

ISBN: 978-625-6069-69-5

TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE AKTÜEL YAKLAŞIMLAR

Editör: Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK



**TARIM, ORMAN VE
SU BİLİMLERİNDE
AKTÜEL YAKLAŞIMLAR**

Editör

Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK



TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE AKTÜEL YAKLAŞIMLAR

Editör: Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Yayın Tarihi: Ağustos 2024

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-6069-69-5

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1. Bölüm4

Türkiye’de Organik Tarım:
Ağrı İli Potansiyeli Üzerinden Bir Araştırma
Harun SOLHAN, Emrah KUŞ

2. Bölüm 25

Hasat Sonrası Metil Jasmonat Uygulamalarının
Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri
Erdoğan BAL

3. Bölüm 42

İklim Değişikliğinin *Hordeum Vulgare*’nin Potansiyel Yayılış Alanlarına
Etkisinin Tür Dağılım Modeli Kullanılarak Tahmini
Gülben Meryem ARSLAN

4. Bölüm 64

Alternatif Yem Kaynağı ‘Maralfalfa’ (*Pennisetum Sp.*)
Yaşar Deray SAYGI

5. Bölüm 77

Antik Ve Tarçınlı Doğal Ahşap Yağlarının Lale Ağacına
(*Liriodendron tulipifera*) Ait Öz Ve Diri Odunlarında Uygulanması
Ümit AYATA, Fatih Tuncay EFE, Bekir Cihad BAL

6. Bölüm 91

Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişiminin (1990-2018)
Sinop Kıyı Alanı ve Yakın Çevresi Örneğinde Analizi
Zahidenur BAYCAN, E. Seda ARSLAN, Ömer K. ÖRÜCÜ

1. Bölüm

Türkiye’de Organik Tarım: Ağrı İli Potansiyeli Üzerinden Bir Araştırma¹

Harun SOLHAN²
Emrah KUŞ³

¹ Bu çalışma, Harun Solhan’ın Yüksek Lisans Tezinin Bir Bölümüdür.

² Yüksek Lisans Öğrencisi; Iğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı. harun-solhan@hotmail.com ORCID No: 0009-0001-1760-9918

³ Doç. Dr.; Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü. emrah.kus@igdir.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6880-5591

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde birim alandan daha fazla ürün elde etmek amacıyla kullanılan pestisitler ve sentetik gübreler, toprağın fiziksel yapısında bozulmaya, toprakta tuzluluğa ve toprak erozyonuna sebep olmanın yanı sıra; yüzey ve yeraltı sularında kirlenmeye, içeceklerde pestisit tortularının görülmesine ve ürün kalitesinde düşmelere de neden olmuştur (Aksoy ve Altındışli, 1998; Yürüdür vd., 2010; Bulut, 2011). Bu girdileri, insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak veya minimize etmek amacıyla tarımda yeni arayışlara girilmiş ve sonuçta alternatif tarım sistemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu tarım sistemleri; geleneksel tarımın bir parçası olan ve entegre mücadelenin (ekim nöbeti, korumalı toprak işleme, kimyasal kullanımının azaltıldığı veya ortadan kaldırıldığı ve bunun yerine biyolojik mücadelenin esas alındığı mücadele şekli) dikkate alındığı “alternatif tarım”, yeterli ve kaliteli gıda maddesinin uygun maliyetlerde üretimini; tarım arazilerinin, çiftçilerin, çevrenin ve doğal tarım kaynaklarının korunmasını geliştirecek sistem ve uygulamalarını içeren “sürdürülebilir tarım”, değişken oranlı uygulamaların esas alındığı akıllı tarım ve kimyasal kullanımını ortadan kaldıran “organik tarım” uygulamaları olarak sıralanabilir (Anonymous, 2005; Gold, 2007). Bu uygulamaların ilk üçünde kimyasal ilaç ve pestisit kullanımına kontrollü olarak izin verilirken, organik tarımda izin verilmemektedir.

Organik tarım, pestisit ve kimyasal tarım ilaçlarının kullanımına ve suni tohumlamaya izin verilmeyen, doğa ve çevre dostu olan; toprağı koruyarak, ekolojik ve yeşil tohumlamayı ve ürün rotasyonunu esas alarak bitki direncini artırmaya katkı sağlayan, çevresel ve biyolojik kontrolleri dikkate alarak ekosistemdeki yaşam kalitesini artıran ürün ve üretim şeklidir (DOKAP, 2018; Yüceboy, 2018). Bununla birlikte, Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu, organik tarımı "toprak, bitkiler, hayvanlar, su, hava ve diğer bir üretim sistemleri yaklaşımı olarak insan sağlığının sürekliliğini sağlamak olarak tanımlamıştır. Organik tarım işletmeciliği ise tarımsal işletmecilik adı altında; işletme kavramı, işletmenin amacı, yönetim fonksiyonları açısından paralellik göstermekle birlikte; tüm bu işletme fonksiyonlarına ek olarak, sertifikasyon hizmetleri, yasal dayanakları içeren düzenlemeler, akreditasyon, standardizasyon işlemleri, kontrol sistemleri ve kontrollü yetiştiriciliğe tabi olması, sözleşmeli üretim yapısı, mevcut pazarın yapısı ve işleyişini içermektedir (Anonim, 2022a).

İnsan sağığına zarar vermeyen organik ürünlerin üretimini esas alan organik tarımsal üretim faaliyetleri dünya üzerindeki birçok ülkede her geçen gün artarak devam etmektedir. Dünya da organik tarım faaliyeti yürüten üretici sayısı 2010 yılında 1.6 milyon kişi iken, bu sayı 2019 yılında 3.1 milyona ulaşmıştır. Organik tarım yapılabilecek alanlar kıtalar bazında incelendiğinde; %55.95'lik bölümü Okyanusya da, %24.5'lik bölümü Avrupa, %12.7'si Latin Amerika, %10.3'ü Asya, %5.3'ü Kuzey Amerika ve %3.1'i ise Afrika kıtasındadır. Bununla birlikte, kıtalar bazında üretici sayıları ise %51'i Asya kıtasında, %27'si Afrika, %14'ü Avrupa ve %7'si Latin Amerika kıtasında yer almaktadır. Ancak, organik tarım pazarlarında birinci sırada Avrupa ülkeleri bulunmaktadır. En fazla organik tarım alanlarına sahip 15 ülke arasında Avustralya birinci iken, Romanya son sırada yer almaktadır. Türkiye ise organik üretim alanı bakımından, Dünyada 13. sırada yer alırken, üretim miktarı bakımından 6. sırada yer bulmaktadır (IFOAM, 2021).

Türkiye'deki organik yapı incelendiğinde, işletme sayısı, organik üretim alanı, organik üretim miktarı ve organik ürün sayısı genel olarak artış eğilimindedir. İşletme sayısı 2010 yılında 11179 iken, 2020 yılında 40984'e ulaşmıştır. Aynı yıllar arasında üretim alanında da 3.7 kat, üretim miktarında ise 3.4 kat artış meydana gelmiştir. Toplam üretimdeki en büyük pay sırasıyla; Aydın, Van, Niğde, Erzurum, Manisa, Kars, Ağrı, Muş, İzmir, Malatya, Şanlıurfa, Rize, Bitlis ve Ankara illerine aittir (Boz ve Kılıç, 2021). Araştırma bölgesi olan Ağrı ilinde desteklemeye esas olarak kayıtlı olan işletme ve çiftçi sayısı 602 iken, desteklemeye esas olup kayıtlı olmayan işletme ve çiftçi sayısı ise 946 olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2022a).

Organik tarım, hem çevresel hem de sağıık yönünden büyük potansiyele sahip olan bir tarım tekniğidir. Toprak, su, biyoçeşitlilik ve insan sağığına zararsız veya daha az zarar veren bu üretim tekniğı, tarımsal üretim sisteminde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, organik tarımın Türkiye'deki gelişimi ve yapılabilecek faaliyetler Ağrı İli üzerinden değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye'de organik tarım ve işletmeciliğı, seçilmiş organik tarım göstergeleri üzerinden değerlendirilerek Ağrı İli özelinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Araştırmanın veri kaynağını genel olarak Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri oluşturmuştur. Bununla birlikte, organik tarım faaliyetlerinde etkili olan, coğrafik, iklim ve toprak özellikleri verileri ile karayollarının geçiş güzergahı verilerinin yanı sıra tarım verilerinden de yararlanılmıştır.

Ağrı İli, coğrafik olarak 39.05° ve 40.07° kuzey enlemleri ile 42.20° ve 44.30° doğu boylamları arasında yer alan, deniz seviyesinden 1640 m yükseklikte kurulmuş bir şehirdir. Yüzölçümü 11376 km² olan ildeki toplam alanın, %48'sini çayır-mera alanı, yaklaşık %32'sini tarım arazisi, %15'ini yaylalar, %4'ünü tarım dışı alanlar ve %1'ni ise ormanlar oluşturmaktadır (Anonim, 2020). Doğu Anadolu Bölgesi'nin karakteristik iklim özelliği olan karasal iklim hâkim olup; kar yağışının fazla olduğu kışlar uzun ve soğuk; yazları ise kısa, sıcak ve kurak geçmektedir. Geçiş mevsimleri genel olarak çok kısa, yağışlı ve nispeten ılımandır. Yıllık sıcaklık ortalaması 6.2 °C olup, ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 37.2 °C ve en düşük sıcaklık değeri -45.4 °C'dir. Yıllık yağış ortalaması 326 mm ve yıllık nispi nem oranı ise % 77.5'dir.

Ağrı ilinde organik tarımın varlığı, yapılabilirliği, avantajlar, kısıtlayıcılar, karşılaşılabilecek zorluklar vb. konular beş madde üzerinden değerlendirilmiş ve çalışmanın yönteminde aşağıdaki sıra takip edilmiştir;

1. Organik tarımın Ağrı ilinde uygulanabilirliğini belirlemek amacıyla dikkate alınan ilk faktör toprak yapısı ve üretici profilidir. Bu bölümde ildeki işletmelerin genel olarak toprak yapıları ve üreticilerin üretimin şekilleri, yerel ve ulusal kaynaklardan yararlanılarak toprak yapısının organik üretime uygunluğu incelenip tartışılmıştır.
2. İkinci olarak, mevcut tarım arazilerinin organik üretime uygunluğunun belirlenmesidir. Organik tarım faaliyeti yapılmasını yasaklayıcı faktörlerin yönetmelik gereğince belirlenmesine bağlı olarak; Ağrı ilinde organik üretim yapılamayacak topraklar ile ildeki toplam tarım arazisini karşılaştırmak amacıyla TCK (Türkiye Cumhuriyeti Karayolları)'nın kayıtlarından yararlanılmıştır. İlin arazi yapısı incelenirken organik üretim yapılamayacak arazilerin; anayollara olması gereken mesafesinin 1 km, ağır sanayi tesislerine ise 3 km mesafe koşulları dikkate alınarak, bu arazilerle ilgili kısa bilgiler verilmiş ve organik tarıma uygun olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.
3. Üçüncü olarak organik ürünlerden elde edilen kazanç ile konvansiyonel üretilen ürünlerden elde edilen kazancın karşılaştırılmasıdır. Buradaki amaç, konvansiyonel olarak üretilen bazı ürünlerin organik olarak üretildiğinde, katma değerinin daha yüksek olup olmadığının araştırılmasıdır. Konvansiyonel ve organik üretim sonucu elde edilen ürünlerin gelir kıyaslamalarını gerçekleştirmek için Ağrı İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün verilerinden yararlanılmıştır (Anonim, 2022a). Konvansiyonel ve organik ürünlerin satışından elde edilen getirileri arasındaki maddi farkı daha iyi göstermek amacıyla bir hesaplama yapılmıştır. Hesaplama işleminde, organik ürünlerin yıllık üretim

miktarları, pazarın durumu, rakiplerin gerçekleştireceği arz-talep fiyatları, müşterilerin organik ürünü satın almak için göstereceği tercihler vb. değişkenler dikkate alınmamış, hesaplamalar, insan iş gücü karşılığı, yakıt masrafları, sulama masrafları, konvansiyonel olarak yapılan tarım için kimyasal gübre masrafları ve toplam üretim masrafları üzerinden yapılmıştır.

4. Dikkate alınan diğer bir faktör, organik üretimde kullanılmayan ancak konvansiyonel üretimde çok kullanılan kimyasal gübre ve pestisitlerin durumudur. Bu kapsamda kullanılan veri kaynağı ise TÜİK istatistikleridir. Buradaki amaç, mevcut tarım arazilerinin kimyasal ve kimyasal olarak kullanılan maddelerden ne oranda etkilendiğinin tespit edilmesidir. Gübre ve ilaç kullanım miktarları, yıllık ve ortalamalar üzerinden verilerek, Ağrı'nın komşu illeri ve Türkiye ortalaması ile karşılaştırılmalar yapılmıştır. Ayrıca kimyasal gübre ve ilaçların kullanım miktarları ürün bazlı gösterimi sağlanarak hangi üründe ne miktarda ve ne kadar arazide kullanıldığı incelenmiştir.
5. Organik tarımın Ağrı ilinde yapılabilirliğinin incelenmesinde dikkate alınan son değerlendirme metodu, İlin ekonomik ve sosyal alt yapısıdır. Burada, İldeki beşeri ve sosyal sermaye oranının organik tarımı gerçekleştirmek için uygun olup olmadığı tartışılmıştır. Bu amaç çerçevesinde; ilin ekonomik düzeyi, tarım sektöründe çalışan özel ve tüzel grupların yapısı ve bu kurum ve kuruluşların teknik bilgi seviyeleri incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Türkiye’de Organik Tarım

Türkiye’de organik olarak yapılan tarım faaliyetleri kapsamında organik tarım üretimi çalışmaları 1984 ve 1985 yıllarında ihracat yapılarak başlanıldığı bilinmektedir (Vatansever Deviren ve Çelik, 2017). İthalatçı ve ihracatçı şirketlerin piyasaya giriş yapması ile başlanılan organik tarım faaliyetleri; ihracata dayalı gerçekleştirilen üretimin oluşturduğu cazibeli fırsatlar, daha çok dış satış amacıyla gerçekleşmesine olanak tanımıştır. Bununla birlikte, iç pazarda ki gelişmelerin de iyi yönde gerçekleşmesi, organik üretimin artarak gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu gelişmeleri Tarım ve Orman Bakanlığı verilerinden anlamak ta mümkündür. Doksanlı yılların başlarında organik tarım ile uğraşan çiftçi sayısı 313 ve organik olarak üretilen ürünlerin sayısı sadece 8 iken, sonraki yıllarda hızlı bir artış göstererek 1997 yılında üretici sayısı 10 bini aşmıştır. Üretici sayısı, 2002 yılında 12 428’e, 2010 yılında 42 097’ye, 2013 yılında 60 097’ye, 2016 yılında 67.878’e ve 2019 yılında 74.545’e yükselmiştir. Ürün sayısı da hızla artarak 1997’de 92’ye ve 2010 yılında 216 ürüne yükselmiş ve 2019 yılında kısmi bir

azalma ile 213 ürün ile üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2021b). Üretim alanı ise 2010 yılında 384 ha iken, dokuz yılda yaklaşık %31’lik artışla 2019 yılında 505 hektara yükselmiştir. Aynı yıllar arasında doğal üretim alanında da %26’lık bir artış gerçekleşerek organik üretim miktarına önemli bir katkı sağlanmıştır. Organik üretim miktarı, 1999 yılında 168 bin ton iken, 2006 yılına kadar %85 artarak 310 bin ton seviyesine ulaşmıştır (Marangoz, 2008).

Çizelge 1’e göre, 2014 yılına kadar organik olarak üretim yapmakta olan çiftçi sayısı sürekli olarak artış eğiliminde iken; 2015 yılında itibaren inişli-çıkışlı bir sürece girmiştir. Bu durum haliyle organik olarak üretilen ürün miktarına yansıdığı için bir azalma olduğu görülmektedir. Organik üretimi gerçekleştirilen ürün sayısında ise düzenli bir artış ya da azalış gerçekleşmemiştir. Ancak, geçmişten günümüze tüketici tercihlerine bağlı olarak organik ürünlerin çeşitlendiği de bir gerçektir. Bu ürünler; sebzeler, taze meyveler, baklagiller, pamuk ve buğdaygiller ve diğer tarla bitkileri, tıbbi ve aromatik bitkiler ve kurutulmuş meyveler (ceviz, elma, fındık, Siirt fıstığı, kuru incir, üzüm, kayısı vb.) gibi ürünlere kadar uzanmaktadır.

Çizelge 1. Seçilmiş ürünlerde organik bitkisel üretim istatistikleri (TÜİK, 2021a)

Yıllar	Ürün sayısı (adet)	Çiftçi sayısı (adet)	Değişim (%)	Alan (ha)	Değişim (%)	Üretim (ton)	Değişim (%)
2010	216	42 097	18.4	510 033	1.7	1 343 737	36.6
2011	225	42 460	0.9	614 618	20.5	1 659 543	23.5
2012	204	54 635	28.7	702 909	14.4	1 750 127	5.5
2013	213	60 797	11.3	769 014	9.4	1 620 466	-7.4
2014	208	71 472	17.6	842 216	9.5	1 642 235	1.3
2015	197	69 967	-2.1	515 268	-38.8	1 829 291	11.4
2016	238	67 878	-3.0	523 777	1.7	2 473 600	35.2
2017	214	75 067	10.6	543 033	3.7	2 406 606	-2.7
2018	213	79 563	6.0	626 885	15.4	2 371 612	-1.5
2019	213	74 545	-6.3	545 870	-12.9	2 030 466	-14.4

Ülkemizde organik üretimi gerçekleştirilebilen diğer faaliyet kolu organik hayvansal üretimdir. Organik hayvansal üretim; kimyasalların doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmadığı, zorunlu bir kullanım söz konusu ise en az düzeyde kullanılması gerektiği, yetiştiriciliği yapılacak hayvanların beslemesinde organik bitkisel üretim yemlerinin kullanıldığı, hayvanın sağlık ve refahı için her adımın kontrollü ve sertifikalı olarak yapıldığı hayvansal üretim yöntemi olarak ifade edilebilir (Demiryürek, 2016).

Çizelge 2. Seçilmiş ürünlerde organik hayvansal üretim istatistikleri (Anonim, 2021b)

Yıllar*	Çiftçi Sayısı	Hayvan Sayısı	Et (ton)	Süt (ton)	Yumurta (adet)
2015	179	997 707	2605	19739	58 938 769
2016	173	1 215 632	1609	21431	147 600 367
2017	119	1 290 771	1352	15109	161 254 080
2018	148	1 268 443	1688	12884	174 675 362
2019	170	865 781	819	5394	179 781 501

Türkiye organik hayvansal üretim alanında da hem önemli bir potansiyele hem de üretime sahiptir. Organik hayvansal üretim yapan çiftçilerin sayısı, mevcut hayvanların sayısı ve organik olarak üretilen et-süt verileri inişli-çıkışlı bir durum söz konusu iken, yumurta üretiminde genel anlamda bir artış olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Organik faaliyetler içerisinde çok uzun bir süre boyunca üretimi gerçekleştirilen hayvansal üretimlerden bir tanesi de arıcılıktır. Organik arıcılık, süt, et ve yumurta üretimlerinden çok daha önce yapılmaya başlanmıştır (Demiryürek, 2016). Arıcılık yapan çiftçi sayısında ve üretimde düzenli bir artış ya da azalış yokken, kovan sayısının yıllara bağlı olarak arttığı görülmektedir.

Çizelge 3. 2014-2019 yılları organik arıcılık üretim verileri (Anonim, 2022b)

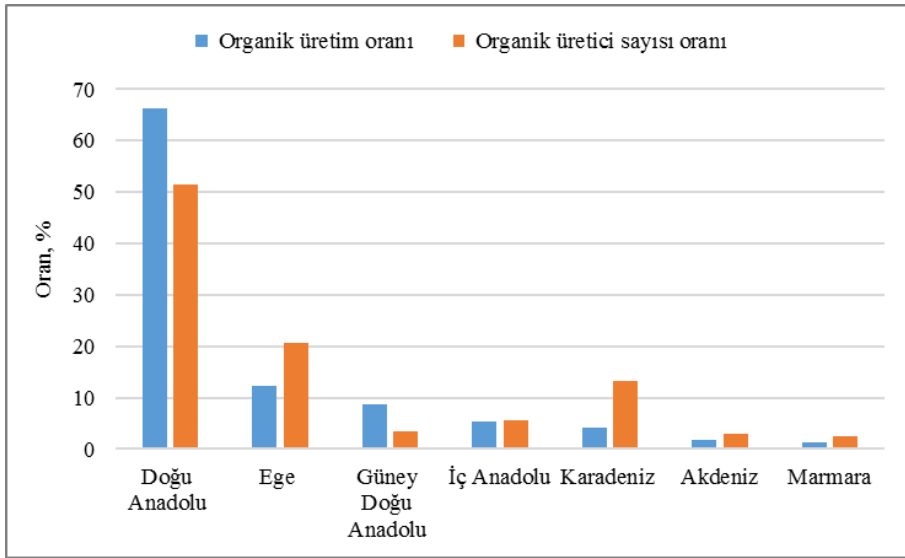
Yıllar*	Çiftçi Sayısı	Kovan Sayısı	Ürün (ton)
2014	321	36 391	280
2015	322	38 296	674
2016	276	40 371	349
2017	318	48 153	393
2018	334	51 742	494
2019	249	50 100	576

*: Geçiş dönemi verileri hariç

Türkiye de organik üretim alanı ve üretici sayısı oranının bölgeler bazındaki oransal dağılımına göre, ilk sırada Doğu Anadolu Bölgesi gelmektedir (Şekil 1). Diğer bölgelerin tarımsal üretim bakımından büyük bir paya sahip olduğu bilinmektedir. Ancak, özellikle birim alandan verimin düşük olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde organik üretimin daha fazla paya sahip olması, bölge topraklarının bakir olmasından (kimyasallarla kirlenmemiş) kaynaklanmaktadır (Anonim, 2020).

Dünyada pestisit kullanımı 2019 yılında hektara ortalama 2.69 kg olarak gerçekleşirken, Türkiye, hektara 2.2 kg ile dünyada en çok pestisit kullanan 12. ülke olmuştur (FAO, 2022a, 2022b). Ayrıca, Türkiye'nin 2006-2020 yılları

arasındaki pestisit kullanım oranları incelendiğinde, 2006 yılında 45 bin ton olan pestisit kullanımı 14 yıllık süreçte %17.7 oranında artışla 53 bin ton seviyesine yükselmiştir. En düşük kullanım miktarı 2009 yılında iken, en yüksek kullanım 2018’de gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Bununla birlikte, pestisit kullanımı bölgeler bazında değerlendirildiğinde, %28’lik kullanım oranıyla ilk sırada Akdeniz Bölgesi yer alırken, Ege Bölgesi %23.9 ile ikinci sırada, Marmara Bölgesi ise %17.7’lik kullanım oranı ile üçüncü sırada yer almaktadır. En düşük kullanım miktarı ise Karadeniz Bölgesi (%4.8) başta olmak üzere, Doğu Anadolu (%5.7) ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde (%6.8) gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022).



Şekil 1. Türkiye’de bölgelere göre üretim ve üretici oranı istatistikleri

Doğu Anadolu Bölgesi’nde yaşanan uzun süreli kış mevsiminin olumsuz etkileri ve yer şekillerinin engebeli olmasından dolayı tarımsal faaliyetler istenen seviyelerde gelişmemiştir. Doğu Anadolu bölgesinde buğdayın yetiştirilemediği yerlerde arpanın yetiştirebildiği, küspesinin hayvan yemi olarak kullanılabilmesi, kısa sürede hasat edilebilme imkânının bulunması nedeniyle arpanın üretimi en fazla yapılan ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Buğday ise arpadan sonra en çok üretimi yapılan üründür. Meyve, baklagiller, pamuk ve şeker-pancarı tahıllar dışında yetiştirilen diğer ürünlerdir. Sebze ve meyvecilik, sıcaklığın düşük ve kış mevsiminin uzun sürmesinden dolayı pek gelişmemiştir. Malatya, Türkiye ve dünyada kayısı üretiminde ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2021c). Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki toplam pestisit kullanımında Malatya ili %70,6 oranla ilk

sırayı alırken bu ili sırasıyla Elazığ ve Iğdır takip etmektedir. Bu üç il bölge toplam pestisit kullanımının %88,6'sını oluşturmaktadır.

3.2. Ağrı'da Organik Tarım

3.2.1. İklim, Toprak yapısı ve üretici profili

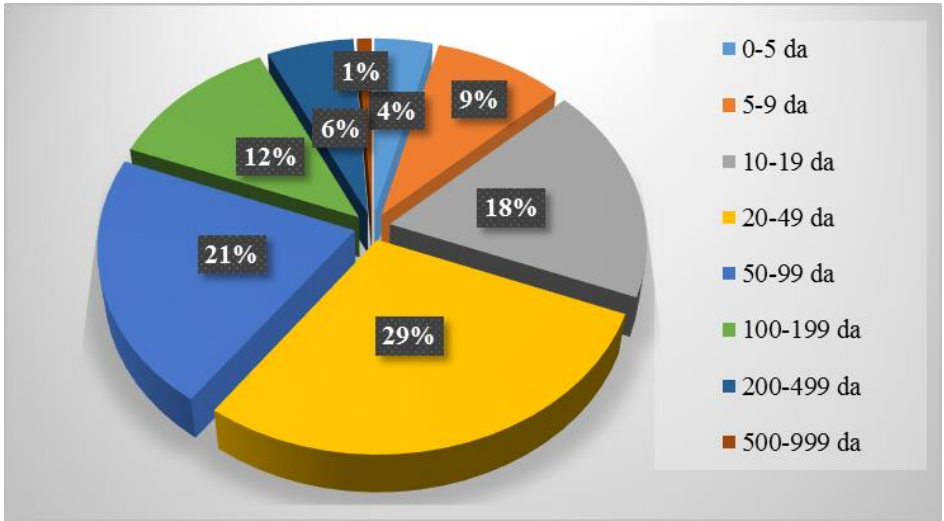
Ağrı İli ekonomik açıdan büyük ölçüde tarım ve hayvancılık sektörüne dayanmaktadır. Çalışanların iş kollarına göre dağılımı incelediğinde, sanayileşmenin düşük olduğu bölgelerdeki genel yapının hakim olduğu görülecektir. İlde sanayi tesislerinin sayıca az olması ve sanayileşmenin tarım toprakları üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında bu yapı, organik tarım için avantaj olarak görülebilir. Bu yönüyle diğer bölgelerdeki illere göre, çevre ve toprak kirliliği bakımından daha iyi konumdadır. Ayrıca, istihdam alanının büyük oranda yoğunlaştığı sektörün tarım olması, organik üretim için diğer bir avantajdır. İlde geniş çayır ve mera alanlarının fazla olması, tarım faaliyetlerini gerçekleştirmek isteyen işletmeler açısından büyük imkân ve kolaylıklar sağlayan doğal bir coğrafya olması, organik üretim açısından bölgeye kendiliğinden organik alan olma özelliğini kazandırmaktadır. Bununla birlikte, çayır-mera alanlarının çok fazla olması, ilde hayvancılık ve hayvancılığa bağlı olarak faaliyet gösteren işletmelerin önem kazanmasına neden olmuştur. Çizelge 4'te gösterilen TÜİK verilerine göre, tarım sektöründeki oranda kısmen azalma olsa da, genel olarak yarıya yakınına kapsamaktadır. Bu durumun önemli bir sebebi, sanayi sektörüne dayalı gerçekleştirilen üretimin düşük oranda olmasıdır.

Çizelge 4. Ağrı'da yapılan işe göre istihdam edilen nüfus (TÜİK, 2023)

Yıllar	Tarım	Sanayi	Hizmet Sektörü
2018	53.5	13.8	32.7
2019	54.7	12.0	33.2
2020	51.6	11.7	36.7
2021	52.1	12.8	35.1
2022	48.1	12.4	39.4

Tarım sektörünün önemli sorunların birisi olan küçük parselli üretim, iş gücü istihdam oranını azaltırken, tarımsal üretimde makina kullanımını da kısıtlamaktadır. Ağrı İlinde de üretimin genel olarak küçük parselli araziler üzerinde faaliyet gösteren aile tipi model ile gerçekleştirilmesi nedeniyle, sektördeki istihdam oranı düşüktür. Yavuz vd. (2011) en fazla göç veren sektörlerin başında tarım sektörünün geldiğini ve istihdam oranındaki düşüklüğün, maddi gelirin fazla olduğu bölgelere gerçekleştirilen göç oranının yüksek olmasının sebebi olarak bildirmişlerdir. Şekil

2’de görüldüğü gibi tarım işletmelerinin %80’den fazlası 100 dekarın altında araziye sahiptir. Ancak, organik üretim aşamasına geçiş işlemlerinin başarılı olması durumunda orta ve uzun vadede gerçekleştirilen dağınık yapı bir avantaja dönüşebilir. İlde gerçekleştirilen tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin geneli aile tipi olması, üreticilerin ek olarak işçi istihdam etme ihtiyacına gerek duymayacağı anlamına gelmektedir. ABD’de organik ve endüstriyel olarak faaliyet gerçekleştirilerek tarım yapılan işletmeler ile ilgili bir çalışmaya göre, aile tipi faaliyet gösteren şirketlerin içinde bulunduğu kar marjının %100 ile %1000 arasında olduğu tespit edilmiştir (Leu, 2004). Bu durum, organik tarımda aile tipi üretim modelinin çiftçilere büyük oranda bir avantaj sağlayarak maliyetleri düşürdüğünü göstermektedir. Aynı şekilde, bu sonuçlara paralel olarak, Ağrı ili çiftçilerinin de yüksek oranda kar marjını yakalayacağını söylemek mümkündür. Fakat aynı yapı dağınık durumda olduğundan sertifikasyon alabilmek için harcanan maliyetler konusunda aşılması gerekli olan önemli bir problem olarak görülmektedir.



Şekil 2. Ağrı ilindeki tarım işletmelerinin büyüklüklerine göre dağılımı

İlde tarımsal üretimdeki bir diğer sorun tarımsal üretim çeşitliliğinin ve bu çeşitlilikten elde edilen verimin diğer bölgelere göre daha düşük düzeylerde olmasıdır. Bu durumun en önemli sebebi ildeki tarım arazilerinin yüksek rakımlı olmasına bağlı olarak ortaya çıkan coğrafi yapı ve iklim gibi doğal faktörler gelmektedir. Üretim sezonunda donlu geçen gün sayısı hem bölge dışındaki hem de bölgedeki diğer illerin ortalamasından yüksek iken, tarlada çalışılan ortalama gün sayısı ise daha düşüktür. Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki diğer 13 ilin donlu gün ortalaması 129 gün iken, Ağrı’da 160 gündür. Bu değer, Antalya’da 1 gün, Ankara’da

ise 60-117 gündür. Bununla birlikte, bölgedeki 13 ilin tarlada çalışılan gün ortalamaları yılda 163 gün iken, bu değer Ağrı için 125 gündür. Bu değer Aydın'da 263 gün, Diyarbakır'da ise 227 gündür. Bu durum sadece organik üretim için değil aynı zamanda entansif üretim içinde önemli bir kısıtlayıcıdır.

İlde daha çok geleneksel ürünler üzerinden gerçekleştirilen üretim, ürün çeşitlerine, ekim alanlarına ve yüksek verimlerin elde edildiği bölgelere bağlı olarak sınıflara ayrılmıştır (Çizelge 5). Örneğin, İlin kuzeydoğusundaki mikro-klima özelliğine sahip Iğdır iline yakın olan tarımsal üretim alanları nispeten daha ılıman bir yapıya sahiptir. Ancak, bu etki daha çok küçük alanlar için geçerlidir. Alt bölgelerde yetiştirilen ürünler ve bunların verim sıralaması Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'daki sıralamaların hektar bazlı ortalama olarak gerçekleştirilen verim bazında yapıldığı, hangi alt bölgede ne kadar gübre kullanıldığının bilinmemesi ve ortalama olarak alınmış değerlerin buna göre hesaplandığının belirtilmesi gereken bir husustur. Organik olarak gerçekleştirilen üretim sisteminde kimyasal ve kimyasal içerikli gübrelerin kullanımı mevzuat gereği yasak olduğu için bu sıralamalar otomatik olarak değişebilir. Ancak özellikle hububat ve endüstri bitkileri ekim alanlarının genel olarak çok geniş olması, bu alanlarda bir değişimin olmasını öngörmek yanlış olabilir. Bu nedenle il içinde en uygun olan bölgelerin seçimi yapılmıştır.

Çizelge 5. Ağrı iline ait agro-ekolojik alt bölge değerleri (Anonim, 2017)

Parametreler - Alt Bölgeler	I. Alt bölge*	II. Alt bölge	III. Alt bölge	IV. Alt bölge
Alan** oranı (%)	24.8	24.1	27.8	23.1
Şubat ayı ortalama sıcaklık (°C)	-7.5	-9.1	-1.4	-6.5
Temmuz ayı ortalama sıcaklık (°C)	18.4	19	22.7	23.5
Yıllık ortalama yağış (mm)	397.5	371	422.5	471.6
Donlu geçen ortalama gün sayısı	165.1	148	110.5	140.3

*: I. Bölge; Merkez Eleşkirt, Hamur, II. Bölge; Patnos, Tutak, III. Bölge; Diyadin, Taşlıçay, IV. Bölge; Doğubayazıt

** : Toplam alan 2 406 500 ha

Çizelge 6. Alt bölgelere göre yapılan üretimin verim sıralaması

Ürün çeşitleri	I. Alt Bölge	II. Alt Bölge	III. Alt Bölge	IV. Alt Bölge
Hububat	1	3	2	4
Yem Bitkileri	2	1	3	4
Endüstri Bitkileri	2	4	3	1
Yemeklik Baklagiller	3	4	2	1
Meyve	-	-	1	2
Sebze	1	4	2	3

3.2.2. Tarım arazilerinin organik üretime uygunluğu

Ağrı ili, Portekiz'den başlayarak Doğubayazıt Gürbulak sınır kapısında son bulan, 10 ülkeyi birbirine bağlayan ve batı-doğu rotası olarak adlandırılan yaklaşık 5.700 km uzunluğundaki E-80 (Avrupa rotası) yolunun bitiş noktasıdır. İlde demiryolu bağlantısı bulunmamakta ve en yakın demiryolu yaklaşık 95 km uzaklıktaki Erzurum'un Horasan ilçesinden geçmektedir.

Organik olarak tarım yapabilmek için organik tarımla ilgili yönetmeliğin 5. maddesinin a fıkrasının 1. bendi: “Karayolları ve Genel Müdürlüğü ağındaki ana yollara yakınlık olarak, 1 km mesafede bulunan tarım arazilerinde organik olarak bitkisel üretim yapılamaz.” şeklindedir. Bu yönetmelik gereği konu ile ilgili olarak gösterilen harita incelendiğinde, il içerisinde geçmekte olan ana yolların sayısı fazla değildir. Doğu – Batı eksininde ilin içerisinde geçen E80 karayolunun il içindeki toplam uzunluğu 317 km, Kuzey – Güney düzleminde il içinden geçmekte olan ana yolun ilin sınırlarının içerisinde kalan mevcut uzunluğunu ise 37 km olup, ana yolların toplam uzunluğu 354 km'dir. Bu durumda, organik tarım mevzuatı ve yönetmeliğine bağlı bulunarak, organik tarım yapılamayacak arazinin toplam miktarının 708 km² olduğu ve toplam tarım yapılabilir arazinin ise 4.750 km²'ye yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu bilgilere göre, karayollarının il de organik faaliyet gerçekleştirmek isteyenleri için herhangi bir engel teşkil etmeyeceği ve organik tarımın rahatlıkla gerçekleştirilebileceğini göstermektedir.

Organik tarım mevzuatına göre, organik tarımı kısıtlayıcı diğer bir faktör, 5. maddenin a fıkrasının 2. bendindeki; “Ağır sanayi tesisleri, reaktörler, hidrolik ve termik enerji santrallerine, maden işletmelerine, kentsel atıkların toplu olarak bırakıldığı alanlara 3 km mesafedeki tarım arazilerinde organik tarım yapılamaz.” ifadesidir. Ağrı ili sanayi yönünden çok gelişmemiş olması bu maddece belirtilen hususun, belirtilen kısıtlardan etkilenmesi pek de mümkün değildir. İldeki belli başlı sanayi tesisleri ve fabrikalar; çimento fabrikası, çakmak üretim fabrikası, plastik bardak üretim işletmesi, gıda alanında, bitkisel yağ fabrikaları, et ve balık kombinaları, yem fabrikaları, süt ve süt ürünleri fabrikası, un fabrikaları, pastırma, sosis, sucuk, peynir, reçel ve akide şekeri imal tesisleri, kömür sobası imalatı, kalorifer kazanı, inşaat alanında ise çivi, poşet vb. şeklinde sıralamak mümkündür. Bu tesis ve fabrikalar konumları itibarıyla tarım arazilerinin bulunmadığı şehir merkezinde olduklarından organik tarım faaliyetlerine herhangi bir engel teşkil etmemektedir. Bilindiği üzere, Dünyada sanayi açısından gelişmekte olan veya gelişmiş olan bölgelerde organik olarak üretim gerçekleştirme miktarı ya çok düşüktür ya da mevzuat gereğince hiç yapılmamaktadır. Bununla birlikte, sanayisi gelişmemiş ve gerçekleştirilen sanayi faaliyetleri nispeten ülke içinde elde edilen gelir seviyesinin çok düşük olduğu bölgelerde ise organik üretim faaliyetlerinin daha

yoğun yapıldığı görülmektedir. Ağrı ili bu açıdan değerlendirildiğinde, gelir seviyesi düşük ve sanayi bakımından gelişmemiş olması nedeniyle, belirtilen duruma uygunluk gösterdiği ve organik tarım yapılabilirliği açısından şartlara haiz arazilere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Organik tarım mevzuatına göre; organik üretim alanlarının maden ocaklarına da en az 3 km mesafede olması gerekmektedir. Bu yönüyle de Ağrı İli için maden ocaklarına yakın olup ta organik tarımın yapılabilirliğini kısıtlayacak herhangi bir durum söz konusu değildir. Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2020 verilerine göre, ilde faaliyet gösteren maden ocakları; Diyadin'de altın madeni ve Diyadin-Çermik jeotermal, Patnos perlit sahası gibi madenler olduğu ve bu madenlerin faaliyetlerinin oldukça sınırlı olduğu bilinmektedir (Anonim, 2016).

3.2.3. Seçilmiş ürünlerde konvansiyonel ve organik üretim gelir mukayesesi

Bu bölümde, konvansiyonel ve organik üretim sonucu elde edilen ürünlerin gelir kıyaslamalarını gerçekleştirmek için Ağrı İl Tarım Müdürlüğü'nün 2022 yılına ait verilerinden yararlanılmıştır (Çizelge 7). Bu karşılaştırma, organik ve konvansiyonel olarak üretimi gerçekleştirilen ürünlerin pazar fiyatları arasındaki farkı daha anlaşılır kılmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar, arazinin kira olmadığı dikkate alınarak ve arazi sahibinin ürün maliyeti faizi hesaplamalara katılmayarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 7. Seçilmiş ürünlerde organik ve konvansiyonel üretim istatistikleri

Üretim Yöntemi	Ürün	Verim (kg/da)	Birim Fiyat (TL/kg)	Yan Ürün Geliri (TL/da)	Toplam Üretim Değeri (TL/da)	Toplam Üretim Masrafları (TL/da)	Net Gelir (TL/da)
Organik	Arpa	253	6.70	300	1995	1560	434
	Buğday	230	7.80	295.80	2090	1101	989
	Fiğ	476	3.60	0.00	1714	661	1052
	Mısır	2987	0.95	0.00	2838	2002	836
	Nohut	97	19.95	110.30	2045	949	1097
	Kuru fasulye	284	30.75	0.00	8733	1150	7583
Konvansiyonel	Arpa	262	5.50	387.72	1828	1028	800
	Buğday	255	6.50	371.19	2028	1049	979
	Fiğ	500	2.45	0.00	1224	868	356
	Mısır	3497	0.70	0.00	2448	2196	252
	Nohut	121	18.50	153.68	2386	1017	1368
	Kuru fasulye	300	25.00	0.00	7500	1499	6001

Organik tarım, daha çok insan iş gücü ve emeğine dayandığından dolayı harcanan mazotun miktarı konvansiyonel olarak gerçekleştirilen üretimden daha az bir seviyede gerçekleşmektedir. Ayrıca, kimyasallar kullanılmadığı için burada da maliyet açısından önemli katkılar sağlanmaktadır. Çizelge 7'ye göre, organik ve konvansiyonel olarak üretilen buğdaydan elde edilen net gelir değerleri birbirine yakın iken, organik olarak üretilen fiğ, mısır ve kuru fasulyeden elde edilen gelir daha yüksek bir oranda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, arpa ve nohudun konvansiyonelde daha yüksek bir gelir sağladığı görülmektedir. Bu durum, farklı bölgelerde yaşanan mevsimsel farklılıkların fiyatlar üzerinde değişkenliğe neden olması, organik olarak yetiştirilen ürünler içinde geçerli olduğunu göstermekle beraber, çiftçilerin bu tür ürünlerin satışından da zarar edebileceklerini göstermektedir. Her ne kadar organik üretim gerçekleştirmek için kısıtlayıcılar ve şartlar gereği zor olsa da göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Çünkü Türkiye'de gelişmekte olan bir durum olarak üretimi gerçekleştiren ürünlerin alıcısının yanı sıra, genellikle bu alıma garanti veren yabancı kuruluşlar tarafınca yapılan sözleşmelerle garanti altına alınmaktadır (Kurtar ve Ayan, 2004). Bu sayede üreticiler, kârlılık oranları yüksek organik ürünlerin yetiştirilmesi yönünde teşvik edilmektedir. Yabancı pazar bilgilerine de sahip olan bu üreticiler ve şirketler kar oranları yüksek organik ürünleri yetiştirerek, hem organik tarıma olan yönelimi artırmakta hem de organik ürününü pazarlayarak yüksek kar elde edilmesine katkı sunmaktadırlar.

Konvansiyonel üretim ile organik üretimden elde edilen ürünlerin gelir hesabını olumlu veya olumsuz etkileyen faktörler vardır. Bunlardan bir tanesi organik üretimde kimyasalların kullanılmamasının sağladığı avantajdır. Diğer bir deyişle, kimyasal ve kimyasal içerikli ürünlerin kullanılması sonucunda insan sağlığı, doğa ve yabani hayatta yaşanan sıkıntı ve kayıpların giderilmesi veya onarılması için yapılan harcamaların hiç birisi maliyet kalemlerine eklenmemektedir. Kimyasal içerikli girdilerin kullanımının ilde ve bölgede nasıl bir etkiye sahip olduğuyla ilgili bir çalışmaya rastlanılmadığı için yaptığı ya da yapacağı etkide bilinmemektedir. Bununla birlikte, kimyasal kullanımının insan ve çevre sağlığı üzerindeki küresel çaptaki etkisi göz önüne alındığında felaketin boyutunu tahmin etmek mümkündür. Diğer bir faktör ise konvansiyonel üretim gerçekleştiren üreticilere devlet tarafından verilen sübvansiyonlardır. Kimyasal gübre ve zirai ilaç kullanımının bu şekilde sübvansye edilmesi ürünlerin maliyetlerini düşürmekte, ancak vergi vermekle mükellef olan vatandaşların bu yolla ödedikleri miktar sürekli olarak artmaktadır. Organik üretim gerçekleştiren işletmelerde bu maliyetler konvansiyonel tarıma göre daha aza indirgenerek ve uygun ürünlerde elde edilen maddi gelir oldukça yüksek oranda bir karlılık sağlamaktadır.

İldeki tarımsal işletmelerin yapısı incelendiğinde, büyük çoğunluğu hem hayvansal hem de bitkisel üretimi beraber gerçekleştirmektedir. Bu durum, organik üretim yapan

işletme ve üreticiler açısından bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Organik bir girdi olan hayvansal kaynaklı gübrelerin verimi artırdığı bir gerçektir. Kimyasallar yerine hayvansal kaynaklı gübrelerin kullanılması hem organik üretime katkı hem de maliyet açısından avantaj sağlayacaktır. İşletme ve üreticilerin hem organik hem de konvansiyonel üretim modellerini beraber yapıyor olmaları, Ağrı'nın organik üretim faaliyetlerine geçmesi açısından çok önemli bir avantaj olacaktır.

3.2.4. İlde kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanım durumu

Organik faaliyet gerçekleştiren tarım işletmelerinin üretimde kimyasal ve kimyasal içerikli madde barındıran materyallerin kullanılması organik tarım mevzuatınca yasaktır. Bu ürünler ister gübre olarak isterse de zirai ilaçlama mücadelesi alanında kullanılması bu durumu değiştirmemektedir. Genel olarak ilde kullanılan pestisit türleri insektisit, fungusit, herbisitlerdir. Çizelge 8, Ağrı ili ve komşu illerde kullanılan kimyasal ilaç miktarlarını yıllara bağlı olarak kullanım oranlarını göstermektedir. Çizelgeye göre, Ağrı'da genel olarak en çok kullanılan kimyasal ilaç türünün herbisit olduğu ve bunu fungusitlerin takip ettiği (2021 hariç) görülmektedir. Bununla birlikte, ilde kimyasal ilaç kullanım miktarı komşu illerle kıyaslandığında çok düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak toprakların kirlenmeyeceği ve kirlenen bölgelerinin temizliğinin nispeten daha kolay olacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca, bu durum bölgede nispeten bakir kalmış tarım alanlarının oranının organik üretim açısından bir avantaj olacağının bir kanıtıdır.

Çizelge 8. Ağrı ve çevresinde kimyasal ilaç kullanım miktarları (TÜİK, 2022)

Yıllar	İller /Türkiye	İnsektisit (KG-LT)	Fungusit (KG-LT)	Herbisit (KG-LT)
2020	Ağrı	633	4 156	6 125
	Erzurum	1 548	5 770	9 622
	Kars	1 070	6 239	13 543
	Iğdır	107 985	31 676	19 000
	Türkiye	12 347 00	20 600 000	13 250 000
2021	Ağrı	123	7 127	3 500
	Erzurum	1 395	5 533	2 948
	Kars	313	702	3 874
	Iğdır	109 685	30 500	20 000
	Türkiye	11 070 658	19 097 968	13 319 891
2022	Ağrı	750	4 013	7 493
	Erzurum	2 180	7 234	5 674
	Kars	340	3 538	10 703
	Iğdır	137 361	33 326	25 079
	Türkiye	12 205 000	19 446 000	14 553 000

Organik üretimde kısıtlayıcı diğer bir faktör kimyasal gübre kullanımıdır. Ağrı ili kimyasal gübre kullanımı açısından da genel ortalamanın altında kalmaktadır. Çizelge 9'daki verilere göre, gübrelerin daha yoğun kullanıldığı topraklar sebze yetiştiriciliği alanlarıdır. İldeki sebze yetiştiriciliği alanı ise hububat ve yem bitkileri alanıyla kıyaslandığında çok düşük düzeylerde kalmaktadır. Ekilen alanın sadece %8.16'sında gübreleme yapılmakta ve bu alanın sadece %0.11'inde zirai mücadele için ilaç kullanılmaktadır. İldeki tarım topraklarının büyük çoğunluğunun kimyasal ve kimyasal içerikli girdilerin kullanımına maruz kalmamış olması, organik tarım yapılabilirliği açısından önemli bir avantajdır.

Organik tarımın 29 Haziran 1995 tarihli ve 22328 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan mevzuatında; organik tarım faaliyeti için gerekli usul ve esasların belirlendiği yönetmeliğin 7. maddesinin a bendinde, sertifikasyon ve sertifikasyon kuruluşlarının, organik üretim gerçekleştireceklerini beyan etmek için başvuran üreticilerin “geçiş sürecine” alınacağı belirtilmiştir. Geçiş süreci, “...organik üretime başlanmasından, organik ürünün belgelendirilmesine kadar geçen süreçtir...” şeklinde tanımlanmıştır. Bu nedenle, üretimi yapılan ürünler, etiket onayı alınmadan organik ürün olarak satışı gerçekleştirilememektedir. Sertifikasyon kurum ve kuruluşlarınca, üreticilere, organik üretim için aranan şartlar yerine getirilerek, uygun hale geçişine kadar organik üretim usul ve esaslarına uygun yetiştirme yaptırılmakta, ancak etiket almak için gereken şartlar tamamlandıktan sonra etiket onayı verilmekte ve etiketleme yapılmaktadır. Kimyasal kullanım oranı ve organik tarım mevzuatı dikkate alındığında, Ağrı ilinde organik tarıma “geçiş süreci” süresi daha kısa alınabilir veya hiç kimyasal kullanılmayan alanlar mevzuattaki diğer şartları da sağlıyorsa geçiş süreci atlanarak direk organik tarım faaliyetleri gerçekleştirilebilir. Uygulanmakta olan yönetmelikte bu durum şöyle özetlenmektedir; “Hiç işlem görmemiş tarım topraklarında, kontrol ve/veya sertifikasyon kuruluşu onay verirse, geçiş süreci uygulanmayabilir. Arazinin parselasyonuna gidiliyorsa arazinin tamamı bu yönetmeliğin ilgili hükümlerine göre kontrol altına alınır. Ancak organik üretime geçilmeyen parsellerde nadas uygulanır. Nadas uygulanmış arazilerde organik üretime geçildiğinde, kontrol ve/veya sertifikasyon kuruluşu onay verirse geçiş süresi uygulanmayabilir”. Tarım yapılması uygun olduğu halde işletilmeyen toprakların büyüklüğünün yaklaşık olarak 1.120.243 dekar olduğu düşünüldüğünde, İlde organik tarım gerçekleştirmek için çok önemli bir potansiyel olduğunu belirtmekte yarar vardır (Anonim, 2014).

Çizelge 9. İlde kimyasal gübre kullanımı ve ürünlere göre dağılımı (TÜİK, 2015)

Ürün	Toplam Ekilen Alan (hektar)	Gübrelenen Alan (%)	Zirai Mücadele Yapılan Alan (%)
Buğday	120 108	8.5	0.19
Arpa	45 774	9.8	0.19
Mısır	510	0.34	0.00
Patates	6 845	3.97	0.31
Ayçiçeği	2 478	6.08	0.00
Nohut	382	0.07	0.00
Kuru Fasulye	1 954	0.86	0.00
Yeşil mercimek	718	0.18	0.00
Fiğ	7 114	2.87	0.00
Lahana	285	12.98	0.00
Taze Fasulye	480	6.98	0.00
Domates	159	1.05	0.00
Elma	401	0.00	0.06

3.2.5. Beşeri ve sosyal sermaye durumu

Organik tarım yapabilmek için önemli olan bir diğer konu ise organik üretim gerçekleştirecek olan bölgenin ekonomik ve sosyal alt yapısının organik tarım için hazır olup olmadığının bilinmesidir. Önemli bir katma değere sahip olan organik üretim için gerekli faaliyetleri yürütmede önemli iki anahtar kelime bilgi ve yönetimdir. Ağrı da alternatif bir üretim modeli olarak organik tarımı gerçekleştirebilmek için üreticilerin bu konuda hassasiyetle bilgilendirilmesi, işletmecilerin ve üreticilerin bu tip üretim modeline yönelmesi halinde karşılaşılabilecekleri sıkıntı ve sorunlar için çözüm yolları, pazarlama şartları vb. konuların açığa kavuşturulması son derece önemlidir.

İlde hâlihazırda organik üretim yapan bir kısım üreticilerin mevzuat çerçevesine sıkı sıkıya bağlı olan sertifikasyon ve denetim gibi zorunlu konular hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları kanaatindeyiz. Bu sorunun çözmenin yolu organik ürün üreticilerine sertifikasyon ve denetim mekanizması hakkında etkin ve etkili bir tanıtım yapılabilmesidir. Buradaki hedef, organik üretim modelinin maddi getirisi hakkında bilgi verilmesinin yanı sıra, organik üretim yapabilmenin ön şartı olan geçiş aşaması süreci ve devamında karşılaşılabilecek problemler ve çözüm önerilerinin tam ve eksiksiz bir şekilde aktarılmasıdır. Bu sayede, organik ürün üreticileri ürünlerden elde edeceği yüksek karı ve karlılığı görecektir, geçiş aşamasında yapılması gereken yüksek maddi giderlerin gerçekleştiği ilk kurulum aşamasındaki maliyetlerin karşılanması ve oluşabilecek maddi giderlerden en az seviyede etkilenmiş olacaktır.

Ağrı ili ekonomik açıdan değerlendirildiğinde; çalışanların büyük bir kısmı tarım sektöründe olmakla birlikte, ekonomik olarak en büyük zafiyet finans ayağıdır. TK'in, 2021 yılı cari fiyatları ile GSYH sıralamasında Ağrı'da, kişi başına düşen gelir 26.837 TL iken, Türkiye genelinde bu tutar 86.144 TL dir (TK, 2021b). Bu nedenle, Ağrı ili ile ilgili verilen bilgiler bütün olarak değerlendirildiğinde, organik tarımın önündeki en büyük engel ve zaaf noktasının ekonomik alt yapı olduğu anlaşılmaktadır. Kişi başına ödenen maddi gelir değerinin özellikle şehir merkezinden uzaklaştıkça daha da azalacağı dikkate alındığında, tarım sektöründe kişi başına gelirin daha düşük düzeylerde olduğunu tahmin etmek güç değildir. İlde düşük oranlı gelir seviyesine bağlı olarak gerçekleşen sermaye birikim oranı da aynı şekilde düşük olacaktır. Bu faktörler organik üretim faaliyeti önünde duran önemli engeller olsa da, ildeki arazilerin sahip olduğu avantajlar göz önüne alındığında bu sorunlarında aşılabileceği öngörülmektedir. Bu sorunların aşılmasında izlenecek yol, organik geçiş süresi ve sonrası hakkında mevzuatın gerektirdiklerinin bilinmesi, üretim alanlarının doğru ve verimli kullanımı için yeterli bilgiye sahip olma ve iyi bir yönetim, kapsamlı tanıtımlar ve farkındalık çalışmaları vb. zm olarak uygulanabilir. Bununla birlikte, makro ölçekli gerçekleştirilen bu araştırma ve incelemelerin haricinde ilde organik üretime uygun bölgelerin ve bu bölgelerde yetiştirilebilecek ürünlerin mikro ölçekte belirlenmesi üreticiler için kolaylık sağlayacaktır.

4. SONUÇ

Bu araştırma kapsamında elde edilen bulgular, Ağrı'da bulunan tarımsal yapının neredeyse tamamına yakınının organik üretim gerçekleştirilmesi için son derece uygun olduğudur. Bu nedenle, ilde gerçekleştirilen tarımın içinde bulunmuş olduğu sorunlar içinde önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkan organik tarım faaliyetlerini gerçekleştirme seçeneği değerlendirilebilir ve bölge organik üretim gerçekleştirmek için etkili ve yaygın olarak uygulamanın yapıldığı yerler arasında olabilir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, U. ve Altındışli, A. (1998). Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO). İzmir.
- Anonim, (2014). Ağrı ili organik tarım ve hayvancılık raporu. T.C. Serhat Kalkınma Ajansı Ağrı Yatırım Destek Ofisi (Hazırlayanlar; Ceren KURĞA, Musa ERDAL), Kars.
- Anonim, (2016). Maden. VI. Beş yıllık kalkınma planı özel ihtisas komisyonu raporu, s.209. DPT yayın no: 2203, ÖİK, 351, Ankara.
- Anonim, (2017). Ağrı ili agro ekolojik alt bölgeler, Ağrı Tarım Master Planı. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/13997> (Erişim tarihi: 21.07.2022).
- Anonim, (2020). Bitkisel Üretim Organik Tarım Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 08.06. 2021).
- Anonim, (2021a). http://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=5986 (Erişim Tarihi: 07.05.2022).
- Anonim, (2021b). Bitkisel Üretim Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf> (Erişim Tarihi: 08.03. 2021).
- Anonim, (2021c). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, (2022a). Organik tarım işletme ve organik tarım çiftçi kayıtları. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 08.06. 2023).
- Anonim, (2022b). Türkiye organik arıcılık verileri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Arıcılık Araştırma Enstitüsü, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri> (Erişim Tarihi: 20.04.2023).
- Anonymous, (2005). American Society of Agricultural Engineers (ASAE). Cubes, Pellets, and Crumbles—Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content, ASAE S269.4 DEC01. St. Joseph Mich. USA.
- Boz, İ. ve Kılıç, O. (2021). Türkiye’de Organik Tarımın Gelişmesi İçin Alınması Gereken Önlemler. Türkiye Tarımsal araştırmalar Dergisi, 8(3), 340-400.
- Bulut, S., (2011). Organik Tarımın Tanımı, Önemi ve Yahyalı’nın Organik Tarım Potansiyeli. Organik Tarım El Kitabı, Sancar Bulut. Grup Matbaacılık A.S.Kayseri, 1-7.

- Demiryürek, K. (2016). Organik tarım ve ekonomisi. Giresun: Doğu Karadeniz Kalkınma Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- DOKAP, (2018). Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Organik Tarım Mevcut Durum ve İhtiyaç Analizi Raporu ve Eğitim İhtiyaç Analizi ve Eğitim Programı Tasarımı, https://www.dokap.gov.tr/Upload/Genel/dokap-bolgesinde-organik-tarim14122018-pdfpdf-966319-rd_19.pdf (Erişim Tarihi: 06.05.2020).
- FAO, (2022a). Pesticide Use. <https://www.fao.org/faostat/en/#data Input/Pesticide use>. (Erişim Tarihi: 18.04.2022).
- FAO, (2022b). Pesticide indicators. <https://www.fao.org/faostat/en/#data Sustainability indicators/Pesticide indicators> (Erişim Tarihi: 18.04.2022).
- Gold, M.V. (2007). Organic farming and marketing: publications from the United States Department of Agriculture, 1977-2005. Book Chapter pp. 223-247.
- IFOAM, (2021). The World Of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trends <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture> (Erişim Tarihi: 10.03.2021).
- Kurtar, E.S. ve Ayan A.K. (2004). Organik Tarım ve Türkiye'deki Durumu. Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Der. 19(1), 56-64.
- Leu,, A. (2004). Organic Agriculture Can Feed the World. Acres USA A Voice for Eco- Agriculture, 34, No. 1.
- Marangoz, M. (2008). Organik Ürünlerin Pazarlanması. Bursa: Ekin Yayınevi, s.193.
- TÜİK, (2015). Türkiye 2005 – 2015 Yılları Arası İllere Göre Gübre Kullanım Oranları, www.die.gov.tr.
- TÜİK, (2021a). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>. (Erişim Tarihi: 30.06.2023).
- TÜİK, (2021b). Hayvansal Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>. (Erişim tarihi: 25.11.2022).
- TÜİK, (2022). Türkiye tarımsal ilaç kullanım miktarları (2006-2020). Türkiye İstatistik Kurumu. (Erişim Tarihi: 20.04.2022).
- TÜİK, (2023). Ağrı'da gerçekleşen İşe Göre İstihdam Edilen Nüfus. Türkiye İstatistik Kurumu <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Mayis-2023-49387> (Erişim Tarihi: 13.07.2023).
- Vatansever Deviren, N. ve Çelik, N. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Organik Tarımın Ekonomik Açından Değerlendirilmesi. Uluslararası Bilim ve Araştırma Dergisi, 10(48), 669-678.

- Yavuz, F. Aksoy, A. Topçu, Y. Erem, T. (2011). Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde Kırsal Alandan Göç Etme Eğilimini Etkileyen Faktörlerin Analizi. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül, 2011, s. 139-144, Tokat.
- Yüceboy, B. (2018). Türkiye’de Yetişen Organik Tarım Ürünlerinin Dünya Pazarındaki Yeri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. ss. 72.
- Yürüdü, E. Kara, H. Arıbaş, K. (2010). Türkiye'nin Organik (Ekolojik) Tarım Coğrafyası. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi. 9(32), 402-424.

2. Bölüm

Hasat Sonrası Metil Jasmonat Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Erdoğan BAL ¹

¹ Doç. Dr.; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü.
ebal@nku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9817-5842

Özet

Metil jasmonat, bitkilerde birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçte yer alan sinyal molekülü olarak kapsamlı bir şekilde incelenen uçucu bir bileşiktir. Bu bileşik, bitkilerde çeşitli gelişimsel süreçleri ile biyotik ve abiyotik streslere karşı savunma tepkilerini düzenleyen hayati bir hücresel düzenleyici olarak da tanımlanmıştır. Ayrıca bitkilerde fenolik bileşikler ve uçucu bileşiklerin üretimi için en yaygın uyarıcılardan biri olarak kabul edilmiştir. Bu derlemede farklı meyvelerde hasat sonrası Metil jasmonat uygulamalarının etkileri hakkında genel bilgi verilmekte olup, Metil jasmonatın meyve kalitesi, hastalık direnci, üşüme zararı ve raf ömrü hakkında yapılan çalışmaların yorumlanması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Metil jasmonat, hasat sonrası, kalite, raf ömrü, biyokimyasal bileşikler

Giriş

Hasat sonrası teknolojiler, bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde yerel ve büyük ölçekli üretime, yüksek besin ve duyu kaliteye sahip taze ürünlerin kıtalar arası dağıtımına yönelik küresel talepleri karşılamasına olanak sağlamıştır. Hasat edilen ürünler metabolik olarak aktiftir ve hasat sonrası kaliteyi uzatmak için kontrol edilmesi gereken olgunlaşma ve yaşlanma süreçlerinden geçmektedir. Bu süreçlerin yetersiz yönetimi, besin ve kalite özelliklerinde büyük kayıplara, gıda kaynaklı patojenlerin saldırılarına ve yetiştiricilerden tüketicilere kadar tedarik zincirindeki tüm oyuncular için mali kayıplara neden olabilir. Taze ürünler için en uygun hasat sonrası işlemler, fizyolojik yaşlanma ve olgunlaşma süreçlerini yavaşlatmayı, fizyolojik bozuklukların gelişimini azaltmayı/engellemeyi, mikrobiyal büyüme ve kontaminasyon riskini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Soğuk hava uygulamalarına ek olarak, çeşitli fiziksel (ısı, ışınlama ve yenilebilir kaplamalar), kimyasal (antimikrobiyaller, antioksidanlar ve esmerleşmeyi önleyici) ve gaz işlemlerini içeren farklı hasat sonrası uygulamalar geliştirilmiştir.

Son yıllarda sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği gerekliliği sonucunda, farklı hedef pazarlara yönelik olarak meyve pazarlamasında önemli değişiklikler yaşanmıştır. Bu durum pestisit kalıntıları sınırlayan ticari ve yasal engellerin ortaya çıkmasını kolaylaştırmıştır. Bu bağlamda inorganik pestisitlerin kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmakta olup, bunların kullanılması durumunda organik formların uygulanması tercih edilmektedir. Bu şekilde, doğal bir bileşik olarak Jasmonik asitin (JA) metil esteri olan Metil Jasmonatın (MeJA) hasat sonrası uygulamalar için herhangi bir kısıtlaması yoktur ve birçok meyve ürününün hasat sonrası kalitesini korumada etkili olduğu ifade edilmiştir (Reyes-Díaz ve ark. 2016). Ayrıca MeJA, ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından “Genel olarak güvenli tanınan” (GRAS) bir madde olarak sınıflandırılmıştır (Khan ve ark. 2016). Yapılan çalışmaların çoğu, hasat sonrası meyve uygulamalarıyla ilgili olup, depolamanın zararlı etkilerine karşı meyve direncinin tetiklendiğini, ikincil metabolitlerin ve antioksidan aktivitenin arttığını göstermektedir.

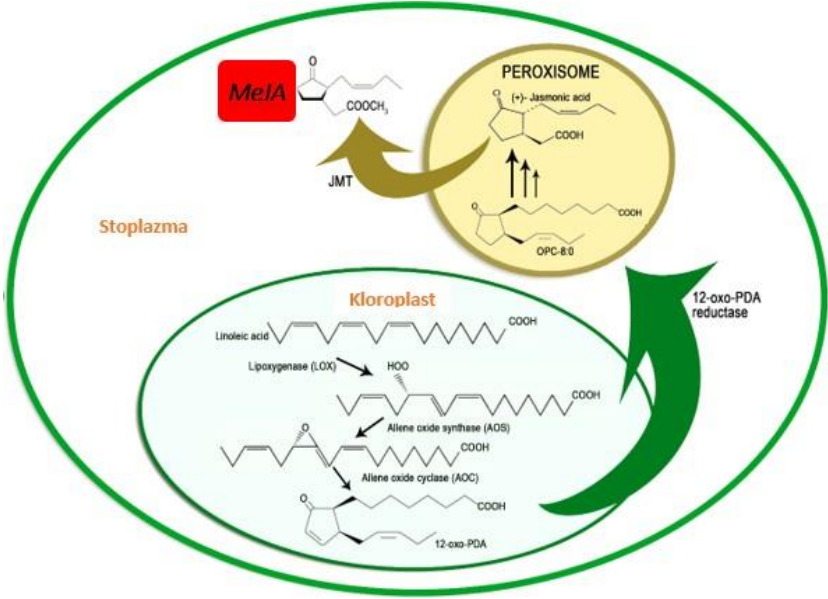
MeJA Biyosentezi

Bitkiler, sabit yaşam tarzları nedeniyle değişen çevreye kalıcı olarak uyum sağlamak zorundadır. Işık, tuz, besin eksikliği, soğuk veya su eksikliği gibi abiyotik faktörlere adaptasyon ve patojenlere, otçullara, nematodlara veya mikorizal mantarlar gibi karşılıklı simbiyotik mikroorganizmalara verilen tepkiler gibi biyotik etkileşimlere bitki hormonları aracılık eder. Stres

tepkilerinde aktif olan en belirgin bitki hormonları arasında Jasmonik Asit (JA) yer alır.

Kimyasal adı 3-okso-2-(2'-pentenil)-siklopentanasetik asit [3-Okso-2-(2'-pentenil)-siklopentanaset] olan JA ilk kez 1962'de tanımlandı ve 1980'lerden beri birçok çalışma JA'nın fizyolojik fonksiyonları ve biyosentezi üzerine çalışmalar yürütülmüştür. Yüksek bitkiler, yosunlar, eğrelti otları, algler ve mantarlar da dahil olmak üzere 160 cins ve 200'den fazla organizma türünde yaygın olarak bulunurlar ve *Jasminum grandiflorum* çiçeklerinin eterik yağındaki yüksek içerik nedeniyle bu şekilde adlandırılmıştır (Shi ve ark. 2023). JA, tohum çimlenmesi, köklerin ve tüm bitkilerin büyümesi, ercik gelişimi ve yaşlanma gibi çok sayıda gelişimsel süreçte bir sinyaldir. Jasmonatlar bitki gelişimini ve çevresel strese verilen tepkileri düzenleyen fosfolipit türevi hormonlardır. JA'lar, lipoksijenaz yolunun farklı dallarında meydana gelen oksidatif süreçlerle kloroplast membranlarının a-linolenik asidinden (a-LeA) oluşturulur. Sonuç olarak JA'lar oksilipin ailesinin üyeleridir (Wasternack ve Song 2016).

MeJA biyosentezi, linolenik asidi 13-hidroperoksilinolenik aside dönüştüren lipoksijenaz (LOX) nedeniyle membranlarda bulunan doymamış yağ asitlerinin enzimatik oksidasyonu ile kloroplastta başlar (Şekil 1). Bu reaksiyonları katalize eden enzimler allen oksit sentaz ve allen oksit siklazdır. Daha sonra 12-oksofitodienoik asit oluşur, ardından üç β oksidasyon-redüksiyon adımından sonra peroksizomlarda 7-izo-JA sentezlenir. Daha sonra JA metiltransferazların katalize ettiği reaksiyonlarla sitoplazmada MeJA üretilir. Bitkilerde MeJA konsantrasyonu doku tipine, fenolojik aşamaya ve dış uyaranlara bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 1. Metil jasmonat biyosentezi. AOC: allen oksit siklaz; AOS: allen oksit sentaz; JMT: jasmonik asit metil transferazları, LOX: lipoksijenaz; OPC, 3-okso-2-(2'-pentenil)-siklopentan-1-oktanoik asit; PDA: fitodienoik asit (Reyes-Díaz ve ark. 2016).

Uygulama Yöntemleri

MeJA uygulaması buhar veya emülsiyon yoluyla yapılabilir ancak etkinliği çeşitlere ve ürünün olgunluğuna göre değişmektedir. Hasat sonrası uygulamalar çoğunlukla kapalı kaplarda depolama veya meyvelerin MeJA solüsyonlarına batırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Buna karşın hasat öncesi dönemdeki uygulamalar MeJA solüsyonlarının püskürtülmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Wang ve Buta (1994), *Cucurbita pepo*'da üşümeye bağlı hasarı hafifletmek için MeJA'nin ilk uygulamasını bir MeJA emülsiyonuna batırarak gerçekleştirmişlerdir, ancak guava ve papaya meyvelerinde üşümeye bağlı hasarın önlenmesinde buhar işleminin daha etkili olduğu kanıtlanmıştır (Gonzalez-Aguilar ve ark. 2004).

Genel olarak, MeJA'nin buhar uygulaması, bir filtre kağıdının bir MeJA çözeltisine batırılması ve kağıdın kapalı bir meyve kabına yerleştirilmesiyle gerçekleştirilir ve uygulanan MeJA miktarı, kaptaki üst boşluğun analizi ile ölçülebilmektedir (Khan ve Singh 2007). MeJA'ya gerekli maruz kalma süresi ürünler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, domates meyvesinin 3-4 saat süreyle 10–5 M MeJA ile işlenmesi gerekirken, mangonun aynı konsantrasyonda 20-24 saat süreyle maruz bırakılması gerekir (Gonzalez-Aguilar ve ark. 2001).

Daldırma yoluyla işlenen meyveler için MeJA çözeltisinin ayrıca %0,05 konsantrasyonda bir yüzey aktif madde içermesi gerekir. Ürün daha sonra 1-3 dakikalık bir süre boyunca emülsiyona daldırılır (Khan ve ark. 2016)

Hasat Sonrası Dönemde MeJA Etkisi

MeJA'nın, meyve gelişiminin çeşitli yönlerini, abiyotik ve/veya biyotik streslere verilen bazı yanıtları ve olgunlaşmanın düzenlenmesini etkileyen çok sayıda genin ekspresyonunu modüle ettiği bulunmuştur. JA ve MeJA genellikle bitkilerin farklı kısımlarında düşük konsantrasyonlarda bulunur, ancak en yüksek seviyeler meyvelerde rapor edilmiştir (Meyer ve ark. 1984). Yapılan bilimsel çalışmalarda hem klimakterik hem de klimakterik olmayan meyvelerde hasat sonrası MeJA uygulamalarının meyve kalite parametrelerini farklı açılardan etkilediği rapor edilmiştir ve bu bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir. MeJA'nın dışsal uygulamasının meyve rengini iyileştirdiği ve aroma üretimini, klorofil parçalanmasını ve karoten sentezini arttırdığı, ayrıca birçok meyvenin antioksidan seviyelerini arttırdığı ve çürüme ve üşüme zararını azalttığı tespit edilmiştir.

Tablo 1. Hasat sonrası MeJA uygulamalarının meyve kalitesi ve yaşlanma üzerine etkileri.

Meyveler	Etkileri	MeJA Dozları	Sıcaklık	Kaynaklar
Elma	Artan etilen biyosentezi	500 µmol/L	20°C	Lv ve ark. (2018)
Kayısı	Azaltılmış ağırlık kaybı ve meyve yumuşaması	200 µmol/L	1-25 °C	Ezzat ve ark. (2017)
Avokado	Değişen yağ asidi içeriği	10 ve 100 µmol/L	2°C	Glowacz ve ark. (2017)
Böğürtlen	Değişen uçucu madde miktarları	3,1 µL/mL	5°C	Blanch ve ark. (2011)
Üzüm	Dehidrasyonun azalması	10 veya 100 µmol/L	10 °C	Modesti ve ark. (2018)
Kivi	Artan antioksidan kapasitesi	10 µL/L	0°C	Li ve ark. (2017)
	Yumuşamayı engelleme ve biyokimyasal bileşik kaybı azaltma	0.25 and 1.0 mM	0°C	Öztürk ve Yücedağ. (2021)
	Etilen biyosentezini artırma	100 µM/L		Wu ve ark. (2020)
Yenidünya	Antioksidan kapasitesi, şeker içeriği ve fenolik bileşiklere artış	10 µmol/L	1°C	Cao ve ark. (2009)

Mandarin	Ağırlık kaybı ve çürümeye azalma	1, 2 and 3 nmol/L	5-7 °C	Baswal ve ark. (2020)
	Yeşil küf oluşumunun azaltılması	100 µmol/L	20°C	Guo ve ark. (2014)
Papaya	Olgunlaşmada gecikme	10 and 100 µmol/L	10°C	Gonzalez-Aguilar ve ark. (2003)
Şeftali	Şeker miktarında artış	10 µmol/L	5°C	Yu ve ark. (2016)
	Üşüme zararında azalma	1 µmol L ⁻¹	0°C	Jin ve ark. (2009)
	İyon sızıntısını önleme	1 µmol L ⁻¹	0°C/20 °C	Jin ve ark. (2013)
Erik	Etilen üretiminde, SÇKM ve antioksidan kapasitesinde artış	1 mmol/L	20°C	Khan ve Singh, (2007)
Nar	Ağırlık kaybında azalma ve fenolik içerikte artış	10 and 100 µmol/L	20°C	Sayyari ve ark. (2017)
Çilek	Antosyanin birikiminde artış	100 µmol/L	5°C	Moro ve ark. (2017)
Ananas	Antosyanin birikimi, ağırlık kaybı ve kahverengileşmede azalma	2 mmol/L	17°C	Qian ve ark. (2014)
Muşmula	Artan antioksidan kapasitesi	100 µmol/L	0°C	Ozturk ve ark. (2019)
Liçi	Artan antioksidan kapasitesi ve kahverengileşmede azalma	1 µg/L	25°C	Yang ve ark. (2011)
Ejder meyvesi	Artan antioksidan kapasitesi	10, 100, 200,500 µmol/L	6°C	Mustafa ve ark. (2018)
Guava	Yumuşamada gecikme	100 µmol/L	1°C	Supapvanich ve ark. (2019)
Zeytin	Doymuş yağ asitlerinin azalması ve flavonoidlerin artması	30 nL/mL	4°C	Flores ve ark. (2017)
Muz	Üşüme zararını azaltma	0.1 mM	7°C	Zhao ve ark. (2013)
Mango	Artan etilen, yağ asitleri, toplam aroma uçucuları	10 ⁻³ M	21°C	Lalel ve ark. (2003)
Nektarin	Artan PAL aktivitesi, fenolikler ve antioksidanlar	1000 ppm	20°C	Heredia ve Cisneros-Zevallos (2009)
Armut	Artan PAL aktivitesi, fenolikler, AOX ve antioksidanlar	1000 ppm	20°C	Heredia ve Cisneros-Zevallos (2009)

	Üşüme zararında azalma	10 µmol/L	3°C	Wang ve ark. (2022)
Kiraz	Ağırlık kaybının azalması, toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı değerlerindeki azalışın geciktirilmesi	0.5, 1 ve 2 µM	1°C	Genç ve ark. (2023)

Kırmızı kabuk rengi birçok olgun meyvenin önemli bir kalite parametresidir. MeJA'nın şeftali, çilek ve elma meyvelerinde antosiyanin birikimini ve dolayısıyla kabuk rengi değişimini arttırdığı rapor edilmiştir (Perez ve ark. 1997; Saniewski ve ark. 1998; Shafiq ve ark. 2013; Wang 1999). Bunun genellikle etilenin JAs tarafından geliştirilmiş sentezi nedeniyle olduğu düşünülse de (Fan ve ark. 1997), elmalar üzerindeki etinin kısmen etilenden bağımsız olduğu ileri sürülmüştür (Shafiq ve ark. 2013). Ayrıca, MeJA ile muamele edilen olgun “Kent” mangosu, kontrol meyvesine kıyasla daha yoğun kırmızı ve sarı renkler geliştirmiş ve üstün meyve kalitesi sergilemiştir (Gonzalez-Aguilar ve ark. 2001). Ayrıca MeJA'ya maruz kalan "Manila" mangosunda yeşilden sarıya doğal kabuk rengi değişimi daha hızlı ve daha düzgün bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir (Herrera ve ark. 2004).

MeJA'nın meyve olgunlaşması ve etilen biyosentezi üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar biraz çelişkilidir. Bir tarafta dışsal MeJA'nın elma, kivi ve erikte etilen biyosentezini arttırdığı rapor edilmiştir (Khan ve Singh, 2007; Lv ve ark. 2018; Öztürk ve ark. 2014; Wu ve ark. 2020). Etilen biyosentezindeki artış, etilen biyosentezinde yer alan 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit sentaz ve ACC oksidazı kodlayan genlerin ekspresyon seviyelerinin ölçülmesiyle tespit edilmiş ve yüksek etilen üretim seviyeleriyle uyumlu olarak bu çalışmalar MeJA'nın meyve olgunlaşmasını desteklediğini bildirmiştir. Buna karşılık Fan ve ark. (2016), 5 µmol/L'deki MeJA'nın etilen üretimini baskılayarak meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini bildirmiştir. Tablo 1'de görülebileceği gibi, olgunlaşma teşvikini açıklayan çalışmalar, düşük sıcaklıklarda 100 µmol/L ila 1 mmol/L arasında değişen MeJA ile gerçekleştirilirken, bu son rapordaki işlem yalnızca 5 µmol/L MeJA ile 20°C'de gerçekleştirilmiştir. Çeşitli araştırmalar MeJA'nın esas olarak renk görünümünü iyileştirerek ve su kaybını geciktirerek yaşlanmayı geciktirdiğini doğrulamıştır. Bu etki esas olarak MeJA'nın hasat sonrası meyvelerin antioksidan kapasitesini artırma kabiliyetine atfedilmiştir. Antioksidan aktivite ile ilgili çalışmaların çoğu düşük sıcaklıklarda (0-6°C) gerçekleştirilmiş olsa da, bazı çalışmalar 20 °C'de gerçekleştirilmiş ve benzer etkiler gözlemlenmiştir (Khan ve Singh 2007).

Ayrıca daha iyi renk görünümü, kabuk kahverengileşmesini azaltabilen antosiyanin içeriğindeki artışla ilişkilendirilmiştir (Boonyaritthongchai ve Supapvanich, 2017; Qian ve ark. 2014). Ayrıca MeJA'nın şeftali meyvesinde fosfolipid'in yeniden yapılanmasını desteklediği, hücre duvarı bütünlüğünü arttırdığı ve elektrolit sızıntısını azalttığı tespit edilmiştir (Chen ve ark. 2019). MeJA'nın, hücre duvarı bütünlüğü ile ilgili enzimlerin aktivasyonunun yanı sıra, mandalinalarda pektin metilesteraz ve selüloz gibi parçalayıcı enzimlerin aktivitesini de geciktirdiği bildirilmiştir (Baswal ve ark. 2020). Qian ve ark. (2014) ve Li ve ark. (2017)'da MeJA uygulamasıyla oluşan sertlik artışının, fenilalanin amonyak-liyaz (PAL) ve kitin sentaz gibi hücre duvarı bütünlüğüyle ilgili enzimlerin aktivasyonu ile ilişkili olduğunu ifade edilmiştir.

Meyve rengi ve sertliği üzerindeki etkilerinin yanı sıra, bazı çalışmalar MeJA'nın üzümlerde su kaybını geciktirebildiğini, titre edilebilir asitliği azaltabildiğini ve toplam çözünabilir katı madde içeriğini artırabildiğini göstermiştir (Modesti ve ark. 2018; Mustafa ve ark.2018; Tzortzakakis ve Economakis, 2007).

Üşüme zararı, hasat sonrası depolama dönemlerinde meydana gelen, birçok tropikal ve subtropikal meyvenin genel kalitesinin ve pazarlanabilirliğinin azalmasına neden olan önemli fizyolojik bozukluklardan biridir. Min ve ark. (2023), MeJA'nın hasat sonrası meyve ve sebze soğutma toleransı üzerindeki işlev mekanizmasını membran bütünlüğünü, antioksidan aktiviteyi, arginin yolunu ve şeker metabolizmasını artırmaya, fenolik metabolizmayı düzenlemeye ve ısı şok proteinlerinin birikimine bağlamaktadır. Ancak, MeJA'nın hasat edilen meyvelere soğuk direnci kazandırdığı belirtilen biyokimyasal mekanizma hala belirsizliğini korumaktadır. Pek çok çalışma, MeJA'nın üşüme stresine karşı meyve direncini artırabildiğini ve geniş bir meyve yelpazesinde zararı hafifletmek için yaygın olarak kullanıldığını göstermiştir. Jin ve ark. (2013), hasat sonrası MeJA uygulamasının iyon sızıntısını önleyebildiğini ve membran hasarını koruyabildiğini, böylece şeftali meyvesinin üşüme zararına karşı toleransını artırabildiğini bildirmiştir. Şeftali meyvelerinin CI'sini hafifletmede MeJA'nın rolünün, membran lipid peroksidasyonunu inhibe ederek ve POD aktivitesini artırarak hücre membranını koruma potansiyel yeteneği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Cao ve ark. (2009), MeJA uygulamasının, lipoksijenaz aktivitesini azaltarak ve yağ asidi oranını koruyarak yenidoğan meyvesindeki üşüme zararını hafiflettiğini tespit etmiştir. Wang ve ark. (2022), hasat sonrası MeJA ile fümigasyonun 3°C'de depolama sırasında "Yali" armutlarındaki üşüme hasarını hücresel iyon sızıntısını azaltıp antioksidan kapasitesini artırarak gerçekleştirdiğini bildirmiştir.

MeJA uygulamasının taze ürünlerin raf ömrünü olumlu yönde etkilemesinin yanı sıra, diğer hasat sonrası uygulamalarla birlikte uygulanması sinerjik etki yaratabildiği de ifade edilmiştir. Örneğin, Jin ve ark. (2014), sıcak hava (38°C, 6 saat) ve MeJA'nın (16 µmol/L) kombine tedavisinin 1°C'de depolanan ayva meyvesindeki üşüme zararı, meyve kalitesi ve fizyolojik değişiklikleri iyileştirdiğini göstermiştir. Bu kombinasyon, ROS'un neden olduğu oksidatif hasara karşı korumayı artırdığı bildirilmiştir.

MeJA uygulaması, hasat sonrası hastalık kontrolündeki potansiyeli nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Çürüme etmenlerine karşı direncin tetiklenmesi, hasat sonrası meyve ve sebzeler için ortaya çıkan bir hastalık kontrol stratejisidir. MeJA uygulamalarının meyvelerde hasat sonrası hastalık direncini arttırdığı, mantar saldırılarını azalttığı, daha uzun ve daha kaliteli bir hasat sonrası süreç sağlamaktadır. Fitohormonlar, bitkilerdeki çeşitli biyolojik süreçlerde önemli roller oynar ve jasmonik asit fitohormon ağında merkezi bir sinyal molekülü görevi görerek ve patojen saldırısına karşı direnci tetiklediği rapor edilmiştir (Yang ve ark. 2019). Konakçıyı dirençli hale getirme yeteneğinin yanı sıra MeJA'nın fungusit özelliği de araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Çeşitli çalışmalar MeJA'nın bazı mantar patojenlerine karşı in vitro doğrudan antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda MeJA papaya, yenidünya ve domateste sırasıyla *B. cinerea*, *C. acutatum* ve *A. brassicicola*'ya karşı (Cao ve ark. 2008; Gonzalez-Aguilar ve ark. 2003), çilekte ise *A. alternata* ve *B.cinerea*'ya karşı direnci arttırdığı (Moline ve ark. 1997) ve ahudududa çürümeyi ortadan kaldırdığı tespit edilmiştir (Wang 2003). Araştırmalar patojenler için MeJA'nın farklı antimikrobiyal yetenek sergilediğini ve kullanılan MeJA konsantrasyonunun 1 ile 500 µmol/L aralığında olduğunu göstermiştir. Zhu ve Tian (2012), 10 mM'deki MeJA'nın *B. cinerea*'nın spor çimlenmesini ve germ tüpü uzamasını sırasıyla %75,5 ve %86,6 oranında önemli ölçüde engellediğini bildirmiştir. Ancak bazı araştırmacılar MeJA'nın *Penicillium digitatum* (Guo ve ark. 2014) ve *Penicillium oxalicum* (Tian ve ark. 2022) gibi belirli patojenlerin büyümesini doğrudan engellemediğini tespit etmiştir. MeJA'nın patojenler üzerindeki inhibitör etkisindeki bu değişiklik, bu patojenlerin MeJA'ya karşı farklı hassasiyetleriyle ilişkili olabildiğini göstermektedir. Bu nedenle MeJA uygulanırken, patojenlere karşı antifungal etkisi ile hasat sonrası hastalık direncini tetikleme etkisi arasında denge kurmak için doz seçiminde dikkatli olmak gerekmektedir.

Sonuç

Son zamanlarda, hasat edilmiş meyve ve sebzelerin hastalık direncini artırmak için MeJA'nın uygulanmasına yönelik araştırmalar önemli ölçüde ilgi görmüştür. Daha fazla bilimsel araştırma ve teknolojik gelişmelerle birlikte MeJA'nın uygulanması, hasat sonrası kayıpların azaltılması ve depolama kalitesinin iyileştirilmesi için önemli bir uygulama olacaktır. Ancak MeJA'nın maliyeti geleneksel kimyasal pestisitlerden daha yüksektir ve bu da belirli bölgelerde veya belirli ürünlerde yaygın olarak benimsenmesini sınırlandırabilir. Bu nedenle, uygun MeJA yönteminin optimize edilmesi uygulama maliyetlerinin azaltılması ve hasat sonrası hastalıkların kontrolünde etkinliğin artırılması açısından oldukça önemlidir.

Kaynakça

- Baswal, A. K., Dhaliwal, H. S., Singh, Z., Mahajan, B. V. C., & Gill, K. S. (2020). Postharvest application of methyl jasmonate, 1-methylcyclopropene and salicylic acid extends the cold storage life and maintain the quality of 'Kinnow' mandarin (*Citrus nobilis* L. X *C. deliciosa* L.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 161, 111064.
- Blanch, G. P., Flores, G., & Ruiz, M. L. (2011). Influence of methyl jasmonate in conjunction with ethanol on the formation of volatile compounds in berries belonging to the Rosaceae. *Postharvest Biol. Technol.* 62(2), 168–178.
- Boonyaritthongchai, P., & Supapvanich, S. (2017). Effects of methyl jasmonate on physicochemical qualities and internal browning of 'Queen' pineapple fruit during cold storage. *Horticulture Envir. Biotechnol.*, 58(5), 479-487.
- Cao, S., Zheng, Y., Yang, Z., Tang, S., Jin, P., Wang, K. (2008). Effect of methyl jasmonate on the inhibition of *Colletotrichum acutatum* infection in loquat fruit and the possible mechanisms *Postharvest Biol. Technol.*, 49, 301-307.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P., Rui, H. (2009). Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit. *Food Chemistry*, 115(4), 1458–1463.
- Chen, M., Guo, H., Chen, S., Li, T., Li, M., Rashid, A. Wang, K. (2019). Methyl jasmonate promotes phospholipid remodeling and jasmonic acid signaling to alleviate chilling injury in peach fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (35), 9958–9966.
- Ezzat, A., Ammar, A., Szabo, Z., Nyeki, J., & Holb, I. J. (2017). Postharvest treatments with methyl jasmonate and salicylic acid for maintaining physico-chemical characteristics and sensory quality properties of apricot fruit during cold storage and shelf-life. *Polish J. Food Nutrition Sci.*, 67(2), 159–166
- Fan, X., Mattheis, J.P., Fellman, J.K., Patterson, M.E. (1997). Effect of methyl jasmonate on the ethylene and volatile production by Summer Red apples depends on fruit developmental stage. *J Agric Food Chem* 45: 208–211.
- Fan, L., Shi, J., Zuo, J., Gao, L., Lv, J., & Wang, Q. (2016). Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit *Postharvest Biol. Technol.* 120, 76–83.
- Flores, G., Blanch, G. P., & Ruiz del Castillo, M. L. (2017). Effect of postharvest methyl jasmonate treatment on fatty acid composition and phenolic acid content in olive fruits during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(9), 2767–2772.

- Genç, F., Ünal, S., Sabir, F. (2023). Hasat Sonrası Metil Jasmonat Uygulamasının '0900 Ziraat' Kiraz Çeşidinde Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkileri. *Alatarım*, 22(1), 35 – 43.
- Glowacz, M., Bill, M., Tinyane, P. P., & Sivakumar, D. (2017). Maintaining postharvest quality of cold stored 'Hass' avocados by altering the fatty acids content and composition with the use of natural volatile compounds - methyl jasmonate and methyl salicylate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(15), 5186–5193.
- Gonzalez-Aguilar GA, Buta JG, Wang CY. (2001). Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of “Kent” mangoes. *J Sci Food Agric* 81: 1244–1249.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Buta, J. G., & Wang, C. Y. (2003). Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biol. Technol.* 28(3), 361–370.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Tiznado-Hernandez, M.E., Zavaleta-Gatica, R., Martinez-Tellez, M.A. (2004). Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury and activate the defence response of guava fruits. *Biochem Biophys Res Commun* 313: 694–701.
- Guo, J., Fang, W., Lu, H., Zhu, R., Lu, L., Zheng, X., Yu, T. (2014). Inhibition of green mold disease in mandarins by preventive applications of methyl jasmonate and antagonistic yeast *Cryptococcus laurentii*. *Postharvest Biol. Technol.* 88, 72–78.
- Heredia, J.B., Cisneros-Zevallos L. (2009). The effects of exogenous ethylene and methyl jasmonate on the accumulation of phenolic antioxidants in selected whole and wounded fresh produce. *Food Chem* 115: 1500–1508.
- Herrera M.R., De la Cruz, J., Garcia HS. 2004. Methyl jasmonate improved sensory attributes and reduced severity of chilling injury in hydrothermally treated Manila mangoes. *IFT Annual Meeting*, LasVegas, NV, USA.
- Jin, P., Zheng, Y., Tang, S., Rui, H., & Wang, C. Y. (2009). A combination of hot air and methyl jasmonate vapor treatment alleviates chilling injury of peach fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 52(1), 24–29.
- Jin, P., H. Zhu, J. Wang, J. J. Chen, X. L. Wang, and Y. H. Zheng. (2013). Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93 (8):1827–32.
- Jin, P., Duan, Y., Wang, L., Wang, J., and Zheng, Y. 2014. Reducing chilling injury of loquat fruit by combined treatment with hot air and methyl jasmonate. *Food and Bioprocess Technology* 7, 2259–2266.

- Khan, A. S., & Singh, Z. (2007). Methyl jasmonate promotes fruit ripening and improves fruit quality in Japanese plum. *J. Horti. Sci. Biotechnol.*, 82 (5), 695–706
- Khan, A.S., Singh, Z., Ali, S. (2016) Methyl jasmonate in postharvest. In: Wills BH, Golding J (eds) *Advances in postharvest fruit and vegetable technology*. CRS Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp 211–228.
- Lalel, H.J.D., Singh, Z., & Tan, S.C. (2003). The role of ethylene in mango fruit aroma volatiles biosynthesis. *J. Horti. Sci. Biotechnol.*, 78, 485–496.
- Li, H., Suo, J., Han, Y., Liang, C., Jin, M., Zhang, Z., & Rao, J. (2017). The effect of 1- methylcyclopropene, methyl jasmonate and methyl salicylate on lignin accumulation and gene expression in postharvest ‘Xuxiang’ kiwifruit during cold storage. *Postharvest Biol. Tech.* 124, 107-118.
- Lv, J., Zhang, M., Zhang, J., Ge, Y., Li, C., Meng, K., & Li, J. (2018). Effects of methyl jasmonate on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and signaling pathway during postharvest ripening of apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 229, 157–166.
- Meyer, A., Miersch O., Büttner C., Dathe W., Sembdner G. (1984). Occurrence of the plant growth regulator jasmonic acid in plants. *J Plant Growth Reg* 3: 1–8.
- Min, D., Li, F., Ali, M., Zhang, X., & Liu, Y. (2023). Application of methyl jasmonate to control chilling tolerance of postharvest fruit and vegetables: a meta-analysis and eliciting metabolism review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–14.
- Moline, E.H., Buta, J.G., Safner, R.A., Maas J.L. (1997). Comparison of three volatile natural products for the reduction of postharvest decay in strawberries. *Adv Strawberry Res* 6: 43–48.
- Modesti, M., Petriccione, M., Forniti, R., Zampella, L., Scortichini, M., & Mencarelli, F. (2018). Methyl jasmonate and ozone affect the antioxidant system and the quality of wine grape during postharvest partial dehydration. *Food Research International*, 112, 369–377.
- Moro, L., Aymoto Hassimotto, N. M., & Purgatto, E. (2017). Postharvest auxin and methyl jasmonate effect on anthocyanin biosynthesis in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(3), 773–782
- Mustafa, M. A., Ali, A., Seymour, G., & Tucker, G. (2018). Treatment of dragonfruit (*Hylocereus polyrhizus*) with salicylic acid and methyl jasmonate improves postharvest physico-chemical properties and antioxidant activity during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 231, 89–96.

- Öztürk, B., Ozkan, Y., & Yildiz, K. (2014). Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(5), 688–699.
- Öztürk, A., Yildiz, K., Ozturk, B., Karakaya, O., Gun, S., Uzun, S., & Gundogdu, M. (2019). Maintaining postharvest quality of medlar (*Mespilus germanica*) fruit using modified atmosphere packaging and methyl jasmonate. *LWT*, 111, 117–124.
- Öztürk, B., and F. Yücedağ. (2021). Effects of methyl jasmonate on quality properties and phytochemical compounds of kiwifruit during cold storage and shelf life. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 45 (2):154–64.
- Perez AG, Sanz C, Olias R, Olias JM. (1997). Effect of methyl jasmonate on *in vitro* strawberry ripening. *J Agric Food Chem* 45: 3733–3737.
- Qian, M. J., Yu, B., Li, X., Sun, Y. W., Zhang, D., & Teng, Y. W. (2014). Isolation and expression analysis of anthocyanin biosynthesis genes from the red Chinese sand pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Mantianhong, in response to methyl jasmonate treatment and UV-B/VIS conditions. *Plant Molecular Biology Reporter*, 32(2), 428–437.
- Reyes-Díaz, M., Lobos, T., Cardemil, L., Nunes-Nesi, A., Retamales, J., Jaakola, L., & Ribera-Fonseca, A. (2016). Methyl jasmonate: An alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. *Molecules*, 21(6), 567.
- Saniewski, M., Miszczak, A., Kawa-Miszczak, L., Wegrzynowicz-Lesiak, E., Miyamoto, K., Ueda, J. (1998). Effects of methyl jasmonate on anthocyanin accumulation, ethylene production, and CO₂ evolution in uncooled and cooled tulip bulbs. *J Plant Growth Regulat* 17: 33–37.
- Sayyari, M., Salehi, F., & Valero, D. (2017). New approaches to modeling methyl jasmonate effects on pomegranate quality during postharvest storage. *International Journal of Fruit Science*, 17(4), 374–390.
- Shafiq, M., Singh, Z., Khan, A.S. (2013). Time of methyl jasmonate application influences the development of “Cripps Pink” apple fruit colour. *J Sci Food Agric* 93: 611–618.
- Shi, R., Yu, J., Chang, X., Qiao, L., Liu, X., & Lu, L. (2023). Recent Advances in Research into Jasmonate Biosynthesis and Signaling Pathways in Agricultural Crops and Products. *Processes*.

- Supapvanich, S., Kernprie, Y., Boonyaritthongchai, P., Techavuthiporn, C., Tepsorn, R., & Youryon, P. (2019). Physicochemical quality maintenance and bioactive compounds enhancement of Thai guava fruit cv. 'Kim Ju' by using combinative hot water and methyl jasmonate immersion. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(5), 395–404.
- Tian, F., Wu, C.E., Kou, X., Fan, G., Li, T., (2022). Postharvest methyl jasmonate treatment inhibits blue mold decay in Ginkgo biloba seeds by inducing antioxidant and defense systems. *J. Food Meas. Charact.* 1–9.
- Tzortzakakis, N.G. (2007). Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. *Crop Protection*, 26(10), 1507–1513.
- Yang, S., Chen, Y., Feng, L., Yang, E., Su, X., & Jiang, Y. (2011). Effect of methyl jasmonate on pericarp browning of postharvest lychees. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(4), 417–422.
- Qian, M. J., Yu, B., Li, X., Sun, Y. W., Zhang, D., & Teng, Y. W. (2014). Isolation and expression analysis of anthocyanin biosynthesis genes from the red Chinese sand pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Mantianhong, in response to methyl jasmonate treatment and UV-B/VIS conditions. *Plant Molecular Biology Reporter*, 32(2), 428–437
- Yu, L., Liu, H., Shao, X., Yu, F., Wei, Y., Ni, Z., Xu, F., & Wang, H. (2016). Effects of hot air and methyl jasmonate treatment on the metabolism of soluble sugars in peach fruit during cold storage. *Postharvest Biol.Tech.* 113, 8–16.
- Wang, C.Y., Buta, J.G. (1994). Methyl jasmonate reduces chilling injury in *Cucurbita pepo* through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. *Environ Exper Botan* 43: 427–432.
- Wang, S.Y. (1999). Methyl jasmonate reduces water stress in strawberry. *J Plant Growth Regulat* 18:127–134.
- Wang, L., R. Liu, Y. Yue, M. Yu, Y. Zheng, and H. Zhang. (2022). Preservation treatment with methyl jasmonate alleviates chilling injury disorder in pear fruit by regulating antioxidant system and energy status. *Journal of Food Processing and Preservation* 46 (1): e16152.
- Wang, C.Y. (2003). Maintaining postharvest quality of raspberries with natural volatile compounds. *Internat J Food Sci Technol* 38: 869–875.
- Wasternack, C., & Song, S. (2016). Jasmonates: biosynthesis, metabolism, and signaling by proteins activating and repressing transcription. *Journal Of Experimental Botany*, 68, 1303–1321.

- Wu, Y.-Y., Liu, X.-F., Fu, B.-L., Zhang, Q.-Y., Tong, Y., Wang, J., Yin, X.-R. (2020). Methyl jasmonate enhances ethylene synthesis in kiwifruit by inducing *NAC* genes that activate *ACS1*. *J. Agri. Food Chemistry*, 68(10), 3267–3276.
- Yang, J., Duan, G., Li, C., Liu, L., Han, G., Zhang, Y., Wang, C., (2019). The crosstalks between jasmonic acid and other plant hormone signaling highlight the involvement of jasmonic acid as a core component in plant response to biotic and abiotic stresses. *Front Plant Sci.* 10, 1349.
- Zhao, M. L., J. N. Wang, W. Shan, J. G. Fan, J. Kuang, F. Wu, K. Q. Ping, X. Chen, W. X. He, F. Y. Chen, et al. (2013). Induction of jasmonate signalling regulators MaMYC2s and their physical interactions with MaICE1 in methyl jasmonate-induced chilling tolerance in banana fruit. *Plant, Cell & Environment* 36 (1):30–51.
- Zhu, Z., Tian, S. (2012). Resistant responses of tomato fruit treated with exogenous methyl jasmonate to *Botrytis cinerea* infection. *Sci. Hortic.* 142, 38–43.

3. Bölüm

İklim Değişikliğinin *Hordeum Vulgare*'nin Potansiyel Yayılış Alanlarına Etkisinin Tür Dağılım Modeli Kullanılarak Tahmini

Gülben Meryem ARSLAN¹

¹ Ziraat Mühendisliği ve Doktora Öğrencisi, (ORCID: 0009-0006-5787-048X)
Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara-Türkiye
Email: gulbenmeryemgulden@gmail.com

Özet

İnsan ve hayvan beslenmesinde ekonomik önemi olan *Hordeum vulgare*'nin gelecekteki yayılış alanlarının belirlenmesi stratejik açıdan önem arz etmektedir. *Hordeum vulgare*'nin Akdeniz-Marmara ve Karasal iklim kuşaklarında mevcut yayılış alanları ve iklim değişimine bağlı olarak geliştirilen senaryolar maksimum entropi algoritması (MaxEnt) kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki yayılışını temsil eden türe ait varlık verileri ve çevresel değişkenler kullanılarak MIROC6 küresel iklim değişikliği senaryosuna göre 2041-2060 ve 2081-2100 zaman aralıklarında SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları kapsamında *Hordeum vulgare*'nin Akdeniz-Marmara ve Karasal İklim kuşaklarındaki dağılım alanları MaxEnt 3.4.1 aracılığıyla modellenmiştir. Jackknife testinde dağılıma en çok etkisi olan değişken Akdeniz- Marmara iklim tipinde en önemli değişken Bio9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) iken Karasal iklim tipinde Bio 7 (yıllık sıcaklık değişim aralığı) olarak bulunmuştur. Modelleme sonucunda her iki iklim tipinde türün Türkiye'de yayılış alanlarının giderek artacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, *Hordeum vulgare*, Tür dağılım modeli, MaxEnt, SSP2 4.5, SSP5 8.5

Abstract

Determining the future distribution areas of *Hordeum vulgare*, which has economic importance in human and animal nutrition, is strategically important. The current distribution areas of *Hordeum vulgare* in the Mediterranean-Marmara and Continental climate zones and the scenarios developed based on climate change can be determined using the maximum entropy algorithm (MaxEnt). In this study, the distribution areas of *Hordeum vulgare* in the Mediterranean-Marine and continental climate zones under the SSP2 4.5 and SSP5 8.5 scenarios in the 2041-2060 and 2081-2100 time intervals according to the MIROC6 global climate change scenario were modeled by using MaxEnt 3.4.1 by using the presence data and environmental variables of the species representing its distribution in Turkey. In the Jackknife test, Bio9 (average temperature of the driest quarter) was found to be the most important variable in the Mediterranean-Marmara climate type while Bio 7 (range of annual temperature change) was found to be the most important variable in the Continental climate type. As a result of the modeling, it is predicted that the distribution area of the species in Turkey will gradually increase in both climate types.

Key words: Climate change, *Hordeum vulgare*, Species Disturbition Modelling, MaxEnt, SSP2 4.5, SSP5 8.5

GİRİŞ

Geçmişten günümüze bütün yaşamlar bitkilere bağlıdır. Besinlerimiz doğrudan bitkilerden ya da bitkilerle beslenen hayvanlardan sağlanan ürünlerden oluşmaktadır. Tahıllar, yeryüzünde ekiliş ve üretim bakımından en yüksek miktarda yetiştiriciliği yapılan ürün grubudur (Kün,1983 syf:13).

Tahıllar içinde arpa, ekiliş alanı bakımından dünyada buğday, mısır ve pirinçten sonra dördüncü sırayı, serin iklim tahılları içinde ise ikinci sırayı alan tahıl cinsidir. (Kün,1983 syf:157). Türkiye’de 2022 yılında arpa yetiştiriciliği yaklaşık 3 milyon 2 yüz bin dekar alanda 8 milyon 5 yüz bin ton üretim gerçekleşmiştir (TÜİK,2022). Arpa, insan ve hayvan beslenmesi için önemli bir tahıl türüdür.

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar en az 9,8 ve 2100 yılında ise 11,2 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte ve bu nüfusun beslenebilmesi için tarımsal üretimin %70 oranında artması gerekmektedir (FAO, 2009; UN, 2015; UN, 2019; Akbaş vd.,2021). Dünyada artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacı gün geçtikçe artmakta fakat tarımda gıda üretimi iklim değişiklikleri sınırlamaktadır. (Hayaoğlu, 2018; Başak, 2023).

Fosil yakıtların giderek artan oranda kullanılması, ormanların yok edilmesi ve biyokütle tüketimine bağlı olarak atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu sürekli artış eğilimi göstermektedir. Sera gazı emisyonunun yol açtığı küresel ısınma günümüzde global çevresel sorunlarının başında gelen iklim değişikliğine neden olmuştur. IPCC (İnternational Panel of Climate Change-Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)’ye göre, küresel ortalama sıcaklık 1880-2012 yılları arasında 0.85°C artmıştır. IPCC ’nin Eylül 2013 tarihinde kabul edilen 1. çalışma raporu, sanayi devriminden günümüze dünyadaki yüzey (kara ve deniz) sıcaklığının yaklaşık olarak 0.85°C yükseldiğini ve önlem alınmazsa en olumlu senaryoya göre dahi, 2100 yılında ortalama sıcaklığın 1,8-4°C daha artacağını belirtmektedir (IPCC, 2014). Son yüzyılın en önemli çevre sorunlarından iklim değişikliğinin en önemli sebepleri arasında artan nüfus, sanayileşme ve gelişen teknoloji ile beraber ekolojik düşünce yapısına yeterince önem verilmemesi ya da iklim değişikliğinin önlenmesi için yapılan plan ve programların uygulamada yetersiz olmasındandır. (McNutt, 2013; Özdemir 2020).

Küresel iklim değişimi, tarım sektörünü doğrudan etkileyen en önemli sorunlardan biri olarak verim açısından tehdit oluşturan unsurlar arasında yerini almıştır (Hayaloğlu, 2018). Tarım ve iklim arasındaki belirgin ve karmaşık ilişkiye bağlı olarak hava olaylarındaki değişikliklerden etkilenmekte bu da bitkisel üretimde yıldan yıla farklılıklar olmasına sebep olmaktadır (Özer, 2003). Dünyanın çeşitli bölgelerinde artan sıcaklık ve azalan yağış miktarları 1950 yılından bu yana karasal ekosistemdeki kuraklıkları beraberinde getirmiştir. Küresel iklim değişikliğine bağlı dünyanın sıcaklığı her on yılda bir 0,2°C artmaktadır. Son 50 yıllık zaman diliminde

artan 0,5°C'lik artış bitki türlerinin dağılımında değişikliklere neden olmuştur (Dai., 2012; IPCC, 2019; Sakallı, 2021).

Tarım sektörü iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek sektör olmakla birlikte Türkiye'de önemli ölçekte yetiştiriciliği yapılan arpa tahılının iklim değişikliği senaryolarına göre gelecekteki ekiliş alanlarının belirlenmesi, iklim değişikliğine nasıl tepki vereceğini tespit etmek açısından oldukça önemlidir. Bugün ve gelecekte insanların yeterli ve dengeli beslenebilmesi, gerekli gıdanın üretilmesi ve bunun dengeli bir şekilde dağıtılabilesine bağlıdır (Eser ve Geçit 2007 syf:3). İklim, yeryüzündeki bitki türleri ve bitki topluluklarının esas karakteri ile yayılış alanlarını belirleyen en önemli ekolojik faktör olarak görülmektedir (Günel, 2013; Örucü ,2019).

Bir türün coğrafi dağılımını hesaplamak için en yaygın kullanılan strateji bu tür için uygun çevre şartlarını karakterize etmek ve bu karakterlere uygun çevresel koşulların gerçekleştiği coğrafi alan dağılımını belirlemektedir (Pearson, 2007). Bu strateji ekolojik niş modellemelerinin temelini oluşturmaktadır.

Küresel iklim değişikliklerinden ekosistemler, insanlar, hayvanlar ve bitkiler önemli şekilde etkilenmektedir. İklim değişikliğinin etkisi ile bitkilerin bulunduğu yayılış alanlarını değiştirerek farklı coğrafi alanlarda çıkabilmektedir. (Arslan, 2019). Türlerin ise hayatta kalabilmek için, iklim değişikliği neticesinde karşılaşılan koşullara adapte olmaları gerekmektedir (Özdemir vd.,2020). Küresel ısınmanın dünya üzerinde yapabileceği etkileri bilmek, bu konuda yapılmak istenen eylemlerin daha verimli olmasını sağlayacaktır (Yılmaz, 2015).

İklimle bağlı geliştirilen senaryolar ise gelecekte olabilecek bazı durumları tasvir etmek amacıyla kullanılan hikayeler olarak tanımlanır. Geleceğe yönelik bazı durumları resmetmek için kullanılan hikayeler olarak tanımlanmaktadır (Gregory ve Duran, 2001; Özdemir vd., 2020).

Türlerin var olduğu noktasal alan kayıtları ile bu alanlara ait sayısal biyoiklim verileri kullanılarak oluşturulmuş katmanlar sayesinde türün mevcut potansiyel yayılışları ve farklı iklim senaryolarına göre gelecekteki potansiyel yayılışları makine öğrenme yöntemleri ile ortaya sunulabilmektedir (Sérgio vd., 2007; Wang vd., 2007; Ward 2007; Phillips ve Dudik, 2008; Wollan vd., 2008; Tittensor vd., 2009; Williams vd., 2009; Yuan vd., 2015; Sarıkaya vd., 2018; Arslan, 2019).

Bu çalışma Türkiye de doğal olarak yayılış gösteren *Hordeum vulgare* 'nin farklı iklim tiplerinde değişen iklim koşullarına günümüz ve gelecekteki potansiyel yayılış alanlarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Türe ait varlık verileri ve çevresel değişkenler (19 Tane bioklimatik değişken ve topoğrafya) kullanılarak MIROC6 küresel iklim değişikliği senaryosuna göre belirlenmiştir. 2041-2060 ve 2081-2100 zaman aralıklarında SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları kapsamında *Hordeum vulgare* 'nin Akdeniz- Marmara ve Karasal İklim kuşaklarındaki dağılım alanları

MaxEnt 3.4.1 aracılığıyla modellenmiştir. Bu kapsamda aşağıda sunulan araştırma sorularına yanıt aranmaktadır. Buna göre türün günümüz ve gelecekteki yayılış alanının tahmini için maksimum entropi algoritmasına dayanan tür dağılım modeli kullanılmıştır. Maksimum entropi algoritmasında olasılıkların dağılımını çalışma alanına ait çevresel parametrelerin değeri oluşturmaktadır. Bu parametre değerleri her biri farklı katmanlarda olmak üzere, örnekleme noktalarında türlerin yüksekliği, iklimsel değişkenler, toprak yapısı ve vejetasyon gibi çeşitli verileri içermektedir (Phillips vd., 2006). Bu çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır.

1.*Hordeum Vulgare* 'nin Akdeniz-Marmara ve Karasal İklim kuşaklarında günümüz ve gelecekteki potansiyel yayılışında hangi çevresel değişkenler etkilidir?

2.İklim değişikliği senaryolarına göre *Hordeum vulgare* ' nin Akdeniz-Marmara ve Karasal İklim kuşaklarında yayılış alanları günümüz ve gelecekte nasıl şekillenmektedir?

MATERYAL VE YÖNTEM

Poaceae familyasına ait olan *Hordeum vulgare* tahıllar içerisinde en çok kardeşlenme yeteneğine sahip olan tek yıllık uzun gün bitkisidir. Arpa, soğukluğun ve sıcaklığın fazla olmadığı, nispi nemi yüksek olan yerlerde iyi gelişmektedir. Sıcaklığın 0 °C'nin altına düşmediği ve 18–20 °C'nin üzerine çıkmadığı, nispi nemi olarak ise %70–80 yerler arpa için çok uygundur. Arpa kurağa olduğu kadar düşük sıcaklıklara da dayanıksız olmakla birlikte çeşitlerin çoğu -10 °C civarındaki sıcaklıklardan zarar görür (Yürür, 1994) Yetiştirme koşullarına göre kışlık, alternatif ve yazlık arpalar mevcuttur. Kışlık arpaların ekimi sonbaharda yapılmakta olup vernalizasyon istekleri belirgindir.

Başak ekseninin bir boğumdaki tane bağlayan başakçık sayısına göre farklı varyete gruplarına ayrılır (Yürür, 1994) Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitler iki sıralı ve altı sıralı arpadır. Altı sıralı arpaların bir boğumdan tane bağlayan başakçık sayısı üç tane iken iki sıralı da bir tane olup steril yan başakçıkları mevcuttur.



Şekil 1. *Hordeum Vulgare*'nin genel görünümü

Türkiye çeşitli iklim tiplerinin yaşandığı ülkelerden birisidir. Türkiye’de Akdeniz, Karadeniz, Karasal ve Marmara (geçiş) iklimi olmak üzere dört ana iklim tipi vardır. Bu çalışmada serin iklim tahılları içerisinde önemli bir yeri bulunan, ülkemizde doğal yayılış gösteren *Hordeum Vulgare* ’nin Akdeniz-Marmara İklimi ve Karasal İklimdeki potansiyel yayılış alanı ile gelecekte iklim değişikliği sebebiyle yayılış alanlarının nasıl etkileneceğinin belirlenmesi için tür dağılım modellenmesi uygulanmıştır.

Çalışma için arpanın Akdeniz-Marmara ve Karasal iklim tipinde coğrafi yayılışını temsil eden noktaların koordinatları Çizelge 2(A-B)’de gösterilmiştir. Koordinat verileri literatür çalışmalarından (Şehirli, 1987) geçmişten günümüze yetiştiriciliği yapılan verilerden ve Global Biodiversity Information Facility (GBIF)‘ den elde edilen türe ait varlık verileri kullanılmıştır.

Hordeum vulgare ‘nin Akdeniz-Marmara ve Karasal iklim tiplerindeki verilerin günümüzdeki ve gelecekteki potansiyel yayılış alanlarının tahmini için WorldClim versiyon 2.1 kullanılmıştır. Bu versiyon ise 1970 ile 2000 yılları arasında yağış, rüzgâr hızı, minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık, güneş radyasyonu, rüzgâr hızı, su buharı basıncı ve toplam yağış için aylık iklim verilerini içermektedir. Güncel yayılış alanlarının belirlenmesinde kullanılan ve yaklaşık 20 km²’lik (2.5 dakika uzamsal çözünürlükte) biyoklimatik değişkenler, WorldClim versiyon 2.1’deki gözlemlenen verilerden türetilmiş ve Çizelge 1’de verilmiştir. (WorldClim 2019)

Kodlar	Tanımlar
Bio 1	Yıllık Ortalama Sıcaklık
Bio 2	Günlük Ortalama Değişim Aralığı (Ortalama Aylık Sıcaklık)
Bio 3	İzotermalite
Bio 4	Mevsimsel Sıcaklık (Standart Sapma 100)
Bio 5	En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklığı
Bio 6	En Soğuk Ayın Minimum Sıcaklığı
Bio 7	Yıllık Sıcaklık Değişim Aralığı (Bio 5 - Bio 6)
Bio 8	En Nemli Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
Bio 9	En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
Bio 10	En Sıcak Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
Bio 11	En Soğuk Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
Bio 12	Yıllık Yağış
Bio 13	En Nemli Aydaki Yağış Miktarı
Bio 14	En Kurak Aydaki Yağış Miktarı
Bio 15	Mevsimsel Yağış Miktarı
Bio 16	En Nemli Çeyreğin Yağış Miktarı
Bio 17	En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı
Bio 18	En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı
Bio 19	En Soğuk Çeyreğin Yağış Miktarı

Çizelge 1. Biyoklimatik değişkenler

Örnek	X	Y	İl	İlçe	BIO12	BIO1	Yükseklik	Sıcaklık	Yağış
1	41 43 33.5	26 46 06.2	Edirne	Merkez	593	13.31	141	13.23	49.42
2	41 41 49.6	26 46 12.1	Edirne	Havsa	598	13.43	110	13.34	49.83
3	41 52 45.2	26 48 59.7	Edirne	Lalapaşa	602	12.24	322	12.15	50.17
4	41 42 04.5	27 12 33.9	Kırklareli	Merkez	588	13.52	165	13.38	49
5	41 21 11.2	27 18 11.1	Kırklareli	Lüleburgaz	603	13.93	42	13.83	50.25
6	41 04 00.7	27 24 51.7	Tekirdağ	Merkez	626	13.05	207	13.28	52.17
7	41 06 48.9	27 02 21.8	Tekirdağ	Hayrabolu	650	13.8	98	13.91	54.17
8	36 56 05.7	30 51 26.9	Antalya	Merkez	769	17.89	29	18.35	64.08
9	36 12 07.2	29 46 17.8	Antalya	Kaş	773	17.09	314	17.2	64.42
10	37 07 13.6	30 41 36.6	Antalya	Merkez	663	16.29	352	16.7	55.25
11	36 48 48.5	31 36 21.3	Antalya	Manavgat	1001	17.84	139	17.71	83.42
12	36 07 18.9	33 06 17.7	Mersin	Bozyazı	637	19.17	2	18.86	53.08
13	36 15 49.1	33 44 44.4	Mersin	Silifke	657	17.13	403	17.26	54.75
14	36 41 23.3	34 23 24.5	Mersin	Erdemli	661	18.47	109	18.73	55.08
15	36 51 31.0	34 55 42.9	Mersin	Tarsus	689	18.83	11	18.93	57.42
16	37 55 11.9	30 20 37.2	Isparta	Keçiborlu	515	12.23	997	12.28	42.92
17	37 35 09.3	30 23 45.9	Burdur	Merkez	526	10.95	1214	11.07	43.83
18	37 30 48.9	30 30 45.1	Burdur	Bucak	507	12.95	834	12.95	42.25
19	38 38 57.7	27 33 44.4	Manisa	Merkez	682	16.6	21	16.18	56.83
20	38 31 59.4	28 38 39.4	Manisa	Kula	660	13.75	643	13.74	55
21	38 52 39.2	28 29 01.7	Manisa	Demirci	665	13.82	611	14.04	55.42
22	37 27 08.5	27 19 47.5	Aydın	Didim	716	18.03	85	18.03	59.67
23	37 46 24.3	27 35 15.2	Aydın	Koçarlı	699	17.64	37	17.57	58.25
24	37 50 49.2	27 59 47.0	Aydın	Merkez	641	17.61	66	17.48	53.42
25	37 54 08.4	28 27 31.5	Aydın	Nazilli	621	17.32	76	17.09	51.75
26	37 11 40.0	27 47 36.6	Muğla	Milas	781	18.37	177	18.08	65.08
27	37 05 43.1	28 21 14.8	Muğla	Ula	1008	16.01	604	15.79	84
28	37 24 05.8	28 04 37.8	Muğla	Yatağan	748	17.24	279	16.83	62.33
29	38 40 43.9	26 50 33.3	İzmir	Foça	646	17.06	107	17.07	53.83
30	38 14 11.7	26 48 40.3	İzmir	Seferihisar	614	17.24	50	17.26	51.17
31	38 17 12.8	26 32 50.1	İzmir	Urla	620	16.29	158	16.3	51.67
32	37 52 20.0	29 00 24.9	Denizli	Sarayköy	603	16.79	186	16.68	50.25
33	37 59 50.4	29 02 05.2	Denizli	Acıpayam	583	16.63	263	16.62	48.58
34	37 23 45.4	29 05 34.4	Denizli	Tavas	655	12.62	1104	12.72	54.58
35	37 18 12.0	28 50 36.8	Denizli	Kale	748	12.33	1183	12.24	62.33

Çizelge 2a. Akdeniz-Marmara iklim tipinde öznitelik ve var verileri

Örnek	X	Y	İl	İlçe	BIO12	BIO1	Yükseklik	Sıcaklık	Yağış
1	41 18 38.3	42 43 58.5	Ardahan	Hanak	812	2.58	2200	2.59	67.67
2	41 16 06.9	43 07 07.3	Ardahan	Çıldır	553	5.31	1738	5.62	46.08
3	40 16 18.5	41 06 42.8	Erzurum	İlica	562	3.53	2140	3.36	46.83
4	39 56 38.8	41 16 18.8	Erzurum	Merkez	423	5.6	1778	5.66	35.25
5	40 33 32.4	42 02 55.0	Erzurum	Oltu	383	9.33	1270	9.38	31.92
6	40 35 50.5	43 08 04.7	Kars	Merkez	439	5.05	1788	5.13	36.58
7	40 06 52.8	43 07 02.7	Kars	Kağızman	414	7.22	1531	8.28	34.5
8	39 34 15.0	44 01 32.8	Ağrı	Doğubeyazıt	343	9.07	1526	8.76	28.58
9	39 44 08.6	39 27 04.1	Erzincan	Merkez	446	11.7	1181	11.69	37.17
10	39 54 58.5	38 46 38.4	Erzincan	Refahiye	558	8.83	1680	6.78	46.5
11	38 47 30.5	41 25 48.0	Muş	Merkez	709	9.94	1256	10.03	59.08
12	38 42 02.2	41 47 54.1	Muş	Hasköy	771	10.22	1281	10.58	64.25
13	38 31 19.3	43 27 40.7	Van	Merkez	460	8.31	1836	8.53	38.33
14	39 05 40.3	43 31 14.2	Van	Erciş	501	6.67	2019	6.78	41.75
15	37 56 45.3	41 04 06.4	Diyarbakır	Bismil	641	15.99	695	16.37	53.42
16	37 50 29.3	41 09 10.7	Batman	Merkez	640	16.22	645	16.43	53.33
17	37 53 54.6	41 16 23.5	Batman	Beşiri	740	15.27	1007	15.63	61.67
18	37 49 50.3	40 38 23.2	Diyarbakır	Bismil	552	16.12	573	16.05	46
19	37 57 17.1	40 25 24.0	Diyarbakır	Merkez	540	15.92	617	16.07	45
20	38 08 24.2	39 48 16.3	Diyarbakır	Ergani	575	15.42	790	15.3	47.92
21	37 29 41.2	42 30 54.6	Şırnak	Merkez	799	13.8	1429	13.08	66.58
22	37 15 03.8	42 31 49.7	Şırnak	Silopi	736	18.59	581	18.73	61.33
23	37 44 44.8	38 11 33.5	Adıyaman	Merkez	614	16.8	681	16.94	51.17
24	37 31 15.4	38 04 19.1	Adıyaman	Besni	526	17.46	477	17.43	43.83
25	36 59 01.9	37 16 37.2	Gaziantep	Şahinbey	552	14.78	849	15.03	46
26	36 52 10.5	37 27 39.7	Gaziantep	Oğuzeli	438	16.51	636	16.98	36.5
27	36 52 09.1	37 49 36.3	Gaziantep	Nizip	372	17.61	460	18.18	31
28	37 17 52.6	38 40 15.3	Şanlıurfa	Bozova	500	17.35	661	17.19	41.67
29	37 00 40.5	38 37 36.4	Şanlıurfa	Merkez	427	17.76	588	17.8	35.58
30	37 01 46.8	39 55 50.8	Şanlıurfa	Ceylanpınar	412	17.98	438	18.14	34.33
31	37 13 51.9	40 25 22.0	Mardin	Derik	464	17.53	485	18.06	38.67
32	37 06 11.4	41 15 09.8	Mardin	Merkez	462	18.93	498	19.01	38.5

33	39 37 06.3	33 03 28.5	Ankara	Bala	377	11.54	966	11.32	31.42
34	38 50 29.3	33 32 52.7	Ankara	Şereflikoçhisar	433	11.34	925	11.68	36.08
35	39 19 40.3	32 29 53.3	Ankara	Haymana	391	10.6	1151	10.3	32.58
36	38 31 58.1	39 12 59.1	Elazığ	Merkez	531	14.34	931	13.72	44.25
37	38 29 40.0	39 16 35.1	Elazığ	Sivrice	660	13.06	1217	12.63	55
38	38 34 18.8	35 13 05.7	Kayseri	İncesu	379	11.02	1085	11.6	31.58
39	38 23 45.1	35 32 33.7	Kayseri	Develi	408	8.71	1418	8.92	34
40	38 50 25.7	35 38 59.7	Kayseri	Kocasinan	393	10.07	1081	10.38	32.75
41	39 05 37.0	35 58 22.8	Kayseri	Sarıoğlu	404	9.71	1136	9.85	33.67
42	40 37 42.7	34 57 49.6	Çorum	Merkez	492	9.61	1000	9.87	41
43	40 46 51.1	34 53 28.5	Çorum	Laçın	483	11.04	669	11.03	40.25
44	40 50 57.6	34 49 50.4	Çorum	Dodurga	497	11.96	554	11.82	41.42
45	39 47 25.6	34 43 06.3	Yozgat	Merkez	496	9.91	1252	9.58	41.33
46	39 31 47.1	34 36 34.7	Yozgat	Şefaattli	410	11.38	990	11.23	34.17
47	39 30 19.6	34 33 23.7	Kırşehir	Çiçekdağı	427	10.42	1116	10.35	35.58
48	39 34 37.9	35 04 28.9	Yozgat	Merkez	571	9.2	1300	9.02	47.58
49	39 34 56.2	35 09 11.5	Yozgat	Sorgun	436	10.4	1120	10.22	36.33
50	38 16 49.2	33 43 19.7	Aksaray	Merkez	406	11.23	920	11.42	33.83
51	38 17 45.5	33 27 25.4	Aksaray	Eskil	456	10.86	958	11.19	38
52	38 17 36.5	33 11 44.8	Konya	Altınekin	484	10.61	973	11.17	40.33
53	37 44 39.2	33 01 12.6	Konya	Karatay	448	10.98	993	11.21	37.33
54	38 25 46.6	32 22 08.2	Konya	Kadınhanı	368	10.51	1013	10.84	30.67
55	38 12 14.1	32 22 29.5	Konya	Sarayöntü	412	10.06	1098	10.36	34.33

Çizelge 2b.Karasal iklim tipinde öznitelik ve var verileri

Çalışmada *Hordeum Vulgare*'nin Akdeniz-Marmara ve Karasal İklim kuşaklarındaki potansiyel yayılış alanını tahmin etmek için bir iklim tahmin sistemi olan MIROC6 kullanılmıştır. Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) ise bu modellerin çalıştırılacağı bir grup standart simülasyon içermektedir. Bu çalışmada IPCC6 değerlendirme raporuna göre kapsamlı bir gelecek tahmini sağlamak amacıyla CMIP6 için geliştirilen bir dizi yeni senaryo kullanılmıştır. CMIP6 'deki senaryolar Shared Socio-economic Pathways olarak (SPSS) SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP4-6.0 ve SSP5-8.5 şeklinde adlandırılmıştır. Bu çalışmada ise SSP2 4.5 ile SSP 8.5 senaryoları kullanılmış olup 2041-2060 ile 2081-2100 periyotları modellenmiştir.

Bartlett testi korelasyon matrisinin istatistiki olarak anlamlılığını test eden, değişkenler arasında ilişki olup olmadığını korelasyonlar temelinde inceleyen bir

testtir. Veri grubunun faktör analiz ile modellenebilmesini değerlendirmek için Kaiser Meyer Olkien istatistiği uygulanmış olup alt sınır değerinin 0.5 olması gerektiği aksi takdirde veri kümesinin faktörlenemeyeceği belirlenmiştir. (Field 2013) İstatistik programı olarak analizde SPSS 25.0 kullanılmış olup, çalışma için seçilen türlere ait noktaların 19 biyoklimatik veri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre KMO ve Bartlett testi hesaplanamamıştır. Veri grubunun faktörleşmediği ve korelasyonun yetersiz olduğuna ulaşmasıyla tüm değişkenler tahmin için modelde kullanılmıştır. Bu sebeple modelin tahmin gücünü artırmak için kullanılan, örnek noktalarına ait birbirine benzeyen noktaları sadeleştirmek amacıyla iklim verilerinde kullanılan temel bileşen analizi (PCA) uygulanmamıştır.

Çalışmada kullanılan modelleme MaxEnt 3.4.1 programında yapılmıştır. Hordeum vulgare türünde Akdeniz-Marmara iklim kuşağında 35 adet var verisi, Karasal iklim kuşağında, 55 adet var verisi modellemede kullanılmıştır. Bu verilerin %25'i test verisi olarak ayrılmıştır. MaxEnt modelleme prosedüründe, örnek sayısı 5 ile 15 arasında olanlar için yalnızca linear özellikler, 15 ile 30 arasında olanlar için linear ve quadratic özellikler, 30 ile 80 arasında olanlar için linear, quadratic ve threshold özellikler kullanılır. (Barry ve Elith, 2006; Pearson vd., 2007; Elith vd., 2011; Uzun A.,2020). Bu çalışmada nokta sayısına bağlı olarak Linear, Quadratic ve Threshold özellikleri seçilerek program çalıştırılmıştır.

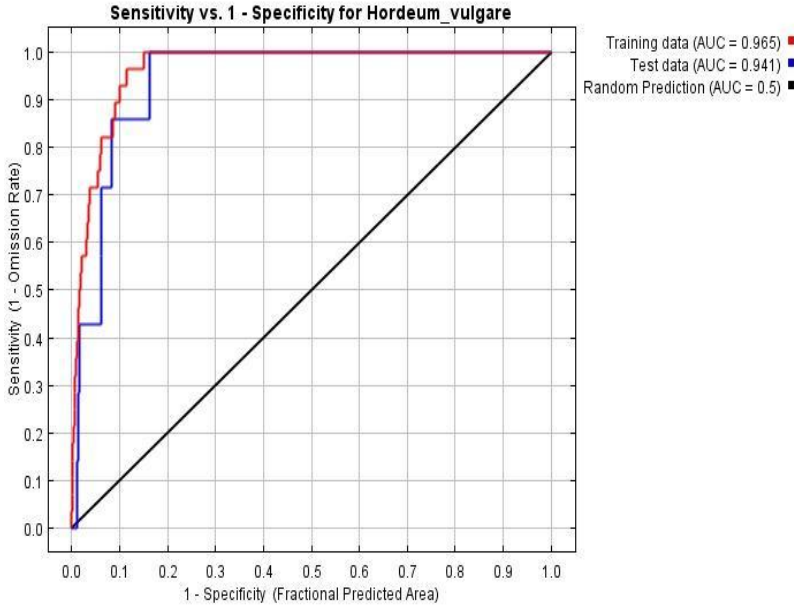
Bir olasılık eğrisi olan Receiver Operating Characteristic (ROC) ve altında kalan alanı temsil eden altında kalan alanı ifade eden Area Under the ROC Curve (AUC), modelin başarısını değerlendirmek için kullanılmıştır. AUC değeri, doğru ayarlanmış bir modelde rastgele seçilen grid hücresinin varlığının tahmini olasılığı olarak yorumlanabilir. AUC tüm olası tahminlerde modelin başarısını tanımlamaktadır. Eğer bu değer $AUC > 0.5$ ise modelin rastgele bir tahminden daha iyi performans gösterdiğini ifade etmektedir (Phillips ve Elith 2010). AUC test değeri 1'e ne kadar yakınsa modelin hassasiyeti ve tahmin başarısı o kadar yüksektir (Phillips vd., 2006). AUC değerini değerlendirirken $AUC \geq 0.9$ = çok iyi, $0.9 > AUC \geq 0.8$ = iyi ve $AUC < 0.8$ = zayıf şeklinde eşik değerleri tanımlanmıştır (Gassó ve ark. 2012, Hosmer Jr ve ark. 2013).MaxEnt modelleme programında Jackknife testi çevresel değişkenlerin katkı derecesini belirlenmesi için kullanılmıştır (Pearson ve ark. 2007, Shcheglovitova ve Anderson 2013). Bu seçenek her bir bağımsız değişkenin modelin oluşturulmasındaki önem derecelerini belirlemeye olanak tanımaktadır.

Dağılım haritaları QGIS programı 3.10.4 versiyonunun vektör dönüşüm fonksiyonu kullanılarak oluşturulmuştur. Günümüz ve gelecekteki yayılış alanları için oluşturulan potansiyel dağılım haritalarının uygunluk düzeyleri şu şekilde sınıflandırılmıştır: “0” uygun değil, “0-0.25” çok az uygun, “0.25-0.50” az uygun, “0.50-0.75” uygun ve “0.75-1” çok uygun şekilde değerlendirilmektedir. Güncel

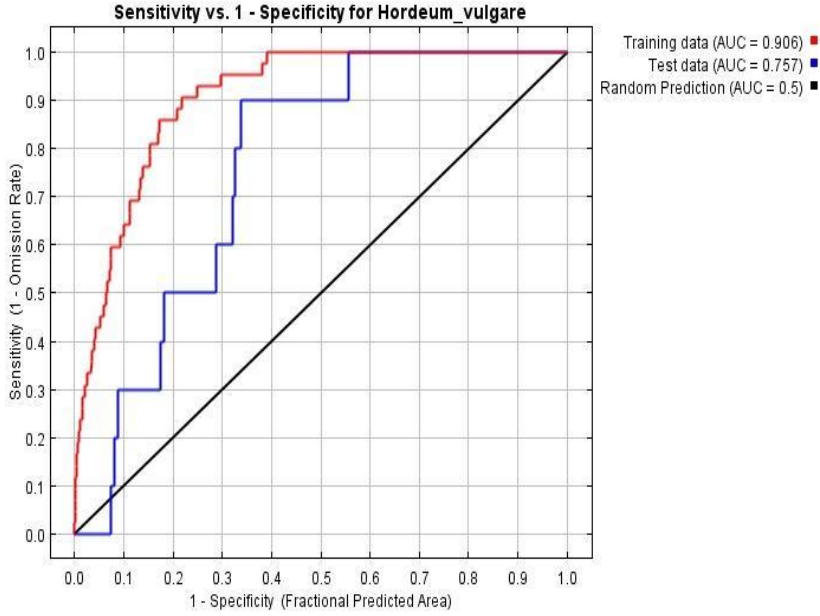
potansiyel yayılış alanı ile SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryolarında 2041-2060 ve 2081-2100 periyotları için tahmini yayılış alanları arasında karşılaştırma yapmak için değişim analizi yapılmıştır. Değişimlerin belirlenmesi için uygunluk değerleri 0=0, 0-0.25=1, 0.25-0.50=2 0.50-0.75=3 ve 0.75-1=4 şeklinde kodlanarak sınıflandırılmış ve bu verilere kesişim fonksiyonu uygulanmıştır.

Bulgular

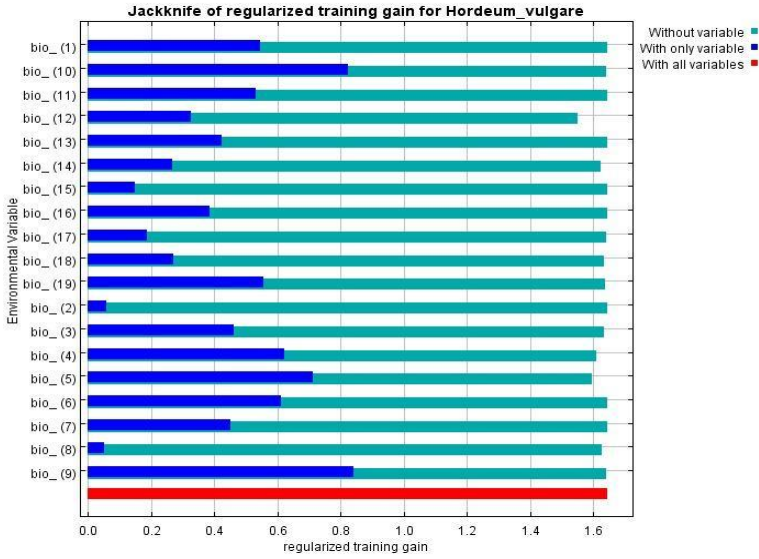
ROC eğrisi sınıflandırma için iki boyutlu bir performans tahminidir. Bu eğriler iki taraflı bir sonucu yansıtabilmek için bir dizi değer üzerinden duyarlılığa karşı özgülükü karşılaştırır.



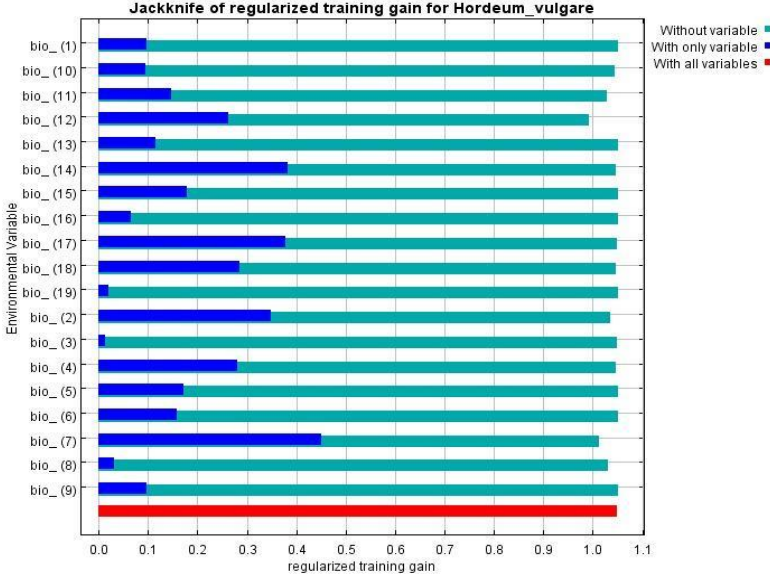
Şekil 2.a ROC eğrisi altında kalan alan (AUC grafiği)
Akdeniz-Marmara iklim kuşağı verileri



Şekil 2.b ROC eğrisi altında kalan alan (AUC grafiği) Karasal iklim kuşağı verileri



Şekil 3.a Akdeniz-Marmara İklim Kuşağı Jacknife grafiği



Şekil 3.b Karasal İklim Kuşağı Jackknife grafiği

Şekil 2a ‘ya göre Akdeniz-Marmara iklim verilerinde AUC eğitim verisi değeri 0.965 olarak bulunmuştur. Şekil 2b’ ye göre Karasal İklim verilerinde ise AUC eğitim verisi değeri 0.906 olarak bulunmuştur. AUC testi değeri 1 ‘e ne kadar yakın ise testin performansı o kadar yüksektir. Bu sonuç ise her iki modelinde tahmin gücünün yüksek olduğunu göstermektedir.

Jackknife MaxEnt modelleme programında çevresel değişkenlerin etkilerini ölçmeye sağlayan bir seçenek olup, her bir bağımsız değişkenin modelin oluşturulmasında önemlilik oranlarını belirlemeye yardımcı olmaktadır. Potansiyel dağılım haritaları oluşturulurken 0 ve 1 değerleri kullanılmış olup, buna göre 1 türün bulunabileceği en uygun alanı gösterirken, 0 bulunma olasılığı olmadığı anlamına gelmektedir. Buna göre *Hordeum vulgare* için Akdeniz-Marmara ve Karasal İklim kuşağı verileri için Jackknife testi kazanım tablosu (Jackknife of regularized training gain) oluşturulmuştur (Şekil 3).

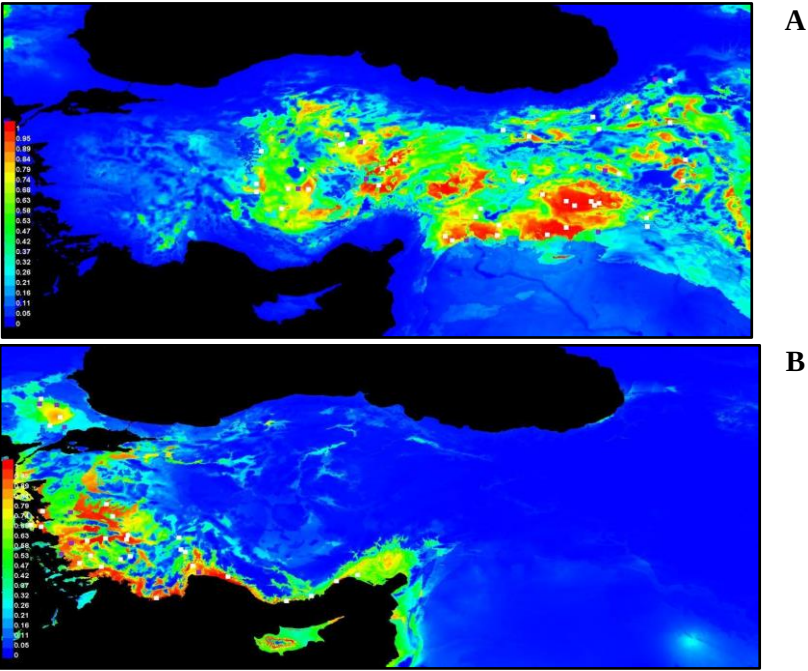
Şekil 3a’ ya göre Akdeniz- Marmara İklim kuşağında verilerinde dağılıma en çok etkisi olan çevresel değişken en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı olan Bio 9’dur. Bu değişkeni sırasıyla en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı Bio 10 ve en sıcak ayın en yüksek sıcaklığı Bio 5 takip etmektedir. Dağılıma en az etkisi olan ise günlük ortalama değişim aralığını gösteren Bio2’dir.

Şekil 3b ye göre Karasal İklim kuşağı verilerinde dağılıma en çok etkisi olan çevresel değişken yıllık sıcaklık değişim aralığı olan Bio 7’dir. Bu değişkeni sırasıyla en kurak ayın yağış miktarı Bio 14 ve en kurak çeyreğin yağış miktarı Bio

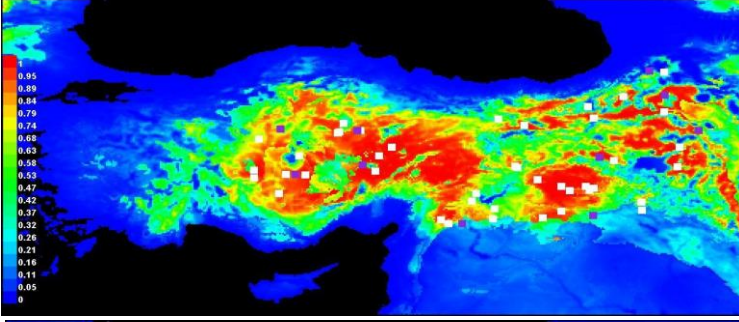
17 takip etmektedir. Dağılımı en çok azaltan çevresel değişken ise izotermallik Bio3'tür.

Modelleme çıktıları sonucu elde edilen dağılım verileri incelendiğinde *Hordeum vulgare*'nin doğal yayılış alanları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

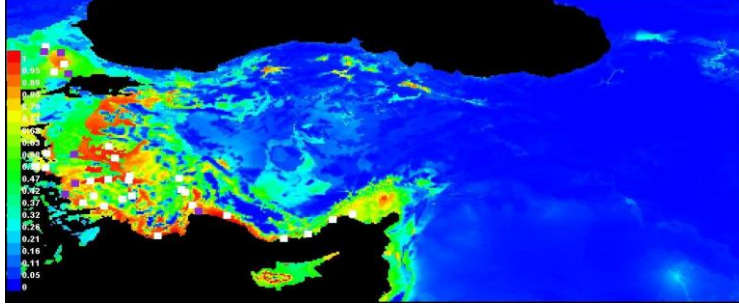
Hordeum vulgare'nin günümüz ve gelecekteki potansiyel dağılımlarına ait tahmin modelleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Coğrafi dağılım haritaları ile türün iklim tiplerine göre yayılış alanları SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları incelendiğinde 2041-2060 periyotların da (Şekil 5-7) yayılış alanının arttığı 2081-2100 (Şekil 6-8) periyotlarında daha fazla artış eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4 *Hordeum vulgare*'nin güncel potansiyel yayılış alanları (A) Karasal iklim (B) Akdeniz-Marmara İklimi

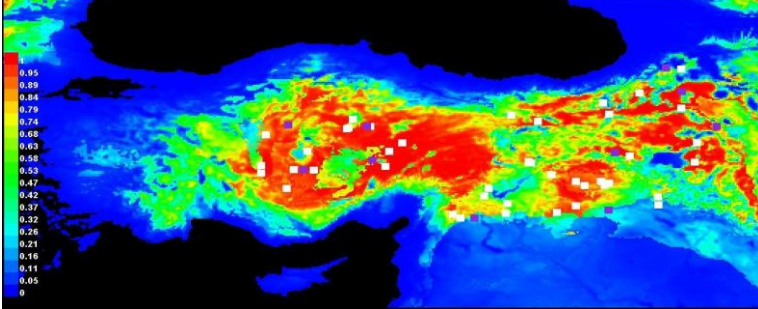


A

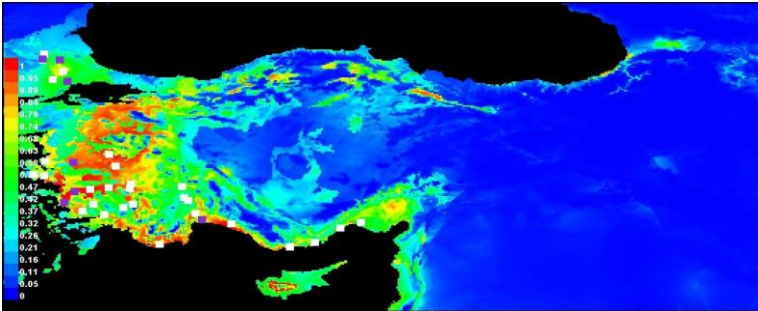


B

Şekil 5. *Hordeum vulgare*'nin SSP2 4.5 senaryosuna göre 2041-2060 periyodu tahmini yayılış alanları (A) Karasal iklim (B) Akdeniz-Marmara İklimi

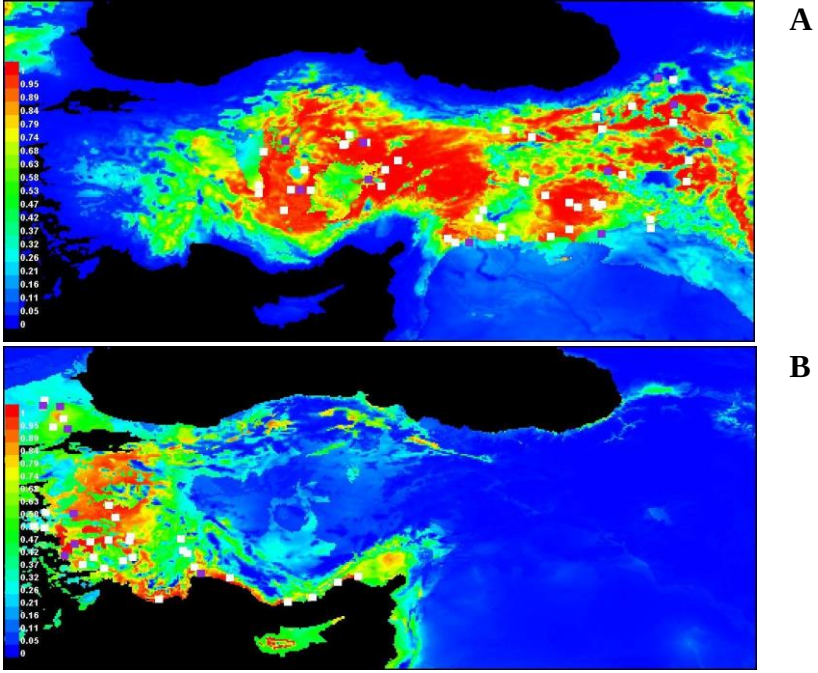


A

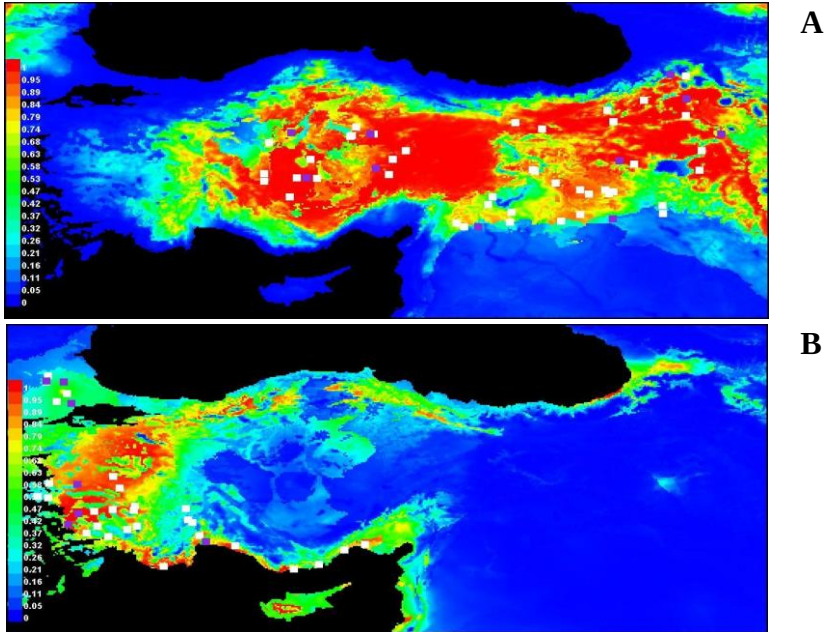


B

Şekil 6. *Hordeum vulgare* 'nin SSP2 4.5 senaryosuna göre 2081-2100 periyodu tahmini yayılış alanları (A) Karasal İklim (B) Akdeniz-Marmara İklimi



Şekil 7 *Hordeum Vulgare*'nin SSP2 8.5 senaryosuna göre 2041-2060 periyodu tahmini yayılış alanları (A) Karasal iklim (B) Akdeniz-Marmara İklimi



Şekil 8 *Hordeum Vulgare*'nin SSP2 8.5 senaryosuna göre 2081-2100 periyodu için tahmini yayılış alanları (A) Karasal iklim (B) Akdeniz-Marmara İklimi

Sonuç

İklim değışikliklerinin ürünlerin dağılımı ve verimi üzerindeki etkilerini tahmin etmek için genellikle ekolojik niş modelleri kullanılır. İklim değışikliği senaryolarında habitat uygunluğunun belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada *Hordeum vulgare*'nin çeşitli iklim kuşaklarında günümüz ve gelecekteki iklim koşullarına göre coğrafi dağılımı başarılı bir şekilde maksimum entropi algoritması ile modellenmiş ve alansal değışimi hakkında önemli bilgiler sağlanmıştır. Karasal iklim var verilerine göre düzenlenen SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları incelendiğinde periyotlara ve senaryolara göre giderek artan bir yayılış eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Akdeniz-Marmara iklim var verilerine göre hazırlanan SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları göre giderek artan bir yayılış eğilimi göstermesine ek olarak kıyı bölgelerden iç bölgelere doğru yoğunluğunun arttığı görülmüştür. MaxEnt modellemesi ile RCP (Representative Concentration Pathways) senaryoları kullanılarak yapılan benzer çalışmalarda, Pakistan'da yapılan çalışmada *Hordeum vulgare*'nin yayılış alanı uygunluğunda ufak bir artış olduğu (Nawaz,2023), Tibet'te yapılan başka bir çalışmada ise yayılış alanının uygunluğunun ve yetiştiriciliğe elverişli rakımının artacağı tahmin edilmektedir (Ma W.vd.,2022). Sonuç olarak, Akdeniz-Marmara ve Karasal iklim tipi senaryolarına (SSP2 4.5 ve SSP5 8.5) dayalı tahminlerde, iklim değışikliğine bağlı olarak mevcut *Hordeum Vulgare*'nin habitat uygunluğunun 2041-2060 ve 2081-2100 zaman aralıklarında yayılış alanının artacağını göstermiştir. İnsan ve hayvan beslenmesinde ekonomik önemi olan *Hordeum Vulgare*'nin gelecekteki iklim senaryolarına göre stratejik planlamalar yapılması önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Akbaş B., Morca A.F.,Çoşkan S. 2021; İklim değişikliğinin tahıl virüs hastalıkları üzerine etkileri Ziraat Mühendisliği ,Yıl: 2022 ,Sayı: 374
- Arslan, E. S., 2019. İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: Robinia pseudoacacia L. örneği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 20: 142-148.
- Barry, S., ve Elith, J., 2006. Error and Uncertainty in Habitat Models. Journal of Applied Ecology 43, 413-423
- Başak M. 2023 Küresel İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Ekin Saporısı (Cephus pygmeus L.)(Hymenoptera:Cephidae)]'nın Potansiyel Dağılım Alanlarının Belirlenmesi yüksek lisans tezi
- Cao B, Bai CK, Zhang LL, et al (2016) Modeling habitat distribution of Cornus officinalis with MaxEnt modeling and fuzzy logics in China. J Plant Ecol 9:742–751.
- Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, 3(1), 52–58.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., ve Yates, C. J., 2011. A Statistical Ex.
- Eser D., Geçit H.H.,2007 Ekoloji Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları :1559 Ders Kitabı:512
- FAO. (2009). Food and Agriculture Organization. How to feed the World in 2050–executive summary. Proceedings of the Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Rome, Italy
- Field, A., 2013. "Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics," sage.
- Gassó, N., Thuiller, W., Pino, J., ve Vilà, M., 2012. Potential Distribution Range of Invasive Plant Species in Spain. NeoBiota 12, 25.
- GBIF (2023) *Hordeum Vulgare*'nin GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy.
- Gregory, W. L., & Duran, A. (2001). Scenarios and acceptance of forecasts. In Principles of forecasting (pp. 519-540). Springer, Boston, MA.
- Günel, N., 2013. Türkiye’de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Online Thematic Journal of Turkic Studies, 5: 1-22.
- Hayaoğlu P. (2018) İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri GÜSBEED, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi Cilt: 9, Sayı: 25, Yıl: 2018
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., ve Sturdivant, R. X., 2013. "Applied logistic regression," John Wiley & Sons.

- IPCC, 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Summary for Policymakers. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- IPCC, 2019. The intergovernmental panel on climate change. <https://www.ipcc.ch/about/>, Accessed: 20.04.2019.
- IPCC, 2019. The intergovernmental panel on climate change. <https://www.ipcc.ch/about/>, Accessed: 20.04.2019.
- Kün E. 1983, Serin İklim Tahılları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:875 , Ders Kitabı 240
- Ma,W.; Jia,W.; Zhou, Y.;Liu, F.; Wang, J. Prediction of SuitableFuture Natural Areas for Highland Barley on the Qinghai-Tibet Plateau under Representative ConcentrationPathways (RCPs). Sustainability 2022,14, 6617.
- McNutt 2013 climate change impacts ScienceVolume 341, Issue 6145: Natural Systems in Changing ClimatesAug 2013
- Nawaz B.2023 Assessment of Climate change range shift of Barley in Pakistan by using Ecological Niche Models.thesis
- Örücü Ö.K.2019; Phoenix theophrasti Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımı kullanımı Turkish Journal of Forestry 2019, 20(3): 274-283
- Örücü Ö.K., Gülçin D., Özçifçi İ.,Arslan E.S. 2021 .Mor Çiçekli Ormangölünün (Rhododendron ponticum L.) günümüz ve gelecekteki iklim koşullarına göre yayılış alanlarının modellenmesi Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X Yıl: 2021, Cilt: 22, Sayı:1, Sayfa: 26-41
- Özdemir S., Özkan K., Mert A. 2020 ; Ekolojik bakış açısı ile iklim değişim senaryoları Biological Diversity and Conservation ISSN 1308-8084 Online
- Özer S. ve Özer H. 2003 ;İklim değişikliği ve Tarım Üzerindeki Etkileri Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (3), 287-292, 2003
- Pearson, R.G. 2007. Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History.
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., ve Townsend Peterson, A., 2007. Predicting Species Distributions From Small Numbers Of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos İn Madagascar. Journal of biogeography 34, 102-117.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., and Schapire, R. E., 2006. Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. Ecological Modelling, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S.J., Dudik, M., 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography, 31: 161-175

- Sakallı A.,Tiryakioğlu M. 2021 İklim değişikliği ve iklimde meydana gelen ekstrem durumların bitkilerin fenolojik evreleri, ürün miktarı, biyokütle ve karbon tutma kapasiteleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi
- Sarikaya, O., Karaceylan, I.B., Sen, I., 2018. Maximum entropy modeling (MaxEnt) of current and future distributions of *Ips mannsfeldi* (Wachtl, 1879) (Curculionidae: Scolytinae) in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16: 2527-2535.
- Sérgio, C., Figueira, R., Draper, D., Menezes, R., Sousa, A.J. 2007. Modelling bryophyte distribution based on ecological information for extent of occurrence assessment. *Biological Conservation*, 135(3): 341-35.
- Shcheglovitova, M., ve Anderson, R. P., 2013. Estimating Optimal Complexity for Ecological Niche Models: a Jackknife Approach for Species With Small Sample Sizes. *Ecological Modelling* 269, 9-17.
- Sillero N.,2011 What does ecological modelling model?A proposed classification of ecological niche models based on their underlying methods. *Ecological Modelling* 222:1343–1346
- Şehirali S., Özgen M. 1987,Bitkisel Gen Kaynakları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1020 Ders Kitabı:294
- Tittensor, D.P., Baco, A.R., Brewin, P.E., Clark, M. R., Consalvey, M., Hall-Spencer, J., Rowden, A.A., Schlacher, T., Stocks, K.I., Rogers, A.D. 2009. Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts. *Journal of Biogeography*, 36(6): 1111-1128
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>
- U.N.,2015. World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Population Division, Working Paper No ESA/P/ WP. 241.
- U.N.,2019. World population prospects 2019: Highlights. New York, NY: United Nations Department for Economic and Social Affairs.
- Uzun A. 2020. İklim değişimi senaryolarına göre peyzaj tasarımında kullanılan Fabaceae familyasına ait bazı odunsu türlerin günümüz ve gelecekteki yayılış alanların tahmini Süleyman Demirel Üniversitesi Yüksek lisans tezi
- Yürür, N., Serin İklim Tahılları (Tahıllar – I), Uludağ Üniversitesi, 169 – 195, Bursa, 1994.
- Wang, Y., Xie, B., Wan, F., Xiao, Q., Dai, L., 2007. The potential geographic distribution of *Radopholus similis* in China. *Agricultural Sciences in China*, 6: 1444-1449.
- Williams, J.N., Seo, C., Thorne, J., Nelson, J.K., Erwin, S., O'Brien, J.M., Schwartz, M.W., 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions*, 15(4): 565-576

- WorldClim, 2019. WorldClim - Global Climate Data. www.worldclim.org, Erişim: 20.08.2019.
- Wollan, A.K., Bakkestuen, V., Kauserud, H., Gulden, G., Halvorsen, R., 2008. Modelling and predicting fungal distribution patterns using herbarium data. *Journal of Biogeography*, 35(12): 2298-2310
- Yang XQ, Kushwaha SPS, Saran S, et al (2013) MaxEnt modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. *Ecol Eng* 51:83–87.
- Yılmaz G. 2015. *Isophya major*, *I. nervosa* ve *I. rectipennis* (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae) Türlerinden Ekolojik Niş Modeli Medeli yüksek lisans tezi
- Yuan, H.S., Wei, Y.L., Wang, X.G., 2015. MaxEnt modeling for predicting the potential distribution of Sanghuang, an important group of medicinal fungi in China. *Fungal Ecology*, 17: 140- 145.

4. Bölüm

Alternatif Yem Kaynağı ‘Maralfalfa’ (*Pennisetum Sp.*)

Yaşar Deray SAYGI ¹

¹ Kayseri University Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey
e-Mail: deraysaygi@kayseri.edu.tr – ORCID: 0009-0003-7993-7671

1.GİRİŞ

İnsanoğlunun dengeli ve yeterli beslenmesinde önemli rol oynayan hayvansal ürünlerin üretim sürecindeki masraflarının % 70'lik gibi büyük bir kısmını yem masrafları oluşturmaktadır. Söz konusu masraflar işletme ekonomisini ve kârlılığını önemli ölçüde etkilemektedir (Alçıçek ve Karaayvaz, 2003). Ülkemizde hayvancılığın ilerlemesi için karşılaşılan en büyük sorunlardan biri, yeterli miktarda, ekonomik ve kaliteli kaba yem temin edilememesidir (Alçıçek vd., 2010). Kaba yemler genellikle bitkisel kökenli olup, hayvan yemi olarak yeşil, kurutulmuş veya silaj halinde kullanılabilen besin kaynaklarıdır. Bu yemler doğal koşullarda yetişen, enerji yoğunluğu düşük yem kaynaklarıdır. Hayvancılıkta kaba yemler, otçul hayvanların beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla önem taşımaktadır. Bu sebeple, hayvancılıkla uğraşan işletmelerin ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemi sağlamak için çayır-mera iyileştirme çalışmalarının yapılması, yem bitkisi üretim alanlarının genişletilmesi, ucuz ve alternatif kaba yem kaynaklarının hayvansal üretime entegre edilmesi ve üreticilere kaliteli kaba yem üretim tekniklerinin aktarılması gerekmektedir. (Serin ve Tan, 2001; Yolcu ve Tan, 2008).

Yem bitkileri, çayır ve mera tarımı, hayvanların ihtiyaç duyduğu yemi en ekonomik ve bol şekilde temin eden kaynaklardır. Hayvan beslemede çeşitli küspeler, posalar, endüstri artıkları ve bazı tahıl taneleri gibi alternatif yem kaynakları kullanılmasına rağmen, bu materyallerin miktarı yem bitkileri, çayır ve mera tarımından elde edilen yemlere kıyasla oldukça düşüktür (Açıkgöz vd., 2005).

Kaliteli kaba yem, esas olarak çayır-mera alanlarından ve tarla tarımında yetiştirilen yem bitkilerinden temin edilmektedir. Ancak, meralar, zamansız ve aşırı otlatma sonucunda besin değeri düşük, kalitesiz ve erozyona açık alanlar haline gelmişlerdir (Gençkan, 1992; Sürmen vd., 2008). Türkiye'de tarım piyasasında önemli bir yere sahip olan hayvancılık sektörünün ihtiyacı olan yem bitkilerini yeterli miktarda üretmeyen işletmelerin ekonomik anlamda hayvansal üretim yapmaları mümkün değildir (Altın vd., 2009). Bunun yanı sıra, son yıllarda görülen nüfus artışı, kuraklık, iklim değişikliği, tarıma uygun arazilerin yapılaşmaya açılması, su kaynaklarının azalması, ve şehirleşme gibi olumsuz etkenler, kaba yem üretiminin azalmasına sebep olmuş ve bu da ürünlerin birim fiyatlarının yükselmesine neden olmuştur. Bu nedenle, hem ekonomik açıdan avantajlı olan, hem de ruminant hayvanların sindirim sistemlerini olumlu yönde etkileyen, bunun yanı sıra besleme kaynaklı birçok metabolik hastalığı önleyen kaba yemler ve bunların alternatifleri giderek önem kazanmaktadır.

Küresel ısınmanın etkileri ve yetiştirme alanlarının yetersizliği, alternatif yemlere olan talebi giderek artırmaktadır. Kaliteli ve düşük maliyetli kaba

yemler, kesif yeme olan ihtiyacı azaltarak daha ekonomik rasyonlar hazırlamayı mümkün kılmaktadır. Maralfalfa (*Pennisetum sp.*), son yıllarda tarım ve hayvancılık sektörlerinde öne çıkan yem bitkilerinden biri olmuştur. Maralfalfa, çok yıllık, düşük maliyetli ve yüksek verimli, hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen melez bir bitkidir. Aynı zamanda, besin değerinin mısır silajına yakın olması ve yüksek silaj verimi, Maralfalfanın hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılmasını olanaklı kılmaktadır. Maralfalfanın ruminant hayvanların beslenmelerinde kullanılmasıyla yem maliyetlerinin düşürülebileceği ve böylece daha ekonomik bir hayvansal üretim sağlanabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada, hayvanlarımızın yem açığının kapatılmasında, hayvancılığın sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artırmada önemli bir alternatif bir yem bitkisi olabilecek Maralfalfa otu ile ilgili ruminant hayvan beslemesi açısından genel bilgiler verilmekte olup, aynı zamanda besin madde değerleri ile Maralfalfa silajı üzerine yapılan çalışmaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. MARALFALFA' NIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE YEM DEĞERİ

Yem maliyetlerini azaltmada çok yıllık yem bitkilerinin katkısı büyük bir önem taşımaktadır (Carpici vd., 2010; Hazar ve Velibeyoğlu, 2018). Çünkü bu bitkiler bir kez ekildikten sonra, gübreleme, sulama, biçme vb gerekli bakım işlemleri düzenli olarak yapıldığında, 5-6 yıl boyunca verimliliklerini sürdürebilmektedirler (Atis vd., 2019). Bu çok yıllık yem bitkilerinden biri de Maralfalfa olup, maralfa otu, fil otu ve dev kral otu gibi isimler ile de bilinmektedir (Geren vd., 2011). Bu bitki, buğdaygiller familyasına ait olup, *Miscanthus sacchariflorus* ile *Miscanthus sinensis* bitkilerinin melezlenmesi sonucu elde edilen ve anavatanı Japonya'nın güney bölgeleri olan çok yıllık bir bitkidir (Greef ve Deuter, 1993). Çok yıllık olması sayesinde, mısır gibi her yıl tohum, toprak hazırlığı, ekim ve işçilik gibi masrafları gerektirmemektedir (Tekeli ve Ateş, 2009; Ge vd., 2016). Ancak, Maralfalfa, mısır gibi düzenli sulama gerektirir ve biçildikten sonra silajı yapılabilir (Geren ve Yaman, 2016; Geren vd., 2020). Özellikle su ihtiyacının daha az olması, ülkemizdeki potansiyel kuraklık koşulları göz önüne alındığında, silajlık mısıra alternatif olarak değerlendirilebilecek bir kaba yem kaynağı olarak Maralfalfa'nın potansiyelini ortaya koymaktadır. Maralfalfa otunun ekili alan başına kuru madde verimi, besin değerlerinin uygun seviyelerde bulunması ve yüksek kardeşleme sayısı, bu bitkiyi hayvancılıkta alternatif bir yem olarak önemli kılmaktadır (Álvarez vd., 2021).

Maralfalfa'nın farklı bölge ve iklimlerde yetiştirilmesine dair yapılan araştırma sayısı sınırlı olmakla birlikte, Ege Bölgesi gibi kış aylarında don riski

bulunmayan sahil iklim koşullarında bir kez ekim yapıldıktan sonra uzun yıllar boyunca verim elde edilebilmektedir. Ayrıca, don tehlikesinin minimum olduğu İç Anadolu Bölgesi'ndeki Ankara, Aksaray ve Sivas gibi birçok ilde de yetiştirilebilmektedir (Criscioni vd., 2016). Kısıtlı miktarda su ve besin maddesi ile yetiştirilebilmesi nedeniyle, Maralfalfa, kurak bölgelerin etkin bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Mısır, şeker sorgumu ve sudan otu gibi bitkilerle aynı familyada yer aldığından, bu bitkilerin yetiştiği iklim koşullarında Maralfalfa da rahatlıkla yetiştirilebilmektedir (Fradj vd., 2020).

Dev kral otu, yüksek büyüme hızı ve verimliliği ile dikkat çeken, aynı zamanda kalsiyum, magnezyum, selenyum, kobalt, potasyum gibi mineraller bakımından çok zengin, besleyici değerleri açısından önemli bir yem bitkisidir. Dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde, “biç ve taşı” yönteminde bu üründen sıkça yararlanılmaktadır. Maralfalfa, ekimden 3 yıl sonra maksimum verime ulaşan, yapraklı dönemlerde tekrarlanan biçimlere dayanıklı olup, lezzetli ve yüksek biokütle üretme kapasitesine sahip olması sayesinde hızla yeniden büyümektedir (Geren vd., 2020). Maralfalfa 3-4 metreye kadar boylanabilen, düşük maliyetli bir bitki olup, uzun süredir hayvan yemi, süs bitkisi ve altlık olarak da kullanılabilmektedir. Aynı zamanda bu bitki, biyoyakıt üretiminde de değerlendirilmektedir. Maralfalfa'nın güçlü kök yapısı toprağı erozyondan korumaya da yardımcı olmaktadır. Maralfalfa bitkisi, kısa boyda iken de hayvan otlatılması için değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, taze yeşil ve kuru ot olarak kullanılmasının yanı sıra, silaj yapımında da kullanılabilmektedir.

Ruminant hayvanlar için kritik öneme sahip olan kaba yemlerin üretiminin yanı sıra, bu yem maddelerinin kimyasal bileşenlerinin bilinmesi de son derece önemlidir. Maralfa otunun kimyasal içerikleri bitki türü, çevre şartları, ekim ve hasat zamanı, sulama ve gübre kullanılması gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Maralfalfa otu, yüksek kuru madde içeriği ve besleyici değeri sayesinde çiftlik hayvanları için ideal bir alternatif yem bitkisidir. Ayrıca, bu bitki, yoncanın protein seviyelerine yakın bir protein değerine sahiptir (Criscioni vd., 2016). Yapılan araştırmalar, Maralfalfa otunun hasat döneminin uzamasının protein oranında ve dolayısıyla besin kalitesinde ve sindirim derecesinde bir düşüşe yol açtığını göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, Maralfalfa bitkisinin 30. gününde (%9.3) en yüksek protein (HP) düzeyine sahip olduğu, hasat zamanının geciktirilmesiyle birlikte protein içeriğinin azaldığı belirtilmiştir (Ventura Ríos vd., 2019; Álvarez-Vázquez vd., 2021). Aynı şekilde yapılan başka bir araştırmada, hasatın 50 günden fazla geciktirilmemesi tavsiye edilmiştir (Márquez vd., 2007; Palacios-Díaz vd., 2013).

Tablo 1. Maralfalfa besin madde içeriği (g/kg KM)

g/kg KM	Maralfalfa
KM	934
OM	908
HP	144
EE	9
NDF	610
ADF	365
ADL	36
NFC	144
Nitrojen	23
Karbon	44
C/N oranı	19

Maralfalfa otu üzerinde hasat zamanının etkisini incelemek amacıyla yapılan başka araştırmada, hasat zamanının geciktirilmesi sonucunda HP, yağ ve yapısal olmayan karbonhidratların konsantrasyonlarının azaldığı, ancak Ca, P, K, Mg, lignin ve kül içeriklerinde bir değişiklik gözlemlenmediği belirtilmiştir. Ayrıca, toplam sindirilebilir besinlerin içeriği ve net laktasyon enerjisinin, hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte azaldığı ifade edilmiştir (Correa, 2006). Başka bir çalışmada, bitkilerin hasat zamanı, olgunluk dönemi, toprak yapısı ve gübreleme gibi faktörlerin ham protein miktarını artırdığı bildirilmiştir. Farklı dönemlerde hasat edilen Maralfalfa otlarının ham protein (HK) içerikleri sırasıyla %11.75 ile %13.52 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek HK oranı 4.5 aylık büyüme süresinde hasat edilen Maralfalfa otlarında, en düşük HK oranı ise 5.5 aylık büyüme süresinde hasat edilen otlarda ölçülmüştür (Budak ve Budak; 2014).

Yem kalitesinin değerlendirilmesinde, yemin ADF (Asit Deterjan Fiber) ve NDF (Nötral Deterjan Fiber) içerikleri dikkate alındığından, bu bileşenlerin yemdeki oranlarına özen gösterilmesi gerekmektedir (Geren vd., 2021). Ruminant hayvanların rasyonlarında ADF oranının belirlenmesi son derece önemlidir; çünkü ADF'nin sindirim oranı düşük olduğundan, rasyonlarda bu bileşenin düşük miktarda bulunması önerilmektedir (Van Soest, 1994). ADF oranının bilinmemesi durumunda, asidoz, abomazum displazisi, laminitis gibi

ciddi sağlık sorunları ve ruminant hayvanların verimliliğinde azalma gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Avellaneda vd., 2009; Yang vd., 2009). Maralfalfa otlarının ADF değeri %57.35 ile %60.47 arasında değışmektedir. En yüksek ADF oranı, 5.5 aylık büyüme süresinin ardından hasat edilen Maralfalfa otunda, en düşük ADF oranı ise 3.5 aylık dönemde hasat edilen Maralfalfa otunda gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak, farklı dönemlerde hasat edilen Maralfalfa otunun ADF içeriklerinin istenilen seviyelerin üzerinde olması nedeniyle, bu otun ruminant hayvan beslemesinde tek başına kaba yem kaynağı olarak kullanımının yetersiz olabileceği sonucuna varılmıştır (Bilal vd., 2023).

Ruminant hayvanların verimliliği ve sağlığının korunması için her zaman belirli bir miktarda NDF gereklidir. NDF miktarı, bir hayvanın 24 saatlik sürede tüketebileceği yem miktarını belirleyen bir göstergedir (Budak ve Budak, 2014). Hayvanların ruminasyon süreçleri ve rumen fermantasyonu için rasyonlarında yeterli NDF bulunmalıdır. Yapılan araştırmalar, ruminant hayvanların rasyonlarında NDF oranının %16-25 arasında olmasının ideal olduğunu belirtmektedir. NDF oranının bu seviyenin altına düşmesi, hayvanın tükürük üretimini olumsuz etkileyerek rumen faaliyetlerinde aksamaya ve rumen pH'nın 4 ve altına düşmesine yol açarak, rumen asidozuna neden olabilmektedir (Tekçe ve Gül, 2014). NDF oranı yüksek olduğunda, yem alımı rumen tarafından sınırlanır ve rumende selülotik mikroorganizmaların artışıyla metan üretiminde bir artış gözlemlenir (Khafipour ve ark., 2009). Bu metan, enerji kaybına neden olarak hayvanlar tarafından çevreye salınır ve bu durum küresel ısınmayı tetikleyebilmektedir (Tekçe ve Gül, 2014). Yapılan çalışmada, Maralfalfa otlarının NDF oranlarının %65.99 ile %69.57 arasında değıştiği saptanmıştır. En yüksek NDF oranı 5.5 aylık dönemde hasat edilen Maralfalfa otunda, en düşük NDF oranı ise 3.5 aylık dönemde hasat edilen Maralfalfa otunda bulunmuştur (Bilal vd., 2023). Yüksek kaliteli kaba yem, en fazla proteine ve en düşük NDF ve ADF seviyelerine sahiptir; bu da ancak, doğru zamanda hasat edilmesiyle sağlanabilmektedir. Hasat zamanının uzaması, bitkideki yapısal karbonhidrat konsantrasyonlarını artırıp, ölü materyallerin birikmesine ve hücre duvarlarının odunlaşmasına neden olmakta, sonuçta düşük kaliteli otlar elde edilmektedir (Ramos-Santana Vd., 2014). Bu nedenle, Maralfa otunun hasat zamanına dikkat edilmeli, hasat zamanı geciktikçe ADF ve NDF oranlarının artacağı unutulmamalıdır. Bununla birlikte, Maralfa otlarının KMS (kuru madde sindirimi) oranları % 41.78 - 44.22 arasında değışmektedir. Maralfa otlarının ADF ve NDF oranlarının artmasıyla birlikte KMS oranının düştüğu gözlemlenmiştir.

Ruminant hayvanlar için rasyon hazırlanırken, öncelikle yemlerin erişilebilirliği ve besleme değeri ve göz önünde bulundurulması önemlidir.

Örneğin, 600 kg ağırlığındaki bir süt ineği, %4 yağlı 30 kg süt üretmek için yaklaşık 52.6 Mcal/kg metabolik enerjiye gereksinim duymaktadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla, günlük Mcal ME/kg KMLi yaklaşık 17.5 kg yem tüketmelidir. Kaliteli kaba yemlerin verilmesi, rasyondaki enerji seviyesinin süt verimini optimize etme kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle rasyonun enerji seviyesine dikkat etmemiz gerekmektedir (Burner vd., 2016). Maralfalfa bitkisi, rasyonun tek hammaddesi olarak kullanıldığında süt verimini sınırlayan en önemli faktör metabolik enerji (ME) olduğundan, çoğu çalışma bu bitkinin farklı yemlerle kombinlenerek ruminant hayvan beslemesinde kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur (Turano vd., 2016; Criscioni vd., 2016; Guerra-Medina vd., 2015). Özellikle, Maralfalfa otunun süt bileşimini etkilemediği ve metan (CH₄) salınımını azalttığı belirtilmiş, bu nedenle ruminant hayvan beslemesinde kaba yem kaynağı olarak kullanılması önerilmiştir (Criscioni vd., 2016). Farklı biçim yükseklikleri ve çeşitli azot seviyelerinin dev kral otu bitkisinin yem verimi ve bazı kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere gerçekleştirilen çalışmada, yaz boyunca iki biçim uygulaması gerçekleştirilerek silaj üretimi yapılabilen dev kral otu bitkisinde, biçim yüksekliği ve azot uygulamasının verim ile bazı verim özellikleri üzerinde önemli etkiler yarattığı belirlenmiştir. Derin biçim uygulamasının kök gelişimini olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, dekara 15 kg azot uygulaması ile 10 veya 15 cm yükseklikte biçim yapılmasının önerildiği sonucuna varılmıştır (Saberrezaei ve Geren, 2022).

2. MARALFALFA SİLAJI

Mevcut hayvan varlığımızın dengeli ve düzenli beslenmesi için ihtiyaç duyulan ve Yem bitkileri üretim alanları ve çayır-mera kaynaklarından temin edilemeyen kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılamak için silaj önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Hatipoğlu ve Tansı, 2006). Yeşil ve sulu yemlerin bulunmadığı dönemlerde ihtiyaç duyulan kaliteli, bol ve ucuz kaba yem açığını gidermek amacıyla en çok tercih edilen yöntemlerden biridir.

Silaj, küçükbaş ve büyükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılan, oksijensiz ortamda fermente edilerek elde edilen sulu kaba yem kaynağıdır (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002). Uygun koşullar altında hazırlanıp yönetilen silajlar, hayvanların kaba yem ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilirken; kötü şartlarda yapılan veya kontamine olmuş silajlar, hayvanların verimliliğini ve sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Queiroz vd., 2018). Silaj üretim sürecinde ve sonrasında meydana gelen hatalar, kalite ve besin değerlerinde kayıplara yol açabilmektedir. Bu nedenle, silajlama sırasında hasat zamanı ve sıkıştırma gibi

işlemler, yüksek verim elde etmek açısından kritik öneme sahiptir (Konca vd., 2005).

Türkiye'nin ekolojik koşulları, çeşitli yem hammaddeleri için uygun bir ortam sağlamakta ve bu da geniş bir yelpazede ürün yetiştirilmesine olanak tanımaktadır. Çoğu yeşil yem türünden silaj üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, silaj yapımında kullanılacak yeşil yemlerin, kuru madde içeriği ve kolayca çözünebilen karbonat düzeyleri açısından uygun olması gerekmektedir (Kaiser AG. vd., 2004). Ülkemizde, başta mısır, yonca ve fiğ olmak üzere çeşitli bitkilerden silaj yapılmaktadır (Kızıllımsın vd., 2016). Maralfalfa otu, yüksek besin değeri, verim ve silaj üretim kapasitesi ile dikkat çeken, ayrıca, silajlık mısıra alternatif olarak değerlendirilen bir bitkidir (Criscioni vd., 2016). Maralfalfa silajı üretimi, sığırlar için yem miktarını artırarak kış mevsimindeki yem açığını kapatır ve sürü üretim maliyetlerinin düşürülmesine yardımcı olur (De la Cruz Chi, 2022). Sürdürülebilir tarım açısından kritik bir öneme sahip olan Maralfalfa, kendi çeliğinden çelik üretebilme yeteneği sayesinde sürdürülebilir tek silajlık yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır (Anonim, 2024).

İzmir'de yapılan iki yıllık bir çalışmada, Maralfalfa bitkisinin yeşil ot veriminin 9 ton (ilk yıl) ile 14 ton (ikinci yıl) civarında, kuru ot veriminin ise 1,5 ile 2,5 ton arasında değiştiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, silaj pH'sı ise 3,79 ile 3,66, ham protein oranı ise 5,71 ile 5,53 arsında değişiklik göstermiştir (Yüksel, 2019). Vargas Naranjo ve arkadaşları (2015:82-94), Maralfalfa silajına şeker kamışı şurubu eklemenin, kuru madde sindirilebilirliğini (yaklaşık %9,4) artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, çim silajlarının üretiminde şeker kamışı şurubunun katkı maddesi olarak kullanılmasının, düşük kaliteli kaba yemlerin besin değerini iyileştirmede etkili olabileceğini ifade etmişlerdir. Farklı biçim yüksekliği ve çeşitli azot seviyelerinin dev kral otu bitkisinin yem verimi ve bazı kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, bitkiler üzerinde beş farklı biçim yüksekliği (H0: 0 cm, H5: 5 cm, H10: 10 cm, H15: 15 cm ve H20: 20 cm) ile beş farklı azot seviyesinin (N0: 0 kg/da, N5: 5 kg/da, N10: 10 kg/da, N15: 15 kg/da ve N20: 20 kg/da) etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, silaj pH'sı üzerinde her iki yıl için de H (biçim yüksekliği)X N (azot seviyesi) etkileşiminin anlamlı olduğu görülmüştür. İlk yıl, en yüksek silaj pH'sı 4,43 ile H20 ve N20 uygulamalarında, en düşük silaj pH'sı ise 3,69 ile H0 ve N0 uygulamalarında elde edilmiştir. İkinci yılda ise, en yüksek silaj pH'sı 4,63 ile H20 ve N20 kombinasyonunda, en düşük silaj pH'sı ise 3,91 ile H5 ve N0 kombinasyonunda belirlenmiştir (Saberrezaei ve Geren, 2022).

3. SONUÇ

Hayvancılığın geliştirilmesinde en önemli faktörlerden biri, kaliteli, uygun fiyatlı ve bol miktarda kaba yem ihtiyacının düzenli bir şekilde karşılanmasıdır. Yem giderleri hayvancılık işletmelerinin toplam maliyetinin % 70'ini oluşturmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek için yem bitkileri üretiminin artırılması kaçınılmaz bir gerekliliktir. Türkiye'de kaliteli kaba yem açığı söz konusu olup, bu açığın mevcut çayır-mera alanları ve tarla tarımı yoluyla elde edilen yem bitkileri üretimi ile kapatılması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, hayvancılığın gelişmesi ve üretim maliyetlerinin azaltılması açısından alternatif yem kaynaklarının önemli bir rol oynadığı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, Maralfalfa bitkisinin ülkemizdeki kaba yem açığını kapatmaya ve hayvan sağlığını iyileştirmeye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Maralfalfa'nın yüksek lif ve sindirilebilirlik içeriği, yüksek nişasta miktarı ve düşük asit deterjan lignin içeriği sayesinde, ruminant hayvanların beslenmesinde alternatif bir yem kaynağı olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Ancak Maralfalfanın vejatatif çoğalması ve besin değeri açısından Maralfalfa otunun tek başına kullanılması hayvanın ihtiyaçlarını karşılayamayacağından manyok kökü, yonca, mısır gibi farklı hammaddelerle rasyonda kullanılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E., Hatipoğlu R., Altınok S., Sancak C., Tan A., Uraz D. (2005). Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunlar, 1. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, pp503-518, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Alçıçek A., Kiliç A., Ayhan V., Özdoğan M. (2010). Türkiye’de Kaba Yem Üretimi ve Sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Cilt:2, pp1071-1080, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Alçıçek A., Karaayvaz K. (2003). Sığır Besisinde Mısır Silajı Kullanımı. *Animalia* 20 (3): 18-76
- Altın, M., Orak, A., Tuna, C., (2009). Yembitkilerinin sürdürülebilir tarım açısında önemi. R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu ve Y. Karadağ (Editörler), Yembitkileri, Genel Bölüm, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Cilt 1, İzmir, s. 14.
- Álvarez, S., Méndez, P., & Martínez-Fernández, A. (2021). Silage fermentation and chemical composition of *chamaecytisus proliferus* var *palmensis* (tagasaste) and *pennisetum* sp (maralfalfa) using different additives. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(4).
- Anonim, (2024). <https://www.maralfalfa.com.tr/maralfalfa-yem-bitkisi/> Erişim Tarihi:24/06/2024
- Atis, I., N. Celiktas, Can, E. & Yilmaz, S. (2019). The effects of cutting intervals and seeding rates on forage yield and quality of alfalfa, *Turk. J Field Crops*, 24 (1): 12-20.
- Avellaneda JH., Rodriguez JMP., Gonzalez SS., Barcena R., Hernandez A., Cobos M., Hernandez H., Montanez O. (2009). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestion of Guinea grass hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 149, 70–77.
- Basmacıoğlu, H. ve Ergül, M. (2002). Silaj Mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 12–24.
- Bilal, Y., Bakır, T., Selçuk, B., Akçam, H., & Atalay, A. İ. (2023). Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Maralfa (*Miscanthus giganteus*) Otunun Yem Değeri Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 2285-2293.
- Budak, F. ve Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.
- Burner, D. M., Ashworth, A. J., Pote, D. H., Kiniry, J. R., Belesky, D. P., HouxIII, J. H., ... & Fritsch, F. B. (2016). Dual-use bioenergy-livestock feedpotential of giant miscanthus, giant reed, and miscane. *Agricultural Sciences*, 8(1), (97-112.)

- Carpici, E.B., Celik, N. & Bayram, G. (2010). Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate, *Turk. J Field Crops*, 15 (2): 128-132.
- Correa, H. J. (2006). Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6), 326-335.
- Criscioni, P., Marti, J. V., Pérez-Baena, I., Palomares, J. L., Larsen, T., & Fernández, C. (2016). Replacement of alfalfa hay (*Medicago sativa*) with Maralfalfa hay (*Pennisetum sp.*) in diets of lactating dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 1-12.
- De la Cruz Chi, E. N. (2022). Calidad nutritiva de *Pennisetum sp.* verde y ensilado con fertilización orgánica para rumiantes de la península de Yucatán. Instituto Tecnológico De Chiná. Como Requisito Parcial Para Obtener El Grado De Maestra En Ciencias En Agroecosistemas Sostenibles. Tesis; (pp:52).
- Geren, H., R. Avcioğlu, Y.T. Kavut, Tan, K. & Sargin, S. (2014). Akdeniz İklimi Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çokyıllık Sıcak Mevsim Buğdaygil Cinslerinin Yıllık Sıcak Mevsim Buğdaygilleri İle Silolanabilir Verim, Yem Kalitesi ve Biyoetanol Verimi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 51 (3): 243-251.
- Geren, H., Y.T. Kavut & Unlu, H.B. (2020). Effect of different cutting intervals on the forage yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under Mediterranean climatic conditions, *Turk. J Field Crops*, 25 (1): 1-8.
- Geren, H., Kavut, Y. T., & Hayrullah, Ü. N. L. Ü. (2021). Sürdürülebilir Dev Kralotu (*Pennisetum hybridum*) Tarımında Biçim Aralıklarının Kuru Madde Verimi ve Bazı Yem Kalite Özelliklerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 2412-2422.
- Greef, J. M., & Deuter, M. (1993). *Syntaxonomy of Miscanthus × giganteus* GREEF et DEU. *Angewandte Botanik*, 67(3-4), 87-90.
- Guerra-Medina, C., Partida-González, O., Ley-de Coss, A., Montañez-Valdez, O., Silva-Luna, M., Cárdenas-Flores, J., & García-Castilla, C. (2015). Respuesta productiva de becerros posdestete alimentados con ensilado de maíz (*Zea mays* L.) y maralfalfa (*Pennisetum sp.* Schum). *Agroproductividad*, 8(6), 47-51.
- Fradj, N. B., Rozakis, S., Borzęcka, M., & Matyka, M. (2020). *Miscanthus* in the European bio-economy: A network analysis. *Industrial crops and products*, 148, 112281.
- Hatipoğlu, R., ve Tansı, V., 2006. Yem bitkileri çayır mera üretimi ve sorunları. *Ulusal Tarım Kurultayı Bildiri Kitabı*, s:123- 127, Adana.

- Kaiser AG, Piltz JW, Burns HM, G. N. (2004). Silage additives. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries.
- Khafipour, E., Li, S., Plaizier, J. C., & Krause, D. O. (2009). Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. *Applied and environmental microbiology*, 75(22), 7115-7124.
- Kızılsımşek, M., Adem, E. R. O. L., Dönmez, R., & Katrancı, B. (2016). Silajmikro florasının birbirleri ile ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesiüzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2), 136-140.
- Maza, L., Vergara, O., & Paternina, E. (2011). Evaluación química y organolépticadel ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihotesculenta*). *Revista MVZ Córdoba*, 16(2), 2528-2537.
- Konca, Y., Alçiçek, A. ve Yaylak, E. (2005). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapılan Silo Yemlerinde Silaj Kalitesinin Saptanması. *Hayvansal Üretim*, 46(2), 6–13.
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., & Dávila, C. (2007). Evaluación de lafrecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto lefante (*Pennisetum purpureum*).: 1. Rendimiento y contenido deproteína. *Zootecnia tropical*, 25(4), 253-259.
- Özel, O., & Sarıçiçek, B. (2009). Ruminantlarda rumen mikroorganizmalarının varlığı ve önemi (derleme). *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(3), 277-285.
- Palacios-Díaz, M. P., Mendoza-Grimón, V., Fernández-Vera, J. R., &Hernández-Moreno, J. M. (2013). Effects of defoliation and nitrogenuptake on forage nutritive values of *Pennisetum sp.* *J. Anim. Plant Sci*,23(2), 566-574.
- Queiroz, O. C. M., Ogunade, I. M., Weinberg, Z. ve Adesogan, A. T. (2018). Silage review: Foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4132– 4142. doi:10.3168/jds.2017-13901.
- Saberrezaei, M., & Geren, H. (2022). Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)’nda yem verimi ve kalitesine olan etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(1), 107-118.
- Serin Y., & Tan M. (2001). Yem Bitkileri Kültürüne Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 206, 217s., Erzurum.
- Sürmen, M., Yavuz, T., Çankaya, N., Töngel, M.Ö., 2008. Karadeniz bölgesinde hayvan besleme alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(1): 49-53.
- Tekce, E., & Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF’nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73.

- Turano, B., Tiwari, U. P., & Jha, R. (2016). Growth and nutritional evaluation of napier grass hybrids as forage for ruminants. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 4(3), 168-178.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H. (1967). Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. *Journal of the Association of official Agricultural Chemists*, 50: 50-55.
- Vargas Naranjo, S. A., Rosero Noguera, R., & Barahona Rosales, R. (2015). Cinética de la degradabilidad in vitro de ensilajes de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) con diferentes niveles de inclusión y concentración de caña (*Saccharum officinarum*). *CES Medicina Veterinaria Zootecnia*, 10(2), 82-94.
- Yang WZ., Beauchemin KA. (2009). Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: chewing and ruminal Ph. *J. Dairy Sci.*, 92, 1603–1615.
- Yolcu H., & Tan M. (2008). Ülkemiz Yem Bitkileri Tarımına Genel Bir Bakış. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3): 303-312.
- Yüksel, O. (2019). Determination of some physical and chemical characteristics of giant miscanthus (*miscanthus x giganteus*) silages harvested at different development stages. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 4226-4231.

5. Bölüm

Antik ve Tarçınlı Doğal Ahşap Yağlarının Lale Ağacına (*Liriodendrontulipifera*) Ait Öz ve Diri Odunlarında Uygulanması

Ümit AYATA¹
Fatih Tuncay EFE²
Bekir Cihad BAL³

¹ Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID: 0000-0002-6787-7822.

² Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Ormancılık ve Orman Ürünleri Pr. Çanakkale, Türkiye, fatihtuncayefe@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7247-1288.

³ Prof. Dr. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, bcbal@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-7097-4132.

ÖZET

Bu araştırmada, antik ve tarçınlı doğal ahşap yağlarının lale ağacının (*Liriodendron tulipifera*) öz ve diri odunlarında uygulanması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki ve beyazlık indeksi (WT^*) değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. İşlem görmemiş kontrol grubu test örnekleri, yağ işlemi görmüş deney grubu test örnekleri ile kıyaslanmıştır. Bulgulara göre, her iki yönlerdeki WT^* değerlerinde, L^* ve h^0 parametrelerinde azalışlar elde edilirken, a^* parametresinde ise artışlar görülmüştür. b^* ve C^* parametrelerinde ise antik yağ ile öz ve diri odunlar üzerinde azalışlar görülürken, tarçınlı ahşap yağı ile artışlar elde edilmiştir. ΔE^* değerleri öz odunda antik ahşap yağı uygulaması ile 39.57 ve tarçınlı ahşap yağı uygulaması ile 11.40 olarak bulunurken, diri odunda ise antik ahşap yağı uygulaması ile 47.19 ve tarçınlı ahşap yağı uygulaması ile 10.98 olarak belirlenmiştir. Bütün varyans analizleri bütün testler üzerinde anlamlı olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan yağlar ile ahşaba ait yüzey özellikleri üzerinde değişiklikler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lale ağacı, antik ahşap yağı, tarçınlı ahşap yağı, renk parametreleri

ABSTRACT

In this study, changes in color parameters and whiteness index (WT^*) values of heartwood and sapwood of tulip tree (*Liriodendron tulipifera*) were investigated following the application of antique and cinnamon wood oils. Untreated control group test samples were compared with oil-treated experimental group test samples. According to the findings, decreases were observed in the WT^* values, L^* and h^0 parameters in both directions, while increases were seen in a^* parameter. For b^* and C^* parameters, decreases were noted with the antique oil on both heartwood and sapwood, whereas increases were observed with the cinnamon wood oil. The ΔE^* values were found to be 39.57 for antique wood oil and 11.40 for cinnamon wood oil in heartwood, and 47.19 for antique wood oil and 10.98 for cinnamon wood oil in sapwood. All variance analyses were found to be statistically significant across all tests. The study indicates that the applied oils caused changes in the surface properties of the wood.

Keywords: Tulip tree, antique wood oil, cinnamon wood oil, color parameters

1. Giriş

Liriodendron tulipifera L. (*Magnoliaceae*), doğu Amerika Birleşik Devletleri'nde güney New England'dan başlayarak güney Ontario ve Michigan'a kadar, güneyde Louisiana'ya ve doğuda kuzey-orta Florida'ya kadar yayılan bir ağaç türüdür (Little, 1979).

Bu ağaç, Güney Kore'nin iklim ve toprak koşullarına mükemmel uyum sağlayan bir tür olarak bilinmektedir. Ayrıca, hızlı büyüyen bir tür olup, ilk 15-20 yıl boyunca yavaş ve istikrarlı bir büyüme gösterirken, sonrasında hızlı bir büyüme sergilemektedir (Ryu ve ark., 2003). Tulip ağaçları, orta Ekim'den erken ilkbahara kadar düşen binlerce rüzgârla yayılan tohum üretir. Tek bir genç ağaç, birkaç yüz kozalak ve yaklaşık 40000 tohum üretebilir (Beck, 1990). Ağacın kabuğundan altın renkli bir boya elde edilir (Coon, 1975). Bu ağaç akarsu kenarlarında veya bataklık alanların çevresinde derin, zengin, nemli topraklarda bulunabilir; genellikle diğer geniş yapraklı ağaçlarla veya doğu baldıran otu (*Tsuga canadensis* (L.) Carr.) ile karıştırılır (USDA, 1965; Crum, 2004).

Bu ağaçlar, tam güneşte çok iyi bir şekilde gelişmektedir. Ancak kuru iklimlerde bazı gölgelendirme faydalı olabilmektedir. Çeşitli toprak koşullarına dayanıklı olmalarına rağmen, hafif asidik ile nötr pH'lı gevşek, killi topraklara dikilmeleri en iyisidir. Yüksek pH'lı topraklar bitki stresine neden olabilir ve ağacı özellikle yaprak bitleri ve kara küf gibi zararlılara ve hastalıklara karşı daha duyarlı hale getirebilir (Brough ve Weber, 2002). Bu ağaç dağınık gözenekli odun anatomisine, belirsiz apikal büyümeye sahiptir ve halka gözenekli oduna ve belirli apikal büyümeye sahip, daha yaygın olarak incelenen meşe türlerinden birçok yönden farklılık göstermektedir (Zimmerman ve Brown, 1971).

Bu ağacın iç mekan yapı malzemesi olarak kullanılmasını sağlamak için, ahşabı dış ortamlardan korumak ve ahşaba boyutsal kararlılık sağlamak için uygun işleme ve son işlemlerin uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Jung ve ark., 1998; Park ve ark., 2014; Kim ve ark., 2023).

Bu çalışmada, antik ve tarçınlı doğal ahşap yağlarının lale ağacının (*Liriodendron tulipifera*) öz ve diri odunlarında uygulanması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki ve beyazlık indeksi (WT^*) değerlerindeki değişimler incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Lale (*Liriodendron tulipifera*) ağaç türlerine ait olan odunları 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Deney örnekleri üzerinde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (%65 bağıl nem ve $20\pm 2^\circ\text{C}$) (ISO 554, 1976).

2.1.2. Zımparalar

Satın alınma yolu ile 80, 120 ve 150 kumluk zımparalar temin edilmiştir.

2.1.3. Antik ve Tarçınlı Doğal Ahşap Yağları

Ahşap yağlar (antik ve tarçınlı) satın alınma ile temin edilmiştir.

2.1.4. Üstüğü

Yağların uygulanmasında kullanılmak üzere satın alınma ile temin edilmiştir.



Şekil 1. Tarçınlı doğal ahşap yağı (A), antik ahşap yağı (B) ve üstüğü (C)

2.2. Metot

2.2.1. Zımparalama İşlemleri

Ahşap malzemelerin yüzeyleri titreşimli bir zımpara makinesi ve farklı zımparaların (80, 120 ve 150) kullanılması ile zımparalanmıştır.

2.2.2. Antik ve Tarçınlı Doğal Ahşap Yağlarının Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Zımparalanmış ve tozdan arındırılmış olan ahşap yüzeyler üzerinde üstüğü ile dairesel şekilde sürülerek yağlara ait uygulamalar yapılmıştır.

2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk parametreleri CS-10 model renk ölçüm cihazında belirlenmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı ve ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı olmaktadır (Lange, 1999). Aşağıdaki verilmiş olan formüller kullanılarak toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar hesaplanmıştır.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^0 = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (3)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (8)$$

ΔL^* , ΔC^* , Δa^* ve Δb^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Referansa göre pozitif durumda	Referansa göre negatif durumda
ΔL^*	Daha açık	Daha koyu
Δa^*	Daha kırmızı	Daha yeşil
ΔC^*	Daha net, daha parlak	Mat, daha bulanık
Δb^*	Daha sarı	Daha mavi

ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ΔE^* için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

2.2.4. Beyazlık İndeksi (WT^*) Özelliklerinin Belirlenmesi

Whiteness Meter BDY-1 cihazı kullanılarak beyazlık indeksi (WT^*) değerleri ölçülmüştür (ASTM E313-15e1, 2015).

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile ortalama, varyans analizleri, minimum ve maksimum, yüzde (%) değişim (uygulama sonrasına ait artış veya azalış) oranları, standart sapma ve homojenlik grupları tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 3’de gösterilmektedir. Renk değiştirme kriterlerine (DIN 5033, 1979) göre antik ahşap yağ uygulanmış öz ve diri odunlarında “çok güçlü ($\Delta E^* > 12$)” kriteri ile tarçınlı ahşap yağ uygulanmış öz ve diri odunlarında “güçlü ($6 < \Delta E^* < 12$)” kriteri elde edilmiştir. ΔE^* değerleri öz odunda antik ahşap yağı ile 39.57 ve tarçınlı ahşap yağı ile 11.40 değerleri şeklinde hesaplanırken, diri odunda ise antik ahşap yağı ile 47.19 ve tarçınlı ahşap yağı ile

10.98 olarak elde edilmiştir. Her iki odun kısmında her iki yağ ile ΔL^* değerleri negatif (referansa göre daha koyu) olarak bulunurken, Δa^* değerleri pozitif (referansa göre daha kırmızı) olarak tespit edilmiştir. Δb^* ve ΔC^* değerlerinde ise antik ahşap yağ uygulanmış öz ve diri odunlarda negatif (sırasıyla: referansa göre daha mavi ve mat, referansa göre daha bulanık) olarak tespit edilirken, tarçınlı yağ uygulanmış öz ve diri odunlarda pozitif (sırasıyla: referansa göre daha sarı ve referansa göre daha net, daha parlak) olarak bulunmuştur. ΔH^* değerleri öz odunda antik ahşap yağı ile 8.11 ve tarçınlı ahşap yağı ile 1.90 değerleri şeklinde hesaplanırken, diri odunda ise antik ahşap yağı ile 5.57 ve tarçınlı ahşap yağı ile 1.01 olarak bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Odun Kısmı	Yağ Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk kriteri (DIN 5033, 1979)
Öz	Antik	-37.61	4.97	-11.26	-9.26	8.11	39.57	Çok güçlü ($\Delta E^* > 12$)
	Tarçınlı	-8.08	3.12	7.42	7.82	1.90	11.40	Güçlü ($6 < \Delta E^* < 12$)
Diri	Antik	-46.46	3.45	-7.50	-6.10	5.57	47.19	Çok güçlü ($\Delta E^* > 12$)
	Tarçınlı	-7.77	1.83	7.53	7.69	1.01	10.98	Güçlü ($6 < \Delta E^* < 12$)

L^* parametresine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. Odun kısmı (A), yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde L^* parametresi anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. L^* parametresine ait varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Odun Kısmı (A)	318.689	1	318.689	1305.472	0.000*
Yağ Türü (B)	19952.896	2	9976.448	40867.293	0.000*
Etkileşim (AB)	270.901	2	135.450	554.856	0.000*
Hata	13.182	54	0.244		
Toplam	207644.238	60			
Düzeltilmiş Toplam	20555.668	59			

Çizelge 5’de L^* parametresine ait ölçüm sonuçları gösterilmektedir. L^* değerlerinde her iki odun kısımlarına uygulanan iki farklı türdeki ahşap yağlar ile azalışlar (öz odunda antik yağ ile %54.68 ve tarçınlı yağ ile %11.75, diri odunda antik yağ ile %60.96 ve tarçınlı yağ ile %10.19) elde edilmiştir. Her iki odun kısımlarında en yüksek sonuçlar kontrol ölçümlerinde bulunurken (öz: 68.76 ve diri: 76.22), en düşük sonuçlar ise antik yağ uygulanmış yüzeylere ait deney gruplarında tespit edilmiştir (öz: 31.16 ve diri: 29.76) (Çizelge 5).

Çizelge 5. L^* parametresine ait ölçüm sonuçları

Odun Kısmı	Yağ Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
Öz	Kontrol	68.76	-	B	0.27	68.29	69.09	0.39
	Antik	31.16	↓54.68	D	0.64	30.26	31.85	2.07
	Tarçınlı	60.68	↓11.75	C	0.51	59.82	61.27	0.85
Diri	Kontrol	76.22	-	A*	0.2	75.75	76.45	0.26
	Antik	29.76	↓60.96	E**	0.79	28.51	31.25	2.64
	Tarçınlı	68.45	↓10.19	B	0.23	68.12	68.95	0.34
Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV, *: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç								

a^* parametresine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 6’da gösterilmiştir. Odun kısmı (A), yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde a^* parametresi anlamlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. a^* parametresine ait varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Odun Kısmı (A)	14.731	1	14.731	65.196	0.000*
Yağ Türü (B)	179.136	2	89.568	396.403	0.000*
Etkileşim (AB)	6.736	2	3.368	14.905	0.000*
Hata	12.201	54	0.226		
Toplam	1960.353	60			
Düzeltilmiş Toplam	212.804	59			

Çizelge 7’de a^* parametresine ait ölçüm sonuçları sunulmaktadır. a^* değerlerinde her iki odun kısımlarına uygulanan iki farklı türdeki ahşap yağlar ile artışlar (öz odunda antik yağ ile %155.31 ve tarçınlı yağ ile %97.19, diri odunda antik yağ ile %109.87 ve tarçınlı yağ ile %58.28) belirlenmiştir. Her iki odun kısımlarında en düşük sonuçlar kontrol ölçümlerinde bulunurken (öz: 3.20 ve diri: 3.14), en yüksek sonuçlar ise antik yağ uygulanmış yüzeylere ait deney gruplarında elde edilmiştir (öz: 8.17 ve diri: 6.59) (Çizelge 7).

Çizelge 7. a^* parametresine ait ölçüm sonuçları

Odun Kısmı	Yağ Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
Öz	Kontrol	3.20	-	D	0.23	2.93	3.75	7.20
	Antik	8.17	↑155.31	A*	0.94	6.90	9.44	11.49
	Tarçınlı	6.31	↑97.19	B	0.17	6.09	6.62	2.76
Diri	Kontrol	3.14	-	D**	0.08	3.02	3.31	2.69
	Antik	6.59	↑109.87	B	0.60	5.34	7.61	9.05
	Tarçınlı	4.97	↑58.28	C	0.17	4.66	5.20	3.45

Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV,
*: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç

b^* parametresine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 8’de gösterilmiştir. Odun kısmı (A), yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde b^* parametresi anlamlı olarak bulunmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 8. b^* parametresine ait varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Odun Kısmı (A)	256.101	1	256.101	781.474	0.000*
Yağ Türü (B)	2853.319	2	1426.659	4353.342	0.000*
Etkileşim (AB)	45.530	2	22.765	69.465	0.000*
Hata	17.697	54	0.328		
Toplam	32269.875	60			
Düzeltilmiş Toplam	3172.646	59			

b^* parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 9’da gösterilmektedir. b^* değerlerinde antik yağ ile öz ve diri odunlarda azalışlar (sırasıyla: %44.38 ve %37.64) bulunurken, tarçınlı ahşap yağı ile artışlar (sırasıyla: %29.25 ve %37.74) elde edilmiştir. Her iki odun kısımlarında en yüksek sonuçlar tarçınlı yağ ile işlem görmüş örnekler üzerinde (öz: 32.79 ve diri: 27.48) tespit edilirken, en düşük sonuçlar ise antik yağ uygulanmış örneklerde (öz: 14.11 ve diri: 12.44) bulunmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 9. b^* parametresine ait ölçüm sonuçlar

Odun Kısmı	Yağ Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Minimum	Maksimum	COV
Öz	Kontrol	25.37	-	C	0.17	25.11	25.59	0.66
	Antik	14.11	↓44.38	E	1.10	13.01	15.61	7.82
	Tarçınlı	32.79	↑29.25	A*	0.55	31.79	33.65	1.66
Diri	Kontrol	19.95	-	D	0.17	19.61	20.13	0.85
	Antik	12.44	↓37.64	F**	0.58	11.59	13.65	4.67
	Tarçınlı	27.48	↑37.74	B	0.24	27.17	27.90	0.87
Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV, *: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç								

C^* parametresine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 10’da sunulmaktadır. Odun kısmı (A), yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde C^* parametresi anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. C* parametresine ait varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Odun Kısmı (A)	287.022	1	287.022	592.596	0.000*
Yağ Türü (B)	2381.794	2	1190.897	2458.770	0.000*
Etkileşim (AB)	34.693	2	17.347	35.815	0.000*
Hata	26.155	54	0.484		
Toplam	34201.134	60			
Düzeltilmiş Toplam	2729.664	59			

C* parametresine ait sonuçları Çizelge 11’de verilmektedir. C* değerlerinde antik yağ ile öz ve diri odunlar üzerinde azalışlar (sırasıyla: %36.21 ve %30.21) belirlenirken, tarçınlı ahşap yağı ile artışlar (sırasıyla: %30.58 ve %38.04) tespit edilmiştir. Her iki odun kısımlarında en yüksek sonuçlar tarçınlı yağ ile işlem görmüş örnekler üzerinde (öz: 33.39 ve diri: 27.87) elde edilirken, en düşük sonuçlar ise antik yağ uygulanmış örneklerde (öz: 16.31 ve diri: 14.09) belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. C* parametresine ait ölçüm sonuçları

Odun Kısmı	Yağ Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Minimum	Maksimum	COV
Öz	Kontrol	25.57	-	C	0.17	25.30	25.78	0.67
	Antik	16.31	↓36.21	E	1.40	14.73	18.24	8.60
	Tarçınlı	33.39	↑30.58	A*	0.55	32.38	34.24	1.65
Diri	Kontrol	20.19	-	D	0.18	19.85	20.41	0.88
	Antik	14.09	↓30.21	F**	0.73	12.82	15.63	5.19
	Tarçınlı	27.87	↑38.04	B	0.20	27.61	28.25	0.70
Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV, *: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç								

h^0 parametresine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 12’de gösterilmiştir. h^0 parametresi için odun kısmı (A) anlamsız olarak bulunurken, yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde anlamlı olarak bulunmuştur (Çizelge 12).

Çizelge 12. h^0 parametresine ait varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Odun Kısmı (A)	1.591	1	1.591	1.938	0.170**
Yağ Türü (B)	5190.040	2	2595.020	3161.364	0.000*
Etkileşim (AB)	38.772	2	19.386	23.617	0.000*
Hata	44.326	54	0.821		
Toplam	335009.418	60			
Düzeltilmiş Toplam	5274.730	59			

h^0 parametresine ait sonuçları Çizelge 13’de verilmiştir. h^0 parametresinde her iki odun kısımlarına uygulanan iki farklı türdeki ahşap yağlar ile azalışlar (öz odunda antik yağ ile %27.55 ve tarçınlı yağ ile %4.49, diri odunda antik yağ ile %23.35 ve tarçınlı yağ ile %1.62) görülmüştür. Her iki odun kısımlarında en yüksek sonuçlar kontrol ölçümlerinde bulunurken (öz: 82.82 ve diri: 81.04), en düşük sonuçlar ise antik yağ uygulanmış örnekler üzerinde belirlenmiştir (öz: 60.00 ve diri: 62.12) (Çizelge 13).

Çizelge 13. h^0 parametresine ait sonuçlar

Odun Kısmı	Yağ Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
Öz	Kontrol	82.82	-	A*	0.50	81.59	83.36	0.61
	Antik	60.00	↓27.55	E**	1.29	58.51	62.06	2.16
	Tarçınlı	79.10	↓4.49	C	0.28	78.59	79.47	0.36
Diri	Kontrol	81.04	-	B	0.25	80.65	81.44	0.30
	Antik	62.12	↓23.35	D	1.66	59.89	65.38	2.67
	Tarçınlı	79.73	↓1.62	C	0.33	79.32	80.34	0.41
Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV, *: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç								

Liflere dik ($\perp$) ve paralel ($\parallel$) yönlerdeki beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 14’de sunulmaktadır. Odun kısmı (A), yağ türü (B) ve etkileşim (AB) üzerinde liflere dik ($\perp$) ve paralel ($\parallel$) yönlerdeki beyazlık indeksi (WT^*) değerleri için anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine varyans analizi ait sonuçlar
(*: anlamlı)

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
WT^* $\perp$	Odun Kısmı (A)	945.654	1	945.654	13998.168	0.000*
	Yağ Türü (B)	8909.377	2	4454.689	65941.115	0.000*
	Etkileşim (AB)	508.084	2	254.042	3760.490	0.000*
	Hata	3.648	54	0.068		
	Toplam	32446.780	60			
	Düzeltilmiş Toplam	10366.763	59			
WT^* $\parallel$	Odun Kısmı (A)	723.843	1	723.843	7880.545	0.000*
	Yağ Türü (B)	5935.185	2	2967.593	32308.469	0.000*
	Etkileşim (AB)	401.401	2	200.701	2185.048	0.000*
	Hata	4.960	54	0.092		
	Toplam	16074.040	60			
	Düzeltilmiş Toplam	7065.389	59			

Beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 15’de gösterilmektedir. Her iki yönde, WT^* değerlerinde yapılan ölçüm sonralarında her iki odun kısımlarına uygulanan iki farklı türdeki ahşap yağlar ile azalışlar ($WT^* \perp$ için öz odunda antik yağ ile %86.47 ve tarçınlı yağ ile %49.24, diri odunda antik yağ ile %90.98 ve tarçınlı yağ ile %31.01 ve $WT^* \parallel$ için öz odunda antik yağ ile %96.94 ve tarçınlı yağ ile %64.14, diri odunda antik yağ ile %98.95 ve tarçınlı yağ ile %46.86) belirlenmiştir. Her iki odun kısımlarında en yüksek sonuçlar kontrol ölçümlerinde bulunurken ($WT^* \perp$ için öz: 27.78 ve diri: 39.02 ile $WT^* \parallel$ için öz: 18.96 ve diri: 30.60), en düşük sonuçlar ise antik yağ uygulanmış örnekler üzerinde ($WT^* \perp$ için öz: 3.76 ve diri: 3.52 ile $WT^* \parallel$ için öz: 0.58 ve diri: 0.32) belirlenmiştir (Çizelge 15).

Çizelge 15. Beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine ait ölçüm sonuçları

Test	Odun Kısımı	Yağ Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
WT* ⊥	Öz	Kontrol	27.78	-	B	0.49	27.20	28.50	1.75
		Antik	3.76	↓86.47	E	0.08	3.70	3.90	2.24
		Tarçınlı	14.10	↓49.24	D	0.20	13.90	14.40	1.42
	Diri	Kontrol	39.02	-	A*	0.28	38.60	39.40	0.71
		Antik	3.52	↓90.98	F**	0.18	3.20	3.70	5.15
		Tarçınlı	26.92	↓31.01	C	0.10	26.80	27.00	0.38
WT* 	Öz	Kontrol	18.96	-	B	0.62	18.20	19.90	3.25
		Antik	0.58	↓96.94	E	0.10	0.50	0.70	17.81
		Tarçınlı	6.80	↓64.14	D	0.18	6.60	7.00	2.59
	Diri	Kontrol	30.60	-	A*	0.09	30.50	30.70	0.31
		Antik	0.32	↓98.95	E**	0.08	0.20	0.40	24.65
		Tarçınlı	16.26	↓46.86	C	0.34	16.00	16.70	2.07
Standart Sapma: SS, Varyasyon Katsayısı: COV, *: En yüksek belirlenmiş sonuç, **: En düşük belirlenmiş sonuç									

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırmada, antik ve tarçınlı doğal ahşap yağlarının lale ağacının (*Liriodendron tulipifera*) öz ve diri odunlarına uygulanması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki ve beyazlık indeksi (WT^*) değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlar söylenebilir;

- b^* ve C^* parametrelerinde antik ahşap yağı uygulaması ile öz ve diri odunlar üzerinde azalışlar belirlenirken, tarçınlı ahşap yağ uygulaması ile artışlar tespit edilmiştir.

- Her iki yönlerdeki WT^* değerlerinde, L^* ve h^0 parametrelerinde azalışlar elde edilirken, a^* parametresinde ise artışlar görülmüştür.

- ΔE^* değerleri diri odunda ise antik ahşap yağı uygulaması ile 47.19 ve tarçınlı ahşap yağı uygulaması ile 10.98 olarak tespit edilirken, öz odunda antik ahşap yağı uygulaması ile 39.57 ve tarçınlı ahşap yağı uygulaması ile 11.40 olarak elde edilmiştir.

- Elde edilen yağlar ile kaplanmış malzemeler üzerinde yaşlandırma performans testlerinin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Beck, D.E., (1990). *Liriodendron tulipifera* L. Yellow-Poplar. In R. M. Burns & B. H. Honkala (Eds.), *Silvics of North America* (Vol. 2: Hardwoods). United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Brough, S.G., and Weber, D.J., (1993). *Trees of Utah*. Bristlecone Press.
- Coon, N., (1975). *The Dictionary of Useful Plants*. Rodale Press. ISBN: 0-87857-090-x.
- Crum, C.T., (2004). Factors influencing basal area growth of yellow-poplar (*Liriodendron tulipifera* L.) in central West Virginia, West Virginia University.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Jung, H.S., Yoo, T.K., and Kwon, J.Y., (1998). Effects of double surfaces finishing on acoustical properties of soundboard for traditional musical instruments, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 26(4): 26-33.
- Kim, M.J., Lee, S.J., Kim, S., Yang, M.S., Son, D.W., and Kim, C.K., (2023). Study on the combustion characteristics of tulip tree (*Liriodendron tulipifera*) for use as interior building materials, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 51(5): 410-418. DOI: 10.5658/WOOD.2023.51.5.410.
- Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- Little, E.L., Jr., (1979). Checklist of United States trees (native and naturalized). U.S. Department of Agriculture, *Agriculture Handbook* 541. Washington, DC.
- Park, S., Han, Y., and Son, D.W., (2021). Flame retardancy of plywood treated with various water glass concentration and additives, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 49(1): 44-56. DOI: 10.5658/WOOD.2021.49.1.44.

- Ryu, K.O., Jang, S.S., Choi, W.Y., and Kim, H.E., (2003). Growth performance and adaptation of *Liriodendron tulipifera* in Korea, Journal of Korean Forestry Society, 92(5): 515-525. DOI: 10.5604/01.3001.0015.3186.
- USDA, (1965). Department of Agriculture. Silvics of Forest Trees of the United States. Washington: GPO. 244-245.
- Zimmerman, M.H., and Brown, C.L., (1971). Trees structure and function. Springer-Verlag, New York, New York, USA.

6. Bölüm

Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişiminin (1990-2018) Sinop Kıyı Alanı ve Yakın Çevresi Örneğinde Analizi

Zahidenur BAYCAN¹

E. Seda ARSLAN²

Ömer K. ÖRÜCÜ³

¹ Peyzaj Mimarı ve Yüksek Lisans Öğrencisi, (ORCID: 0000-0003-1941-9955)
Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta-Türkiye
Email: baycanzahidenur9@gmail.com

² Doç. Dr., (ORCID: 0000-0003-1592-5180)
Süleyman Demirel Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta-Türkiye
Email: sedaarslan@sdu.edu.tr

³ Doç. Dr., (ORCID: 0000-0002-2162-7553)
Süleyman Demirel Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta-Türkiye
Email: omerorucu@sdu.edu.tr

Özet

Kara ile suyun kesiştiği yer olarak tanımlanan kıyı alanları barındırdığı ekolojik, kültürel ve tarihi değerler ile eğlence, manzara seyri ve turizm gibi çok sayıda aktiviteye olanak sunan alanlardır. Buna bağlı olarak kıyı alanları geçmişten günümüze insanların yoğun kullanımının yanı sıra kentleşme ve iklim değişikliği gibi antropojenik baskılara da maruz kalan alanların başında gelmektedir. Bu çalışmada Sinop İli sahil şeridinden itibaren 1km mesafede kalan kıyı alanının zamansal ve mekânsal değişimi CORINE (1990-2018 yılları arasında) verileri ile coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, çalışma alanında 28 yıllık süreçte en çok değişime uğrayan alanın yerleşim alanları olduğu tespit edilmiştir. Bu da kıyı alanındaki kentleşme baskısının açık bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kıyı alanı, arazi kullanımı, arazi örtüsü, CORINE, Sinop.

Abstract

The coastal areas, where land meets water, encompass ecological, cultural, and historical values and provide opportunities for numerous activities such as recreation, scenic views, and tourism. Consequently, coastal areas have been subject to intensive human use throughout history and anthropogenic pressures like urbanization and climate change. In this study, the temporal and spatial changes of the coastal area within a 1 km distance from the shoreline of Sinop Province have been analyzed using CORINE data (from 1990 to 2018) and Geographic Information Systems (GIS). As a result, it has been determined that the residential areas in the study area underwent the most significant changes over the 28 years. This indicates that apparent urbanization pressure is affecting coastal regions.

Keywords: Coastal area, land use, land cover, QGIS, CORINE, Sinop.

Giriş

Yeryüzünün sosyal, ekonomik ve kültürel sebepler dolayısıyla farklı amaçlar doğrultusunda kullanımı arazi örtüsü ve arazi yapısında çeşitlilik meydana gelmesine neden olmuştur (Bayar & Karabacak, 2017; Üyük vd., 2020). Arazi örtüsü ve arazi kullanımı kavramı birbirlerinden farklı görünse de birbirleri ile yakından ilişkili kavramları ifade eder. Arazi örtüsü, yeryüzünün doğal bitki topluluğunun içinde bulunduğu toprak tabakasını ve biyoması, tarım ürünlerini ve beşerî yapıları belirtir. Arazi kullanımı ise arazi örtüsünün şekillendirilerek kullanmasını ifade etmektedir. Arazi kullanımı ayrıca arazi yönetimi süreçlerini de içermektedir (Verburg vd., 2009; Somuncu vd., 2010; Üyük vd., 2009; Sarı & Özşahin, 2016).

Geçmişten günümüze arazi değişimlerinin en yoğun yaşandığı yerlerin başında kıyı alanları gelmiştir. Kıyı alanları sağladığı çok sayıda ekosistem hizmeti ile eski çağlardan günümüze insanoğlunun yoğun ilgisine maruz kalmıştır. Kıyı kavramı, su ve kayanın birleştiği alan, karaların su boyunca uzandığı bölüm (Doğan, 2008; Pala, 1975) doğal su kütlelerini çevreleyen kara parçası (Akbaba, 2010) olarak koruma kullanım dengesinin sağlanması gereken alanlardır (Sesli vd., 2003; Sesli, 2010; Arslan Muhacir ve Yavuz Özalp, 2018). Bu gerekten yola çıkarak kıyı alanları ve yakın çevresinde meydana gelen arazi örtüsü-arazi kullanımı değişimlerinin belirlenmesi de kıyı alanlarının geleceğinin planlanması açısından oldukça değerlidir.

Arazi örtüsü değişiminin haritalanması ve büyüklüğünün hesaplanması, arazinin değişim ve dönüşüm süreçlerine ait ölçülebilir veri sağlayarak koruma, yönetim ve sürdürülebilirlik konulu planlama çalışmalarına altlık sağlamaktadır (Arslan ve Örucü, 2019). Arazi örtüsü değişimi, çeşitli yöntemler ve veri kaynakları kullanılarak tespit edilmektedir. 1980'lerin başında, Avrupa Komisyonu, Avrupa kıtasının arazi örtüsü ve arazi kullanımı hakkında kapsamlı, ve uyumlu bir veri setine duyulan ihtiyacı fark ederek, kıtasal ölçekli arazi örtüsü, biyotop ve hava kalitesi haritalarının üretilmesi için standartlaştırılmış bir metodoloji geliştirmeyi amaçlayan CORINE (Çevre Bilgilerinin Koordinasyonu) programını başlatmıştır (<https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>). İlk CORINE Arazi Örtüsü veri seti üretildiği 1990 yılından bu yana, Avrupa Çevre Ajansı'nın Copernicus Arazi İzleme Hizmetinin öncü bir bileşeni haline gelerek Avrupa'nın arazi örtüsü/arazi kullanımı hakkında temel bilgiler sağlamak ve 1:100.000 ölçeğinde arazi örtüsü haritası sunmaktadır (Karabacak, 2018; Erol ve Çanga, 2004, Arslan & Örucü, 2019). CORINE, belirlenen kriterler ve sınıflandırma sistemi doğrultusunda arazideki çevresel değişiklikleri belirlemek için standart bir veri tabanını oluşturmayı hedeflemektedir (Bayar ve

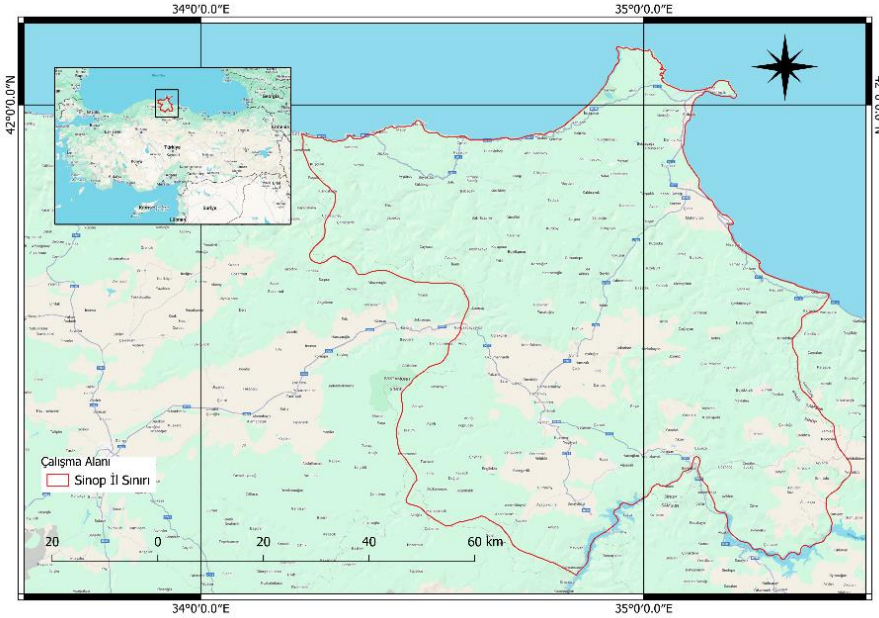
Karabacak, 2017; Üyük vd., 2020). CORINE projesi yaklaşık 5,8 milyon km² 'lık bir arazide Türkiye dahil 39 ülkede yürütülmektedir.

Ülkemizdeki çalışmalar Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen sınıflandırma kriterlerine uygun olarak (44 sınıf) sürdürülmektedir (<https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/index.html>).

Bu çalışmada Sinop ili kıyı alanında arazi kullanımı-arazi örtüsü değişimini CORINE verileri kullanarak analiz edilmiştir. CBS kullanılarak çalışmada ele alınan zaman diliminde (1990-2018) meydana gelen değişiklikler sayısal ve mekânsal olarak belirlenerek harita üzerinde gösterilmiştir. CBS ortamında yapılan tüm çalışmalar için QGIS programından yararlanılmıştır.

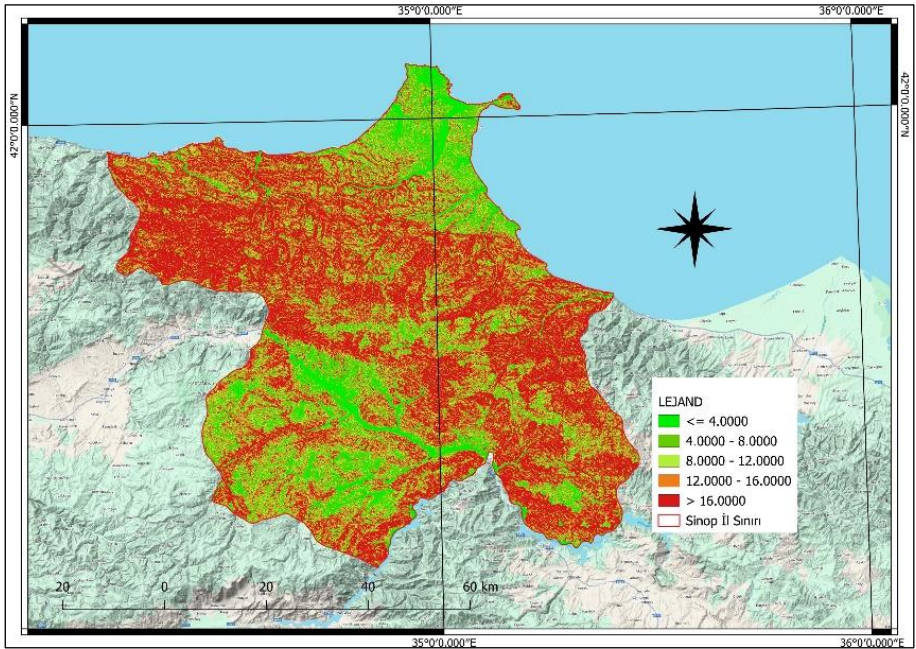
Materyal ve Metot

Çalışma alanının materyalini oluşturan Sinop İli, Boztepe Burnu ve Yarımadası üzerinde kurulmuş bir şehir olarak Karadeniz kıyı şeridinin kuzeye doğru en çok sivrilerek uzanmış bölümünde yer almaktadır. Güneyinde Çorum, batısında Kastamonu, güneydoğusunda ise Samsun İli yer almaktadır (Şekil 1). Kuzeyi ise Karadeniz ile çevrilidir. Çalışma alanının yüzölçümü 5862 km² 'dir. Çalışma sınırları 475 km olup bunun 175 km'si deniz 300 km'si ise karadır (www.sinop.gov.tr).

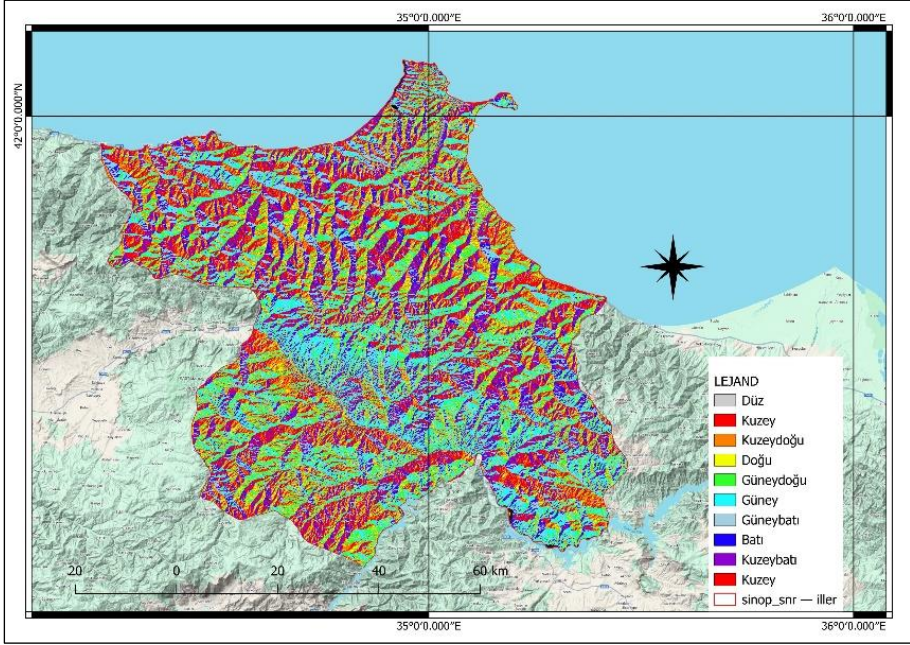


Şekil 1. Çalışma alanı

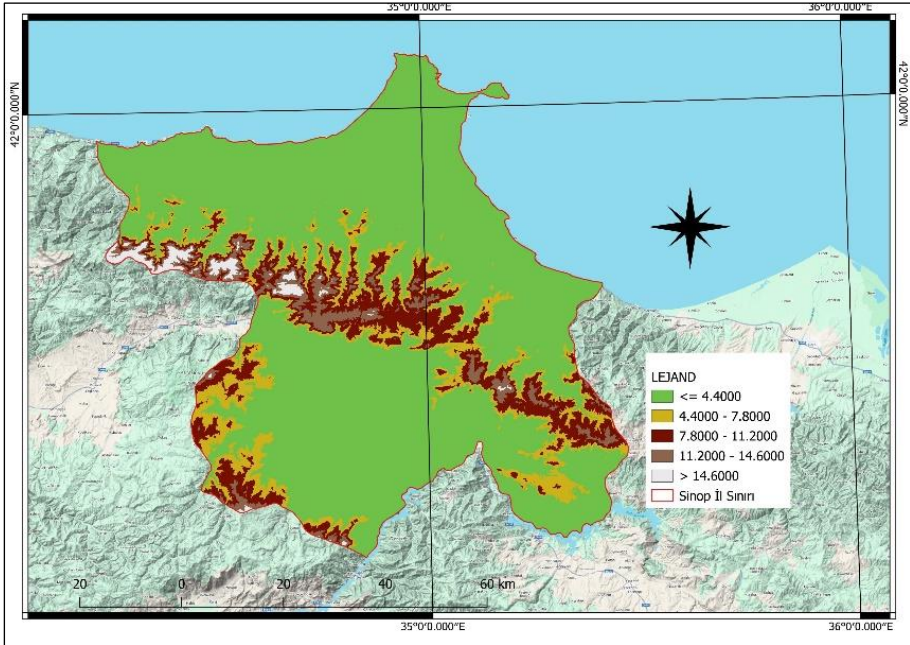
Çalışma alanının fiziki özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla USGS (United States Geological Survey-ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu) web sitesinden çalışma alanına ait The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) topoğrafik veriler elde edilmiştir (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). SRTM verileri işlenerek CBS'ye aktarılmış, eğim, bakı ve yükseklik analizleri yapılarak haritaları oluşturulmuştur. QGIS programında işlenen veriler 'eğim analizi (slope) aracı' kullanılarak 5 farklı sınıfta tanımlanmıştır (Şekil 2). Bir diğer analiz olan bakı analizi 'raster-aspect aracı' kullanılarak 8 farklı yön ve düz alanlardan oluşmak üzere tanımlanmıştır (Şekil 3). Yükseklik analizi için ise dem verisi 'reclassify by table' aracı ile kategorize edilip yükseklik haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 2. Sinop ili eğim haritası



Şekil 3. Sinop ili bakı haritası



Şekil 4. Sinop ili yükseklik haritası

CORINE verisi vektörel formatta Avrupa Birliği Yer İzleme Servisi internet sayfasından (<https://land.copernicus.eu/pan-europe-an/corine-land-cover>) shp dosya uzantılı olarak elde edilmiş ve QGIS 3.28 programı yardımıyla çalışma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. Buna göre, arazi sınıfları 7 arazi örtüsü sınıfı (yerleşim, tarım alanları, orman, mera, su yüzeyi, çıplak-kayalık ve taşlık alanlar, diğer alanlar) olarak belirlenmiş ve 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına göre değişimleri analiz edilmiştir (Çizelge 1). Değişimle ilgili değerlendirmeler kıyı alanından 1 km mesafe esas alınarak gösterilmiş ve hesaplanmıştır.

Çizelge 1. CORINE arazi örtüsü sınıflarına göre analiz grupları

Arazi Örtüsü Sınıfları	CORINE Arazi Örtüsü Sınıfları İçerisindeki Yeri
Yerleşim Alanları	Yapay Alanlar (1.1.1- 1.1.2- 1.4.1-1.4.2)
Tarım Alanları	Tarımsal Alanlardan mera alanları çıkartılmıştır. (2.1.1- 2.1.2-2.1.3-2.2.1-2.2.2-2.2.3- 2.4.1-2.4.2-2.4.3-2.4.4)
Orman Alanları	Orman ve yarı doğal alanlardan sadece ormanlar dikkate alınmıştır. (3.1.1-3.1.2-3.1.3)
Mera Alanları	Mera Alanları ve Doğal çayırhıklar birleştirilmiştir. (2.3.1.-3.2.1-3.2.2-3.2.3-3.2.4)
Su yüzeyi	Suyolları su kütleleri ve kıyı lagünleri birleştirilmiştir. (5.1.1-5.1.2-5.2.2)
Çıplak-Kayalık ve Taşlık Alanlar	Çıplak –Kayalık ve Taşlık Alanlar (3.3.1-3.3.2-3.3.3-3.3.4-3.3.5)
Diğer Alanlar	Endüstriyel veya ticari birimler, Karayolu ve demiryolu ağları ve ilgili araziler, Limanlar, Havaalanları, Maden çıkarma sahaları, Döküm sahaları, İnşaat sahaları Tuzlalar ve Tuz bataklıkları birleştirilmiştir. (1.2.1-1.2.2-1.2.3-1.2.4-1.3.1-1.3.2-1.3.3-4.1.1-4.1.2- 4.2.1-4.2.2-4.2.3)

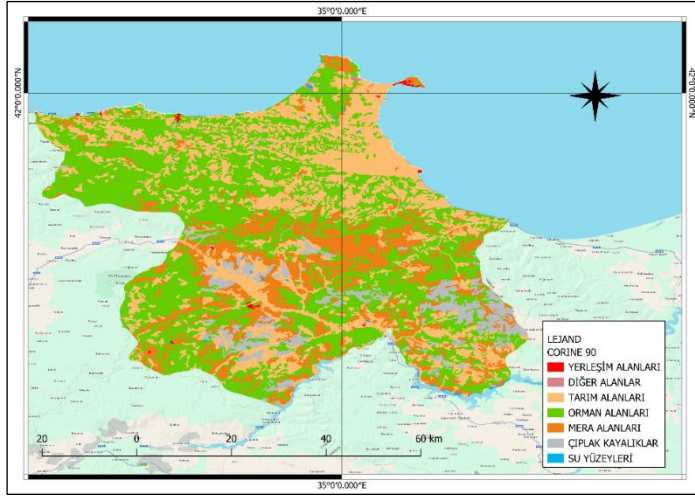
Araştırma Bulguları

Yaklaşık 568.955 hektar alanı kaplayan Sinop İli; CORINE 1990-2018 yıllarına ait arazi örtüsü-arazi kullanımı Çizelge 2’te gösterilmiştir. Çizelge 3’te ise yıllara göre arazi örtüsü-arazi kullanımı değişimi analiz edilmiştir.

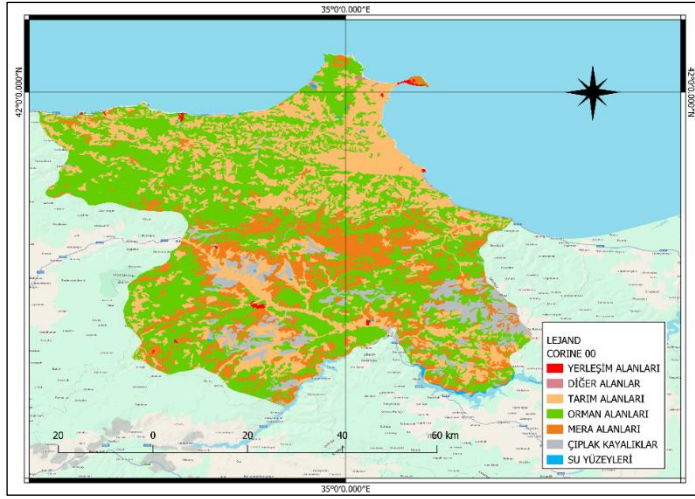
Çizelge 2. CORINE 1990-2018 yılları arasında arazi örtüsü sınıfları, kapladığı yüzey alanları ve yüzdeleri

Yıllar	Arazi Örtüsü	Yerleşim Alanları	Tarımsal Alanlar	Orman Alanları	Mera Alanları	Çıplak Kayalık ve Taşlık Alanlar	Su yüzeyi	Diğer Alanlar
1990	Alan (ha)	1.180	167.863	262.750	100.518	35.143	1.054	406
	Yüzde (%)	0,21	29,51	46,18	17,67	6,18	0,19	0,07
2000	Alan (ha)	1.378	165.076	267.537	95.494	35.456	1.504	406
	Yüzde (%)	0,24	29,12	47,20	16,85	6,25	0,27	0,07
2006	Alan (ha)	1.621	171.325	286.702	97.064	9.507	2.029	703
	Yüzde (%)	0,29	30,11	50,39	17,06	1,67	0,36	0,12
2012	Alan (ha)	1.662	170.927	287.226	96.210	9.315	2.249	1.362
	Yüzde (%)	0,29	30,04	50,48	16,91	1,64	0,40	0,24
2018	Alan (ha)	1.785	167.766	288.484	99.476	5.547	3.953	1.940
	Yüzde (%)	0,31	29,49	50,70	17,48	0,98	0,69	0,34

1990 yılında orman alanlarının %46,18 ile en büyük arazi örtüsü sınıfını oluşturduğunu, %29,51’lik bir oranda ise tarımsal alanların bulunduğu görülmektedir. Diğer alanlar tüm alanın %0,07’sini kapsamaktadır. 2000 yılında ise %47,20 ile en çok alan kaplayan arazi örtüsü sınıfının orman alanı olduğu görülmektedir. Tarımsal alanlar ise %29,12’sini kaplamaktadır. 1990 yılına göre 2000 yılında orman alanlarında %1,02’lik bir artış görülürken tarımsal alanlarda %0,39 düşüş gözlenmektedir. Mera alanları ise tüm alanın %16,85’ni kaplamaktadır (Şekil 5 ve Şekil 6).

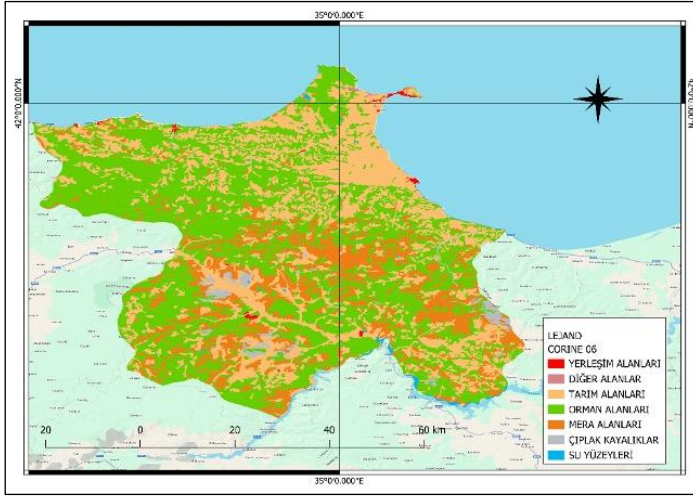


Şekil 5. 1990 yılına ait Corine arazi kullanımı



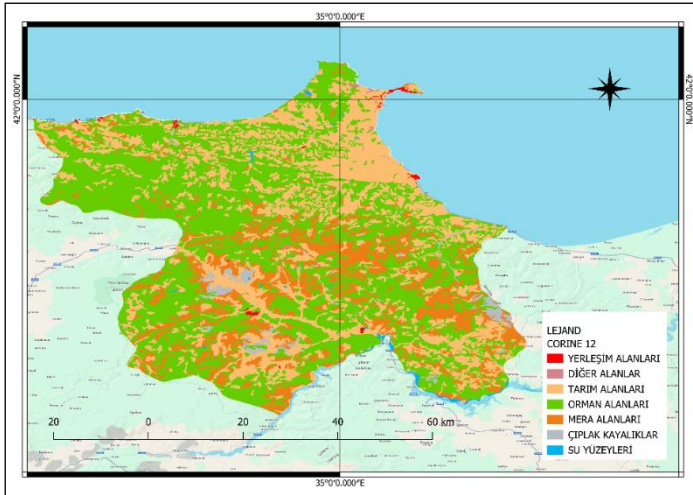
Şekil 6. 2000 yılına ait Corine arazi kullanımı

2006 yılı arazi kullanımı incelendiğinde orman alanlarının %50,39 ile en büyük alan kaplayan arazi örtüsü sınıfı olduğu görülmektedir. 2000 yılına göre %0,99'luk bir artış görülmektedir. Su yüzeyi sınıfının 1990-2006 yıllarında düzenli bir artış görülmektedir. Çıplak-kayalık ve taşlık alanlar 2000-2006 yıllarında %4,58'lik bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. 2006 yılına ait Corine arazi kullanımı

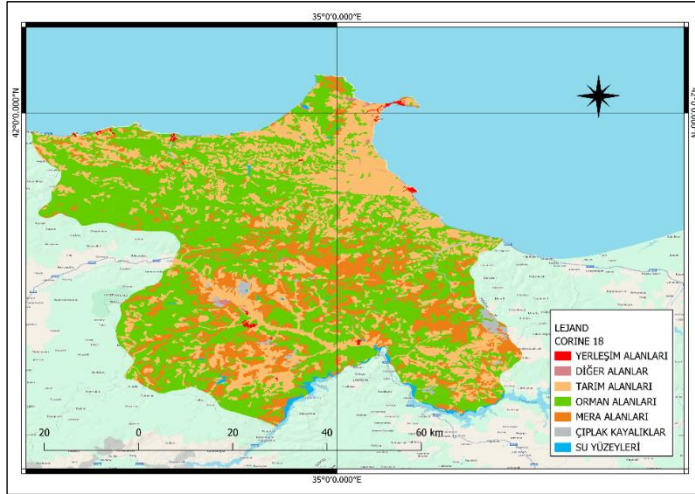
2012 yılında ise orman alanları %50,48 ile en büyük alan kaplayan arazi örtüsü sınıfını oluşturduğunu görülmektedir. %30,04 oran ile tarım alanları ikinci sırada en fazla alan kaplayan arazi örtüsü sınıfını oluşturmaktadır. Mera alanlarının 2006 yılında arttığı gözlenirken 2012 yılında %0,15'lik bir azalma meydana gelerek arazinin %16,91'ini kapladığı tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. 2012 yılına ait Corine arazi kullanımı

2018 yılında orman alanları %50,70 ile en büyük alan kaplayan arazi örtüsü sınıfıdır. İkinci sırada %29,49 ile tarımsal alanlar gelmektedir. 2012-2018 yılları arasında %0,51'lik bir oran ile mera alanlarında artış meydana geldiği

gözlemlenmektedir. Çıplak-kayalık ve taşlık alanlarda ise %0,66’lık oranla bir azalma görülmektedir. Bunun yanında yerleşim alanlarında %0,02’lik oranda bir artış görülmüştür (Şekil 9).



Şekil 9. 2018 yılına ait Corine arazi kullanımı

Çizelge 3. Yıllara göre arazi örtüsü değişim analizi

Arazi örtüsü	2000-1990		2006-2000		2012-2006		2018-2012		2018-1990	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Yerleşim Alanları	198	0,03	243	0,05	41	0	123	0,02	605	0,1
Tarımsal Alanlar	- 2.78	- 0,39	6.24 9	0,99	- 0.39 8	- 0,07	- 3.16	- 0,55	-0.097	-0,02
Orman Alanları	4.78 7	1,02	19.1 6	3,19	0.52 4	0,09	125 8	0,22	25.73 4	4,52
Mera Alanları	- 5.02	- 0,82	1.57	0,21	- 0.85 4	- 0,15	3.26 6	0,51	-1.042	-0,19
Çıplak-Kayalık ve Taşlık Alanlar	0.31 3	0,07	- 25,9 4	- 4,58	- 0,19 2	- 0,03	- 3.76	- 0,66	-29.59	-5,2
Su yüzeyi	450	0,08	0.52 5	0,09	220	0,04	1.70 4	0,29	2.899	0,5
Diğer Alanlar	0	0	297	0,05	659	0,12	578	0,1	1.534	0,27

Yukarıdaki değerlendirmelere göre, ele alınan 5 farklı zaman diliminde yerleşim alanlarında sürekli bir artış gözlemlenmektedir. Tarımsal alanlarda 2000-2006 yılı arasında artış görülmektedir. Mera alanlarında 2000-2006 yılları ve 2012-2018 yılları arasında bir artış görülmektedir. Çıplak-kayalık ve taşlık alanlarda 2000 yılından itibaren devamlı bir azalma meydana geldiği görülmektedir.

Sonuç

Çalışma alanına ait 28 yıllık arazi örtüsü değişimleri CORINE verileri kullanılarak ortaya konmuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgularla Sinop İlinin 1990 yılında 262.750 ha olan orman alanlarının 2018 yılında 288.484 ha olarak 25.734 ha artığı tespit edilmiştir. Tarım alanlarının orman alanlarından sonra ilde en fazla yer kaplayan arazi kullanımıdır. Çalışma alanında ele alınan zaman diliminde örtüsü değişimin en çok çıplak-kayalık ve taşlık alanlarda meydana geldiği tespit edilmiştir. 1990 yılında 35.143 ha olan çıplak-kayalık ve taşlık alanlar 2018 yılında 29.596 ha azaldığı tespit edilmiştir. 28 yıllık zaman diliminde orman alanlarının %4.52 oranda bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sinop ilinin sahil şeridinden itibaren 1 km mesafede kalan alanın arazi örtüsü değişimi incelendiğinde 1990-2018 yılları arasında mera alanları ve tarımsal alanlarda azalma görülürken yerleşim alanlarında ve orman alanlarında da artış gözlenmektedir.

Bu da çalışma alanında daha çok antropojenik etkilerle değişimler meydana geldiğini göstermektedir. Bunun yanında elde edilen sonuçlar kıyı alanında kentleşme baskısı olduğunu açıkça göstermektedir.

Kaynakça

- Akbaba, F. (2010). Orman Kanunu 2/B-Kıyı Kanunu Uyuşmazlıkları ve Türk Yargıtay'ı İçtihatları. *Yargıtay Başkanlığı İnternet Sitesi, Erişim Adresi: http://www.Yargitay.Gov.Tr/abproje/belge/sunum/rt3/Akbaba_2BKiyiKanunu.Doc, Erişim Tarihi, 5, 2010.*
- Arslan, E. & Örucü, Ö. K. (2019). Bodrum İlçesi'nin 1990-2018 Yılları Arasındaki Arazi Örtüsü Değişimi (ss. 181-198).
- Bayar, R. ve Karabacak, K. (2017). Ankara İli Arazi Örtüsü Değişimi (2000-2012).
- Copernicus Land Monitoring Service Web Sitesi. 2024. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>. Erişim Tarihi: 15.08.2024.
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E. & Toru, E. (2009). Corine (Coordination Of Information On The Environment) Projesi.
- Doğan, İ. (2008). Uzaktan algılama verileri ile kıyı çizgisi değişiminin zamansal olarak belirlenmesi: Alaçatı örneği = Coastline change detection using remote sensing data: Sample of Alaçatı. 19 Ağustos 2024 tarihinde <https://platform.almanhal.com/Details/Thesis/2000248917> adresinden erişildi.
- Erol, E. & Çanga, M. R. (2004). Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2), 136-143. doi:10.1501/Tarimbil_00000000883
- Karabacak, K. (2018). *Girne İlçesi'nde KKTC Arazi Örtüsü Değişimi / Land cover change in Kyrenia, Cyprus*.
- Muhacir, E. S. A. & Özalp, A. Y. (2018). Kıyı alanlarının rekreasyonel amaçlı alternatif kullanımının Artvin örneğinde irdelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 43-52.
- Özçağlar, A. (1994). “Çarşamba Ovası ve yakın çevresinde araziden yararlanma”, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi,.
- Pala, K. (1975). Türkiye'nin Kıyı Sorunları ve Politikası. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi*, 10(33-34), 3-38.
- Sarı, H. & Özşahin, E. (2016). CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi. 4 Mayıs 2024 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/224139> adresinden erişildi.
- Sesli, F. A. (2010). Determination of the relations between shore border line and land ownership by using GIS: An example from Eastern Coast of Black Sea. *Scientific Research and Essays*, 5(5), 494-499.

- Sesli, F., Aydınoğlu, A. & Akyol, N. (2003). Kıyı alanlarının yönetimi. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı (31 Mart-4 Nisan 2003) Bildirileri.
- Somuncu, M., Akpınar, N., Kurum, E., Kaya, N. Ç. & Özelç, T. (2010). Gümüşhane ili Yaylalarındaki Arazi Kullanımı ve İşlev Değişiminin Değerlendirilmesi: Kazıkbeli ve Alistire Yaylaları Örneği.
- T.C. Sinop Valiliği. (2024). Coğrafya- Sinop Valiliği. Web sitesi. <http://www.sinop.gov.tr/cografya#> Erişim Tarihi: 07.05.2024.
- T.C. Tarım Orman Bakanlığı Web Sitesi, 2024. CORINE Projesi. <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/index.html>. Erişim tarihi: 10.07.2024.
- Üyük, A., Uzun, A. & Çardak, Ç. (2020). Corine Verileri İle Değişim Analizi, Denizli İli Örneği.
- Verburg, P. H., Steeg, J., Veldkamp, A. & Willemen, L. (2009). From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization, Journal of Environmental Management.