



BİYOÇEŞİTLİLİK KAVRAMI EKSENİNDE GELENEKSEL VE EKOLOJİK TARIM

CONVENTIONAL AND ECOLOGICAL AGRICULTURE ON THE AXIS OF BIODIVERSITY CONCEPT

Ramazan ÇAKMAKÇI

BİYOÇEŞİTLİLİK KAVRAMI EKSENİNDE GELENEKSEL VE EKOLOJİK TARIM

Ramazan ÇAKMAKÇI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Özet

Biy çeşitlilik, tarımın temelidir ve belirli bir çevredeki canlı organizmaların sayısını, çeşitliliğini ve değişkenliğini, türler arası ve ekosistemler arasındaki çeşitliliği ifade eder. Topraktaki biyolojik çeşitlilik toprak sağlığının önemli bir göstergesidir ve ekosistemlerin stabilitesinin ve üretkenliğinin artmasına katkıda bulunur. Tarımsal uygulamalar biyolojik çeşitlilik üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Tarım, verimliliği korumak, artırmak veya varlığını sürdürebilmek için biy çeşitliliğe bağlı olduğu gibi, sentetik kimyasallara bağımlı olması ve monokültürleri desteklemesi nedeniyle de biyolojik çeşitlilik için bir tehdit oluşturmaktadır. Ekolojik tarım yöntemleri ekosistem hizmetlerini geliştirebilir ve özellikle bitkisel çeşitlilik açısından tarımsal alanlardaki biyolojik çeşitliliği teşvik edebilir. Agroekolojik yönetim toprak verimliliğini etkili bir şekilde iyileştirmekte ve toprak biyolojik çeşitliliğini arttırmaktadır. Bitkisel verimin güvence altına alınması biy çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi ile sağlanabilir. Bu tarım sistemleri daha yüksek genel tür zenginliği ile karakterize edilmekte, tarımsal ekosistem fonksiyonlarını arttırmakta, flora ve fauna bakımından monokültür ve konvansiyonel sistemlerden farklılık göstermekte, daha yüksek biyolojik çeşitlilik ve geliştirilmiş ekosistem işlevleriyle faydalı olmaktadır. Gıda ve beslenme güvenliğini koruyan biyolojik çeşitliliğe sahip ve dayanıklı ekosistemlerin restorasyonu gereklidir. Tarım arazilerinde yerli biy çeşitliliğin yeri olmadığı yönündeki uygulama ve öneriler terkedilmeli ve onun çiftlik varlığının temel bileşeni olduğu, dolayısıyla ekosistem yaklaşımı dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler

Biy çeşitlilik, Çeşitlendirilmiş tarım sistemleri, Biy çeşitlilik esaslı bitkisel sistemler, Ekolojik yoğunlaşma, Agroekoloji, Biyolojik çeşitliliğin korunması, Ekolojik tarım

CONVENTIONAL AND ECOLOGICAL AGRICULTURE ON THE AXIS OF BIODIVERSITY CONCEPT

Ramazan ÇAKMAKÇI

Çanakkale Onsekiz Mart University

Abstract

Biodiversity is the basis of agriculture and refers to the number, variety and variability of living organisms in a given environment, diversity within species and between ecosystems. Soil biodiversity is an important indicator of soil health and contributes to increased stability and productivity of ecosystems. Agricultural management practices have a major impact on biodiversity. While agriculture depends on biodiversity to maintain, enhance productivity or sustain its existence, also poses a threat to biodiversity due to its dependence on synthetic chemicals in its application and because it supports monocultures. By adopting ecological farming methods, we can improve ecosystem services and promote biodiversity in agricultural areas, especially in terms of plant diversity. Agroecological management effectively improves soil fertility and increases soil biodiversity. Securing crop yield could be achieved through sustainable management of biodiversity and ecosystem services. These agricultural systems are characterized by higher overall species richness, increase agricultural ecosystem functions, differ from monoculture and conventional systems in terms of flora and fauna, are beneficial with higher biodiversity and improved ecosystem functions. Requires the restoration of biodiverse and resilient ecosystems that protect food and nutritional security. Practices and suggestions that indigenous biodiversity has no place in agricultural lands should be abandoned and the ecosystem approach should be taken into consideration, as it is the fundamental component of farm existence.

Keywords

Biodiversity, Diversified agricultural systems, Biodiversity-based cropping systems, Ecological intensification, Agroecology, Biodiversity conservation, Ecological agriculture

1. GİRİŞ

Biyoçeşitlilik yeryüzündeki yaşamın çeşitliliği, yerli biyoçeşitlilik çiftlik varlığının temel bir bileşeni veya ekosistem servisi olarak tanımlanabilmektedir. Biyoçeşitlilik türlerin kendi içindeki, türler ve ekosistemlerdeki çeşitlilik de dahil olmak üzere canlı organizmalar arası değişkenlik olarak tanımlanabilir. Biyoçeşitlilik, belirli bir çevredeki canlı organizmaların sayısını, çeşitliliğini ve değişkenliğini ifade eder ve tür içi, türler arası ve ekosistemler arasındaki çeşitliliği ve çiftliğin kendi yönetim stratejisini içerir. Biyoçeşitlilik tarımın temelidir ve bütün bitki türlerinin ve evcilleştirilmiş hayvanların ve bunların içindeki çeşitliliğin kökenidir. Biyoçeşitlilik, bitki, flora, toprak üstü ve altı fauna ve habitat çeşitliliğini de kapsamaktadır. Biyoçeşitlilik gıda üretiminin sürdürülebilirliğini sağlayan önemli ekosistem hizmetleri bakımından hayati öneme sahiptir ve aynı zamanda sağlıklı ve işleyen bir toprağın anahtarıdır. Biyoçeşitliliğin kullanımı çiftlik sistemlerinin dayanıklı ve üretken olmasını sağlamakta ve korunması sürdürülebilirliğin temel hedeflerinden biri olmaktadır. Fonksiyonel biyoçeşitlilik, biyolojik zararlı kontrolü, tozlaşma ve besin döngüsü gibi tarıma yönelik temel ekosistem hizmetlerini üretir. Biyolojik toplulukların ve bitki türlerinin zenginliği ve çeşitliliği kaynak kullanım etkinliğini artırmakta, ekosistemlerin fonksiyonu ve istikrarı için önemli olmaktadır (Renard & Tilman, 2019). Tarımsal sistemlerde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan hayvan, bitki ve mikroorganizmaların çeşitliliği olarak kabul edilen tarımsal biyoçeşitlilik, beslenme kaynağı olduğu kadar tarım sistemlerinin üretkenliği ve istikrarı ile ilgili gıda güvenliği ve egemenliği açısından da çok önemlidir (Figuerola-Helland vd., 2018; Tamburini vd., 2020; Spirito vd., 2022). Tarımsal çeşitlilik ürün sistemlerine fonksiyonel biyolojik çeşitliliğin kasıtlı olarak eklenmesidir. Tarımsal faaliyetler sıklıkla biyolojik çeşitliliğin faydalarından yararlanırken, tarımın yoğunlaşması dünya çapında biyolojik çeşitliliğe yönelik ana tehditlerden biridir (Kelemen vd., 2013).

Tarım aynı zamanda biyolojik çeşitlilik kaybının ana etkenlerinden biridir ve arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği nedeniyle üretimin genişlemesi ve yoğunlaşması yoluyla doğayı ve yaban hayatını tehdit etmektedir. Kentleşme ve arazi kullanımının yoğunlaşması tarım ve gıda sistemlerinde, toprak organik maddesini ve biyolojik çeşitliliğini tehdit etmekte ve kaybına yol açmaktadır (Zimmerer vd., 2019). Tarımsal genişleme ve yoğunlaşma, dünya çapında habitat ve biyolojik çeşitlilik kaybının, toprak ve tatlı su bozulmasının, çevre kirliliğinin ve sera gazı emisyonlarının ana etkenleri olarak kabul edilmektedir (Tamburini vd., 2020).

Geleneksel yoğun tarım, topraktaki biyolojik çeşitlilik-işlev ilişkileri ve tarımsal ekosistemlerin üretkenliği üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır ve bunların bozulmasına ve kaybolmasına yol açtığı bilinmektedir. Bu tür kayıpların tarımın terk edilmesinden yıllar sonra düzelmediği vurgulanmıştır (Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES, 2019; Buzhdygan & Petermann,

2023). İnsan kaynaklı olumsuzluklar ve konvansiyonel yoğunlaşma doğanın insan refahına yaptığı katkıları tehdit etmekte, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem fonksiyonlarını bozmakta, dolayısıyla tarımın üzerine inşa edildiği doğal temelleri baltalamaktadır (Vanbergen vd., 2020). Yer yüzünün yaklaşık yarısının tarım ve hayvancılık için kullanımı biyolojik çeşitlilik üzerinde baskı oluşturmakta, ekosistemlerin değiştirilmesi ve bozulması, küresel biyoeeşitlilik yok oluşu ve biyotik homojenleşme artmaktadır (IPBES, 2019; Vanbergen vd., 2020). Küresel olarak karasal biyolojik çeşitlilikte öngörölen kaybın yaklaşık %70'inin tarım sistemleriyle ilgili olduğu bildirilmiştir (Garibaldi vd., 2017). Özellikle fazla N ve kimyasal kullanan konvansiyonel tarım yöntemleri, yerel biyoeeşitliliği bozmakta, toprak biyolojik çeşitliliğini azaltmakta ve toprak kalitesini düşürmektedir (Yang vd., 2019; Ma vd., 2021; Dominici vd., 2022). Arazi kullanımının ve yönetiminin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem işlevlerini güçlü bir şekilde etkilediği, insan nüfusuna kaynak sağlarken iklim değişikliği ve biyoeeşitlilik krizlerine uyum sağlamak ve bunları hafifletmenin insanlığın karşılaştığı temel zorluklardan biri olduğu vurgulanmıştır (Buzhdygan & Petermann, 2023). Arazi kullanımı ekosistemleri büyük ölçüde bozmuş, biyolojik çeşitlilik kayıplarına yol açmış olup ekosistem hizmetlerinin aksamasına yol açmaktadır (Santos vd., 2019).

Doğal yaşam alanlarının yoğun arazi kullanımına dönüştürölmesi, parçalanmaya ve biyolojik çeşitliliğin kaybolmasına neden olmuştur (Chowdhury vd., 2021). Biyoeeşitliliğin benzeri görölmemiş bir oranda kaybolmaya devam ettiği ve korunmasını kritik hale getirdiği vurgulanmıştır (Sandbrook vd., 2019). Modern tarım sistemleri toprak verimliliği için gerekli ekosistem hizmetlerini üreten biyolojik etkileşimleri bozmakta veya yok etmektedir. Tarım alanlarında geleneksel yoğunlaşma ve pestisit kullanımı peyzaj değişimi ve doğal tozlayıcı türlerin çeşitliliği ve bolluğunda kayıplara ve dolayısıyla verim kaybı riskine yol açmaktadır.

Geleneksel tarım sistemlerine kıyasla, düşük yoğunluklu ekolojik tarım türler için daha fazla yaşam alanı sağlamakta, biyolojik ve peyzaj çeşitliliğini önemli ölçüde arttırmakta ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli rol oynamakta ve daha yüksek düzeyde genetik, tür ve habitat çeşitliliğini desteklemektedir. Yüksek biyolojik çeşitlilik düzeyleri genellikle modern yetiştirme tekniklerinden olumsuz yönde etkilenmekte (Luo vd., 2014) ve biyoeeşitlilik kaybı, besin yıkanması ve sera gazı emisyonları ile yeterli gıda üretimi sürdürölülebilir tarımın temel zorluğu olarak öne çıkmaktadır (Schrama vd., 2018). Tarım, biyolojik çeşitlilik kaybının ve ekosistem bozulmasının önemli bir nedeni olmakla birlikte, aynı zamanda sürdürölülebilir kalkınmaya geçişe yardımcı olmak için bu zorluklara potansiyel çözümler de sunmaktadır (Vanbergen vd., 2020). Ancak, mevcut tarımın iklim değişikliği, çevre kirliliği, gıda güvenliği, fosil enerjiye bağımlılık, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sorunlara çözüm bulmakta yetersiz olduğu düşünülmektedir (Rosati vd., 2021). Kimyasal girdilere, monoköltürlere ve homojenleşmeye dayanan tarımsal yoğunlaşma modeli, verimi artırmakta ancak ciddi tür zenginliği, biyolojik çeşitlilik

ve ekosistem hizmetleri kaybına neden olmaktadır (Beckmann vd., 2019; Tschardt vd., 2021). Daha az yoğun olarak yönetilen ve daha fazla çeşitliliğe sahip çiftliklerin, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir zararlı yönetimi için daha uygun olabileceği (Togni vd., 2019) ve organikte olduğu gibi konvansiyonel sistemlerde de gerekli önlemler alınırsa biyoçeşitliliğin korunabileceği vurgulanmıştır (Tschardt vd., 2021).

Bu derleme, tarımın biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin tarımsal sürdürülebilirlik üzerindeki önemi başta olmak üzere, biyoçeşitlilik kaybının önlenmesi, biyoçeşitliliğin teşvik edilmesi ve tarımsal sürdürülebilirlik bakımından konvansiyonel tarıma alternatif veya destekleyici olabilecek alternatif tarım model ve yönetim yaklaşımları ve çeşitlendirilmiş tarım sistemlerinin incelenmesini amaçlamaktadır. Çalışmada tarımsal uygulamaların biyoçeşitlilik üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini anlamak, sürdürülebilir tarım için potansiyel çözümler ve politika önerileri sunulmaktadır. Bu derlemenin, tarım sektöründe biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğin artırılması için bir çerçeve sağlayacağı umulmaktadır.

2. BİYOÇEŞİTLİLİK EKSENİNDE GELENEKSEL TARIMA ALTERNATİF MODEL VE YÖNETİM YAKLAŞIMLARI

2.1. Biyoçeşitliliğin Korunması

Biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik motivasyon ve yaklaşımlar tarihsel olarak değişiklik göstermiş (Mace, 2014) ve değişmeye devam etmektedir (Büscher & Fletcher, 2019; Sandbrook vd., 2019). Tarımsal üretim ile biyolojik çeşitliliğin korunmasının uzlaştırılması giderek önem kazanmaktadır. Tarımın faydalı biyolojik çeşitlilik ve ekosistem süreçlerine olan bağımlılığı ve sosyo-kültürel ve endüstriyel uygulamaların ekosistemin bozulmasının ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasının başlıca nedeni olduğu gerçeği yeni bir tarımsal reformu zorunlu kılmaktadır (Vanbergen vd., 2020). Tarımsal yoğunlaşma ekosistemleri güçlü bir şekilde etkilemekte ve küresel değişim sürecini hızlandırmakta olduğundan agroekolojik uygulamalarla birlikte giderek tarım sistemlerinin performansını biyolojik çeşitlilik veya ekosistem hizmetlerindeki değişikliklerle ölçülmesi yaklaşımı benimsenmektedir. Günümüzde konvansiyonel tarıma alternatif, doğaya veya teknolojiye bağımlılıkları ve toprağın kullanım veya korunma derecesine göre değişen, birçok tarım sistemi geliştirilmiştir. Yaban hayatı habitatlarının ve biyolojik çeşitlilik kaybının, kaynak kirliliğinin artması ve doğal kaynakların bozulmasının önlenmesi ve sürdürülebilir tarım için önerilen entegre tarım sistemleri arasında, organik tarım, biyo-dinamik tarım, permakültür, çoklu kültür, sürümsüz tarım, kentsel ve kent çevresi tarım, doğal tarım, ekotarım, entegre tarım sistemi önemlidir (Şekil 1).



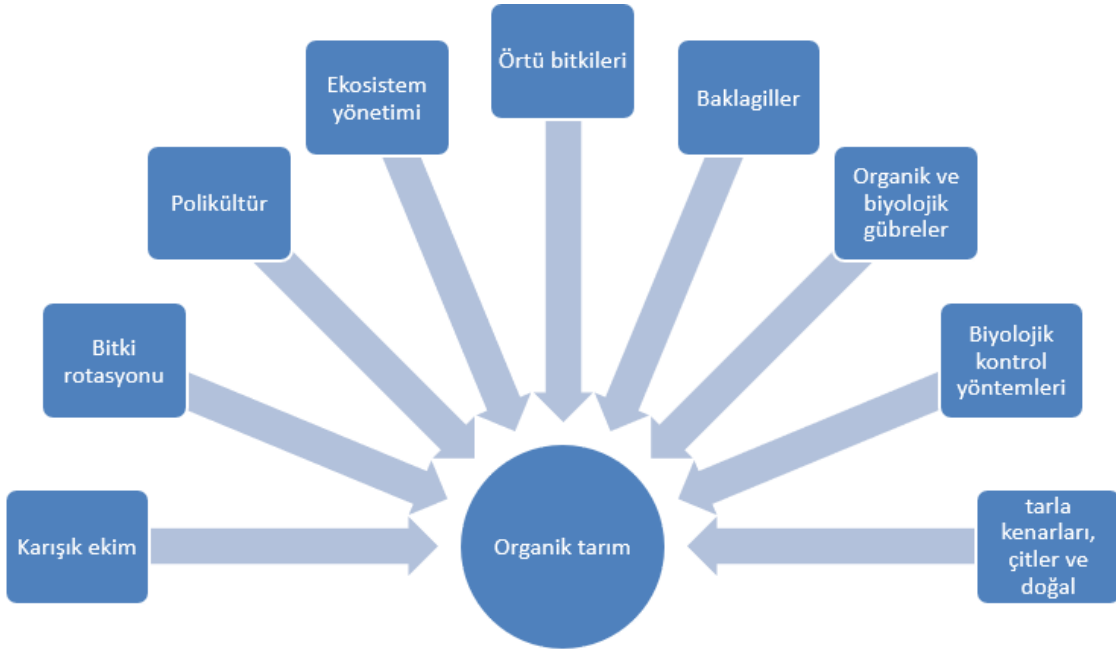
Şekil 1. Yaban hayatı habitatlarının ve biyolojik çeşitlilik kaybının önlenmesi ve sürdürülebilir tarım için önerilen bazı alternatif tarım sistemleri.

Geleneksel yoğun tarımın çevresel etkileri nedeniyle, gıda güvenliğini sağlayan ve biyçeşitliliğin sağladığı ekosistem hizmetlerini geliştiren alternatif yaklaşımlar giderek önem kazanmaktadır (Garibaldi vd., 2017). Biyçeşitlilik kaybı ve gıda güvensizliği sorunları, daha sürdürülebilir arazi kullanım politikalarının geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir.

2.2. Organik Tarım

Organik tarım, toprağın organik maddesini, biyokimyasal ve ekolojik özelliklerini, tarımsal ekosistem sağlığını, biyolojik çeşitliliği, doğal biyolojik döngüleri, toprağın biyolojik aktivitesini ve mikrobiyal zenginliğini teşvik ederek destekleyen ve geliştiren agroekolojik bir üretim tekniğidir (Çakmakçı & Çakmakçı, 2023). Bu sistem, ürün rotasyonu, polikültür,

karışık ekim, ekosistem yönetimi, örtü bitkileri, baklagiller, organik ve biyolojik gübreler, mekanik ekim ve biyolojik kontrol yöntemleri gibi sistemlere dayanmaktadır (Çakmakçı & Çakmakçı, 2023). Organik tarım; yeşil gübreleme, biyolojik gübreler, ürün rotasyonu, örtü bitkileri ve toprak sağlığı yönetimi uygulamalarıyla biyoçeşitliliği, biyolojik döngüleri ve toprağın biyolojik aktivitesini teşvik etmekte ve geliştirmektedir (Şekil 2). Bu sistem peyzaj ölçeğinde habitat heterojenliğini ve biyolojik çeşitliliği artırabilmektedir.



Şekil 2. Organik tarımda biyolojik çeşitliliği teşvik edici bazı uygulamalar.

Araştırmalar, konvansiyonel tarımın genellikle toprağın biyolojik çeşitliliğini azaltarak ve edafik süreçleri değiştirerek tarımsal ekosistemlerde uzun vadeli olumsuz etkilere neden olurken; organik uygulamaların toprak sağlığını, faunanın çeşitliliğini ve bolluğunu teşvik ettiği, genel olarak hem flora hem de fauna açısından daha yüksek düzeyde biyolojik çeşitlilik ile ilişkili olduğu (Gabriel vd., 2010; Hyvönen, 2007; Hawesa vd., 2010; Castro vd., 2019; Larsen & Noack, 2021; Boeraeve vd., 2022; Jiang vd., 2022) ve tarla ölçeğinde biyoçeşitliliğin korunmasına fayda sağladığını ortaya koymuştur (Tuck vd., 2014; FAO, 2018). İlave, biyolojik çeşitliliği, fonksiyonel tarımsal biyoçeşitliliği ve ekosistem hizmetlerini geliştirmek için korumalı ve organik tarım birlikte uygulamasının başarılı olduğu vurgulanmıştır (Boeraeve vd., 2022). Organik tarım, habitatlardaki daha fazla değişkenlik ve yaban hayatı dostu yönetim uygulamaları nedeniyle, geleneksel muadillerine göre biyoçeşitliliğin korunmasına yardımcı olmakta ve genellikle daha yüksek bir biyolojik çeşitlilik sağlamaktadır.

Birçok alışma organik tarımın biyolojik çeşitliliği arttırdığını ve çevresel etkileri azalttığını ancak verimliliğin dūřmesine neden olduğunu gōstermiřtir (Seufert & Ramankutty, 2017; Knapp & van der Heijden, 2018). Organik olarak yōnetilen alanlarda daha fazla mikrobiyolojik zenginlik ve biyolojik çeşitlilik bulunabilir. Konvansiyonel sistemlere gōre, organik tarım sistemleri uygun şekilde yōnetildięinde daha bōyōk bir flora ve fauna biyolojik çeşitliliğini barındırdığı ve artırabildiği gōsterilmiřtir (Gomiero vd., 2011). Araştırmalar geleneksel çiftliklerle karşılaştırıldığında organikte biyolojik çeşitlilikte %30'luk bir artış olduğunu gōstermiřtir (Tuck vd., 2014). Organik ūretimin evre dostu yōnetim uygulamaları ve doğal sūrelerden yararlanması nedeniyle doğal kaynak zenginliğini iyileştirdiği ve biyolojik çeşitliliği ōnemli ۆlōde desteklediği vurgulanmıştır (Piotrowska & Boruszko, 2022).

Doęu ve Batı Almanya organik ve konvansiyonel olarak yōnetilen çiftliklerde, organik yōnetimin, konvansiyonelden %44 daha fazla tūr zenginlięine yol açtıęı, ayrıca tūr zenginlięinin batıdaki kōōk ۆlekli sistemlerde daha yōksek olduęu bulunmuřtur (Batáry vd., 2017). Bu arařtırmalar, kōōk tarla yolları, tarla kenarları, çitler ve her tūrli doęal habitatın kaldırılıp homojenleřtirilerek bōyōk tarlalara dōnūřtōrōlen Doęu Almanya'da daha dūřōk olduęu gōsterilmiřtir. Organik tarım yōntemlerinin ekosistem hizmetlerini geliřtirebildięi ve ۆzellikle kuř çeřitlilięi açısından baędaki biyolojik çeřitlilięin teřvik edildięi ve korunabildięi bildirilmiřtir (Belkhiri vd., 2023). Çok sayıda çalıřma tozlařma, zararlı yōnetimi, su tasarrufu dahil olmak ūzere ekosistem hizmetlerinin geliřtirilmesi ve biyolojik çeřitlilięin arttırılması için ūzōm baęlarında organik tarımın ۆnemini vurgulamıřtır (Daane vd., 2018; Wheeler & Marning, 2019). Őrōmcekler, yusufçuklar ve kız bōcekleri gibi avcı predatōr popōlasyonunun organik eltik yetiřtiricilięi alanlarında konvansiyonel alanlara gōre ōnemli ۆlōde daha yōksek olduęu ve eltik tarlalarında zararlı yōnetimi için doęal dūřmanların korunması gerektięi vurgulanmıřtır (Sharma vd., 2020).

Organik tarım sistemlerinin tozlaşmayı, biyolojik çeşitliliği ve habitat çeşitliliğini geliştirdiği (Garbach vd., 2016), biyolojik çeşitliliği artırıp ve genetik biyolojik çeşitliliği iyileştirilmesine katkı yaptığı (Attia vd., 2023), toprakların organizma popōlasyon dinamiklerini dengelediği, biyotik ve abiyotik ۆzelliklerinde daha fazla mekānsal stabiliteye yol açtığı (Schrama vd., 2018), *predatōr* biyoeeşitliliğini artırabildiği (Zhao vd., 2019), tūr zenginliği, fauna biyoeeşitliliği ve tarımsal ekosistemin dayanıklılığını arttırdığı (Reganold & Wachter, 2016), ūst toprağın bakteri çeşitliliğini ve kalitesini teşvik ettiği (akmakı, 2019), topraktaki mikrobiyal çeşitliliği etkileyebilir, zenginliği ve aktiviteyi artırabildiği ve mikrobiyal topluluk kompozisyonu değiştirebildiği (Lori vd., 2017; Smith vd., 2020; Ostandie vd., 2021), toprak mantar topluluklarının çeşitlilik, bileşim ve işlevselliğini teşvik ettiği (Garnica vd., 2020), arbuskōler mikoriza mantarlar (AMF) eřitlilięini desteklediği (Caccia vd., 2023), Akdeniz bōlgesinde ۆzellikle uzun ۆmōrlō tōrlere sahip solucan popōlasyonlarına faydalı olduğu, tūr zenginliğini ve biyolojik çeşitliliğini artırabildiği (Castro vd., 2019) ve daha yōksek ekolojik performansa sahip olduğu (Couthouis vd., 2023) vurgulanmıştır. Organik tarımın tūr zenginliği, fonksiyonel çeşitlilik, tozlaştırıcı, geniş bir takson yelpazesi ve doğal

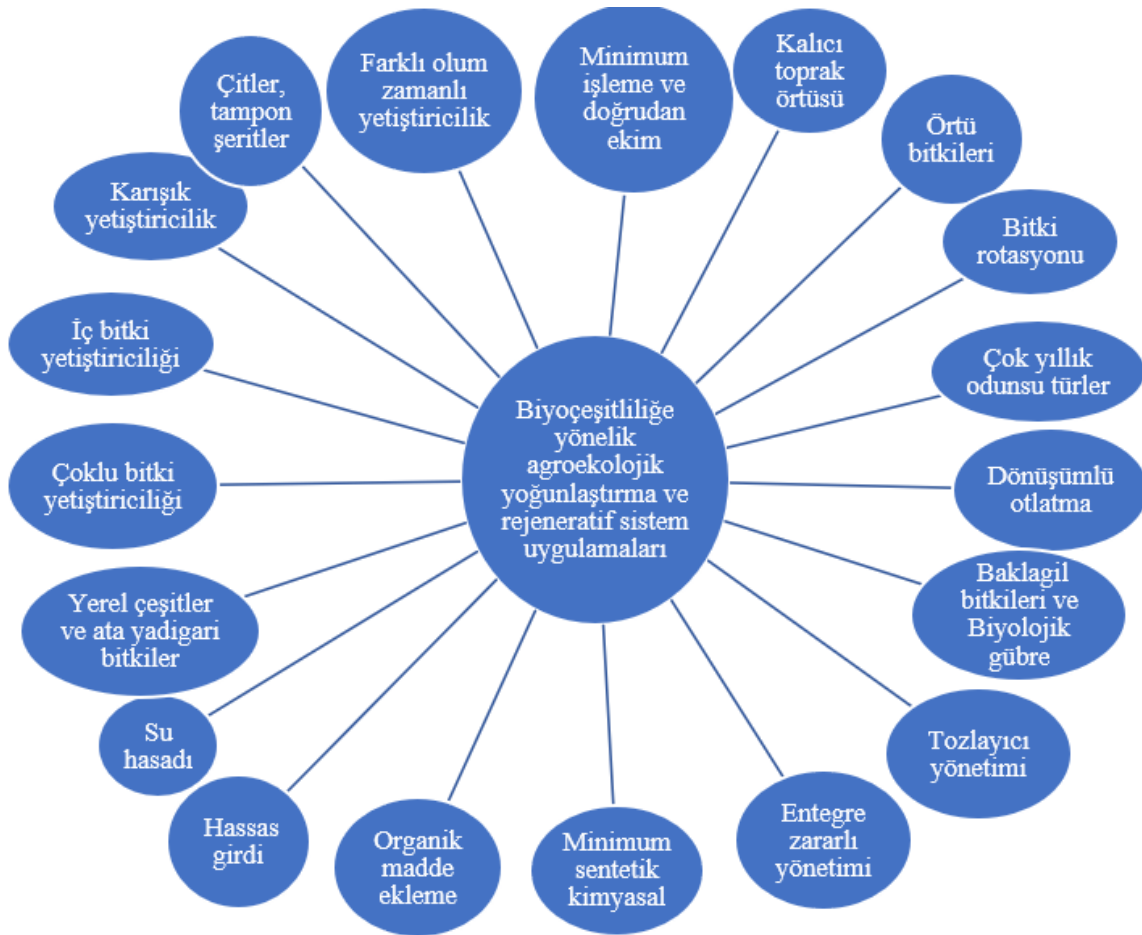
düşman bolluğu ve çeşitliliğini artırabileceğine dair kanıtlara rağmen (Katayama vd., 2019; Wintermantel vd., 2019), ancak bu etki oldukça değişkendir ve organik tarımın biyoçeşitlilik üzerindeki olumlu etkileri, peyzaj ve ürün türleri ile ürün çeşitlendirme düzeylerine göre değişiklik göstermektedir.

Bitkisel sistemler toprak ve kök mikrobiyomları kompozisyonunu etkilemekte (Hartman vd., 2018), koruyucu ve organik tarım ekosistemin çok işlevliliğini teşvik etmekte, toprak biyolojik çeşitliliği ve makro ve mikrobiyotanın bolluğu üzerinde olumlu etki göstermektedir (Wittwer vd., 2021). Uzun vadeli organik yönetimin, toprağın kimyasal ve biyolojik özelliklerinde önemli değişikliklere yol açtığı, mikrobiyal aktivitelerini ve bakteri çeşitliliğini artırdığı ve toprak kalitesi ve mikrobiyal çeşitliliği üzerinde uzun vadeli olumlu etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Çakmakçı, 2019). Organik tarım biyoçeşitlilik, özellikle de algler, bakteriler, mantarlar, böcekler ve diğer toprak organizmalarından oluşan toprak biyolojik çeşitliliğini ve ekosistem hizmetlerini artırmaktadır (Underwood vd., 2011). Dört yıllık sebze rotasyonunda, konvansiyonele kıyasla organik tarımın ekolojik sürdürülebilirliği geliştirdiği ve biyoçeşitlilik endeksleri artırdığı belirlenmiştir (Burgio vd., 2015). Sağlıklı topraklar yüksek biyoçeşitlilik içerir. Son yıllarda geleneksel ve organik tarımın dışında, yeni ve mevcut teknolojilerin agroekolojik uygulamalarla birleştirilmesiyle biyoçeşitlilik ve doğal düzenleyici süreçlerin teşviki, ekosistem hizmetlerinin düzenlenmesi ve tedarikinin iyileştirilmesi ve gelecekteki gereksinimleri karşılamaya uygun yeni bir tarım konsepti önerilmiştir (Zimmermann vd., 2021).

2.3. Rejeneratif Tarım ve Permakültür

Rejeneratif tarım ve permakültür, toprak kalitesi, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri gibi doğal sistemleri restore etmek ve korumak, doğal ekosistemleri teşvik etmek için tasarlanmış yarı kapalı bütünsel sürdürülebilir sistem yaklaşımlarıdır (McLennon vd., 2021). Bu tarım sistemlerinin, organik, biyodinamik, agroekoloji, örtü bitkisi yetiştiriciliği, ürün rotasyonu, bütünsel yönetim, entegre bitki ve hayvancılık, biyolojik zararlı kontrolü, azaltılmış ve koruyucu toprak işleme, restorasyon ekolojisi, çeşitlilik ve tarımsal ormancılık gibi uygulamaları içerebilmekte (Schoolman, 2019; Morseletto, 2020; Çakmakçı vd., 2023) ve toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği koruyup geliştirmekte ve sürdürülebilir gıda üretimini teşvik etmektedir (McLennon vd., 2021). Çeşitli bitki ve hayvanların üretim sistemine entegre edilmesi, tarımsal biyolojik çeşitliliği teşvik etmekte, ekosistem hizmetlerini geliştirmekte ve dış girdilere bağımlılığı azaltmaktadır (Kremen ve Miles, 2012). Diğer alternatif tarım modellerinde olduğu gibi rejeneratif tarım ve permakültür sistemlerinde uygulanan birçok yetiştirme tekniği biyolojik çeşitliliği teşvik edebilmektedir (Şekil 3). Ekosistemin tüm bilgisi kullanılarak ve doğanın desenleri taklit edilerek geliştirilen permakültür su yönetimi, gıda üretimi, yaban hayatı ve biyoçeşitliliği koruma ve tüm canlılar için sürdürülebilir habitatlar yaratmayı esas almaktadır.

Rejeneratif tarım toprak kalitesini ve biyolojik çeşitliliği korumayı ve artırmayı amaçlamaktadır. Araştırmalar toprak biyolojisini, organik maddeyi ve biyolojik çeşitliliği desteklediğini, bitki örtüsünü iyileştirdiği ve tarım sisteminin dayanıklılığını artırdığını ortaya koymuştur (LaCanne & Lundgren, 2018). Bu tarım sistemlerine rekreasyonel ve gölge amaçlı eklenen ağaçlarla uygulanan gölgeli yönetim sistemlerinin, farklı türler için yaşam alanı sağladığı, biyçeşitliliği teşvik ettiği ve tarım sisteminin sağlığını koruduğu, doğal zararlı kontrolünü ve tozlayıcı popülasyonunu teşvik ettiği vurgulanmıştır (Le vd., 2021).



Şekil 3. Biyçeşitliliği teşvik edici bazı agroekolojik yoğunlaştırma ve rejeneratif sistem uygulamaları.

2.4. Agroekolojik Tarım

Agroekolojik tarım, dış girdi, bilgi, yönetim, emek yoğun, sürdürülebilir ve dirençli bir sistem oluşturmak için bazı teknolojik veya yönetim yeniliklerinin yanı sıra fonksiyonel biyoçeşitliliği dahil ederek, uzun vadeli tarımsal ekosistem özelliklerini yeniden oluşturarak çevresel, sürdürülebilirlik ve üretim hedeflerini entegre etmeyi amaçlamaktadır (Garibaldi vd., 2019; Sharma vd., 2020; Buzhdygan & Petermann, 2023). Biyoçeşitlilik, verim ve ekosistem hizmetleriyle ilgili olduğundan, ekolojik yoğunlaştırmayla biyoçeşitlilik yönetimi, özellikle gübreler ve pestisit gibi kimyasal girdileri azaltarak, tarımsal ekosistemin sürdürülebilirliğini ve üretimini korumaktadır (Schmid & Schöb, 2023). Agroekolojik uygulamalar, ekosistem hizmetlerinin arzını artırabilecek sürdürülebilir ve dirençli tarımsal ekosistemler oluşturmayı amaçlayan biyolojik çeşitliliğe dayalı çözümlerdir (Palomo-Campesino vd., 2022). Monokültürlerden uzaklaşarak daha karmaşık ve çeşitlendirilmiş bir tarım sisteminin restorasyonu veya yaratılması hedeflenmektedir. Bu amaçla, iç bitki, örtü bitkisi, çiçek şeritleri, tarla ve nehir kenar habitatları, birlikte ekim, permakültür, çeşitli ürün rotasyonları, tarımsal ormancılık, koruyucu tarım ve entegre ürün-hayvancılık yönetimi gibi tarım uygulamaları kullanılmaktadır (Lemaire vd., 2014; Torralba vd., 2016; Buzhdygan & Petermann, 2023). Ekolojik tarım, arazi habitatlarındaki heterojenliği yeniden tesis etmenin ve dolayısıyla tarla biyolojik çeşitliliğini arttırmanın potansiyel bir yoludur.

Yerel biyoçeşitliliğin desteklenmesi çoklu metodolojik yaklaşım gerektirmektedir. Ekolojik restorasyon ve çokişlevli bir ekosistem biyolojik çeşitliliğin korunmasını teşvik eder. Ekolojik restorasyon programlarıyla çeşitli yerli bitki türlerinin ekilmesiyle yeni yaşam alanlarının yaratılması biyolojik çeşitliliği teşvik etmektedir. Bir çiftlik sisteminde tamamlayıcı türler başta olmak üzere hem yer üstü hem de yer altı biyoçeşitliliğinin korunması, bitkisel üretime doğrudan ve dolaylı fayda sağlar. Benimsenen tarımsal uygulamalar, biyolojik çeşitliliği teşvik edebilen ve olumsuz çevresel etkileri en aza indirebilen daha sürdürülebilir yöntemler olmalıdır. Tarım sistemlerinde ekolojik odaklı çoklu ve bütüncül yaklaşımla kendi kendini düzenleyen çiftlik tasarımlarının biyoçeşitliliğin korunması, zararlıların ve yabani otların biyolojik kontrolü ve yaban hayatı için habitat sağlanması açısından önemli bir yaklaşım olduğu ortaya konulmuştur (Dominici vd., 2022).

Agroekolojik uygulamalar ve rotasyonların çeşitlendirilmesi, zararlıların, hastalıkların ve yabani otların doğal kontrolünü teşvik etmekte (Schmid & Schöb, 2023); toprak biyotasını ve bununla ilgili besin döngüsünü iyileştirmekte (Lemanceau vd., 2015); polen taşıyıcıları ve zararlıların doğal düşmanlarının çeşitliliğini artırmakta ve yarı doğal habitatları korumaktadır (Crowder & Jabbour, 2014; Rusch vd., 2016). Araştırmalar ekolojik yönetimin, toprak verimliliğini etkili bir şekilde iyileştirdiğini, sürdürülebilir tarımsal ekosistemleri teşvik edebildiği ve toprak biyolojik çeşitliliğini arttırdığını ortaya koymuştur (Chavarria vd., 2018; Teixeira vd., 2021). Ekolojik yönetim uygulamaları, bireysel toprak besin

maddelerinin içeriğini, toprak biyolojik süreçlerinde temel rol oynayan nadir taksonlar başta olmak üzere mikrobiyal çeşitliliğini artırarak ve topluluk kompozisyonunu değiştirerek toprak verimliliğinin iyileşmesine yol açmaktadır (Yang vd., 2022).

2.5. Korumalı Tarım

Korumalı tarım; bitkisel üretimi desteklemek amacıyla, faydalı toprak biyoeeitliliğinin, toprak yapısının, su tutma kapasitesinin ve besin içeriğinin korunmasına yönelik uygulamaları kapsar. Bitki artıkları veya canlı mallar kullanarak kalıcı bir toprak örtüsü oluşturmak; ürün rotasyonu, örtü bitkileri ve i bitki sistemleri yoluyla bitki türlerinin çeşitlendirilmesini esas alır (Giller vd., 2015). Gelişmiş faydalı biyolojik çeşitlilikle birlikte yer altı ve yer üstü doğal ekolojik süreçlere ulaşmayı, su ve besin kullanım etkinliğini ve sürdürülebilir verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır (Garratt vd., 2018; Oldfield vd., 2019). Korumalı tarım, mekanik sürümün azaltılması, toprak yüzeyinin örtülü tutulması ve baklagil esaslı rotasyonların oluşturulması yoluyla toprağın içi ve üstündeki biyolojik çeşitliliğini teşvik etmekte ve korumaktadır (FAO, 2018). Solucan yoğunluğunun; basit buğday arpa rotasyonuna kıyasla buğday, bezelye ve kolza çeşitli rotasyonunda iki kat; geleneksel toprak işlemeye göre işlemesiz tarımda ise 17 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Torppa & Taylor, 2022). Korumalı tarım, toprak üstü faunayı ve farklı türler yoluyla farklı mikroorganizmaları teşvik edeceğinden biyoeeitliliğini özellikle de mikrobiyal çeşitliliğini artırmaktadır. Bu sistem, örtü bitkileri ve bitki rotasyonu gibi uygulamalarla toprak faunası çeşitliliğini, bakteriyel biyoeeitliliğini ve besin döngüsünü teşvik etmekte (Rosa-Schleich vd., 2019), toprak altı ve toprak üstü biyolojik çeşitliliğini iyileştirmektedir (Pisante vd., 2015). Tarım sistemlerinin işlevselliğinin değerlendirildiği araştırmalarda, konvansiyonel sistemlere kıyasla organik ve korumalı tarımın özellikle biyolojik çeşitliliğin korunması dahil ekosistemin çoklu işlevselliğini desteklediği belirlenmiştir (Wittwer vd., 2021).

2.6. Ekolojik Yoğunlaşma

Doğa temelli bir yaklaşım olarak en önemli ilke, toprak verimliliğini, bitki performansını, bitkinin tozlaşmasını ve zararlılara ve hastalıklara karşı doğal savunmayı optimize etmek için biyoeeitliliğini geliştirmek ve var olan biyota ve ekolojik süreçlerle birlikte çalışarak çiftlik sistemine daha fazla dayanıklılık ve esneklik kazandırmaktır (Bender vd., 2016; Kovács-Hostyánszki vd., 2017). Ekolojik yoğunlaşma, ekolojik süreçlerin, biyoeeitliliğin ve yerli fauna ve floranın korunmasına ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına odaklanmaktadır. Ekolojik yoğunlaştırma uygulamaları biyolojik çeşitlilikteki azalmayı hafifletmektedir. Ekolojik yoğunlaşma biyoeeitliliğin aracılık ettiği ekosistem hizmetlerinin tarımsal ekosistemlere entegrasyonunu teşvik etmektedir (Kleijn vd., 2019). Tarımın ekolojik olarak yoğunlaştırılması, karışık ekim, bitki rotasyonu, çeşitlendirme ve tarım kimyasallarının kullanımının azaltılması gibi uygulamalarla tarıma faydalı biyolojik çeşitliliğini teşvik ederek sürdürülebilir gıda üretimini destekler.

Agroekolojik yoğunlaştırma, çiftlik verimliliğini artırmak, dış girdilere bağımlılığı azaltmak ve ekosistemi sürdürmek veya geliştirmek amacıyla ekolojik ilkeleri ve biyolojik çeşitlilik yönetimini tarım sistemlerine entegre eder. Ekolojik yoğunlaştırma; biyotik zararlı yönetimi, besin döngüsü ve tozlaşma dahil üretimi destekleyen ekolojik süreçleri geliştirme, ekosistem işlevlerini ve hizmetlerini iyileştirmek için biyolojik çeşitliliği kullanarak çevre üzerindeki etkileri en aza indirirken mahsul verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır (Buzhdygan & Petermann, 2023). Fonksiyonel biyoçeşitliliğin korunması ve kullanılmasına odaklanmış ve çeşitlendirilmiş bir tarım sistemi olarak biyoçeşitliliğin korunduğu sistemdir. Ekolojik yoğunlaşmanın teşvik ettiği kuşlar, etkili biyokontrol ajanı olarak, birçok ekosistemde, otçulları ve diğer zararlıları baskılayarak, önemli ekosistem hizmetleri sağladığından sürdürülebilir zararlı yönetimi stratejilerinin önemli bileşenleri olarak önerilmiştir (García vd., 2020; Diaz-Siefer vd., 2022). Ekolojik yoğunlaştırma, sentetik girdileri ve ekili alanların genişletilmesini en aza indirirken, biyoçeşitliliği ve ilgili ekosistem hizmetlerini destekleyip geliştirerek bitki verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır (Garibaldi vd., 2019).

2.7. Sürdürülebilir Yoğunlaşma

Ekolojik ve sosyal koşulları iyileştirme, dış etkenlere bağlı kalmaksızın, tarımsal ekosistemde olumlu ekolojik etkileşimleri teşvik etmeye dayanan, kaynakları koruyan düşük girdili tarım sistemleri olarak başlamış olsa da son yıllarda kaynak kullanım etkinliğini artırmak için sermaye ve dış girdi yoğun çözümlere doğru kaydırılmıştır (Loos vd., 2014). Kimyasal girdilerini zamanlama ve hedefleme konusunda daha hassas bir şekilde optimize edilmesini sağlayan teknolojik çözümlere odaklanmış olmakla birlikte, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin korunması, yönetimi ve kullanımı açısından radikal bir dönüşüm sağlayamadığı düşünülmektedir.

2.8. Çeşitlendirilmiş Tarım

Çeşitlendirilmiş çiftçilik, birden fazla mahsulü ve/veya hayvanı üretim sistemine entegre eden, tarımsal ekoloji ve ekolojik yoğunlaşma ile yakından bağlantılıdır ve sürdürülebilir üretim mekanizması olarak, tarımsal biyolojik çeşitliliği teşvik eden, ekosistem hizmetlerini yenileyen ve dış girdilere olan ihtiyacı azaltan tarım uygulamalarını kapsamaktadır (Kremen & Miles, 2012). Birlikte ekim, çeşit karışımları, bitki rotasyonu, tarımsal ormancılık, gübreleme, biyolojik gübreleme ve yeşil gübreleme gibi kültürel uygulamalarla tarımsal sistemlerde biyolojik çeşitliliğin teşvik edilmesi, besin döngüsü, toprak strüktür oluşumu ve hastalık kontrolü gibi ekolojik hizmetler sağlar.

2.9. Şehir ve Çevresi Tarımı

Günümüzde özellikle kent ve çevresindeki insan baskısı sebebiyle baskı altında bulunan biyolojik çeşitliliğin korunması ve barınması için kentsel tarım uygulamaları önemli bir potansiyele sahiptir (Di Pietro vd., 2018; Glatron, 2018). Topluluk ve tahsis bahçelerinin biyoçeşitlilik bakımından zengin olduğu (Cabral vd., 2017; Pearsall vd., 2017) ve yeşil çatı

bahçelerinin böcek ve diğer yaban hayatı için mikro antropojenik habitatlar oluşturabildiği ve kültür ve yabani çeşitli bitki örtüsü gibi biyoçeşitlilik için ev sahipliği yapabildiği (Köhler & Ksiazek-Mikenas, 2018) vurgulanmıştır. Şehir tarımında yönetilen veya barındırılan ekolojik biyoçeşitlilik ön plana çıkmakla birlikte, besin kaynağı ve habitat olarak bu alanların ilginç hayvan ve bitki türlerine ev sahipliği yapabilecek ortamlar olduğu ve bu alanlara uygulanan yönetim uygulamalarının biyolojik çeşitliliğin daha iyi korunması için enine boyuna düşünülmesi ve ekolojik ilkelere uygun olması gerektiği vurgulanmıştır (Royer vd., 2023).

3. BİYOÇEŞİTLİLİĞE DAYALI ÇEŞİTLENDİRİLMİŞ TARIM SİSTEMLERİ

Çeşitlendirilmiş tarım, birden fazla bitki ve/veya hayvanı üretim sistemine entegre eden, tarımsal ekoloji ile yakından bağlantılı ve sürdürülebilir üretim mekanizmasını esas alan tarımsal biyolojik çeşitliliği teşvik eden, ekosistem hizmetlerini yenileyen ve dış girdilere olan ihtiyacı azaltan tarım uygulamalarını kapsamaktadır. Uygun yönetilirse çeşitlilik, biyolojik anlamda çiftlik için koruyucu bir tampon işlevi görür. Biyoçeşitliliğe dayalı tarım sistemlerinde, iç bitki, örtü bitkileri, ardışık yetiştiricilik, birlikte ekim, çeşitlendirilmiş tarla kenarları, tarla tamponları, çiçek şeritleri, bitki sıraları ile tür, çeşit ve cins çeşitliliğinin artırılması ve toprağın örtü bitkileriyle kapatılması ile biyolojik çeşitliliği geliştirmek ve yönetmek esas alınmaktadır. Biyolojik girdiye dayalı tarım sistemlerinde canlı biyolojik girdilerin veya biyostimülanların kullanılması, biyolojik çeşitliliğe dayalı tarım sistemlerinin geliştirilmesinde hayati öneme sahiptir. Örtü ve yeşil gübre bitkileri, çeşitlendirilmiş bitki rotasyonları, iç bitki sistemleri, tarımsal ormancılık, yapısal elamanlar gibi tekli; korumalı tarım uygulamaları, karma bitkisel-hayvancılık sistemleri ve organik-ekolojik tarım gibi karma uygulamalarla üretim sistemlerinin çeşitlendirilmesi biyoçeşitliliğe dayanmakta ve biyoçeşitliliği teşvik etmektedir.

3.1. Tarla Tamponları

Tarla tamponları veya bitki örtüsü şeritleri, habitatlar, yiyecek, barınma ve saklanma alanları işlevleri, habitatlar arasındaki yapısal bağlantıyı kurma ve yerli türlerin genetik çeşitliliğini koruduğundan, ilgili tarım arazisi biyoçeşitliliğine ve tarımsal ekosisteme fayda sağlamaktadır (Schütz vd., 2022). Tarla tamponları aşırı iklim koşullarını tamponlar gölge ve barınak sağlar, habitatlar arası bağlantıyı sağlar, tozlaşma ve zararlı kontrolü, karasal biyoçeşitliliği teşvik eder ve değerini artırır. Tarım alanlarındaki çeşitli ekosistemler, tarla kenarlarındaki ekolojik koridorlar ve yönetilen ve yönetilmeyen arazilerden oluşan mozaik, biyolojik çeşitliliği olumlu yönde etkileyebilir ve birçok tür için üreme, beslenme ve sığınma yeri işlevi görebilir (Kelemen vd., 2013). Tarımsal üretimi destekleyen ekosistem hizmetlerini optimize etmek için biyolojik çeşitlilikten yararlanan tarım sistemleri dış girdilere daha az bağımlı olmaktadır (Reganold & Wachter, 2016).

3.2. Çiçek Şeritleri

Çiçek şeritleri bitkisel sistemlerin estetik ve ekolojik değerlerinin yanı sıra biyolojik çeşitliliği de etkiler. Yabani çiçek şeritleri, tarımsal ekosistemlerdeki biyolojik çeşitliliği teşvik etmek için giderek daha yaygın olarak benimsenen önlemlerdir. Genellikle tarla kenarlarında oluşturulan polen ve nektar sağlamak için çiçekli türlerin bir karışımının ekildiği yarı doğal yaşam alanı olan çiçek şeritleri hem arazide hem de yerel ölçekte tür zenginliğini teşvik etmekte, özellikle zararlıların doğal düşman grubunun kışlama habitatı olarak önemli bir rol oynamaktadırlar (Ganser vd., 2019; Boetzl vd., 2021; Clem & Harmon-Threatt, 2021; Tscharrntke vd., 2021; Schoch vd., 2022). Açık alanlarda tür bakımından zengin yabani çiçek şeritlerinin biyolojik çeşitliliği teşvik etme ve düzenleme hizmetlerini destekleme görevi gördüğü ve biyolojik çeşitlilik politikalarının uygulanmasında önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Serée vd., 2023). Çok yıllık çiçek şeritleri, kalıcı çimenlik şeritleri ve özellikle tarla kenarlarında çok yıllık bitki örtüsünün ekosistem hizmetleri ve biyoçeşitlilik ve biyokontrol bakımından önemli olduğu vurgulanmıştır (Rodenwald vd., 2023). Araştırmacılar, estetik ve biyolojik çeşitlilik hedeflerine ulaşmak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetleri için çok yıllık çiçek şeritleri, tampon şeritler, kalıcı çimenlik şeritleri, tarla kenarlarında çok yıllık bitki örtüsü, koruyucu tarım ve karışık ekim sistemlerini önermektedir. Bu şeritler ayrıca, insanlar ile doğa ve toplum ile tarım dünyası arasındaki bağların kurulması için faydalı olabilir.

3.3. Tarımsal Ormancılık

Ağaçların ve bitkilerin aynı arazi parçası üzerinde entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal ormancılık, ağaçlar, çalılar, bitkiler ve hayvancılık gibi tarımsal ekosistem üretim bileşenlerinin çeşitlendirilmesine ve bu bileşenler arasındaki tarımsal-ekolojik ilişkilerin yoğunlaştırılmasına dayanan bir tarımsal yaklaşımdır (Rosati vd., 2021). Geleneksel ormancılık sistemlerine kıyasla, biyoçeşitliğe sahip ekolojik temelli tarım ormancılık sistemleri üretim ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını entegre etmektedir (Santos vd., 2019). Çeşitli ağaç ve çalı türleri veya bunların böcekler, eklembacaklılar, kuşlar ve tozlayıcılar için sağladığı yaşam alanı olan ortamlar, flora ve fauna bakımından biyoçeşitliliği artırmaktadır (Rosati vd., 2021). Organik tarım sistemleriyle tarımsal ormancılığın birleştirilmesi, organik tarımdaki biyolojik çeşitliliği büyük ölçüde teşvik etmektedir (Rosati vd., 2021). Tarımsal ormancılık sistemleri kuruluş amacına ve mekânsal düzenlemeye göre gölge ağaçları ve odunsu şeritler halinde düzenlenebilmektedir. Bu sistemler çeşitlendirilmiş ürün rotasyonu özellikleri gösterir ve sahip olduğu yüksek yüksek biyolojik çeşitlilik nedeniyle biyolojik zararlı kontrolü gibi ekosistem hizmetlerini kolaylaştırır (Tscharrntke vd., 2021; Rosa-Schleich vd., 2019).

3.4. Yapısal Elemanlar

Biyoçeşitliliği destekleyen yapısal elemanların başında özellikle çitler, çiçek setleri, çimenli şeritler, nehir kenarlarında çok katmanlı bitki zonları, aralıklı dikili koruma alanları, orman blokları, barınak kuşakları, yerli çalı kalıntıları, sulak alanların ve sızıntıların bakımı veya iyileştirilmesi ve ekim alanı içinde tercihen yükseltilmiş çok yıllık ot veya çalılardan oluşmuş zararlı böcekleri avlayan faydalı böcekler, kuşlar ve diğer fauna için yaşam alanı sağlayan şeritler gelir. Özellikle çitler ve tarla kenarları, biyolojik kontrole ve arılar, kelebekler aracılığıyla tozlaşmaya fayda sağlayan yüksek biyolojik çeşitlilikleriyle bilinmektedir (Rosa-Schleich vd., 2019). Tarımsal habitatların biyolojik çeşitlilik için tamamlayıcı alanlar haline getirilmesi, biyolojik çeşitliliği sürdürmek, ekolojik süreçleri desteklemek ve tarımsal üretkenlik için giderek daha da önem kazanmaktadır (Chowdhury vd., 2021). Araştırmalar ekosistemlerin ekolojik performansı için yerel ölçekte çitlerin ve organik tarımın yüksek değerini doğrulamış; çitlerin tür çeşitliliğini, habitatları, gıda kaynaklarını, biyolojik kontrolü, tozlayıcıları, biyolojik çeşitlilikle ilgili işlevselliği arttırdığı belirlenmiştir (Couthouis vd., 2023). Türler için yeni habitatların oluşturulması özellikle yerli biyolojik çeşitliliği yeniden kazandırmakta ve artırmaktadır ve biyoçeşitliliğin artırılması, ekosistem hizmetlerinin sağlanmasına katkıda bulunduğundan çiftliğin önemli iklim olaylarına karşı direncini artırmaktadır (Dominati vd., 2019).

3.5. Çeşitlendirilmiş Bitki Rotasyonları

Bitki çeşitlendirmesi belli bir alanda bitki sayısını artırmak veya biyolojik çeşitliliğin bitkisel sistemlere maksatlı olarak eklenmesidir. Basit rotasyonla karşılaştırıldığında, çeşitlendirilmiş bitki rotasyonu, mikrobiyal zenginlik ve çeşitlilikte artış sağlar (Venter vd., 2016), tozlayıcı çeşitliliğini ve zenginliğini artırabilir, zararlı ve yabani ot kontrolüne yardımcı olur (Rosa-Schleich vd., 2019). Bitki çeşitlendirmesi ekosistem dayanıklılığı ve biyoçeşitlilik için önemli olup polen, nektar ve barınak sağlamakta ve biyolojik kontrolün temelini oluşturmaktadır. Tarım sistemlerinin çeşitlendirilmesi ve karışık ürün desenleri, tarımın ekolojik olarak yoğunlaşması yoluyla verim istikrarını sağladığı, biyoçeşitlilik ve biyolojik mücadele ajanlarını artırıp tarımsal sistemlerde hastalık-zararlı ve yabani ot biyolojik kontrolünü geliştirebileceğini gösterdiği vurgulanmıştır (Redlich vd., 2018; Rosa-Schleich vd., 2019; Tscharrntke vd., 2021). Çeşitlendirilmiş tarım, önemli ölçüde daha fazla biyolojik çeşitlilik ve zararlı ve yabani ot kontrolü, toprak sağlığı, besin ve su yönetimi ve karbon tutumu gibi ilgili ekosistem hizmetleri sağlamaktadır (Rosa-Schleicha vd., 2019). Çeşitlilik arttıkça türler arasındaki birliktelik ve yararlı etkileşimler için fırsatlar ortaya çıkmakta ve tarım sisteminin sürdürülebilirliği artmaktadır.

3.6. İç Bitki Yetiştiriciliği

Ara bitkisi, aynı tarlada birden fazla çeşidin veya bitki türünün aynı anda yetiştirilmesi olarak tanımlanır ve karışık iç bitki, farklı olum zamanlı birlikte ekim ve şeritsel iç bitki ekimi olarak üç tür uygulanır. Birlikte ekim ve iç bitki sistemleri çeşitlendirilmiş bir bitki topluluğunu içerir ve böylece toprak üstü ve altı biyolojik çeşitliliği artırır. Bu uygulamalarda yüksek çiçek çeşitliliği doğal düşmanların sayısını artırmakta ve biyolojik kontrol sağlanmaktadır. İç bitki sistemleriyle birlikte faunal aktivitenin arttığı ve bunun ekosistem sağlığının bir göstergesi olduğu; ayrıca iç bitki ve ara bitkisi yetiştiriciliğinin, meyve bahçelerinde ve ağaç esaslı tarım sistemlerinde biyolojik çeşitliliği artırdığı ve iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunduğu ve genel üretkenlik açısından geleneksel uygulamalardan iyi performans gösterdiği bildirilmiştir (Thevathasan & Gordon, 2004). Ağaç bazlı iç bitki yetiştiriciliği sistemleri, türler arası tamamlayıcı özelliklerden yararlanmak ve biyolojik çeşitliliği teşvik etmek suretiyle üretkenlik, besin döngüsü ve toprak sağlığını olumlu etkilemektedir.

Ortak kültür yöntemleri, toprağın ve suyun kalitesi ve pirinç tarımsal ekosisteminin biyolojik çeşitliliği üzerinde faydalar sağlar (Luovd., 2014). Polikültür, doğal örtü ve tarımsal ormancılık gibi agroekolojik tarım sistemlerinde arazi kullanımının çeşitlendirilmesinin biyolojik çeşitliliği iyileştirdiğine dair kanıtlar vardır (Kazemi vd., 2018). Geleneksel yetiştiriciliğe kıyasla farklı bitki türlerini birleştiren çok yıllık polikültürler, toprak mikrobiyal ve mantar toplulukları, bitki örtüsü ve kuş toplulukları gibi yüksek biyolojik çeşitliliğe ilaveten; toprak organik karbonu, toprak verimliliği, besin döngüsü, zararlıların düzenlenmesi ve tozlaşma ve bitki üretimi gibi ekolojik fonksiyon göstergeleri ve ekosistem işlevleri bakımından daha iyi sonuç vermektedir (Kreitzman vd., 2022). Çok yıllık polikültürler, daha yüksek genel tür zenginliği ile karakterize edilmekte, flora ve fauna açısından monokültürlerden farklılık göstermekte, potansiyel faydalar sağlayacak şekilde tarımsal ekosistem fonksiyonlarını arttırmakta ve daha yüksek biyolojik çeşitlilik göstermektedir.

4. MONOKÜLTÜRLERDE EKOLOJİK UYGULAMALAR

Monokültür tarımın yaygınlaşması biyolojik çeşitliliğe yönelik en büyük tehditlerden biridir. Koruma alanı dışında kalan geleneksel tarım alanları biyolojik çeşitliliğe zarar vermekte, ancak bu alanlarda ekolojik uygulamalarla biyoçeşitliliğin yönetilmesi gerekmektedir. Doğal ekosistemlerin insan kaynaklı olarak monokültür tarıma dönüştürülmesi ve bunun genişlemesi, habitat ve biyolojik çeşitlilik kaybıyla sonuçlanmıştır (Crews vd., 2018; Chowdhury vd., 2021). Monokültür çaylıklarda biyoçeşitliliğin düştüğü; ancak çaylıklarda biyoçeşitlilik dostu çay tarımsal ekosistem yönetimi uygulamalarıyla ve geleneksel veya organik olarak yönetilen çay tarımsal ormancılık sistemleri, çay monokültürleri

içindeki biyolojik çeşitliliğin devamlılığının artırılabilirdiği vurgulanmıştır (Chowdhury vd., 2021). Yapısal olarak daha karmaşık tarımsal ekosistemler daha yüksek biyolojik çeşitlilik göstermektedir. Çay agrosistemlerinde iç bitki uygulamalarının geleneksel çay monokültürlerine kıyasla daha fazla toprak biyoçeşitliliğini desteklediği ve çaya daha fazla değer kattığı vurgulanmıştır (Qin vd., 2017; Zhang vd., 2017; Rubio vd., 2019). Bütünsel organik tarım uygulamaları (Chettri vd., 2018), bölgesel ekoloji ile agroekolojinin birleştirilmesi ve monokültür kenarlarındaki koridorlar gibi çeşitli alt yaşam alanları aracılığıyla heterojenliğin sürdürülmesi (Wordley vd., 2018) monokültürlerin biyolojik çeşitliliğini teşvik etmekte ve korunmasını sağlamaktadır. Türkiye'deki başta çay ve fındık olmak üzere monokültür yetiştiricilik bölgelerinin biyolojik çeşitlilik ve kritik ekosistem hizmetleri açısından tarımsal ekoloji felsefesine uygun yönetilmesi gerekmektedir.

5. TOPRAK MİKROBİYOTASI EKOLOJİK YÖNETİM MODELİYLE MİKROBİYAL TAKSONLARIN DÜZENLENMESİ

Toprak mikroorganizmaları tarımsal ekosistemlerde, N fiksasyonu, bitkisel hormon üretim, P çözme ve mineralizasyonu yoluyla besin dönüşüm sürecini düzenleyerek, toprak besin alınabilirliği ve verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Çakmakçı vd., 2010, 2020; Yang vd., 2022). Bitki-toprak biyota etkileşimleri ve temel toprak fonksiyonel gruplarının bolluğu bitkisel üretkenliği destekleyen toprak ekosistemi fonksiyonlarının sağlanması ve dayanıklılığı ile bağlantılıdır. Tarımsal yönetim, toprak ekosistemi hizmetlerini geliştirmek, fiziksel koşullarını optimize etmek ve ağırlıklı olarak mikroorganizmalar tarafından düzenlenen besin tedarikini iyileştirmek için gereklidir. Geleneksel yönetimle karşılaştırıldığında, ekolojik yönetimin toprak verimliliğini, mikrobiyal çeşitliliği ve mikrobiyal ağ karmaşıklığını önemli ölçüde arttırdığı bulunmuştur (Yang vd., 2022). Genel olarak, çay plantasyon sistemlerinde nadir mikrobiyal taksonların düzenlenmesinde ve iyi bir toprak verimliliğinin sürdürülmesinde ekolojik yönetimin geleneksel yönetimden daha etkili olduğu gösterilmiştir.

6. SONUÇ

Konvansiyonel yoğun tarım; biyolojik çeşitlilik değişimi, kaybı ve ekosistem bozulmasının önemli nedenidir ve ekolojik bozulmayı tersine çevirmek ve biyolojik çeşitliliği teşvik etmek için birçok doğa temelli alternatif tarım modeli ve yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Ekolojik alt yapının oluşturulması ve çeşitlendirilmesi, biyoçeşitliliğin ve dayanıklı ekosistemlerin restorasyonunu, ekolojik, sosyal ve ekonomik disiplinler arası yaklaşımlarla yeni tarım sistemlerinin geliştirilmesi ve ekolojik yoğunlaşma ile ekolojik süreçlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Fonksiyonel çeşitlilik; iç bitki ve bitki rotasyonları ile bitki türlerinin

artırılması; alternatif tarım modelleri, çeşitlendirilmiş tarım sistemleri, polikültürler, rotasyonların çeşitlendirilmesi, iek şeritleri, çitler ve yarı doğal habitatlarla tarla içi ve çevresinde ürün dıőı tür çeşitliliğinin artırılması; faydalı mikroorganizmaların toprağa aőılanması ve toprağa organik girdilerin ilave edilmesi yoluyla geliőtirilebilmektedir. Yenileyici, entegre, organik ve doğayı kapsayan ekolojik tarım sistemleri, ekosistem sağlığı ile tarımsal üretimi dengelemenin etkili bir yoludur. Eko-biyolojik süreçler, uzun vadeli genel üretkenlik ve gıda güvenliği, geleceğin tarımının, biyolojik çeşitlilik, toprak ve su kaynaklarının yönetimine öncelik vermesi gerektiğini göstermektedir. Tarımın faydalı biyolojik çeşitliliğe ve ekosistem süreçlerine dayandığı, ancak aynı zamanda ekosistem bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olan sosyo-kültürel ve endüstriyel bir uygulama olduğu ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkileri olduğu açıktır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Attia, Y., Asiry, K.A., Edris, S., Al-Qurashi, A.D., & Ibrahim, O.H.M. (2023). Organic agriculture and foods for sustainable food production and safety, an updated review. *JKAU: Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences*, 32, 97 – 115.
- Batáry, P., Gallé, R., Riesch, F., Fischer, C., Dormann, C.F., Muřhoff, O., ...& Tscharntke, T. (2017). The former Iron Curtain still drives biodiversity– profit trade-offs in German agriculture. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 1279–1284.
- Beckmann, M., Gerstner, K., Akin-Fajiye, M., Ceaşu, S., Kambach, S., Kinlock, N.L., ... & Seppelt, R. (2019). Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. *Global Change Biology*, 25, 1941–1956.
- Belkhiri, A., Chahlaoui, A., Bendaoud, A., Sadki, M., Moubchir, T., Haddadi, Y., Saidi, A., & Maliki, A. (2023). Effects of vineyard management, herbaceous cover and vine plant characteristics on bird diversity in a North African agroecosystem. *African Journal of Ecology*, 2023, 1–9.
- Bender, S.F., Wagg, C., & van der Heijden, M.G.A., (2016). An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31, 440–452.
- Boeraeve, F., Vialatte, A., Sirami, C., Caro, G., Thenard, J., Francis, F., & Dufrêne, M. (2022). Combining organic and conservation agriculture to restore biodiversity? Insights from innovative farms in Belgium and their impacts on carabids and spiders. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1003637.
- Boetzel, F.A., Krauss, J., Heinze, J., Hoffmann, H., Juffa, J., König, S., ... & Steffan-Dewenter, I. (2021). A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, 1–9.
- Burgio, G., Campanelli, G., Leteo, F., Ramilli, F., Depalo, L., Fabbri, R., & Sgolastra, F. (2015). Ecological sustainability of an organic four-year vegetable rotation system: carabids and other soil arthropods as bioindicators. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39, 295–316.
- Buzhdygan, O.Y., & Petermann, Y.S. (2023). Multitrophic biodiversity enhances ecosystem functions, services and ecological intensification in agriculture. *Journal of Plant Ecology*, 16, rtad019.
- Büscher, B., & Fletcher, R. (2019) Towards convivial conservation. *Conservation & Society*, 17(3), 283–296.
- Cabral, I., Keim, J., Engelmann, R., Kraemer, R., Siebert, J., & Bonn, A. (2017). Ecosystem services of allotment and community gardens: a Leipzig, Germany case study. *Urban Forestry & Urban Greening*, 23, 44–53.
- Caccia, M., Urcelay, C., & Videla, M. (2023). Complex relationships between lettuce (*Lactuca sativa*), arbuscular mycorrhizal fungi, and a leafminer pest in a context of ecological soil management. *Arthropod-Plant Interactions*, 17, 253–261.

- Castro, J., Barreal, M.E., Briones, M.J.I., & Gallego, P.P. (2019). Earthworm communities in conventional and organic fruit orchards under two different climates. *Applied Soil Ecology*, 144, 83–91.
- Chavarria, D.N., P´erez-Brandan, C., Serri, D.L., Meriles, J.M., Restovich, S.B., Andriulo, A.E., Jacquelin, L., & Vargas-Gil, S. (2018). Response of soil microbial communities to agroecological versus conventional systems of extensive agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264, 1–8.
- Chettri, A., Sharma, K., Dewan, S., & Acharya, B.K., (2018). Bird diversity of tea plantations in darjeeling hills, Eastern Himalaya, India. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19, 1066–1073.
- Chowdhury, A., Samrat, A., & Devy, M.S. (2021). Can tea support biodiversity with a few “nudges” in management: Evidence from tea growing landscapes around the world. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01801.
- Clem, C.S., & Harmon-Threatt, A.N., (2021). Field borders provide winter refuge for beneficial predators and parasitoids: a case study on organic farms. *Journal of Insect Science*, 21, 1–6.
- Couthouis, E., Aviron, S., Pétilion, J., & Alignier, A. (2023). Ecological performance underlying ecosystem multifunctionality is promoted by organic farming and hedgerows at the local scale but not at the landscape scale. *Journal of Applied Ecology*, 60, 17–28.
- Crews, T.E., Carton, W., & Olsson, L. (2018). Is the future of agriculture perennial? Imperatives and opportunities to reinvent agriculture by shifting from annual monocultures to perennial polycultures. *Global Sustainability*, 1, e11, 1-18.
- Crowder, D.W., & Jabbour, R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biological Control*, 75, 8–17.
- Çakmakçı, R. (2019). Effects of organic versus conventional management on bacterial population and pH in tea orchards soils. In *Proceedings of the 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport*, Karaman, M.R., Erdogan Orhan, I., Zorba, E., Konar, N., Eds.; Natural: Ankara, Turkey, 2019; pp. 231–239.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R. (2010). Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant and Soil*, 332, 299–318.
- Çakmakçı, R., Mosber, G., Milton, A.H., Alatürk, F., Ali, B. (2020). The effect of auxin and auxin-producing bacteria on the growth, essential oil yield, and composition in medicinal and aromatic plants. *Current Microbiology*, 77, 564–577.
- Çakmakçı, S., & Çakmakçı, R. (2023). Quality and nutritional parameters of food in agri-food production systems. *Foods*, 12, 351.
- Çakmakçı, R., Salık, M.A., & Çakmakçı, S. (2023). Assessment and principles of environmentally sustainable food and agriculture systems. *Agriculture*, 13, 1073.
- Daane, K. M., Hogg, B. N., Wilson, H., & Yokota, G. Y. (2018). Native grass ground covers provide multiple ecosystem services in Californian vineyards. *Journal of Applied Ecology*, 55, 2473–2483.

- Di Pietro, F., Mehdi, L., Brun, M., & Tanguay, C. (2018). Community gardens and their potential for urban biodiversity. In: Glatron, S., Granchamp, L. (Eds.), *The Urban Garden City: Shaping the City with Gardens Through History, Cities and Nature*. Springer International Publishing, Cham, pp. 131–151.
- Diaz-Siefer, P., Olmos-Moya, N., Fontúrbel, F.E., Lavandero, B., Pozo, R.A., & Celis-Diez, J.L. (2022). Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: A global synthesis. *Journal of Pest Science*, 95, 567–576.
- Dominati, E.J., Maseyk, F.J.F., Mackay, A.D., & Rendel, J.M. (2019). Farming in a changing environment: Increasing biodiversity on farm for the supply of multiple ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 662, 703–713.
- Dominici, L., Magi, E., Leidi, B., Pastore, M.E., & Comino, E. (2022). Ecologically-oriented business strategy for a small-size rice farm: Integrated wetland management for the improvement of environmental benefits and economic feasibility. *Science of The Total Environment*, 838, 156604.
- FAO, (2018). Biodiversity of Turkey. Contribution of Genetic Resources to Sustainable Agriculture and Food Systems. Ankara. 222 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Figuerola-Helland, L., Thomas, C., & Aguilera, A. P. (2018). Decolonizing food systems: Food sovereignty, indigenous revitalization, and agroecology as counter-hegemonic movements. *Perspectives on Global Development and Technology*, 17, 173–201.
- Gabriel, D., Sait, S.M., Hodgson, J.A., Schmutz, U., Kunin, W.E., & Benton, T.G. (2010). Scale matters: The impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters*, 13, 858–869.
- Ganser, D., Knop, E., & Albrecht, M. (2019). Sown wildflower strips as overwintering habitat for arthropods: Effective measure or ecological trap. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 275, 123–131.
- Garbach, K., Milder, J.C., DeClerck, F.A.J., Montenegro de Wit, M., Driscoll, L., & Gemmill-Herren, B., (2016). Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 5903, 1–22.
- García, K., Olimpi, E.M., Karp, D.S., & Gonthier, D.J. (2020). The good, the bad, and the risky: Can birds be incorporated as biological control agents into integrated pest management programs? *Journal of Integrated Pest Management*, 11, a11.
- Garibaldi, L.A., Gemmill-Herren, B., D'Annolfo, R., Graeub, B.E., Cunningham, S.A., & Breeze, T.D. (2017). Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 32, 68–80.
- Garibaldi, L.A., Pérez-Méndez, N., Garratt, M.P.D., Gemmill-Herren, B., Miguez, F.E., & Dicks, L.V. (2019). Policies for Ecological Intensification of Crop Production. *Trends in Ecology & Evolution*, 34, 4282–4286.

- Garnica, S., Rosenstein, R., & Schön, M.E. (2020). Belowground fungal community diversity, composition and ecological functionality associated with winter wheat in conventional and organic agricultural systems. *PeerJ*, 8, e9732.
- Garratt, M.P.D., Bommarco, R., Kleijn, D., Martin, E., Mortimer, S.R., Redlich, S., ... & Potts, S.G. (2018). Enhancing soil organic matter as a route to the ecological intensification of European arable systems. *Ecosystems*, 21, 1404–1415.
- Giller, K.E., Andersson, J.A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O., & Vanlauwe, B. (2015). Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6, 870.
- Glatron, S. (2018). A new design for urban gardens: being framed in the green infrastructure. In: Glatron, S., Granchamp, L. (Eds.), *The Urban Garden City: Shaping the City with Gardens Through History, Cities and Nature*. Springer International Publishing, Cham, pp. 187–215.
- Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M.G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 95–124.
- Hartman, K., van der Heijden, M.G.A., Wittwer, R.A., Banerjee, S., Walser, J.C., & Schlaeppi, K. (2018). Cropping practices manipulate abundance patterns of root and soil microbiome members paving the way to smart farming. *Microbiome*, 6, 14 (2018).
- Hawesa, C., Squirea, G. R., Hallett, P. D., Watsonb, C. A., & Young, M. (2010). Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 138, 17–26.
- Hyvönen, T. (2007). Can conversion to organic farming restore the species composition of arable weed communities? *Biological Conservation*, 137, 328–390.
- IPBES, (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H.T. Ngo (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. p.1148.
- Jiang, L., Chen, Y., Wang, X., Guo, W., Bi, Y., Zhang, C., Wang, J., & Li, M. (2022). New insights explain that organic agriculture as sustainable agriculture enhances the sustainable development of medicinal plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 959810.
- Katayama, N., Osada, Y., Mashiko, M., Baba, Y.G., Tanaka, K., Kusumoto, Y., ... & Natuhara, Y. (2019). Organic farming and associated management practices benefit multiple wildlife taxa: A large-scale field study in rice paddy landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 56, 1970–1981.
- Kazemi, H., Klug, H., & Kamkar, B. (2018). New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators*, 93, 1126–1135.
- Kleijn, D., Bommarco, R., Fijen, T.P.M., Garibaldi, L.A., Potts, S.G., & van der Putten, W.H. (2019). Ecological intensification: Bridging the gap between science and practice. *Trends in Ecology & Evolution*, 34, 154–166.
- Kelemen, E., Nguyen, G., Gomiero, T., Kovács, E., Choisis, J.-P., Choisis, N., ... & Balázs, K. (2013). Farmers' perceptions of biodiversity: Lessons from a discourse-based deliberative valuation study. *Land Use Policy*, 35, 318– 328.

- Knapp, S., & van der Heijden M.G.A. (2018). A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications*, 9, 3632.
- Kovács-Hostyánszki, A., Espíndola, A., Vanbergen, A.J., Settele, J., Kremen, C., Dicks, L.V. (2017). Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letter*, 20, 673–689.
- Köhler, M., & Ksiazek-Mikenas, K. (2018). Chapter 3.14–Green roofs as habitats for biodiversity. In: Pérez, G., Perini, K. (Eds.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Butterworth-Heinemann, pp. 239–249.
- Kreitzman, M., Eyster, H., Mitchell, M., Czajewska, A., Keeley, K., Smukler, S., ... & Chan, K.M.A. (2022). Woody perennial polycultures in the U.S. Midwest enhance biodiversity and ecosystem functions. *Ecosphere*, 13, e03890.
- Kremen, C., & Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17, 40.
- LaCanne, C.E., & Lundgren, J.G. (2018). Regenerative agriculture: Merging farming and natural resource conservation profitably. *Peer J*, 6, e4428.
- Larsen, A. E., & Noack, F. (2021). Impact of local and landscape complexity on the stability of field-level pest control. *Nature Sustainability*, 4, 120–128.
- Le, Q.V., Cowal, S., Jovanovic, G., & Le, D.-T. (2021). A study of regenerative farming practices and sustainable coffee of ethnic minorities farmers in the Central Highlands of Vietnam. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 712733.
- Lemaire, G., Franzluebbers, A., Carvalho, P.C.D., & Dedieu, B. (2014). Integrated croplivestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190, 4–8.
- Lemanceau, P., Maron, P.A., Mazurier, S., Mougél, C., Pivato, B., Plassart, P., ... & Wipf, D. (2015). Understanding and managing soil biodiversity: a major challenge in agroecology. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 67–81.
- Loos, J., Abson, D.J., Chappell, M.J., Hanspach, J., Mikulcak, F., Tichit, M., & Fischer, J. (2014). Putting meaning back into 'sustainable intensification. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12, 356–361.
- Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gättinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity-A meta-analysis and meta-regression. *PLoS One*, 12, e0180442.
- Luo, Y., Fu, H., & Traore, S. (2014). Biodiversity conservation in rice paddies in China: Toward ecological sustainability. *Sustainability*, 6, 6107–6124.
- Ma, L.F., Yang, X.D., Shi, Y.Z., Yi, X.Y., Ji, L.F., Cheng, Y., Ni, K., & Ruan, J.Y. (2021). Response of tea yield, quality and soil bacterial characteristics to long-term nitrogen fertilization in an eleven-year field experiment. *Applied Soil Ecology*, 166, 103976.

- Mace, G. M. (2014). Whose conservation? *Science*, 345, 1558–1560.
- McLennon, E., Dari, B., Jha, G., Sihi, D., & Kankarla, V. (2021). Regenerative agriculture and integrative permaculture for sustainable and technology driven global food production and security. *Agronomy Journal*, 113, 4541–4559.
- Morseletto, P. (2020). Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 24, 763–773.
- Oldfield, E.E., Bradford, M.A., & Wood, S.A. (2019). Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *Soil*, 5, 15–32.
- Ostandie, N., Giffard, B., Bonnard, O., Joubard, B., Richart-Cervera, S., Thiéry, D., & Rusch, A. (2021). Multi-community effects of organic and conventional farming practices in vineyards. *Scientific Reports*, 11, 11979.
- Palomo-Campesino, S., García-Llorente, M., Hevia, V., Boeraeve, F., Dendoncker, N., & González, J.A. (2022). Do agroecological practices enhance the supply of ecosystem services? A comparison between agroecological and conventional horticultural farms. *Ecosystem Services*, 57, 101474.
- Pearsall, H., Gachuz, S., Rodriguez sosa, M., Schmook, B., Wal, H., & Gracia, M.A. (2017). Urban community garden agrodiversity and cultural identity in Philadelphia, Pennsylvania, U.S. *Geographical Review*, 107, 476–495.
- Piotrowska, A., & Boruszko, D. (2022). Analysis of the potential of effective microorganisms in plant production. *Ekonomia I Środowisko*, 4(83), 180-195.
- Pisante, M., Stagnari, F., Acutis, M., Bindi, M., Brilli, L., Di Stefano, V., & Carozzi, M. (2015). Conservation agriculture and climate change. In *Conservation Agriculture*; Farooq, M., Siddique, K.H. (Eds.), Springer: Cham, Switzerland, pp. 579–620.
- Qin, X., Wei, C., Li, J., Chen, Y., Chen, H.S., Zheng, Y., ... & Wei, J. (2017). Changes in soil microbial community structure and functional diversity in the rhizosphere surrounding tea and soybean. *Journal of Agriculture Science-Sri-Lanka*, 12, 1-13.
- Redlich, S., Martin, E.A., & Steffan-Dewenter, I. (2018). Landscape-level crop diversity benefits biological pest control. *Journal of Applied Ecology* 55, 2419–2428.
- Reganold, J.P., & Wachter, J.M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 15221.
- Renard, D., & Tilman, D. (2019). National food production stabilized by crop diversity. *Nature*, 571, 257–260.
- Rodenwald, N., Sutcliffe, L.M.E., Leuschner, C., & Batáry, P. (2023). Weak evidence for biocontrol spillover from both flower strips and grassy field margins in conventional cereals. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 355, 108614.
- Rosa-Schleicha, J., Loosa, J., Mußhoff, O., & Tscharncke, T. (2019). Ecological-economic trade-offs of Diversified Farming Systems – A review. *Ecological Economics* 160, 251–263.

- Rosati, A., Borek, R., & Canali, S. (2021). Agroforestry and organic agriculture. *Agroforestry Systems*, 95, 805–821.
- Royer, H., Yengue, J.L., & Bech, N. (2023). Urban agriculture and its biodiversity: What is it and what lives in it? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 346, 108342.
- Rubio, G.D., Stolar, C.E., Ohashi, D.V., & Baigorria, J.E. (2019). Jumping spiders (Araneae: Salticidae) in agroecosystems: a case study to know how friendly some crops can be for native fauna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54, 133–148.
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M.M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., ... & Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: a quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 221, 198–204.
- Sandbrook, C., Fisher, J.A., Holmes, G., Luque-Lora, R., & Keane, A. (2019). The global conservation movement is diverse but not divided. *Nature Sustainability*, 2, 316–323.
- Santos, P.Z.F., Crouzeilles, R., & Sansevero, J.B.B. (2019). Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 433, 140–145.
- Schoch, K., Tschumi, M., Lutter, S., Ramseier, H., & Zingg, S. (2022). Competition and facilitation effects of semi-natural habitats drive total insect and pollinator abundance in flower strips. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 854058.
- Schoolman, E.D. (2019). Do direct market farms use fewer agricultural chemicals? Evidence from the US census of agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34, 415–429.
- Schütz, L., Wenzel, B., Rottstock, T., Dachbrodt-Saaydeh, S., Golla, B., & Kehlenbeck, H. (2022). How to promote multifunctionality of vegetated strips in arable farming: A qualitative approach for Germany. *Ecosphere*, 3, e4229.
- Schrama, M., de Haan, J.J., Kroonen, M., Verstegen, H., & van der Putten, W.H. (2018). Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 256, 123–130.
- Schmid, B., & Schöb, C. (2023). Ecological intensification of agriculture through biodiversity management: Introduction. *Journal of Plant Ecology*, 16, rtad018.
- Serée, L., Legras, S., Chiron, F., Valantin-Morison, M., & Gardarin, A. (2023). People prefer arable fields and flower strips with continuous soil cover and diversified vegetation. *Ecology and Society*, 28(2), 9
- Seufert, V., & Ramankutty, N. (2017). Many shades of gray-The context-dependent performance of organic agriculture. *Science Advances*, 3, e1602638.
- Sharma, S., Shera, P.S., & Sangha, K.S. (2020). Species composition of parasitoids and predators in two rice agro-farming systems-effect of ecological intensification. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40, 233–238.

- Smith, O.M., Cohen, A.L., Reganold, J.P., Jones, M.S., Orpet, R.J., Taylor, J.M., ... & Crowder, D.W. (2020). Landscape context affects the sustainability of organic farming systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 17, 2870-2878.
- Spirito, F., Vieli, L., & Montalba, R. (2022). Advancing towards an understanding of the relationship between culture and agrobiodiversity. A case study in Mapuche territory, southern Chile. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 94, 1-23.
- Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T. C., Kremen, C., van der Heijden, M.G.A., Liebman, M., & Hallin, S. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances*, 6(45), eaba1715.
- Teixeira, H.M., Bianchi, F.J., Cardoso, I.M., Tiftonell, P., & Pena-Claros, M. (2021). Impact of agroecological management on plant diversity and soil-based ecosystem services in pasture and coffee systems in the Atlantic Forest of Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 305, 107171.
- Thevathasan, N.V., & Gordon A.M. (2004). Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems*, 61, 257-268.
- Togni, P.H.B., Venzon, M., Souza, L.M., Santos, J.P.C.R., & Sujii, E.R. (2019). Biodiversity provides whitefly biological control based on farm management. *Journal of Pest Science*, 92, 393-403.
- Torppa, K.A., & Taylor, A.R. (2022). Alternative combinations of tillage practices and crop rotations can foster earthworm density and bioturbation. *Applied Soil Ecology*, 175, 104460.
- Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P.J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 150-161.
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T.C., Westphal, C., & Batáry, P. (2021). Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 36, 919-930.
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 746-755.
- Underwood, T., McCullum-Gomez, C., Harmon, A., & Roberts, S. (2011). Organic agriculture supports biodiversity and sustainable food production. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 6, 398-423.
- Vanbergen, A.J., Aizen, M.A., Cordeau, S., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P.D., Kovács-Hostyánszki, A., ... & Young, J.C. (2020). Transformation of agricultural landscapes in the Anthropocene: Nature's contributions to people, agriculture and food security. *Advances in Ecological Research*, 63, 193-253.
- Venter, Z.S., Jacobs, K., & Hawkins, H.J. (2016). The impact of crop rotation on soil microbial diversity: a meta-analysis. *Pedobiologia - Journal of Soil Ecology*, 59, 215-223.

- Wheeler, S.A., & Marning, A. (2019). Turning water into wine: Exploring water security perceptions and adaptation behaviour amongst conventional, organic and biodynamic grape growers. *Land Use Policy*, 82, 528–537.
- Wintermantel, D., Odoux, J.-F., Chadœuf, J., & Bretagnolle, V. (2019). Organic farming positively affects honeybee colonies in a flower-poor period in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 56, 1960–1969.
- Wittwer, R.A., Bender, S.F., Hartman, K., Hydbom, S., Lima, R.A.A., Loaiza, V., ... & van der Heijden, M.G.A. (2021). Organic and conservation agriculture promote ecosystem multifunctionality. *Science Advances*, 7, eabg6995.
- Wordley, C.F.R., Sankaran, M., Mudappa, D., & Altringham, J.D. (2018). Heard but not seen: comparing bat assemblages and study methods in a mosaic landscape in the Western Ghats of India. *Ecology and Evolution*, 8, 3883–3894.
- Yang, X., Leng, Y., Zhou, Z., Shang, H., Ni, K., Ma, L., ... & Shi, J.Z. (2022). Ecological management model for the improvement of soil fertility through the regulation of rare microbial taxa in tea (*Camellia sinensis* L.) plantation soils. *Journal of Environmental Management*, 308, 114595.
- Yang, X.D., Ma, L.F., Ji, L.F., Shi, Y.Z., Yi, X.Y., Yang, Q.L., Ni, K., & Ruan, J.Y. (2019). Long-term nitrogen fertilization indirectly affects soil fungi community structure by changing soil and pruned litter in a subtropical tea (*Camellia sinensis* L.) plantation in China. *Plant and Soil*, 444, 409–426.
- Zhang, Z., Zhou, C., Xu, Y., Huang, X., Zhang, L., & Mu, W. (2017). Effects of intercropping tea with aromatic plants on population dynamics of arthropods in Chinese tea plantations. *Journal of Pest Science*, 90, 227–237.
- Zhao, Z.H., Hui, C., Reddy, G.V.P., Ouyang, F., Men, X.-Y., & Ge, F. (2019). Plant species richness controls arthropod food web: evidence from an experimental model system. *Annals of the Entomological Society of America*, 112, 27–32.
- Zimmerer, K.S., De Haan, S., Jones, A.D., Creed-Kanashiro, H., Tello, M., Carrasco, M., ... & Olivencia, Y.J. (2019). The biodiversity of food and agriculture (agrobiodiversity) in the anthropocene: Research advances and conceptual framework. *Anthropocene*, 25, 100192, 1–16.
- Zimmermann, B., Claß-Mahler, I., von Cossel, M., Lewandowski, I., Weik, J., Spiller, A., ... & Bahrs, E. (2021). Mineral-ecological cropping systems—a new approach to improve ecosystem services by farming without chemical synthetic plant protection. *Agronomy*, 11, 1710.

Yazar Hakkında / About Author

**Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI | Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi |
rcakmakci[at]comu.edu.tr | ORCID: 0000-0002-1354-1995**

Ramazan Çakmakçı ilk, orta ve lise eğitimini İspir'de (Erzurum) tamamladı. Lisans eğitimini 1984 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Bölümü'nde tamamladıktan sonra Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. çalışmaya başlamıştır. 1994 yılında yüksek lisansını, 1998 yılında doktorasını Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla bitkileri Ana Bilim Dalında tamamlamıştır. 2002 yılında Tarla bitkileri yetiştirme ve ıslahı alanında Doçent unvanını almış, 2007 yılında Profesör kadrosuna atanmıştır. 2002-2007 yılları arasında Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksekokulu Bahçe Bitkileri ve Organik Tarım programında ve 2002-2008 yıllarında Atatürk Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde doçent olarak çalışmıştır. 2007-2017 yılları arasında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri Bölümünde Endüstri Bitkileri Yetiştiriciliği ve Islahı ve Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ana bilim dallarında profesör olarak çalıştı. 2017 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne atandı. Çalışma konuları tıbbi ve aromatik ve endüstri bitkileri, organik tarım, mikrobiyal biyoteknoloji, biyogübre ve mikrobiyoloji olup alanında 50'den fazlası SCI kapsamındaki dergilerde olmak üzere 230 dan fazla makale, 1 kitap, 5 kitapta bölüm yazarlığı yapmıştır ve 7000'in üzerinde atıf almıştır.

**Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI | Çanakkale Onsekiz Mart University |
rcakmakci[at]comu.edu.tr | ORCID: 0000-0002-1354-1995**

Ramazan Çakmakçı completed his primary, secondary and high school education in İspir (Erzurum). After completing his undergraduate education at Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science in 1984, he started working at Turkish Sugar Factories Inc. He obtained his academic degrees, M.Sc in 1994 and Ph.D in 1998 from Atatürk University, Institute of Science and Technology, Department of Field Crops. He received the title of Associate Professor in field of Field Crops Cultivation and Breeding in 2002 and was appointed to the Professor position in 2007. He worked as an associate professor at Atatürk University İspir Hamza Polat Vocational School, in the Horticulture and Organic Agriculture program between 2002-2007, and at Atatürk University Biotechnology Research and Application Center between 2002-2008. He worked as a professor at Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, in the Division of Industrial Plants Cultivation and Breeding and Medicinal and Aromatic Plants between 2007-2017. He started to work as a professor in Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2017. He works on medicinal and aromatic and industrial crops, organic farming, microbial biotechnology, biofertilizer and microbiology, and he has authored more than 230 articles, 1 book, 5 chapters, and more than 50 of which are in journals within the scope of SCI and has received 7000 citations.

