



KURU TARIM AGRO-ORMANCILIĞI: ORTA ANADOLU'DAN GÖZLEMLER

Kasım 2025



GENEL BAKIŞ

- 4 Agro-ormancılık nedir?
- 7 Agro-ormancılık sistemleri türleri
- 10 Agro-ormancılık, bozunmuş kuru tarım arazilerinin restorasyonuna nasıl katkıda bulunabilir?
- 12 Agro-ormancılık sistemi hizmetleri ve etkileşimler
- 17 Orta Anadolu’da agro-ormancılık sistemi örnekleri
- 22 Sözlükçe
- 23 Referanslar

Bu broşür hakkında

Bu broşür, tuzlu ve bozulmuş Akdeniz bölgelerinde toprak sağlığını, biyolojik çeşitliliği ve üretkenliği yeniden kazandırmak amacıyla büyük ölçekli agro-ormancılık uygulamalarını destekleyen TransforMed projesi için hazırlanmıştır.

Bu belge, Agro-ormancılık Sistemlerine (AFS) bir giriş sunmakta olup, Türkiye'deki Orta Anadolu Platosu'nun soğuk yarı kurak karasal bölgelerinden saha temelli gözlemlerle desteklenmektedir. Kuramsal bilgiler ve seçilmiş başarı öyküleri, AFS'nin (Agro-ormancılık Sistemlerinin) faydalarına ilişkin farkındalığı artırmayı ve yarı kurak Akdeniz bölgesinde yaygın olarak benimsenmesine zemin hazırlamayı amaçlamaktadır.

Bu belge, Akdeniz bölgesindeki agro-ormancılık uygulamalarına ilişkin mevcut literatürden tam kapsamlı olmayan bir seçkiye dayanılarak hazırlanmıştır. Ayrıca, ağaçlar, tarım ürünleri ve hayvanlar arasındaki ilişkileri konu alan yerel ve geleneksel bilginin yalnızca sınırlı bir kısmına değinilebilmiştir. Bu belge, bilimsel ve ampirik içeriği bir araya getirerek daha geniş bir kitleye erişilebilir kılmaya yönelik keşif niteliğinde bir çalışma olarak tasarlanmıştır.



Hedef kitle

Bu rehber, yarı kurak Akdeniz bölgesinde veya Orta Anadolu'nun soğuk yarı kurak bölgelerinde agro-ormancılık uygulamalarını anlamak ve hayata geçirmekle ilgilenen çiftçiler, tarımsal yayım uzmanları, yerel topluluklar ve diğer paydaşlar için pratik bir kaynaktır.

Bağlam hakkında

Orta Anadolu'da yağış azdır ve belirgin şekilde mevsimseldir; yazlar uzun ve kurak geçer, yağışların büyük bölümü ise sonbaharın sonlarında ve ilkbaharda gerçekleşir. Kışlar soğuk ve çoğu zaman karlıdır; ancak kar örtüsü, iklim değişikliği nedeniyle azalmıştır. Bölgede mevsimler arasında, hatta gün ile gece arasında bile önemli sıcaklık dalgalanmaları görülmektedir. Platodaki sık rüzgâr fırtınaları, toprak erozyonuna ve buharlaşmaya önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Bu çevresel koşullar, bitki gelişimi ve hayvan yaşamı için önemli zorluklar oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu toprakların verimsiz veya çorak olduğu söylenemez. Zorlu iklim koşullarına iyi uyum sağlamış çeşitli ekolojik sistemlere ev sahipliği yapmaktadır.

Orta Anadolu'daki tarımsal sistemler, Akdeniz etkisindeki diğer bölgelerde gözlemlenenlerle benzer tehditlerle karşı karşıyadır; bu zorluklar iklim değişikliği ve yoğun kaynak kullanımı nedeniyle daha da şiddetlenmektedir: toprak bozunumu, su kaynaklarının tükenmesi ve arazi baskısı, biyolojik çeşitlilik kaybı, çölleşme ve aşırı hava olaylarına karşı artan kırılganlık.

Bu büyük zorlukların üstesinden gelebilmek için, daha ekolojik ve dayanıklı tarım uygulamalarına yönelik stratejik bir dönüşüm şarttır. Bu dönüşüm, daha iyi su kullanımı, toprak yenileme teknikleri ve yerel bağlama uyumlu bitki ve ağaç türlerinin entegrasyonunu içerirken; kuru tarım ve pastoralizm gibi geleneksel uygulamaların korunmasını da kapsamaktadır.

Bu bakış açısıyla, agro-ormancılık, yerel bilgi ve kaynakları en iyi şekilde değerlendirerek bu zorlukların aşılmasına yardımcı olabilecek teknik ve sosyal uygulamalar bütünü olarak karşımıza çıkmaktadır.

Agro-ormancılık nedir?

Agro-ormancılık, ağaçların veya çalılarının tarım sistemlerine entegre edilmesine dayanan kadim bir uygulamanın modern adıdır. Bu yaklaşım, tarihsel olarak silvopastoralizm ve ürünleri korumak için rüzgâr perdelerinin kullanımı gibi geleneksel tarım sistemlerinde uygulanmıştır. Günümüzde agro-ormancılık yalnızca bir uygulama değil, aynı zamanda giderek gelişen bir araştırma alanıdır ve bu alandaki güçlü kanıtlar, uygulamanın çok yönlü ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalarını ortaya koymaktadır.

Agro-ormancılığın iki temel ayırt edici ölçütü şunlardır [1]

- Ağaçlar ile tarım ürünlerinin ve/veya hayvancılığın mekânda ve/veya zamanda kasıtlı olarak bir arada bulunması,
- Ağaçlar ile tarım ürünleri ve/veya hayvancılık arasında belirgin ekolojik ve ekonomik etkileşimlerin bulunması.

Agro-ormancılık TransforMed projesinin tanımı

Odunsu çok yıllık türlerin (ağaçlar, çalılar, palmiyeler, bambular vb.), otsu tarım ürünleri ve/veya hayvanlarla aynı yönetim birimi içinde, mekânsal bir düzenleme veya zamansal bir sıralama biçiminde bilinçli olarak bir araya getirildiği arazi kullanım sistemleri ve teknolojileri için kullanılan ortak bir addir. AFS'de, farklı bileşenler arasında hem ekolojik hem de ekonomik etkileşimler bulunmaktadır [2].

Agro-ormancılık üçgeni

Agro-ormancılık, ağaçların ve/veya çalılarının tarım ürünleri ve/veya hayvancılık ile entegre edilmesini içerir. Bu kombinasyonlar, etkileşimlerin bir dereceli çeşitliliği açısından zengin bir sistem oluşturur. Sistem esnekliğini korur ve bileşenleri zaman içinde değişebilir; bu da yeni uygulamaların ortaya çıkmasına olanak tanır.



Genel olarak agro-ormancılık sistemlerinden elde edilenler^[3]



Verimlilik

Ağaçların tarım arazilerine entegre edilmesi, genel üretkenliği artırabilir ve yem, odun, kereste veya meyve gibi çiftlik içi ek gelir kaynakları sağlayabilir.



Su yönetimi

Ağaçların ve diğer çok yıllık bitkilerin sisteme dâhil edilmesi, su düzenlemesine katkıda bulunur. Yüzey akışını yavaşlatarak aşağı havzalardaki taşkınların hafifletilmesine ve toprak erozyonunun azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, uygun şekilde konumlandırılmış ağaçların derin kökleri **besin maddelerinin yıkanmasını**¹ sınırlarken toprak nemini de iyileştirebilir.



Hayvan refahı

Otlatma alanlarına ağaçların dâhil edilmesi, sıcaklık aşırılıklarını hafifletmeye ve tarla içinde daha çeşitli habitatlar oluşturmaya yardımcı olabilir; bu da hayvan stresini azaltabilir.



Biyolojik Çeşitlilik ve Zararlı Kontrolü

Ağaç ve çalıların eklenmesi, tür çeşitliliğini önemli ölçüde artırır, yeni habitatlar oluşturur ve doğal zararlı kontrolüne yardımcı olan faydalı böcekler ve kuşları çeker.



İklim değişikliğiyle mücadele

Ağaçlar ve diğer odunsu çok yıllık bitkiler, çiftliğin mikroiklimini belirli ölçüde etkileyebilir, hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir ve hem toprak üstünde hem de toprak altında karbon tutulumu artırabilir.



Geçim kaynakları ve refah düzeyi

Çeşitlendirilmiş bir agroekosistem, yıl boyunca kademeli gelir sağlayarak ve görevlerin mevsimlere daha dengeli dağıtılmasıyla iş yükü zirvelerini azaltarak geçim kaynaklarını destekler. Ayrıca ekonomik dayanıklılığı güçlendirir ve bir mahsul başarısız olsa bile çiftçilerin ayakta kalmasına yardımcı olur.

¹ Kalın ve renkli gösterilen kelimeler broşürün sonundaki sözlükçede açıklanmıştır.

Su yönetimi: Kuru tarım için büyük bir zorluk

Su, tarımın temel bir bileşenidir. Burada ele alınan kurak ve yarı kurak bağlamda su daha da kritik hâle gelmektedir. Kuru tarımda su yönetimi başlıca zorluklardan biridir. Yüzlerce yıldır çiftçiler, suyu toplamak, yönlendirmek ve muhafaza etmek için çeşitli geleneksel sistemler geliştirmiştir [4]; böylece su daha sonra mahsullerin sulanmasında ya da insanlar ve hayvanlar için içme suyu temininde kullanılabilir.

Orta ve uzun vadede, odunsu çok yıllık bitkilerin agroekosisteme entegrasyonu; suyun daha kolay sızması, daha derin katmanlardan su çekilmesi, yüzey akışıyla su kaybının azaltılması ve nemin korunması gibi toprak su hizmetlerinin iyileşmesine doğru yol açar [5,6]. Bu süreçler, çevredeki ürünler için etkili ve yararlı olmakla birlikte, hedefe yönelik bir yönetim ve seçilen türler hakkında iyi bir bilgi gerektirir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde bir tarım sistemine ağaç ve çalı türlerini dâhil edebilmek için çiftçilerin suya ve sulama yöntemlerine erişiminin olması gerekir. Bu iki kriter temel önem taşır. Sistem kurulumu sırasında en az ilk iki yıl suya ihtiyaç duyulur ve türe bağlı olarak kurak dönemlerde birkaç yıl daha sulama gerekebilir. Dikim aşamasında su yönetimi, su hasadı teknikleri ve kompost ile çiftlik gübresi gibi toprak organik maddesi ilavesi gibi, toprağın su kullanım etkinliğini artıran uygulamalarla birleştirilmelidir.

Ağaçlar daha derin suya erişebilecek bir kök sistemi geliştirdiğinde, yukarıda belirtilen yararlı etkiler ortaya çıkacaktır.



Yeni dikilmiş fidanların sulanması (Fas)

Agro-ormancılık sistemleri türleri

Agro-ormancılık sistemleri (AFS) arasında net sınırlar bulunmamaktadır; bunun yerine, üç unsurun hangi oranda kullanıldığına bağlı olarak bir derece farklılığı görülür. Bu durum, *AF Üçgeni'nde* (Sayfa 4) gösterildiği gibi bir gradyan teşkil eder. Benzer şekilde, AFS zaman içinde durağan değildir ve yönetime bağlı olarak yeni unsurları entegre edecek ya da mevcut unsurların kullanım oranını değiştirecek şekilde evrilebilir. Örneğin, bir silvopastoral sistem, içine tarla bitkileri eklendiğinde agro-silvopastoral bir sisteme evrilebilir. Dolayısıyla, AFS zaman içinde de (örneğin, nadas dönemlerinde) alternatif şekilde değişebilir. Her AFS, iklim, ekoloji, kaynak erişimi ve kültürel unsurlar gibi bağlamsal bileşenlere bağlıdır.



Agro-arborik / Silvo-tarla sistemi

Geniş aralıklarla dikilmiş ağaçların yıllık veya çok yıllık bitkiler ya da **sürgün veren ağaççıklarla** birlikte ekildiği sistem.

Örnekler

Şerit ekimi, bahçe içi ara ekim, bireysel ağaçlar (farklı türlerde) ve çok işlevli **baş budaması yapılmış ağaçlar**.



Tahıl veya bakla ara ekimi yapılan badem ve zeytin bahçesi (Tunus)

Silvopastoral sistem (ağaç-mera sistemi)

Hayvansal üretim için ağaç ve çalılıarın yem bitkileri ve/veya meralarla birleştirildiği sistem.

Örnekler

Koruma ve/veya yem amacıyla kullanılan rüzgâr perdeleri, nehir kenarında otlatma ve çit bitki örtüsü, otlatılan meyve bahçeleri, silvokümes (ağaç-kümes hayvancılığı sistemleri), park alanları veya **ağaçlık meralar**, orman otlatması.



Çalılıarla kaplı yamaçlarda otlayan ve bu yamaçlardan geçen keçiler (Fas)

Agro-silvopastoral sistem (tarım-ağaç-mera sistemi)

Agro-silvopastoral sistemler, ağaçların yanı sıra yem bitkileri ve hayvansal üretime ek olarak tarla bitkilerini de entegre eder.

Örnekler

Hasattan sonra tarlalarda hayvan otlatılması, meyve ağaçları ile hayvanların aynı tarlada bulunması ve otlak alanlarının yanında ağaçların yer alması.



Şeftali bahçesi ağaçları altında otlayan koyunlar (Fransa)

Çit bitki örtüleri, rüzgâr perdeleri ve akarsu kıyısı tampon şeritleri

Hayvanlar, mahsuller ve/veya toprak ile su kalitesini korumak amacıyla tarım arazileri/meralar ve su kaynaklarını sınırlandıran doğal veya dikili çok yıllık bitki (ağaç/çalı) sıraları.

Örnekler

Rüzgâr perdesi, ağaçlıklı çitler, yem çitleri, orman şeritleri ve akarsu kıyısı ağaç şeritleri



Meşe, kara çam, dişbudak ve badem ağaçlarından oluşan, tahıl tarlaları boyunca uzanan ağaç rüzgâr perdeleri (Türkiye)

Sentropik tarım (önceden ardışık agro-ormancılık olarak adlandırılırdı)

Sentropik tarım, doğal ardışıklık ve katmanlaşmadan esinlenen bir arazi kullanımı sistemidir. Çeşitli endemik veya uyum sağlamış türleri katmanlı düzenlemeler içinde bütünleştirerek fotosentezi, biyokütle üretimini ve toprak yenilenmesini optimize eder. Kalıcı toprak örtüsünün sağlanması, sık dikim ve budamanın teşvik edilmesi ve bitki gelişiminin mekân ve zamanda düzenlenmesi sayesinde, sentropik sistemler toprak verimliliğini yeniden kazandırır, biyolojik çeşitliliği artırır ve dış girdilerin en aza indirildiği dayanıklı, yüksek verimli üretim sağlar [7].



Bir sentropik tarım alanında artmış çeşitlilik ve biyokütle verimi (Portekiz)

Agro-ormancılık, bozunmuş kuru tarım arazilerinin restorasyonuna nasıl katkıda bulunabilir?

Bozunmuş araziler

Bozunmuş araziler, esasen insan faaliyetleri ve iklim değişikliği gibi dolaylı etkenler nedeniyle toprak verimliliğinin ve arazinin ekosistemleri, biyolojik çeşitliliği ve insan geçim kaynaklarını destekleme kapasitesinin azaldığı alanlardır.

Yaygın olarak görülen sonuçlar arasında verim azalması, toprak erozyonu, bitki örtüsünün kaybı, su kıtlığı ve ekosistemin genel olarak gerilemesi yer alır.

Akdeniz'in yarı kurak ve kurak bölgelerinde olduğu gibi kuru alanlar, insan baskısına ve iklim değişikliğinin etkilerine en duyarlı bölgelerdir. Her geçen yıl, çeşitli bölgelerde toprak bozunumu nedeniyle ekilebilir arazi kaybı yaşanmaktadır.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nden (IPCC) bir tanım.

Arazi bozunumu, insan kaynaklı iklim değişikliği dâhil olmak üzere doğrudan veya dolaylı insan etkisiyle ortaya çıkan süreçlerin neden olduğu olumsuz bir arazi durumu eğilimi olarak tanımlanır ve şunlardan en az birinin uzun vadeli azalması veya kaybı şeklinde ifade edilir: biyolojik üretkenlik, ekolojik bütünlük veya insanlara sağladığı değer.

Arazi bozunumu, gezegen genelindeki insanları ve ekosistemleri etkilemekte olup hem iklim değişikliğinden etkilenmekte hem de ona katkıda bulunmaktadır [8].



Bozulmuş kuru arazilerde, keçiboyunu dikimleri toprağı stabilize etmeye ve otsu bitki gelişimini kolaylaştırmaya yardımcı oluyor (Fas).



Toprak erozyonuna ilişkin görsel bulgular (Fas)

Arazi iyileştirme süreci olarak agro-ormancılık.

Arazi bozunumu eğilimini tersine çevirmek uzun bir süreçtir ve toprak sistemini yeniden canlandırmak için kararlılık ile doğa temelli eylemler gerektirir. Ağaç türleriyle şerit halinde ekim (alley cropping), canlı çitler, malçlama ve ağaç ile çalı biyokütlesinin toprağa eklenmesi gibi agro ormancılık teknikleri, bozunmuş alanların onarımına önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Bu stratejiler, yalnızca toprak yapısını ve verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda aşırı olaylar karşısında direnci de güçlendirir.

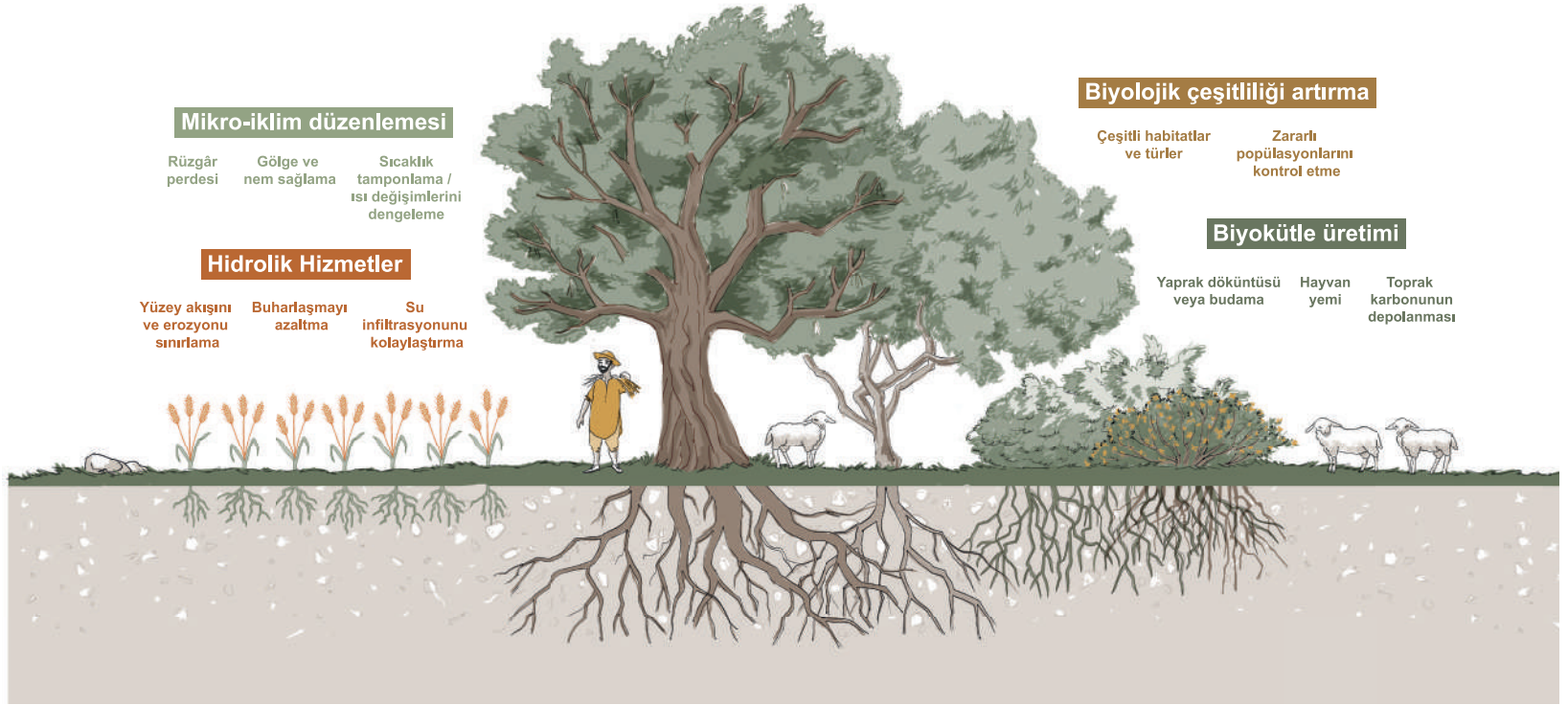
Agro ormancılık sistemleri (AFS) karmaşık yapılardır ve çeşitli bileşenlerin birbiriyle etkileşmesine dayanır. Tarla düzeyinde uygulamanın zorlu kısmı, tüm bileşenleri rekabeti en aza indirirken olumlu etkileşimleri en üst düzeye çıkaracak şekilde seçmek ve yönetmektir; böylece kaynakların kademeli olarak optimize edilmesi sağlanır (Şekil 1 ve 2).

Agro ormancılık sisteminin tasarımı, tür seçimi, mekânsal yerleşim ve yönetim stratejileri, etkin bir uygulama için kritik öneme sahiptir.



Toprak stabilizasyonu ve tarımsal çeşitlendirme için kaktüs sıralarıyla ara dikim yapılmış engebeli tarım alanları (Tunus)

Agro ormancılık sistemi hizmetleri ve etkileşimler



Şekil 1: Ağaç ve çalılarının tarım sistemlerine entegrasyonu, ekosistem düzenleme hizmetleri ve ek kaynaklar sağlar.

Saha düzeyinde

Toprak

Su kalitesinde ve suya erişimde iyileşme

Ağaçların kök sistemleri toprağı yerinde tutar ve toprak yapısını iyileştirir; böylece suyun toprağı aşındırıp götürmesi yerine toprağı sızmasını sağlar.

Ağaçların tepe örtüsü (taç kısmı) aynı zamanda yağmuru tutarak toprağı yağmur damlalarının aşındırıcı etkisine karşı doğal bir koruma görevi görür ve suyun toprağı daha yavaş ve daha derin bir şekilde sızmasını sağlar.

Yeraltı su tablasının derinliğine bağlı olarak, bazı ağaç türlerinin yeraltı suyuna erişebilen kök sistemleri vardır ve bu suyu **hidrolik kaldırma** adı verilen bir süreçle üst toprak katmanlarına yeniden dağıtabilirler. Bu durum, kurak dönemlerde yakınlardaki mahsullerin su stresinin azalmasına katkıda bulunabilir.

Çiftçiler, özellikle ilk yıllarda olmak üzere, ağaçların yaşam döngüleri boyunca su ihtiyaçlarını yakından izlemelidir. Dikim dönemi belirleyicidir; iklime ve türe bağlı olarak, ilk 2–4 yıl boyunca sulama gerekebilir. Mahsullerle su rekabetini önlemek için planlama yapmak esastır: ağaç–ürün aralığını, kök sistemi mimarisini ve mevsimsel zamanlamayı dikkate almak gerekir (örneğin, derin köklü ağaçları kış veya yaz mahsulleriyle eşleştirmek ya da kısa döngülü yem bitkileri kullanmak).

Besin döngüleri ve biyolojik faaliyetler

Ağaç ve çalılarının kökleri, toprağın daha derin katmanlarından besin maddelerini çekebilir. Odunsu çok yıllık bitkinin (yaprak, dalcık, kabuk veya meyve) parçaları toprağı düştüğünde ya da bilinçli olarak budandığında, toprakta ayrışır. Ayrıca, köklerin büyümesi ve gerilemesi ile kök salgıları, toprağı karbon bileşikleriyle zenginleştirir. Organik maddenin ayrışması, toprak yapısını geliştirir; su ve besin maddesi tutulmasını artırırken besin yıkanmasını azaltır.

Uygun şekilde yönetilen topraklarda faydalı bakteriler ile **mikorizal mantarların** gelişmesi teşvik edilir ve bu da bitkilerin besin ve suya erişimini önemli ölçüde artırır. Bu **simbiyotik birliktelikler**, ağaçlar ve tarla bitkileri arasındaki besin transferini güçlendirir.

Kök bölgesi rekabetinin azaltılabilmesi için özenli bir planlama şarttır. Mahsullerin doğru zamanda ekilmesi, ağaçların daha derin kök sistemleri geliştirmesini teşvik eder ve mahsullerin büyümesi için yeterli alan bırakır. Bu, hem ağaçların hem de mahsullerin ihtiyaç duydukları besin maddelerine erişebilmesini sağlar. Ayrıca, herhangi bir yeni türün yetiştirilmesinden önce, mevcut bitkilerle uyumluluğunu ve bölgenin özgün toprak koşullarında gelişme yeteneğini doğrulamak için dikkatli bir çalışma yapılmalıdır.

Azot fiksasyonu

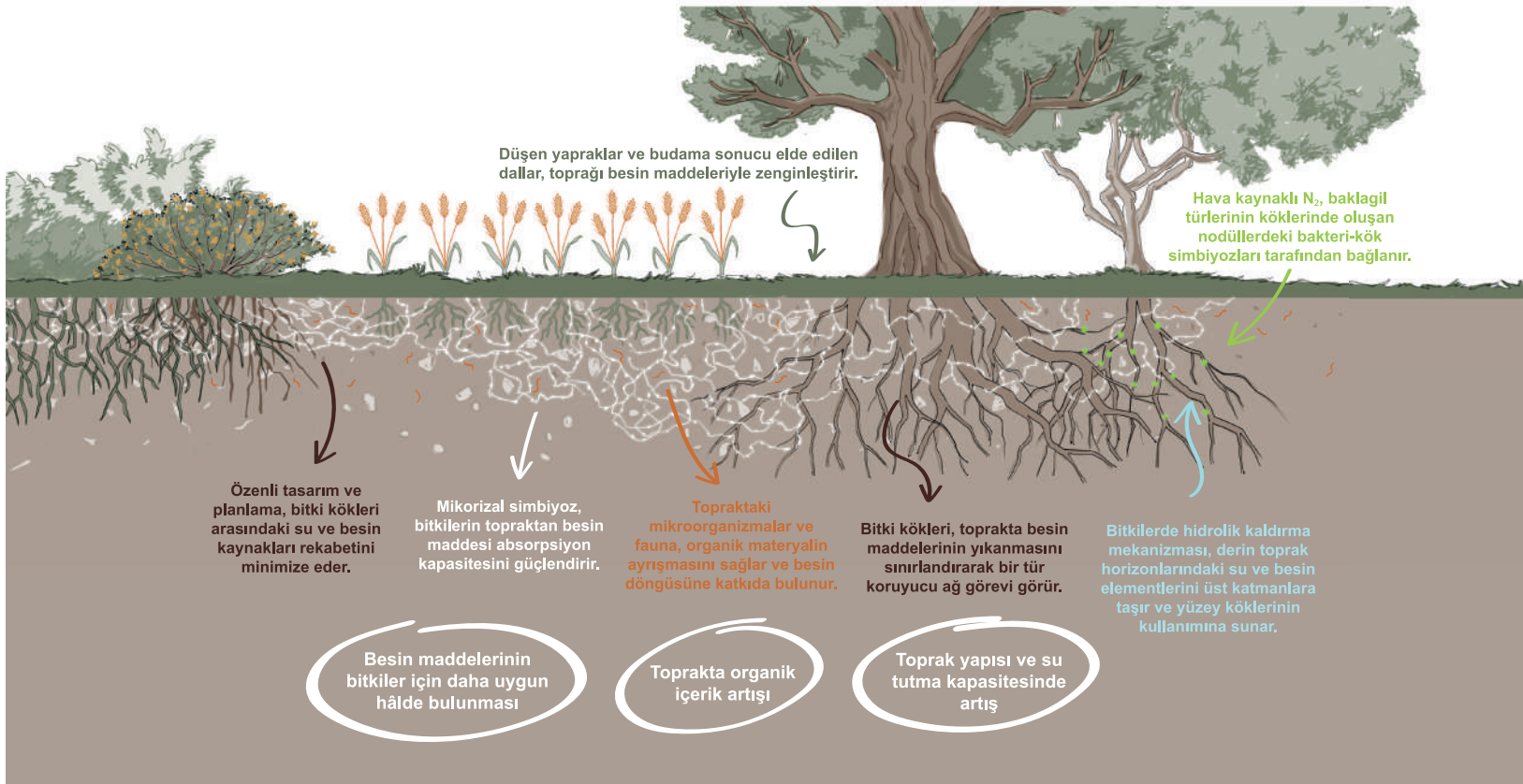
Baklagil ağaç ve çalıları (keçiboynuzu veya yalancı akasya gibi) atmosferik azotu, bitkiler tarafından alınabilir formlara dönüştürebilir. Bu türlerin rizosferinde ve kökleriyle ilişkili azot bağlayıcı bakterilerin etkisiyle, havadaki azot yakalanır ve toprakta kullanılabilir hâle getirilir (atmosferik **azot fiksasyonu**).

Toprak içindeki azotun yeniden dağılım süreci bilimsel literatürde hâlâ tam olarak anlaşılmamış olsa da, sabitlenen azottan ilk faydalananların azot bağlayan bitkiler olduğu ve yalnızca küçük bir kısmının çevredeki toprağa salındığı görülmektedir.

Toprağa azot açısından zengin organik maddeyi etkili bir şekilde kazandırmak için en verimli yöntem, azot bağlayan türlerin (ağaçlar, çalılar veya otsu bitkiler) dallarını ve yapraklarını budayarak biyokütleyi doğrudan toprak yüzeyine uygulamak veya toprağa karıştırmaktır. Bu uygulama, hem toprağı örterek nemin korunmasına yardımcı olur hem de toprak verimliliğini artırır.

Işık yönetimi

Türler arasında güneş ışığı dağılımını en iyi duruma getirmek için dikim aralığı ve yönlendirmesi kritik öneme sahiptir. Gölgeye dayanıklı mahsuller alt tabakalar için önceliklendirilmelidir; böylece her bitki, kendi özel ihtiyaçlarına uygun miktarda ışık alabilir. Ayrıca, yılın belirli dönemlerinde güneş radyasyonunun son derece yoğun olabildiği kurak bölgelerde tür ve çeşitlerin dikkatli seçimi hayati önem taşır.



Şekil 2: Agro ormancılık sistemlerinde bitki-toprak etkileşimleri

Arazi düzeyinde

Mikro-iklim etkisi

Arazi ölçeğinde ağaçlar ve çalılar, evapotranspirasyonu azaltarak, sıcaklık dalgalanmalarını hafifleterek ve rüzgâr hızını düşürerek mikro-iklimi istikrara kavuşturmaya yardımcı olur. Daha geniş ölçeklerde, bu bitkilerin evapotranspirasyonu atmosferik nemi artırabilir ve potansiyel olarak yağış modellerini etkileyerek yağış miktarının artmasına yol açabilir.

Sıcaklık tamponlaması

Ağaç ve çalılar sağladığı daha serin mikro-iklim ve gölge, iklim aşırılıkları sırasında mahsuller ve hayvanlar üzerindeki ısı stresini azaltır. Bu durum, özellikle tozlaşma gibi kritik büyüme evrelerinde aşırı sıcaklık değişimlerine duyarlı olan buğday gibi mahsuller için özellikle faydalıdır. Aynı şekilde, ağaçlar ve çalılar aşırı soğuğa karşı da koruyucu bir tampon oluşturur. Geceleyin, tepe örtüsü altında sıcak havayı hapsederek yerden ısı kaybını azaltır; bu da daha soğuk mevsimlerde don zararını önlemeye yardımcı olur.

Rüzgâr ve nem düzenlemesi

Ağaçlar, tarım arazilerinde rüzgâr hızını azaltarak mahsulleri ve hayvanları koruyabilir, su kaybını azaltabilir ve toprağın rüzgârla taşınmasını önleyebilir. Ancak, diziliş biçimlerine bağlı olarak, rüzgâr perdeleri ısı adaları veya durağan, nemli hava bölgeleri oluşturabilir ve bu durum mantar hastalıklarının ortaya çıkmasına yol açabilir.

Biyolojik çeşitlilik, tozlaşma ve doğal zararlı kontrolü

Ağaç ve çalılar mahsullerle entegrasyonu, daha geniş bir tür yelpazesini destekleyen çeşitli habitatlar oluşturur.

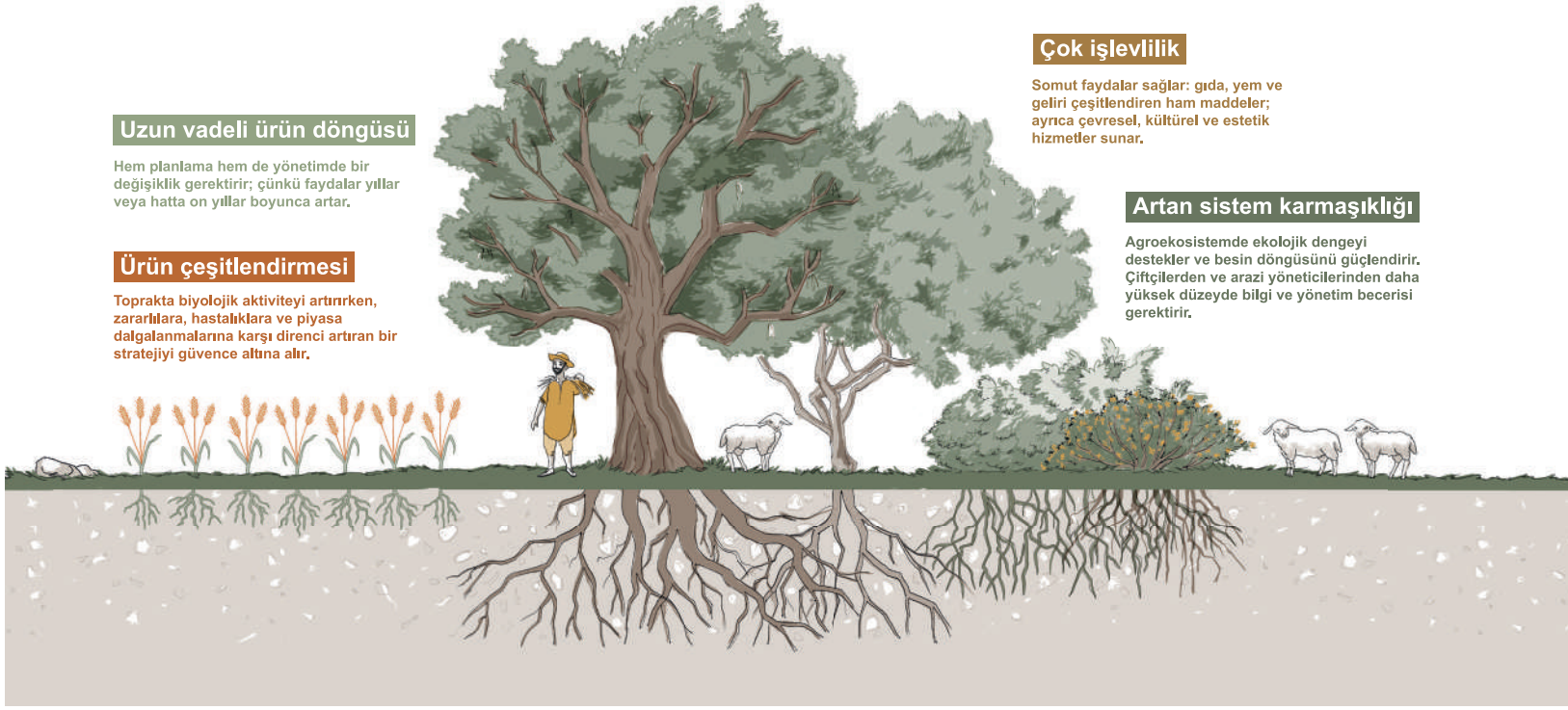
Çiftçiler için bu durum özellikle tozlayıcılar açısından büyük önem taşır. Ağaçlar ve çalılar, çiçekli bitkilerin daha fazla bulunması sayesinde tozlayıcı popülasyonunu artırabilir. Ağaçlar ve çalılar, tozlayıcılar ile diğer faydalı böceklerle ve zararlı popülasyonlarını baskılayabilen kuşlara (**yardımcı türler**) uygun yuvalama habitatları sağlayarak ekosistem işlevselliğini destekler. Agro-ormancılık sistemleri, doğal biyolojik mücadeleyi güçlendirerek kimyasal pestisit kullanım gereksinimini azaltma potansiyeline sahiptir.

Toprak altı ekolojik bileşenlerde de biyolojik çeşitliliğin artışı gözlenir. Sağlıklı topraklar, çeşitli makro ve mikro fauna gruplarının yanı sıra faydalı bakteri ve mantar topluluklarının yerleşmesine ve gelişmesine daha elverişlidir.

Çiftçi geçim olanakları ve toplumsal/ekonomik refah

Çeşitlendirme ve kaynakların en etkin kullanımı

Optimize edilmiş bir AFS, yılın farklı zamanlarında tek bir parselde elde edilen ürünlerin çeşitlendirilmesi yoluyla toplam üretkenliği artırarak geçim kaynaklarını önemli ölçüde iyileştirebilir. Birincil ürüne ek olarak, ağaçlar ve çalılar hayvan yemi, gıda ürünleri (meyveler ve kabuklu yemişler gibi), tıbbi kaynaklar, yakacak odun veya kereste sağlayabilir — bunların her biri potansiyel bir gelir kaynağını temsil eder. Bu çeşitlilik, zararlılar, hastalıklar veya aşırı hava olayları nedeniyle yaşanabilecek tam ürün kaybına karşı çiftçilere koruma sağlayarak gıda güvenliğinin artmasına katkıda bulunur.



Uzun vadeli ürün döngüsü

Hem planlama hem de yönetimde bir değişiklik gerektirir; çünkü faydalar yıllar veya hatta on yıllar boyunca artar.

Ürün çeşitlendirmesi

Toprakta biyolojik aktiviteyi artırırken, zararlılara, hastalıklara ve piyasa dalgalanmalarına karşı direnci artıran bir stratejiyi güvence altına alır.

Çok işlevlilik

Somut faydalar sağlar: gıda, yem ve geliri çeşitlendiren ham maddeler; ayrıca çevresel, kültürel ve estetik hizmetler sunar.

Artan sistem karmaşıklığı

Agroekosistemde ekolojik dengeyi destekler ve besin döngüsünü güçlendirir. Çiftçilerden ve arazi yöneticilerinden daha yüksek düzeyde bilgi ve yönetim becerisi gerektirir.

Şekil 3: Agro-ormancılık uygulamalarının benimsenmesi, kalıcı ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar sağlar.

Karmaşıklığın yönetimi

Agro-ekosistemde birbiriyle ilişkili birden fazla bileşenin yönetilmesindeki karmaşıklık, küçük ölçekli çiftçiler için önemli zorluklar arz eder. İş yükü, özellikle kuruluş ve erken yönetim aşamalarında oldukça fazla olabilir ve çoğu zaman suya erişimin kısıtlı olması, uygun ekipman ve özel finansman eksikliği, kamu ve özel sektör desteğinin yetersizliği, yüksek kaliteli bitki materyali kıtlığı, işgücü eksikliği ve arazi mülkiyetindeki güvensizlik gibi kısıtlamalarla daha da ağırlaşır.

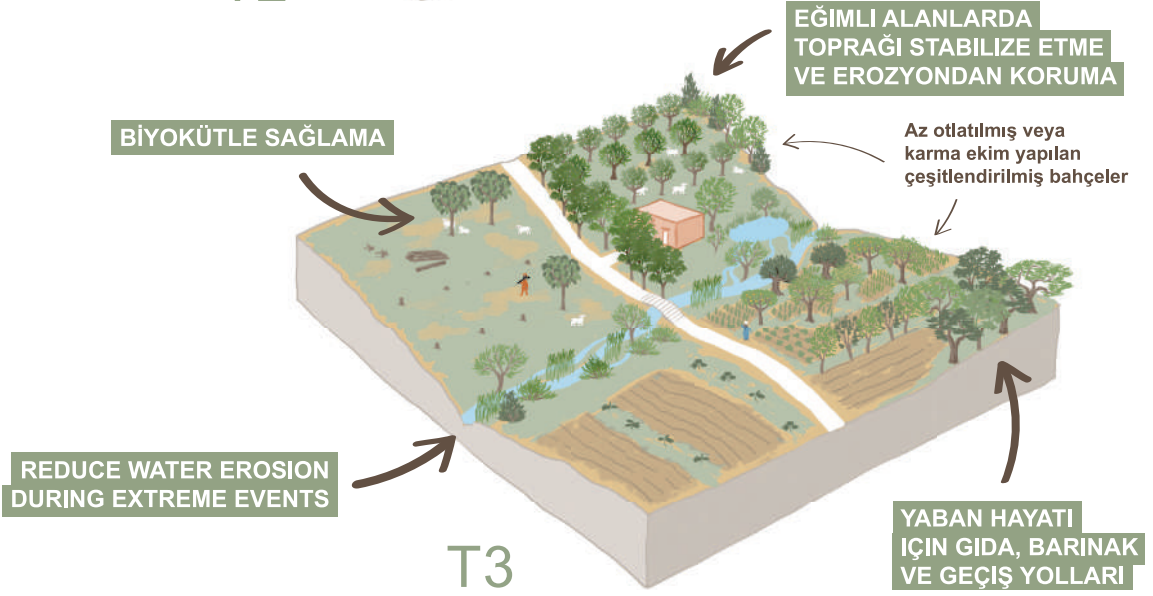
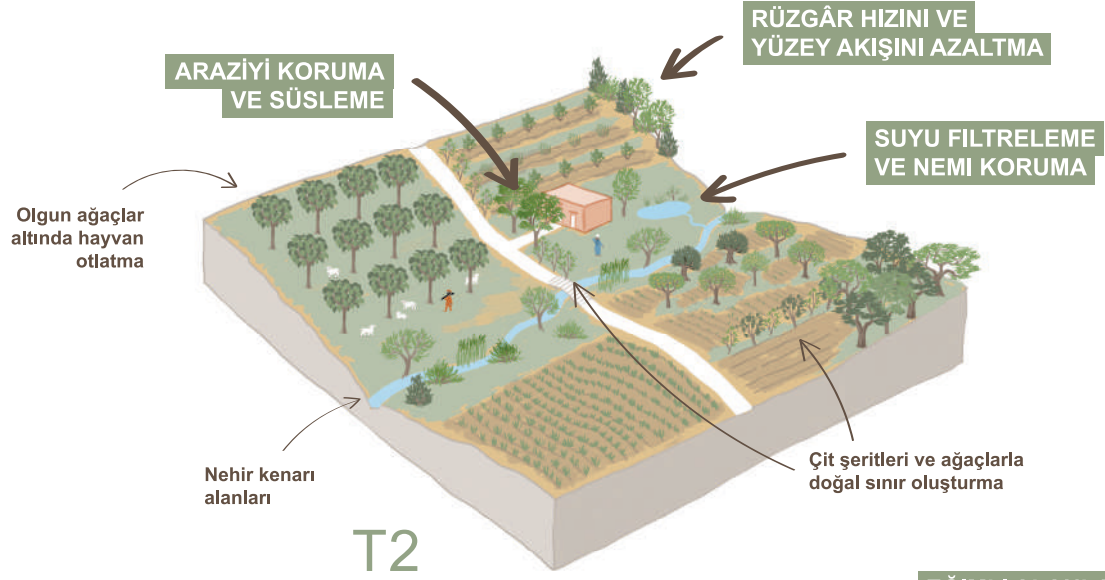
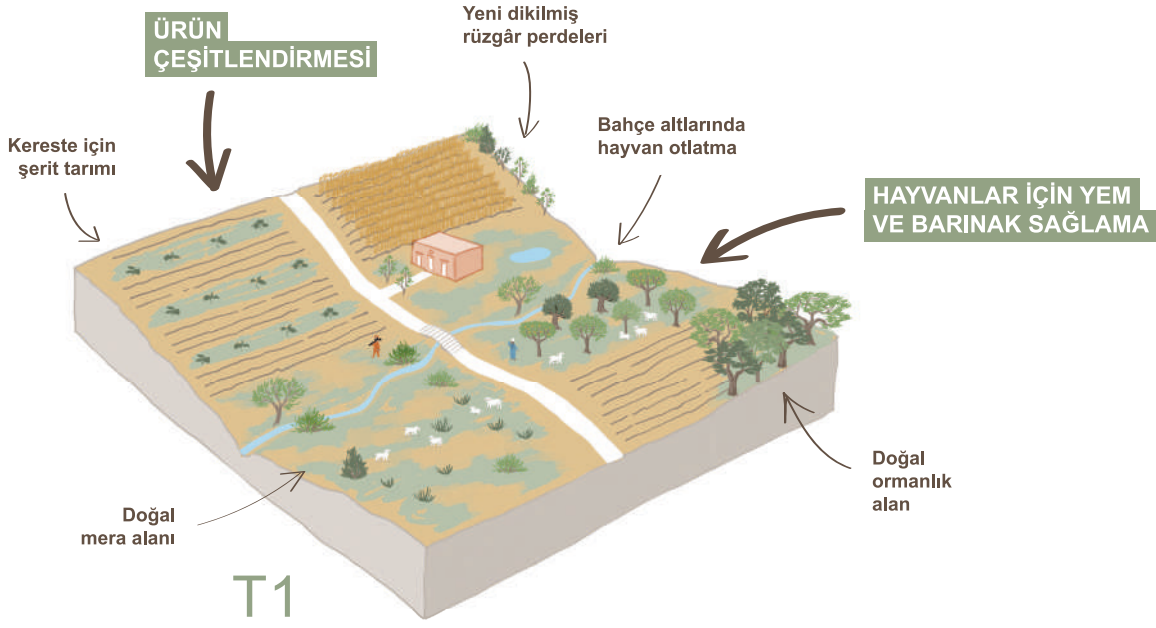
Sosyoekonomik boyut

Sosyal düzeyde, AFS'nin etkileri çeşitlilik gösterebilir. Bir yandan, tarım arazilerinin işlevselliğini ve estetiğini iyileştirerek çiftçilerin memnuniyetini artırabilirler. Bazı AFS'ler, Küresel Öne Sahip Tarımsal Miras Sistemleri (GIAHS) olarak bile tanınmaktadır; bu da çevredeki çiftçilere ilham verebilir ve olumlu bir yayılma etkisi yaratabilir. Öte yandan, AFS uygulamaları, bilhassa geleneksel tarımın hâkim olduğu ya da ağaç dikiminin araziye erişimi kısıtladığı şeklinde algılandığı bölgelerde dirençle karşılaşabilir veya çatışmalara neden olabilir. (Yeniden) ortaya çıkan bir yaklaşım olarak, yeni AFS'lerin benimsenmesi mümkün olduğunca çok sayıda faydalanıcıyı kapsayacak şekilde tasarlanmalı ve uygulamalarını kolaylaştırmak için anlaşılır ve net açıklamalarla desteklenmelidir.

Son olarak, sosyoekonomik açıdan AFS, yerel ve bölgesel düzeylerde yeni kooperatiflerin kurulması ve ortaya çıkan ürünler için değer zincirlerinin geliştirilmesi gibi kapsayıcı ekonomik fırsatlar yaratabilir. Bu girişimler, toplulukları güçlendirebilir ve kırsal bölgelerde yaşayanlar için iş fırsatlarını artırabilir.

Karbon depolama ve iklim değişikliğiyle mücadele

Daha genel olarak, ağaçlar ve çalılar karbonu gövdelerinde, dallarında, yapraklarında ve köklerinde uzun süre depolayarak tutabilirler. Ayrıca, toprak yüzeyi sıcaklığını düşürerek toprak organik maddesinin ayrışma hızını etkileyebilir ve böylece iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkıda bulunabilirler.



Şekil 4: Farklı agro-ormancılık sistemlerinin peyzaj ölçeğinde zamansal ve mekânsal evrimi. Zaman (T) ilerledikçe (T1'den T3'e), peyzajda bir dönüşüm meydana gelir ve ağaçların işlevleri de değişerek alanın ve sistemin diğer bileşenleriyle (hayvancılık, bitkisel üretim, habitat vb.) etkileşim biçimlerini yeniden tanımlar.

Orta Anadolu'da agro-ormancılık sistemi örnekleri



Altınova Devlet Çiftliği, Konya, Türkiye



Agro-ormancılık sistemi türü

Rüzgâr perdeleri

Saha tanıtımı

Altınova Çiftliği, Türkiye'nin Konya İli Kadınhanı İlçesinde, Orta Anadolu Platosu üzerinde yer almaktadır. Bu geniş alan, deniz seviyesinden ortalama 950 metre yükseklikte toplam 31.026 hektarlık bir yüzeyi kapsamaktadır. Yerel iklim, belirgin mevsimsel sıcaklık dalgalanmaları, yılda ortalama 315 mm ile sınırlı yağış ve baskın bozkır bitki örtüsü ile karakterize edilen karasal bir iklimdir. Yağışların büyük bölümü kış, ilkbahar ve sonbahar aylarında düşer; en yağışlı ay Mayıs, en kurak ay ise Ağustos'tur. Yıllık ortalama sıcaklığın 11 °C olduğu bölgede, kışlar soğuk; yazlar ise sıcak ve kuraktır. Arazide ayrıca saatte 120 km'ye ulaşan güçlü güney rüzgârı fırtınaları görülmekte olup, yılda ortalama 20 gün karla kaplı geçmekte ve Eylül ayının sonundan Mayıs ayının ortasına kadar don olayları yaşanabilmektedir.

Aslen 1942 yılında, daha önce boş olan hazine arazisi üzerinde bir kamu işletmesi olarak kurulan Altınova sahası, Tarım Bakanlığı bünyesinde hizmet vermeye devam etmektedir. Çiftlik ağırlıklı olarak tohum üretimi ve hayvancılık için kullanılmaktadır. Altınova Çiftliği'ndeki tarımsal üretim sistemi, bölgedeki birçok kuru tarım çiftçisinin uygulamalarını yansıtarak nadas ve buğday ya da arpa gibi kışlık tahıllardan oluşan iki yıllık bir rotasyona dayanmaktadır. Geleneksel tahıl tarımı, yoğun toprak işleme uygulamalarını içerir ve bu durum toprağı rüzgâr erozyonuna karşı savunmasız bırakır; bu sorun, bölgenin 1960'larda doğal meradan ekilebilir araziye dönüştürülmesiyle belirgin hâle gelmiştir. Buna karşılık, özellikle güney ve kuzey rüzgârlarının zararlı etkilerini azaltmak amacıyla rüzgâr perdeleri kurulmuştur. Günümüzde bu rüzgâr perdelerinin, yalnızca toprak erozyonunu önemli ölçüde azaltmakla kalmayıp aynı zamanda ürün verimini artırmada, yerel biyolojik çeşitliliği desteklemede ve pestisit kullanımını azaltmada da hayati önem taşıdığı kanıtlanmıştır. Tahıl tarımı için daha az uygun alanlarda badem ağaçları dikilmiştir; bu ağaçlar büyük ölçüde susuz yetiştirilmelerine rağmen, kuru koşullarda bile meyve vererek dayanıklılık göstermiştir; ancak işgücü eksikliği hasadını sınırlamıştır.

Uygulanan agro-ormancılık uygulamaları

- **Rüzgâr perdeleri / Agro-ormancılık şeritleri:** Rüzgâr erozyonuna karşı koruma sağlamak, biyolojik çeşitliliği desteklemek ve mikroklima oluşturmak amacıyla ağaç sıralarının (badem ağaçları dâhil) dikilmesi.
- **Sulama gerektirmeyen badem ağaçlarının marjinal alanlara entegrasyonu:** Badem bahçeleri, tahıl yetiştiriciliğine daha az uygun olan arazilerden verimlilik sağlar.
- **Anız otlatması ve tahıl rotasyonuna dayalı karma tarım:** Geleneksel bir agro-ormancılık sistemi olarak tanımlanmamakla birlikte, bitki-hayvan üretim sistemlerinin entegrasyonu ekosistem hizmetlerini güçlendirir.
- **Peyzaj ölçeğinde yaklaşım:** Tohum üretimi, tahıl ürünleri rotasyonu, mera kullanımı ve ağaçlandırılmış rüzgâr perdelerinin bütüncül yapısı, çok işlevli bir agro-ekosistemin oluşumunu destekler.
- **Arazi iyileştirmesi:** Tarımsal üretime elverişliliğini yitiren alanlarda ağaç ve çalıların tesisi, toprak örtüsü ve biyokütle üretimi sağlayarak bozunmuş arazilerin zamanla yeniden canlandırılmasına katkıda bulunur.

Benzer bağlamlara uygulanabilme

Altınova sahası, karasal iklim koşulları altında büyük ölçekli kuru tarımın hem olanaklarına hem de karşılaşılan zorluklarına örnektir. Rüzgâr perdelerinin başarılı bir şekilde kurulması ve sürdürülmesi, erozyonla mücadele, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve mikro-iklimlerin iyileştirilmesi için tekrar uygulanabilir bir model olarak öne çıkmaktadır.

Islah edilmiş mera alanları, Burunoba, Türkiye



Agro-ormancılık sistemi türü

Islah edilmiş mera alanları, silvopastoral sistem

Saha tanıtımı

Konya'nın Karapınar ilçesi ile Karaman arasında yer alan yarı kurak ovalardaki Burunoba köyü, yaklaşık 1.000 metre rakımda bulunmaktadır. Alan, sıcak-kurak yazlar, soğuk kışlar ve yıllık ortalama yalnızca 300 mm olan düzensiz düşük yağış rejimiyle tanımlanan Konya Kapalı Havzası içerisinde yer almaktadır. Bölgede baskın olan kireçli ve kumlu tınlı topraklar, düşük organik madde içerikleri ve yüksek rüzgâr erozyonu hassasiyetleri nedeniyle ciddi arazi bozunumu süreçlerine açık hâle gelmektedir.

Aşırı otlatma, tekrarlayan kuraklıkla birleşerek doğal bitki örtüsünü azaltmış ve mera alanlarını kırılgan ve verimsiz hâle getirmiştir. Buna ek olarak, kurak koşullara dayanıklı bitki türleri, su yönetimi uygulamaları ve kuru tarım tekniklerine yönelik yatırımlarda devlet desteğinin yetersiz kalması, bölgede mevcut su kaynaklarının hızla ve ciddi ölçüde azalmasına neden olmaktadır.

Mevcut koşullar yerel yöneticiler ile çiftçiler arasında güçlü bir kaygı yaratmış olup, bu aktörler yerel düzeyde uygulanabilir çözüm seçeneklerini değerlendirmeye başlamıştır. Bu bağlamda, bazı alanlarda rüzgâr perdeleri ve ağaç şeritleri uygulanmaya başlanmış, ilave parsellerde ise dikim çalışmaları planlanmaktadır. Ayrıca, önceki bir projede, Burunoba köyüne yakın bir belediye merası parseline *Atriplex canescens* dikilmiştir. Bu operasyon, çevrede restorasyon çalışmalarını başlatmayı ve kurak dönemlerde yerel sürülere yeşil yem sağlamayı amaçlamıştır. Bu dikili alan, yalnızca bozulmuş araziye biyolojik çeşitlilik kazandırmakla kalmamakta, aynı zamanda çobanlar ile çiftçiler arasında özel arazide otlatma nedeniyle ortaya çıkabilecek olası çatışmaları da önlemektedir.

Uygulanan agro-ormancılık uygulamaları

Bu kırılgan koşullar altında, *Atriplex canescens* uygulamasına dayalı bozunmuş mera alanlarının ıslahı birçok fayda sağlamıştır:

Bu çalı türü aşırı derecede kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklıdır. Yerleşmesini takiben, toprak yüzeyini tutarak rüzgâr erozyonunu azaltan koruyucu bir bitki örtüsü meydana getirir. Yaprak döküntüleri ile kök biyokütlesinin birikimi, toprak organik maddesi ve verimliliğinde aşamalı bir artış sağlayarak, diğer otsu bitki türlerinin yeniden kolonizasyonuna uygun bir mikro-çevre oluşturur. Islah fonksiyonuna ek olarak, *Atriplex* çalıları değerli bir yem rezervi işlevi görür. Her dem yeşil yaprakları yüksek mineral içeriğine sahiptir ve otsu yem kaynaklarının azaldığı kurak dönemlerde bile tüketilebilirliğini sürdürür. Bunun neticesi olarak, koyun ve keçi başta olmak üzere, yerel sürüler açısından stratejik bir yem kaynağıdır.

Benzer bağlamlara uygulanabilme

Burunoba'daki iyileştirilmiş mera örneği, düşük yağış, kireçli topraklar ve yüksek rüzgâr erozyonu riski gibi benzer kısıtlamalarla karşı karşıya olan Konya bozkırında tekrar uygulanma potansiyeline sahiptir. Burunoba'da *Atriplex* türlerinin başarılı şekilde gelişmesine olanak tanıyan ekolojik koşullar, Orta Anadolu'nun büyük bölümünde de ortak olarak görülmektedir. Benzer çevresel streslere yüksek tolerans gösteren *Atriplex halimus* başta olmak üzere diğer *Atriplex* türlerinin de Orta Anadolu Platosu'nda başarılı biçimde kurulabileceği öngörülmektedir.

SÖZLÜKÇE

Şerit ekimi (alley cropping) – Odunsu bitkilerin (ağaç veya çalı) birden fazla tekli ya da çoklu sıra hâlinde tesis edilmesi ve bu sıralar arasında kalan şeritlerde tarla, bahçe veya yem bitkilerinin yetiştirilmesi esasına dayanan bir agro-ormancılık uygulamasıdır.

Yardımcı türler – Tarımsal ekosistemlerde ‘yardımcı’ ya da ‘faydalı’ türler olarak adlandırılan bu hayvan grubu, başta böcekler ve kuşlar olmak üzere, doğal biyolojik mücadele yoluyla zararlı popülasyonlarını baskılayan veya tozlaşma ile toprak ekosistem süreçlerine katkıda bulunarak üretim sistemlerini destekleyen organizmaları kapsar.

Sürgün verme (coppice) – Büyümeyi teşvik etmek amacıyla bir ağaç veya çalının belirli aralıklarla toprak seviyesine yakın bir yerden kesilmesi. Günümüzde sürgün verme (coppicing), öncelikle bir ormanlık alanın sağlığını ve biyolojik çeşitliliğini artırmanın bir yolu olarak uygulanmaktadır. Sürgün verme yöntemi, çit yapımı için kazıklar, banklar, çit kapıları ve benzeri amaçlar için düzenli bir yakacak odun ve kereste kaynağı da sağlar.

Hidrolik kaldırma – Derin köklü bitkilerin alt toprak horizonlarından suyu absorbe ederek üstteki kuru horizonlara pasif olarak iletmesi; böylece yüzeysel kök sistemlerine ve komşu bitkilere su erişimi sağlaması şeklinde tanımlanan bir eko-fizyolojik süreçtir.

Mikorizal mantarlar / mikorizalar – Mikorizalar, bitki kökleriyle simbiyotik ilişki kuran faydalı mantar topluluklarıdır. Bitkiden karbonhidrat (şeker) elde ederken, karşılığında toprakta hifleriyle absorbe ettikleri suyu ve besin elementlerini bitkiye aktarırlar. Mikorizal yapılar, kök sistemine işlevsel bir genişleme kazandırarak bitkinin su ve besin maddesi alım yüzeyini önemli ölçüde genişletir.

Azot bağlama / azot fiksasyonu – Bitkiler tarafından doğrudan kullanılamayan atmosferik azotun (N_2), amonyak (NH_3) ya da bitkilerce alınabilir diğer azotlu bileşiklere dönüştürülmesiyle gerçekleşen biyokimyasal süreçtir. Azot bağlama süreci, atmosferik N_2 'yi doğrudan bitki tarafından kullanılamayan bir formdan, devam eden biyokimyasal dönüşümler sonucunda NH_3 , NH_4^+ veya NO_3^- gibi bitkiye elverişli azot formlarına çevirir.

Besin maddesi yıkanması – Yağış ve sulama kaynaklı su hareketi sonucunda, toprak profilinden çözünür bitki besin elementlerinin uzaklaştırılması olayı. Yüksek girdili tarımsal sistemlerde besin maddesi yıkanması, hem toprak hem de su kaynaklarında kirlenmeye neden olabilmektedir.

Baş budama (pollard) – Bir ağacın üst dallarının düzenli olarak kesilerek yoğun bir yaprak ve dal tacı oluşumunun teşvik edildiği geleneksel bir budama yöntemi.

Rüzgâr perdesi (shelterbelt) – Rüzgârdan koruma sağlamak ve toprağı erozyona karşı korumak amacıyla bir veya birden fazla sıra hâlinde ağaç ve/veya çalı dikilmesiyle oluşturulan rüzgâr perdesi. Genellikle çiftliklerde tarlaların kenarlarında çit sıraları hâlinde dikilirler.

Simbiyotik birliktelik, simbiyoz – Simbiyoz, iki farklı organizma arasındaki ve tarafların her birinin ortaklıktan fayda sağlayabildiği her türlü ilişki veya etkileşim biçimi olarak tanımlanabilir.

Ağaçlık mera (wood pasture) – Seyrek ağaç ve çalı örtüsü ile hayvan otlatma faaliyetlerinin bir arada bulunduğu geleneksel mera peyzajı tipidir.

REFERANSLAR

1 - Burgess PJ, Rosati A (2018). Agro-ormancılık nedir? AGFORWARD projesinden elde edilen sonuçlar Agro-ormancılık sistemleri 92:801– 810.
<https://doi.org/10.1007/s10457-018-0261-3>

2 - Lundgren, B. (1982), Giriş.
Agro-ormancılık sistemleri, 1 (1): 3-6.
<https://doi.org/10.1007/BF00044324>

3 - Raskin, B., & Osborn, S. (Baskı). (2019). Agro-ormancılık elkitabı: Birleşik Krallık için Agro-ormancılık. Soil Association Limited.

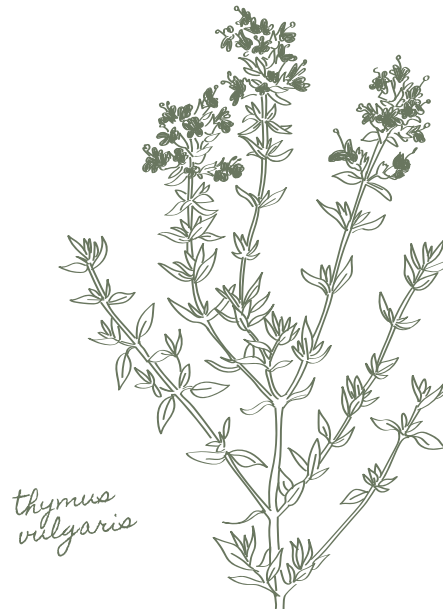
4 - Kuşlu, Y., & Şahin, Ü. (2009). Anadolu'daki Su Yapıları: Tarihten Günümüze Bir İnceleme. Uygulamalı Bilimler Araştırma Dergisi, 5(12), 2109-2116.

5 - Bayala, J., Prieto, I. (2020). Köklerin suyu alma, paylaşma ve yeniden dağıtma süreçleri: agro-ormancılık sistemlerindeki uygulamalar. Bitki ve Toprak 453, 17–28.
<https://doi.org/10.1007/s11104-019-04173-z>

6 - Liste, HH., White, J.C. (2008). Bitkilerde hidrolik kaldırma yoluyla toprak suyu transferi: tarımsal üretim ve arazi iyileştirmesine yönelik etkiler. Plant Soil 313, 1–17.
<https://doi.org/10.1007/s11104-008-9696-z>

7 - Andrade, D., & Pasini, F. (2019). Sentropik tarım nedir? Agenda Gotsch, 3.

8 - Olsson, L., H. Barbosa, S. Bhadwal, A. Cowie, K. Delusca, D. Flores-Renteria, K. Hermans, E. Jobbagy, W. Kurz, D. Li, D.J. Sonwa, L. Stringer, (2019). Arazi Bozunması. Koşullar: İklim Değişikliği ve Arazi: İklim değişikliği, çölleşme, arazi bozunumu, sürdürülebilir arazi yönetimi, gıda güvenliği ve karasal ekosistemlerdeki sera gazı akıları üzerine IPCC özel raporu.
<https://doi.org/10.1017/9781009157988.006>



Agro-ormancılık konusunda önerilen kaynaklar

- TransforMed yarı kurak, soğuk karasal kuru alanlar için bitki türlerine ilişkin teknik broşür (2026'da yayımlanacaktır)
- “Tarımsal Ormancılık (Agroforestry)”, Dr. İbrahim Turna, Gece Kitaplığı, 2023
- “Kuraklığa Karşı: Ağacın Gücü”, Geneviève Michon, IRD Éditions, 2025



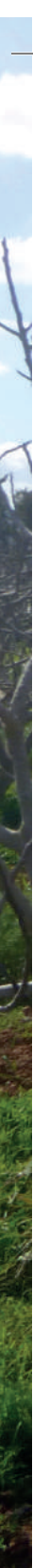
Teşekkür

Editorial ekip, bu teknik broşürün hazırlanmasına sağladıkları katkılardan dolayı ve bilhassa da metin denetimi, içerik sağlanması ve görsel katkıları için proje ortaklarına en içten teşekkürlerini sunar.

Adnane BENIAICH (UM6P), Atmane BEN SAID (UM6P), Azaiez OULED BELGACEM (ICARDA), Benginur Baştabak (DKM), Bouajila ESSIFI (ICARDA), Edouard JEAN (CAPTE), Ghada KORTASS (CAPTE), Hazem CHERNI (CAPTE), İrfan Gultekin (BDIARI), Işıl Arslan Çelebi (DKM), Khalil EL MAJAHED (UM6P), Mehmet Özbayrak (BDIARI), Melike Kuş (DKM), Mohamed EL AZHARI (AGENDA), Mounir LOUHAICHI (ICARDA), Oussama EL GHARRAS (AGENDA), Rachid DAHAN (AGENDA), Sawsan HASSAN (ICARDA), Sophia BAHDDOU (UM6P), Wajdi DHIB (CAPTE).

Notlar

Notlar





Sebze ara ekimi yapılan incir bahçesi: soğanlı bitkiler ve rezene (Tunus)

Marco Trentin, Florence Arsonneau,
Martin Trouillard – FiBL Fransa
Harun Cicek – FiBL Almanya

Fernando Sousa – Kuru tarım agro-ormancılığı merkezi

Fransa'dan Chouette Studio ve Joëlle Stauffacher
tarafından düzenlenmiş ve tasarlanmıştır.

TransforMed “Akdeniz bölgesinin agro-ormancılık
yolu ile dönüştürülmesi”

PRIMA Proje Hibe Sözleşmesi No: 2311

Kasım 2025



PRIMA programme is supported by Horizon 2020,
the European Union's Framework Programme for
Research and innovation.

