. (1975). *Toprak ilmi*. Ege Üniversitesi Matbaası.

Sağlamtimur, T., Tansı, V., & Baytekin, H. (1998). *Yem Bitkileri Yetistirme.* Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:C-74.

Sanchez, C. A. (2007). Phosphorus. In: Barker, V.A. and Pilbeam, J.D., Eds., Handbook of Plant Nutrition, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 51-90.

Savaş, R. (1969). *Ticaret ve Endüstri Bitkileri (Özel Tarla Ziraati).* Kardeş Matbaası.

Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristics estimates by textures and organic matter for hydrologic solutions. *Soil Science Society of America Journal*, *70*, 1569–1578.

Saya, Ö., & Güney, E. (2014). *Türkiye Bitki Coğrafyası.* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Scheffer, F., & Schachtschabel, P. (1998). *Lehrbuch der Bodenkunde (14. Aflage).* G. Enke Verlag, Stuttgart.

Sepetçioğlu, M. Y., Yenigün, K., Gerger, R., & Gülağacı, R. S. (2010). Şanlıurfa-Suruç ovası sulama projesi. *e-Journal of New World Sciences Academy, 5*(4).

Serin, Y., Tan, M., & Çelebi, H. B. (1997). Erzurum yöresine uygun burçak (Vicia ervilia (L.) Willd.) hatlarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6*(2), 13-22.

Sever, R. (2011). Coğrafya öğretim programlarında doğal mevsim kavramı. *Doğu Coğrafya Dergisi, 10*(13), 117–133.

Sezer, L. İ. (1990). Türkiye'de ortalama yıllık sıcaklık farkının dağılışı ve kontinentalite derecesi üzerine yeni bir formül. *Ege Coğrafya Dergisi*(5), 110-159.

Šiška, B., Špánik, F., Repa, Š., & Gálik, M. (2005). Praktická biometeorológia (Practical biometeorology). *Slovenská Pol'nohospodárska Univerzita: Nitra, Slovakia, 102*.

Sözer, A. N. (1984). Güneydoğu Anadolu'nun doğal çevre şartlarına coğrafi bir bakış. *Ege Coğrafya Dergisi, 2*, 8-30.

Star, J., & Estes, J. (1990). *Geographic Information Systems: An Introduction.* Prentice Hall.

Sütçü, Y. F. (2008). *Türkiye jeoloji haritaları: Diyarbakır-M43 paftası* (No. 74). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.

Sütgibi, S. (2023). Ege Bölgesi'nde Vejetasyon Süresi ile Vejetasyon Dönemi Başlama ve Son Bulma Tarihlerindeki Değişme ve Eğilimler. *Coğrafya Dergisi – Journal of Geography, 46*, 31-38. doi:10.26650/JGEOG2023-1158863

Süzer, S. (1994). Tarla tarımında toprak ve toprak işlemenin önemi. *Marmara'da TARIM*(61-62), 38-40.

Şahin, G. (2014). Türkiye'de yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) yetiştiriciliği ve bir coğrafi işaret olarak Osmaniye yerfıstığı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, *13*(3), 619-644.

Şahin, G., & Taşlıgil, N. (2016). Stratejik önemi artan bir endüstri bitkisi: Aspir (Carthamus tinctorius L.). *Türk Coğrafya Dergisi, 66*, 51–62.

Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). *Özel sebzecilik*. Onur Grafik Matbaası.

Şaroğlu, F., & Emre, Ü. (1987). Karacadağ volkanitlerinin genel özellikleri ve Güneydoğu Anadolu otoktonundaki yeri. *Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı*, (s. 384–391).

Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 24, 39–50*.

Şaroğlu, F., & Yılmaz, Y. (1987). Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 107, 73–94.

Şengör, C. (1980). *Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları.* New York: Department of Geological Science.

Şengöz, T.E. (2006-2019). "Killerin Kullanım Alanları, Killerin Mühendislik Özellikleri ve İmara Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Çalışmalarında Killerin Önemi" Dan. Prof. Dr. Muazzez ÇELİK KARAKAYA, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

Şengün, M. T., & Kıranşan, K. (2016). Bulanık-Malazgirt(Muş) Havzası'nın iklim özellikleri. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(12), 21-50.

T.C. Ankara Valiliği, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. (2015). *Vişne yetiştiriciliği.* https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/Vi%C5%9Fne%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf adresinden alındı

T.C. Konya Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (tarih yok). *Kimyon Yetiştiriciliği [Cuminum Cyminum].* https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/K%C4%B0MYON.pdf adresinden alındı

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2009). *Elma yetiştiriciliği (Bahçecilik) (MEGEP - Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi).*

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Ortaöğretim projesi: Laboratuvar hizmetleri - Toprakta makro besin elementi analizleri–1 (524LT0108).* Ankara.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2015). *Laboratuvar Hizmetleri: Toprakta Verimlilik Analizleri.* Ankara.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). *Tarım: Yağ Bitkileri.* Ankara.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. (2023). *Güneydoğu Anadolu Projesi Son Durum.* https://www.gap.gov.tr/Icerik/Dosya/www.gap.gov.tr_55_VF5U84NZ_gapta-son-durum.pdf adresinden alındı

T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. (2008). *Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat.* Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. (2021). *İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu.* Ankara.

Tan, A. Ş. (2007). *Ayçiçeği tarımı (Çiftçi Broşürü No: 136)*. İzmir: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Tan, M., & Temel, S. (2019). *Her yönüyle kinoa: Önemi, kullanılması ve yetiştiriciliği.* Ankara: İksad Yayınevi.

Tangu, N. A. (tarih yok). Trabzon hurması yetiştiriciliği (Çiftçi broşürü). *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yalova*. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Belgeler/brosurler/TrabzonHurmasi.pdf adresinden alındı

Tanoğlu, A. (1968). *Ziraat Hayatı Cilt; 1: Ziraat Tarihine Bir bBakış ve Orta İklim Memleketlerinde Ziraat.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No:177, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 8.

Tardu, T., Başkurt, T., Güven, A., Us, E., Dinçer, A., Tuna, M. E., & Tezcan, U. S. (1987). Akçakale grabeninin yapısal stratigrafik özellikleri ve petrol potansiyeli. *Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı*, (s. 36-49).

Tarhan, N., Havzoğlu, T., Ünal, M., Beyazpirinç, M. ve Ayduran, N. (2012). Karkamış-Akçakale-Ceylanpınar (Şanlıurfa) dolayının jeolojisi. *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11498*. Ankara (Yayımlanmamış).

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM). (2023). *İdare faaliyet raporu 2023.*

Tarkan, M. T. (1973). *Zirai Kimatoloji.* Ankara: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:30, Edebiyat Fakültesi Yayınları No:48, Ders Ktapları Seri No:2,Sevinç Matbaası.

Taşçıoğlu, S., & Aydın, A. (2017). *Tüm Yönleriyle Toprak Bilimi ve Toprak Kirlenmesi.* Çağlayan Kitabevi.

Taşlıgil, N., & Şahin, G. (2009). Türkiye'de yerfıstığı ziraatı. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi* (s. 233–236). Hatay.

Taylor, H. M., Roberson, G. M., & Parker, J. J. (1966). oil strength-root penetration relations for medium- to coarse-textured soil materials. *Soil Science, 102*(1), 18-22.

Temel, M. (2012). Biçerdöver ve Anız Yangınları. *Türkiye Ziraat Odası Yayınları*(42).

Terzi, S. (2017). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Uygulanan Çevre Politikası Araçlarının Değerlendirilmesi.* Uzmanlık tezi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Terzioğlu, Ö. (1987). *Özel Tarla Ziraati (Tahıllar-Endüstri Bitkileri)*. Ankara: Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı.

Tokel, D. (2021). Dünya Pamuk Tarımı ve Ekonomiye Katkısı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10*(2).

Topal, R. Ş. (2010). Tarım sektörünün topluma karşı sorumlulukları. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12*(1), 1–31.

Topçu, P., Yavuz, Ö., & Tolunay, A. (2022). Sürdürülebilir toprak yönetiminde toprak organik karbonunun önemi. *Turkish Journal of Forest Science, 6*(2), 604-614.

Topuz, F. (2022). *Ceviz Yetiştiriciliği.* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin.

Tugay, M. E., Yılmaz, G., & Akdağ, C. (1994). *Özel tarla bitkileri* (Ders notları). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.

Tuğay, M. E. (2012). Türk Tarımında Bitkisel Üretimi Artırma Yolları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, *5*(1), 1-8.

Tunç, G., & Kaman, H. (2022). Tarım topraklarında tuzluluk sorunu. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10*(11), 2232–2236. doi:https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i11.2232-2236.5549

Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye'de relief şekilleri ve arazi kullanımı*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

Turhan, Ş. (2005). Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi, 11*(1), 13–24.

Tutar, H. (2022). *Adım-Adım Bilimsel Makale ve Tez Yazım Teknikleri (Makale ve Tez Yazmanın İncelikleri).* Kocaeli/İzmit: Umuttepe Yayınları.

Türkeş, M. & Erlat, E. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic oscillation during the period 1930-2001. *Theoretical and Applied Climatology*, *81*, 45-69.

Türkeş, M. (1995). Türkiye'de yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin ve eğilimlerin iklim değişikliği açısından analizi. *Çevre ve Mühendis, 3*(9), 9-15.

Türkeş, M. (2017). *Genel Klimatoloji: Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri.* Kriter Yayınları.

Uluocak, N. (1980). Toprak koruyucu doğal bitki örtüsü ve indikatör olaylar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 30*(1), 64-85. doi:https://doi.org/10.17099/jffiu.28284

Umut, M. (2011). *Türkiye jeoloji haritaları: Diyarbakır-N43 paftası* (No. 167). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.

Uslu, Ö. S., & Kaya, M. (2021). *Yonca (Medicago sativa L.) yem bitkilerinin kraliçesi.* Ankara: IKSAD Publishing House.

Uysal, O. (2012). Pikan yetiştiriciliği. *T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu. Erdemli-Mersin*.

Uzunlar, A., Öz, A., & Diş, M. Ö. (2022). Modifiye Yaklaşımların Evapotranspirasyon Tahminlerine Etkisi: Van Örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37*(4), 973-988. doi:https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1230919

Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı)*. Ankara: T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları,Genel Yayın No: 209; Teknik Yayınlar No: T.66.

Ünal, A. (2016). Sert çekirdekli meyve türleri ve zeytin yetiştiriciliği. V. Şeniz & V. Erdoğan (Ed.), *Bahçe tarımı-II* içinde. Anadolu Üniversitesi.

Ünal, Y. (2023). *Küresel İklim Projeksiyonları ve Türkiye'de İklim Değişimi. M. Emin Aydın & A. Duran Şahin (Ed.), İklim Değişimi Çerçevesinde Su Kaynaklarının Mevcut Durumu ve Geleceği (s. 29-48).* Türkiye Bilimler Akademisi.

Ünaldı, E. (2009). *Türkiye yağışlarında sinoptik yaklaşım ve Akdeniz Bölgesi örneği 1*. Gazi Kitapevi Yayınları.

Ünaldı, Ü. E. (1999a). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Orta Fırat Bölümü'nün buharlaşma, nemlilik ve yağış koşulları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *7*(2), 153-184.

Ünaldı, Ü. E. (1999b). Orta Fırat Bölümü'nün sıcaklık (termik) özellikleri. *G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*(1), 69-81.

Ünaldı, Ü. E., & Toroğlu, E. (2007). Aladağlar'da bitki formasyonları ve dağılışı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(2), 227-240.

Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ. (2000). Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Yayınları*. İzmir.

Vural, M. (2016). *Tarla Bitkileri Tarımı.* Şanlıurfa: Elif Matbaası.

Wood, M., & Litterick, A. M. (2017). Soil health – What should the doctor order? *Soil Use and Management, 33*(2), 339–345. doi: https://doi.org/10.1111/sum.12344

Xu, D.-Q., Gao, W., & Ruan, J. (2015). Effects of light quality on plant growth and development. *Plant Physiology Journal, 51*, 1217–1234. doi:https://doi.org/10.13592/j.cnki.ppj.2015.1002

Yalçınkaya, M. E. (1989). *Ziraat coğrafyası açısından Güneydoğu Anadolu Projesi* (Yayımlamamış yüksek lisans tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yavuzşefik, Y. (1998). *Peyzaj Onarım Tekniği. Teknik Not.* Düzce: Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Orman Fakültesi.

Yenmez, N. (2003). *Güneydoğu Anadolu Projesi'nde Fırat Bölümü'nün ziraat coğrafyası* (Yayımlanmamış Doktora tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yeşilsoy, M. Ş. (1995). *Toprak Amenajmanı*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

Yetiş, A. D. (2013). *Ceylanpınar ovası yeraltı suyu kalitesinin ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesi.* Basılmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yetmen, H. (2020). *Türkiye iklimi*. Kriter Yayınevi.

Yıldız, N. (1996). Tarımsal faaliyetlerin etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27*(2), 324-333.

Yılmaz, M., Özgüven, A. I., Ak, B. E., & Çetiner, S. (1993). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu (Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 57; GAP Yayınları No: 72). Adana.

Yılmaz, Y. (1981). Rift, Alokojen, İmipaktojen ve Türkiye'den Örnekler. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Konferans Dizisi, 17*.

Yolcu, H., & Tan, M. (2008). Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14*(3), 303-312.

Yu, Y.-S., Zou, S., & Whittemore, D. (1993). Non-parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. *Journal of Hydrology, 150*(1), 61–80. doi:https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90156-4

Yurtkulu, V. (2022). *Aronya fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi.* Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.

Yurtvermez, B., & Gıdık, B. (2021). Yağlı tohumlu bitkiler ve kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4*(2).

Zengin, M. ve Özbahçe, A. (2014). *Bitkilerin iklim ve toprak istekleri* (Düzenlenmiş 2. Baskı). Atlas Akademi.

Zeybek, N. (1968). *Bitki ekolojisi ve coğrafyası pratik çalışmalar kılavuzu.* İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 21.

Yararlanılan İnternet Kaynakları

Url 1: https://www.tigem.gov.tr/Isletme/Detay/f1eddd98-1840-ee11-b80e-00155d019b76: Erişim Tarihi: 14/06/2025

Url 2: https://sozluk.gov.tr/ : Erişim tarihi 21/12/2024

Url 3: https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/nedir.html : Erişim tarihi: 21/12/2024

Url 4: https://www.suyapi.com.tr/tr/18275/Mardin-Ceylanpinar-Ovalari-Sulamasi Erişim Tarihi: 06/01/2025

Url 5: https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/5972/Bakan-Yumakli-Mardin-Ceylanpinar-Ana-Kanali-Uretimimizi-Saha-Kaldiracak Erişim Tarihi: 11/01/2025

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Araştırmada yararlanılan meteoroloji istasyonları ve künyeleri 43

Tablo 2: Araştırma sahası ve yakın çevresi ile ilgili diğer tez çalışmaları 93

Tablo 3: Araştırma alanında morfografik birimlerin alansal ve oransal dağılımı 111

Tablo 4: Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre alansal ve oransal dağılımı 124

Tablo 5: Araştırma alanına ait eğim gruplarının alansal (km²) ve oransal (%) dağılımı 129

Tablo 6: Araştırma alanına ait bakı gruplarının alansal (km²) ve oransal (%) dağılımı 132

Tablo 7: Ceylanpınar'da günlük ortalama güneşlenme süresinin ve şiddetinin yıl içindeki değişimi 161

Tablo 8: İstasyonların yükselti, ortalama sıcaklık, en sıcak ay ortalaması, en soğuk ay ortalaması, amplitüd ve karasallık değerleri (Conrad ve Gorczynski Formülü) 166

Tablo 9: Araştırma alanında bulunan istasyonların aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C) 172

Tablo 10: İstasyonlara göre mevsimlik sıcaklık (°C) ortalamaları 178

Tablo 11: Gürsoy (1950)'a göre Ceylanpınar İstasyonu'nun gerçek mevsim süreleri ve ölçümlenen ortalama değerleri..... 182

Tablo 12: Gürsoy (1950)'a göre Viranşehir İstasyonu'nun gerçek mevsim süreleri ve ölçümlenen ortalama değerleri..... 182

Tablo 13: İstasyonlara göre soğuk ve sıcak dönem ortalama sıcaklık değerleri (°C) 184

Tablo 14: Eşik sıcaklık değerine göre (8 °C) araştırma alanı vejetasyon süresinin başlangıç-bitiş zamanı..... 194

Tablo 15: Eşik sıcaklık değerine göre (10 °C) araştırma alanı vejetasyon süresinin başlangıç-bitiş zamanı..... 195

Tablo 16: Viranşehir İstasyonu meteorolojik verilerine göre belirlenen vejetasyon süreleri 196

Tablo 17: Ceylanpınar İstasyonu meteorolojik verilerine göre belirlenen vejetasyon süreleri 197

Tablo 18: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık frekanslarının dağılışı 199

Tablo 19: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık frekanslarının dağılışı..... 200

Tablo 20: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri (°C) 202

Tablo 21: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri (°C) 204

Tablo 22: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait maksimum mutlak ekstrem sıcaklık değerleri..... 209

Tablo 23: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait minimum mutlak ekstrem sıcaklık değerleri..... 209

Tablo 24: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonu verilerine göre yaz günü sayıları 211

Tablo 25: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonu verilerine göre tropikal gün sayıları 212

Tablo 26: Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarında don olaylı gün sayıları 218

Tablo 27: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 5 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri..... 220

Tablo 28: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 10 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri 221

Tablo 29: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında 20 cm toprak derinliğindeki sıcaklık verileri 222

Tablo 30: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum hava basıncı değerleri (hPa)..... 224

Tablo 31: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum hava basıncı değerleri (hPa)..... 225

Tablo 32: Viranşehir İstasyonu'nda mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı 228

Tablo 33: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık hâkim rüzgâr yönleri ve bunlara karşılık gelen yüzdesel dağılımları 229

Tablo 34: Ceylanpınar İstasyonu'nda mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı..... 230

Tablo 35: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık hâkim rüzgâr yönleri ve bunlara karşılık gelen yüzdesel dağılımları 232

Tablo 36: Viranşehir İstasyonu aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönlere göre dağılımı 233

Tablo 37: Ceylanpınar İstasyonu aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönlere göre dağılımı 235

Tablo 38: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama rüzgâr hızı (m/sn) 237

Tablo 39: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında gözlenen kuvvetli rüzgâr esme gün sayıları dağılımı 237

Tablo 40: Viranşehir İstasyonu'na ait maksimum rüzgâr yönü ve hızı 238

Tablo 41: Ceylanpınar İstasyonu'na ait maksimum rüzgâr yönü ve hızı 239

Tablo 42: Ceylanpınar İstasyonu'nun aylık ortalama açık yüzey buharlaşması (mm) 240

Tablo 43: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait ortalama su buharı basıncı değerleri (hPa)..... 241

Tablo 44: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerleri (%) 245

Tablo 45: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerleri (%) 246

Tablo 46: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait aylık ortalama bulutluluk miktarı (8 oktalık sistem) 248

Tablo 47: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonları için kaydedilen açık gün sayıları 249

Tablo 48: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının bulutlu gün sayıları 250

Tablo 49: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının kapalı gün sayıları..... 250

Tablo 50: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarının ortalama yağış, en yüksek aylık yağış ortalaması, en düşük aylık yağış ortalaması, yağış amplitüdü ve yağış karasallığı değerleri..... 253

Tablo 51: Viranşehir ve Ceylanpınar meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık yağış miktarlarının seyri ile frekans dağılımı..... 255

Tablo 52: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında günlük toplam yağışın 0,1 mm ve üzerinde olduğu gün sayısı 258

Tablo 53: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kaydedilen maksimum günlük yağış miktarı 260

Tablo 54: Viranşehir İstasyonu'nda mevsimlere göre yağış miktarı ve frekans dağılımı 262

Tablo 55: Ceylanpınar İstasyonu'nda mevsimlere göre yağış miktarı ve frekans dağılımı 263

Tablo 56: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kar yağışlı gün ortalaması 264

Tablo 57: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında dolu yağışlı gün ortalaması ... 266

Tablo 58: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında kırağılı günler sayısının yıl içindeki değişimi 268

Tablo 59: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında çiyli günler sayısının yıl içindeki değişimi 269

Tablo 60: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında orajlı günler sayısının yıl içindeki değişimi 270

Tablo 61: İnceleme sahasındaki meteoroloji istasyonlarının Erinç Yağış Etkinlik İndis formülüne göre aylık, mevsimlik ve yıllık indis değerleri 274

Tablo 62: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Viranşehir'in su bilançosu 277

Tablo 63: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Ceylanpınar'ın su bilançosu . 279

Tablo 64: İstasyonların Thornthwaite yöntemine göre iklim tasnifleri 280

Tablo 65: Emberger iklim sınıflandırmasına göre Karacadağ güney kesimi istasyonlarının iklim karakteri 282

Tablo 66: Araştırma sahasındaki istasyonların ölçümlenen iklim parametrelerinin yıllık ve mevsimlik düzeyde eğilim durumları 285

Tablo 67: Araştırma alanı toprak numunelerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları 316

Tablo 68: Araştırma sahasındaki toprak gruplarının alansal (km^2) ve oransal (%) dağılımı 371

Tablo 69: Karacadağ güney kesiminde araziden yararlanma durumunun alansal ve oransal dağılımı 393

Tablo 70: Arazinin nitelik ve verimliliklerine göre sınıflandırılma ve yararlanma biçimleri 399

Tablo 71: Karacadağ güney kesiminde arazinin nitelik ve verimlilik sınıflarının alansal ve oransal dağılımı 401

Tablo 72: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen serin iklim tahıllarının yıllara göre üretim miktarları seyri 410

Tablo 73: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sıcak iklim tahıllarının yıllara göre üretim miktarları seyri 417

Tablo 74: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yağ bitkilerinin yıllara göre üretim miktarları seyri 428

Tablo 75: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen baklagillerin yıllara göre üretim miktarları seyri 433

Tablo 76: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yem bitkilerinden fiğ üretim miktarlarının yıllara göre değişimi 437

Tablo 77: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen fiğ dışındaki yem bitkilerinin yıllara göre üretim miktarları seyri 442

Tablo 78: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen pamuğun yıllara göre üretim miktarları seyri 447

Tablo 79: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen patatesin yıllara göre üretim miktarları seyri 450

Tablo 80: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen kimyonun yıllara göre üretim miktarları seyri 453

Tablo 81: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yeşil yapraklı (yeşillikler) sebzelerin yıllara göre üretim miktarları seyri 459

Tablo 82: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen kabakgiller familyasından karpuz, kavun, hıyar (sofralık) ve acurun yıllara göre üretim miktarları seyri 469

Tablo 83: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen patlıcangiller familyasından patlıcan, salçalık (kapya), dolmalık, sivri ve kurutmalık biber ile sofralık ve salçalık domatesin yıllara göre üretim miktarları seyri 478

Tablo 84: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen bamyanın yıllara göre üretim miktarları seyri 482

Tablo 85: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen soğanlı bitkiler grubundan taze ve kuru soğan ile kuru sarımsağın yıllara göre üretim miktarları seyri 487

Tablo 86: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyveler olarak elma, armut ve ayvanın yıllara göre üretim miktarları seyri 496

Tablo 87: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sert çekirdekli meyveler olarak kayısı, kiraz, vişne, şeftali, nektarin ve eriğin yıllara göre üretim miktarları seyri 504

Tablo 88: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen üzümsü ve diğer meyveler grubunda sofralık üzüm (çekirdekli), incir, dut ve narın yıllara göre üretim miktarları seyri 511

Tablo 89: Araştırma sahasında 2004-2024 yılları arasında yetiştirilen sert kabuklu meyveler olarak badem, Antep (Şam) fıstığı ve ceviz ile hem sofralık hem de yağlık olarak değerlendirilen zeytin yıllara göre üretim miktarları seyri .. 523

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Çalışmaya ait iş-akış diyagramı 41

Şekil 2: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait analiz edilen başlıca iklim parametreleri 45

Şekil 3: Araştırma sahasına ait jeomorfolojik blokdiyagram (Gürel, 1992'den yeniden düzenlenmiştir) 110

Şekil 4: Araştırma alanında morfografik birimlerin oransal dağılımı (%) 111

Şekil 5: Araştırma alanına ait yükselti basamaklarının alansal (km²) dağılımı 125

Şekil 6: Araştırma alanına ait yükselti basamaklarının oransal (%) dağılımı 126

Şekil 7: Araştırma alanına ait eğim gruplarının alansal (km²) dağılımı 130

Şekil 8: Araştırma alanına ait eğim gruplarının oransal (%) dağılımı 130

Şekil 9: Araştırma alanına ait bakı gruplarının alansal (km²) dağılımı 133

Şekil 10: Araştırma alanına ait bakı gruplarının oransal (%) dağılımı 133

Şekil 11: Ceylanpınar'da güneşlenme süresi ve güneşlenme şiddetinin aylara göre değişimi 162

Şekil 12: Viranşehir İstasyonu'nda güneş ışınlarının geliş açısının ekinoks ve solstis tarihlerine göre değişimi 164

Şekil 13: Ceylanpınar İstasyonu'nda güneş ışınlarının geliş açısının ekinoks ve solstis tarihlerine göre değişimi 164

Şekil 14: Viranşehir İstasyonu'nda yıllık ortalama sıcaklık seyri 172

Şekil 15: Ceylanpınar İstasyonu'nda yıllık ortalama sıcaklık seyri 173

Şekil 16: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında sıcaklığın mevsimlere göre dağılışı 179

Şekil 17: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (5°C aralıklarla) ... 187

Şekil 18: Viranşehir İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (8°C aralıklarla) ... 188

Şekil 19: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (5°C aralıklarla). 189

Şekil 20: Ceylanpınar İstasyonu'nda günlük sıcaklık ortalamaları (8°C aralıklarla). 190

Şekil 21: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki değişimi 205

Şekil 22: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki değişimi 205

Şekil 23: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait yaz günü sayıları 211

Şekil 24: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarına ait tropikal gün sayıları 212

Şekil 25: Ceylanpınar İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklıkların yıllar arası değişim grafiği..... 215

Şekil 26: Viranşehir İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklıkların yıllar arası değişim grafiği..... 216

Şekil 27: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında don olaylı günlerin yıllık seyri 218

Şekil 28: Viranşehir İstasyonu'nda toprakaltı sıcaklıklarının aylara göre değişimi .. 222

Şekil 29: Ceylanpınar İstasyonu'nda toprakaltı sıcaklıklarının aylara göre değişimi 223

Şekil 30: Viranşehir İstasyonu'na ait mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı 229

Şekil 31: Ceylanpınar İstasyonu'na ait mevsimlere göre rüzgâr yönü dağılımı 231

Şekil 32: Viranşehir İstasyonu'na ait aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönleri 234

Şekil 33: Ceylanpınar İstasyonu'na ait aylık ortalama rüzgâr esme sayıları ve yönleri 236

Şekil 34: Viranşehir İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerlerinin seyri 245

Şekil 35: Ceylanpınar İstasyonu'na ait ortalama, maksimum ve minimum nispi nem değerlerinin seyri 247

Şekil 36: Viranşehir ve Ceylanpınar istasyonlarında yağışın yıl içindeki seyri..... 255

Şekil 37: Viranşehir İstasyonu'nda yağışın mevsimlere göre dağılışı (%) 262

Şekil 38: Ceylanpınar İstasyonu'nda yağışın mevsimlere göre dağılışı (%)..... 263

Şekil 39: Karacadağ güney kesiminde araziden yararlanma durumunun oransal dağılımı (%)..... 394

Şekil 40: Karacadağ güney kesiminde arazinin nitelik ve verimlilik sınıflarının oransal dağılımı (%)..... 401

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1: Araştırma sahasında toprak örneklemesi amacıyla açılan çukurun kazım süreci (a) ve numune alımı için hazırlanan çukur (b) 61

Fotoğraf 2: Arazi çalışmalarından toplanan toprak numunelerinin, laboratuvar analizi öncesinde güneş görmeyen bir ortamda kurutulması (a) ile içerisine ve dışarısına etiket konularak poşetlenmesi aşaması (b) 62

Fotoğraf 3: Laboratuvar ortamında, arazi çalışmalarından elde edilen toprak örneklerinin pH analizlerinin yapıldığı masa tipi pH ölçüm cihazı 64

Fotoğraf 4: Laboratuvar ortamında, toprak numunelerinin kireç içeriğini belirlemek için kullanılan Kalsimetre (Schibler tipi) cihazı 65

Fotoğraf 5: Araştırma sahasında geniş yer kaplayan Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşının görünümü 98

Fotoğraf 6: Araştırma sahasında, Kavurga Köyü çevresinde gözlemlenen Alt Miyosen yaşlı neritik kireçtaşı. Bu formasyon, İbrahimağa (Aslanbaba) Deresi tarafından yarılmış olup, yamaçlarında çok sayıda doğal mağaraya ev sahipliği yapmaktadır. 98

Fotoğraf 7: Araştırma sahasında geniş yer kaplayan Üst Miyosen dönemine ait bazaltlar 103

Fotoğraf 8: Araştırma sahasının dağlık kesiminde yer alan Karınca Köyü yakınlarında, geniş alanları kaplayan Üst Pliyosen yaşlı bazaltik yayılımlar 104

Fotoğraf 9: Araştırma sahasında bulunan Kuruçeşme Köyü ve yakın çevresinde gözlemlenen Üst Pliyosen-Alt Pleistosen yaşlı volkanik malzemeler. 106

Fotoğraf 10: Araştırma sahasının kuzeyinde yer alan ve Karacadağ volkanizmasıyla ilişkili bir parazit koni. 109

Fotoğraf 11: Araştırma sahasının en yüksek noktası olan Kamerseki Tepesi ve yakın çevresi ile güneyinde konumlanan Ballıca Köyü'nün genel görünümü. Burası bazaltik malzemelerden belirgin bir şekilde yükselerek morfolojik bir birim oluşturmuştur. 113

Fotoğraf 12: Araştırma sahasında yer alan, 957 metre yüksekliğindeki piroklastik karakterli Kırmızı Tepe parazit volkan konisi. 114

Fotoğraf 13: Viranşehir Platosu'nun tipik görünümü ve üzerinde yoğun olarak gözlemlenen bazaltik malzemeler..... 116

Fotoğraf 14: Ceylanpınar Ovası'nın en güneyinde kurulmuş olan Ceylanpınar şehri. 117

Fotoğraf 15: Karacadağ çevresinde zirai potansiyelin değerlendirilmesinde kritik rol oynayan kaynak suları, çeltik ziraati için tarlalara akarken..... 138

Fotoğraf 16: İbrahimağa (Cırcıp) Deresi güzergahında doğu yamaçta yer alan kireçtaşı birimleri akarsuyun aşındırmasıyla basamaklı bir yapı oluştururken batı yamaçta bazalt lavları daha yayvan bir topografya sunmaktadır. Bu durum morfolojinin litolojiye bağlı olarak farklı şekil kazandığını göstermektedir. 142

Fotoğraf 17: Araştırma sahasında hidrografik yapının önemli bir parçası olan Aliyatelli (Sesik) Deresi. Beğrük Köyü civarında çekilen bu fotoğrafta, derenin akış güzergahında yer alan bir pamuk tarlası da görülmektedir. 143

Fotoğraf 18: Araştırma sahasında bitkisel üretim potansiyelini artıran ve yörede sulu tarım faaliyetlerini destekleyen Mardin-Ceylanpınar Ana Kanalı'ndan bir görünüm..... 147

Fotoğraf 19: Karacadağ'da, ağaç örtüsünün korunması ve geliştirilmesi amacıyla yapılan yerel ağaçlandırma faaliyetlerine örnek teşkil eden bir alan..... 150

Fotoğraf 20: Aslanbaba Deresi yamaçlarında yaşam alanı bulan menengiçler..... 152

Fotoğraf 21: Genellikle kurak-yarı kurak karakter gösteren araştırma sahasının kuzeyini kapsayan Kamerseki tepesi ve yakın çevresinde kış aylarında sık sık kar yağışı gözlenmektedir. 265

Fotoğraf 22: Araştırma sahasının güneyinde bazalt örtüsünün aşınmasıyla neritik kireçtaşları üzerinde kırmızımsı kahverengi topraklar gelişmiş, bazaltik malzeme ise yer yer toprak içinde blok kalıntılar halinde korunmuştur**.** ... 361

Fotoğraf 23: Araştırma sahasında yaygın olarak görülen kırmızımsı kahverengi toprak örtüsü. 362

Fotoğraf 24: Viranşehir Platosu'nun kuzeyinde, Koşulu Köyü yakınlarında gözlemlenen bazaltik toprak profilinde iri bazalt taşları ve üzerindeki ince toprak örtüsü. 365

Fotoğraf 25: Araştırma sahasında bazalt ana materyali üzerinde gelişmiş, koyu kahverengi ile siyaha çalan tonların gözlendiği ve bazalt kayalardan arındırılmış bir saha 365

Fotoğraf 26: Yöredeki zirai potansiyeli artırmak amacıyla Viranşehir Platosu'nda, yoğun bazaltik taşların ayıklanmasıyla ekime hazır hale getirilmiş bir alan. 382

Fotoğraf 27: Araştırma sahasında aşırı sulama uygulamaları sonucunda göletleşmiş bir pamuk tarlası. Bu durum, su yönetimi sorunlarının tarım alanlarındaki olumsuz etkisine örnektir..... 385

Fotoğraf 28: Araştırma sahasında sıkça karşılaşılan bir problem olan anız yakımının bir örneği. Bu uygulama uzun vadede verimlilik kaybına ve doğal ortam dengenin bozulmasına yol açmaktadır 387

Fotoğraf 29: Viranşehir ilçesi yakınlarında araştırma sahasının önemli tarım ürünlerinden olan buğdayın yetiştirildiği alanlardan biri. 407

Fotoğraf 30: Araştırma sahasında sulu tarım uygulamalarıyla birlikte üretimi artan önemli bitkisel ürünlerden biri olan mısır tarlası..... 413

Fotoğraf 31: Araştırma sahası olan Karacadağ'ın güneyinde yetiştirilen ve yöreye özgü Karacadağ pirinci tarlası genel görünümü 415

Fotoğraf 32: Araştırma sahasında yetiştirilen Karacadağ pirincinin başağı ve belirgin tane yapısı 416

Fotoğraf 33: Araştırma sahasında, sulu tarım uygulamalarının yaygınlaşmasıyla üretimi artan önemli bitkisel ürünlerden biri olan ayçiçeği tarlası..... 422

Fotoğraf 34: Araştırma sahasında yer fıstığı tarlası genel görünümü (a) ve yer fıstığı bitkisinin toprağın üzerinde kalan kısımları (b)..... 426

Fotoğraf 35: Araştırma sahasında yer alan bir yonca tarlasından genel görünüm 440

Fotoğraf 36: Araştırma sahasında sulu tarım yöntemleriyle yetiştirilen bir pamuk tarlası örneği. Pamuk ziraati küresel tekstil endüstrisinin temelini oluşturmaktadır. 445

Fotoğraf 37: Olgunlaşmış bir pamuk kozasının yakın çekim görüntüsü. Kaliteli lif üretimi için koza gelişimi büyük öneme sahiptir. 445

Fotoğraf 38: Araştırma sahası ve yakın çevresinde yetişen ürünlerden tat karpuzu . 461

Fotoğraf 39: Araştırma sahası ekolojisine uyumlu olan ve yaygın olarak yetiştirilen karpuz bitkisi 462

Fotoğraf 40: Karacadağ güney kesiminde özellikle Viranşehir sınırları içerisinde yetiştirilen endemik bir sebze türü olan şelengonun görünümü 468

Fotoğraf 41: Karacadağ güney kesiminde sulu tarım yöntemleriyle yetiştirilen bir biber tarlasının genel görünümü. Araştırma sahası volkanik toprakların verimliliği

ve uygun iklim koşulları sayesinde biber ziraati için uygun potansiyel sunmaktadır..... 473

Fotoğraf 42: Karacadağ güney kesiminde yetiştirilen biber bitkisinin meyve olgunlaşma evresindeki çekim görüntüleri 473

Fotoğraf 43: Araştırma alanında, geleneksel tarım uygulamalarıyla yetiştirilen bir elma bahçesi 491

Fotoğraf 44: Araştırma sahasında yetiştirilen elmaların hasat öncesi bir arada kümelenmiş hali..... 493

Fotoğraf 45: Araştırma sahasında bir şeftali bahçesinde gözlemlenen olgunlaşma evresindeki meyveler 501

Fotoğraf 46: Araştırma sahasında yer alan bir incir bahçesinden görünüm. 507

Fotoğraf 47: Araştırma sahasında sulu tarım imkanlarıyla verimliliği artırılan nar yetiştiriciliğinden bir görünüm. 510

Fotoğraf 48: Karacadağ güney kesiminde nar ağacının meyve tutum evresi ve olgunlaşmakta olan meyveleri 510

Fotoğraf 49: Araştırma sahasında sulu tarımın etkisiyle yayılım alanı genişleyen badem yetiştiriciliğinden bir örnek. Viranşehir Platosu'nun kuzey kesimlerinde dahi başarılı bir şekilde üretimi yapılmaktadır 513

Fotoğraf 50: Badem meyvesinin olgunlaşma evresindeki yakın çekim görüntüsü 514

Fotoğraf 51: Araştırma sahasında yer alan bir Antep (Şam) fıstığı bahçesinin genel görünümü. Antep fıstığı yetiştiriciliği araştırma sahası için önemli bir zirai faaliyet olup ekonomiye önemli katkılar sağlamaktadır..... 516

Fotoğraf 52: Antep fıstığı ağaçlarında oluşan olgunlaşma evresindeki salkım halindeki meyveler 517

Fotoğraf 53: Ceylanpınar ilçesinde araştırma sahasının zirai çeşitliliğini ve potansiyelini yansıtan bir zeytin bahçesi görünümü. Zeytin yetiştiriciliği zeytinin araştırma sahası ekolojik koşullara adaptasyonunun örneklemektedir 521

Fotoğraf 54: Karacadağ güney kesimi TİGEM deneme alanında izlenen Trabzon hurmasının olgunlaşma öncesi meyve görünümü..... 526

Fotoğraf 55: Araştırma sahasında TİGEM tarafından yürütülen adaptasyon denemeleri kapsamında kurulan pikan cevizi bahçesinden görünüm 528

Fotoğraf 56: Araştırma sahasında denemeye alınan bir pikan cevizi ağacı örneği 528

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1: Araştırma alanının (Karacadağ güney kesimi) lokasyon haritası 22

Harita 2: Karacadağ güney kesimi jeolojik yaş ve litoloji haritası 100

Harita 3: Karacadağ güney kesimi morfografya haritası 119

Harita 4: Karacadağ güney kesiminin topografya haritası 121

Harita 5: Karacadağ güney kesiminin yükselti basamakları haritası 123

Harita 6: Karacadağ güney kesimi eğim haritası 128

Harita 7: Karacadağ güney kesimi bakı haritası..... 135

Harita 8: Karacadağ güney kesimi hidrografya haritası..... 144

Harita 9: Karacadağ güney kesimi bitki örtüsü haritası 149

Harita 10: Karacadağ güney kesimi yıllık ortalama sıcaklık haritası..... 175

Harita 11: Karacadağ güney kesimi toplam yağış haritası..... 256

Harita 12: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2040-2060) haritası..... 287

Harita 13: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2081-2100) haritası..... 289

Harita 14: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2040-2060) haritası..... 291

Harita 15: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık (2081-2100) haritası..... 293

Harita 16: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2040-2060) haritası 295

Harita 17: SSP 4.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2081-2100) haritası 297

Harita 18: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2040-2060) haritası 299

Harita 19: SSP 8.5 senaryosuna göre araştırma sahasının yıllık toplam yağış (2081-2100) Haritası 301

Harita 20: Karacadağ güney kesimi toprak örnekleme noktaları haritası 318

Harita 21: Karacadağ güney kesimi topraklarının kil içeriği haritası 325

Harita 22: Karacadağ güney kesimi topraklarının silt içeriği haritası..... 328

Harita 23: Karacadağ güney kesimi topraklarının kum içeriği haritası 331

Harita 24: Karacadağ güney kesimi topraklarında 10 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası 334

Harita 25: Karacadağ güney kesimi topraklarında 33 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası 336

Harita 26: Karacadağ güney kesimi topraklarında 1500 kPa basıncındaki hacimsel su içeriği haritası 338

Harita 27: Karacadağ güney kesimi topraklarının yığın yoğunluğu (hacim ağırlığı) haritası..... 340

Harita 28: Karacadağ güney kesimi topraklarının kaba parça içeriği haritası 343

Harita 29: Karacadağ güney kesimi topraklarının pH haritası..... 345

Harita 30: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon içeriği haritası 348

Harita 31: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon yoğunluğu haritası 350

Harita 32: Karacadağ güney kesimi topraklarının organik karbon stoku haritası..... 352

Harita 33: Karacadağ güney kesimi topraklarının nitrojen içeriği haritası 354

Harita 34: Karacadağ güney kesimi topraklarının katyon değişim kapasitesi (KDK) haritası..... 356

Harita 35: Karacadağ güney kesimi topraklarının Eski Amerikan Taksonomisine göre haritası..... 372

Harita 36: Karacadağ güney kesimi topraklarının FAO Toprak Sınıflandırma Sistemine göre haritası..... 375

Harita 37: Karacadağ güney kesiminin erozyon duyarlılık haritası..... 379

Harita 38: Karacadağ güney kesiminin arazi yüzey haritası 383

Harita 39: Karacadağ güney kesiminde CORİNE (2018)'e göre araziden yararlanma haritası 395

Harita 40: Karacadağ güney kesiminde ESRI'ye göre araziden yararlanma haritası 397

Harita 41: Karacadağ güney kesimi arazi nitelik ve verimlilik sınıfları haritası 402

ÖZGEÇMİŞ

Lisans eğitimini 2015 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nde bölüm ikincisi olarak tamamlamıştır. Aynı yıl Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde Coğrafya Öğretmeni olarak göreve başlamış ve eş zamanlı olarak Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Yüksek lisans tezini "Erdemli ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi" başlıklı çalışmasıyla tamamlamıştır. Akademik ilgi alanları; klimatoloji, zirai klimatoloji, bitkisel üretim faaliyetleri, toprak ve toprak sorunları üzerine yoğunlaşmaktadır. Halen coğrafya öğretmenliği görevine devam ederken, akademik çalışmalarını da sürdürmektedir.