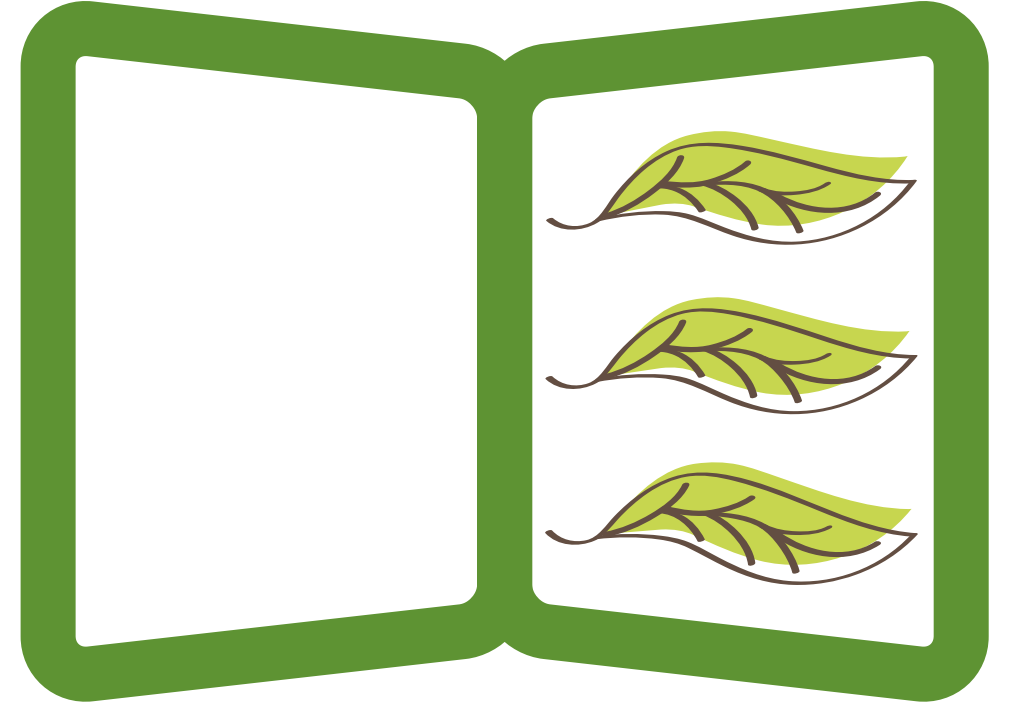




**CarboNostrum**  
CLIMATE-SMART AGRICULTURE IN A CHANGING WORLD



# ElKitabi

 Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

Bu proje 2021-1-PT01-KA220-VET-000033188, Avrupa Komisyonu'nun desteğiyle finanse edilmiştir. Bu broşür sadece yazarın görüşlerini yansıtmaktadır ve Komisyon burada yer alan bilgilerin herhangi bir şekilde kullanılmasından sorumlu tutulamaz.

CarboNostrum Proje Ortaklığı:





KA220-VET – Mesleki eğitim ve öğretimde işbirliği ortaklıkları

## İlkim Değişikliğine Karşı Akdeniz Tarımını Uygulama El Kitabı

Sözleşme No: 2021-1-PT01-KA220-VET-000033188

### CarboNostrum El Kitabı

#### YAZARLAR:

Gonzalo Barberá, Carlos Álvaro and Henrique Cerqueira

#### İnceleyenler:

Francesca Poggi

Márcia Silva, Graça Gonçaves, Guilherme Bastos, Samuel Oliveira

#### Grafik Tasarım:

Carlota Flieg



# İçindekiler

Özet .....	8
Giriş .....	9
<b>Genel Hususlar .....</b>	<b>13</b>
<b>Tarım: Eğilimler, Etkiler ve Faydalar .....</b>	<b>14</b>
İklim değişikliği: Neler Oluyor ve Nasıl Etkiliyor?	
Akdeniz'de Tarım .....	22
Akdeniz'de Çölleşme .....	33
Tarımsal Ekosistemler ve Peyzajlar .....	37
Tarımsal ve Ekolojik Yoğunlaşma .....	40
Tarımsal Sistemlerde Karbon Döngüsü .....	43
Etkilerin Azaltılması ve İklim Dostu Tarım (CSA) .....	46
Ortak Tarım Politikasını Anlamak .....	48
<b>Yönetim Uygulamaları .....</b>	<b>51</b>
Ürün Artıkları Yönetimi .....	52
Çitler ve Çalılıklar .....	60
Mahsüllerin Rotasyonu ve Münavebesi .....	73
Minimum Toprak İşleme, Toprak İşlemesiz Tarım ve Nadas .....	80

Kontur Toprak İşleme .....	87
Bitki Şeritleri .....	95
İlişkili Bitkiler .....	101
Örtü Bitkileri .....	107
<b>Fakir ve Bozulmuş Topraklarda Karbon Tutulumu .....</b>	<b>117</b>
Yönetim uygulamaları ve Karbon Tutumu .....	120
Toprak Mobilizasyonu .....	123
Atık Yönetimi .....	125
Yüzey Bitkileri .....	127
Doğal ve Yapay Gübreleme .....	129
Nadas Yönetimi .....	131
Entegre Sistemler: Tarımsal ormancılık, Otlatma ve	
Agrosilvopastoral Uygulamalar .....	133
Uygulama Araçları ve İzleme .....	136
Ekosistem Hizmetleri ve Karbon Piyasaları .....	143
<b>Sonuç .....</b>	<b>148</b>
<b>Referanslar .....</b>	<b>151</b>

## Özet

Bu el kitabı, Akdeniz'de tarım, iklim değışikliği ve çölleşme arasındaki karmaşık etkileşimi incelemekte ve dönüştürücü tarım uygulamalarına olan acil ihtiyacı vurgulamaktadır. Kılavuz, tarımsal üretkenliği desteklemeye, iklim değışikliğine karşı dayanıklılık oluşturmaya ve sera gazı emisyonlarını en aza indirmeye odaklanan bir metodoloji olan İklim Dostu Tarımın (CSA) derinlemesine bir incelemesini sunmaktadır. El kitabı ayrıca çeşitli sürdürülebilir tarım uygulamaları, Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası (CAP) gibi politika çerçeveleri ve bunların etkili bir şekilde izlenmesi ve uygulanması için Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) gibi araçlar hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir. Ön maliyetler ve teknik uzmanlık gibi potansiyel engellere rağmen topluluk katılımının ve kapasite geliştirmenin önemi vurgulanmaktadır. Pratik rehberlik ve teorik bilgiler sağlayan bu el kitabı, Akdeniz bölgesindeki çiftçileri ve arazi yöneticilerini sürdürülebilir uygulamaları benimseme konusunda donatmayı ve tarım için daha dirençli ve çevreye duyarlı bir geleceğe katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Dostu Tarım, Çölleşme, Akdeniz Tarımı, Sürdürülebilir Uygulamalar, Tarım Politikası.

## Giriş

Tarım, Neolitik Çağ'dan başlayarak son 12.000 yıldır uygarlığın bel kemiği olmuştur. Tarih boyunca çiftçiler, mahsulün büyümesini ve üretimini sağlamak için uygulamalarını sürekli olarak geliştirmiş ve arazi verimliliğinin korunmasında önemli bir rol oynamıştır. Ancak bu uygulamaların uzun vadede sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri konusunda dikkatli olmak büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde belirli tarımsal uygulamaların potansiyel zararlı etkileri ve sürdürülebilir alternatiflere duyulan acil ihtiyaç ele alınacaktır. Ayrıca, yeni bakış açıları ve yaklaşımlar gerektiren tarım ve iklim değişikliği arasındaki kritik bağlantıya değinilecektir.

Çok sayıda kanıt, iklim değişikliğinin büyük ölçüde insan faaliyetlerinden, özellikle de sera gazı emisyonlarından (GHG'ler) etkilenen bir gerçek olduğunu ve CO2'nin en önemli etken olduğunu doğrulamaktadır. Küresel bilim topluluğu, hem biyosfer hem de insanlık için çok büyük sonuçları olan bu korelasyona güçlü bir şekilde katılmaktadır. İklim değişikliği, bitkisel üretim de dahil olmak üzere tarım-gıda sistemini derinden etkilemektedir. İklimdeki dalgalanmalar ürün verimliliğini doğrudan etkileyerek kuraklık ve diğer aşırı hava olayları sırasında verimin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca, tarım ve arazi kullanımındaki değişiklikler, toplam insan sera gazı emisyonlarının yaklaşık %24'üne sebep olurken, ilave %10'luk bir kısım da nakliye ve paketlenme gibi tarım-gıda sistemi içindeki faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla tarımın iklim değişikliğine önemli bir katkısı ve kurbanı olması, tarımsal sürdürülebilirliğe olan acil ihtiyacın altını çizmektedir.

Kendine özgü iklimi ve biyoçeşitliliği ile karakterize edilen Akdeniz bölgesi, yirmi dört ülkeye yayılmakta ve sıcak, kurak yazlar ve ılıman, yağışlı

kışlar ile dikkat çekmektedir. Bu iklim yapısı, zengin biyoçeşitliliğin ve spesifik tarım uygulamalarının gelişmesini kolaylaştırmış olsa da, önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunlar, tekrarlayan kuraklıklar ve düzensiz yağışlar nedeniyle sınırlı su mevcudiyetinden erozyona, çölleşmeye ve bozulmaya duyarlı hassas topraklara kadar uzanmaktadır. Bu eşsiz ve çeşitli ekosistemler, iklim değişikliğinin ağırlığı altında ciddi tehditlerle karşı karşıyadır. Mevcut iklim tahminleri, bölgenin daha yoğun sıcak hava dalgaları, uzun süreli kuraklık dönemleri ve aşırı hava olaylarının sıklığında artış yaşayacağını göstermektedir. Bu değişiklikler ekosistemlerin, tarımın ve bu kaynaklara bağımlı insan toplumlarının istikrarı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Özellikle tarım için, bu iklim değişiklikleri mahsul yetiştirme mevsimlerinde kaymalara, verimde azalmaya ve haşere ve hastalık yaygınlığında artışa yol açabilir. Mevcut su kıtlığı sorunlarıyla birleştiğinde, bu etkiler bölgedeki zaten istikrarsız olan tarımsal durumu daha da kötüleştirebilir. İklim değişikliği etkilerinin potansiyel ciddiyeti göz önüne alındığında, bu risklerin azaltılmasına yönelik proaktif adımların atılması büyük önem taşımaktadır.

Bu acil sorunları ele almak için, tarımı ve ilgili faaliyetleri iklim değişikliği bağlamına yerleştiren İklim-Akıllı Tarım (CSA) kavramı ortaya çıkmıştır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2009 yılında CSA'YI tanıtmış ve üç ana sütun belirlemiştir. Bunlar; tarımsal üretkenlik ve gelirlerde sürdürülebilir artış, iklim değişikliğine uyum ve direnç oluşturma ve sera gazı emisyonlarının azaltılması veya önlenmesidir. CSA büyük ölçüde dikkat çekmiş olsa da, tanımının ve uygulamasının, çoğu zaman tarımsal sürdürülebilirlik hakkında daha geniş tartışmalara bağlanan zorluklarla karşı karşıya olduğunu belirtmek önemlidir. CSA için resmi bir kavramsal çerçeve



ve uygulama araçları daha sonra geliştirilse bile, CSA terimi çoktan yaygın bir kullanım kazanmıştır ve bu da çeşitli yorumlara ve tartışmalara yol açmıştır. 2013 yılında FAO, CSA'nın iki temel ilkesi olan tarımsal sistemlerde kaynak verimliliğinin artırılması ve tarım sektöründe yer alan sistemlerin ve insanların dayanıklılığının artırılmasını özetleyen bir kaynak kitap yayınlamıştır.

Bu el kitabı öncelikle Akdeniz bölgesindeki sürdürülebilir tarım uygulamalarına odaklanmaktadır, ancak diğer kurak iklim bağlamları için de yararlı bilgiler sağlayabilir. "Akdeniz" terimi hem coğrafi bir bölgeyi hem de yaz kuraklığı ile karakterize edilen bir iklim tipini ifade eder. Kaliforniya, Şili'nin merkezi, Güney Afrika'nın bazı bölgeleri ve Avustralya'nın güneybatısı gibi bölgeleri de kapsayan Akdeniz bölgesi, sınırlı su mevcudiyeti nedeniyle bitki örtüsü, toprak ve tarım açısından önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Ilıman bölge, kuraklığın zararlı etkilerini artırarak uzun vadeli arazi verimliliğini korumanın özellikle zor ve istikrarsız olduğu kırılgan bir ortam yaratmaktadır. Bu koşullar göz önüne alındığında, su mevcudiyeti, toprak kalitesi ve aşırı hava olayları gibi mevcut sorunları daha da kötüleştirecek olan iklim değişikliğinin yaklaşan etkisi düşünüldüğünde sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi daha da kritik hale gelmektedir.

Bu kitap, üç ana bölüm halinde düzenlenmiştir. İlk bölüm, modern tarımın daha geniş bağlamını, çevresel etkilerini ve çevresindeki peyzajla ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan genel hususlara genel bir bakış sunmaktadır. Bu anlayış, sürdürülebilir tarım uygulamalarının tanımını, amacını ve etkinliğini takdir etmek için çok önemlidir. İkinci bölüm, CSA'ya özel bir vurgu yaparak Akdeniz bağlamında sürdürülebilir uygulamaların ayrıntılı açıklamalarını ele almaktadır. Bu uygulamaların birçoğu yüzyıllardır kullanılan geleneksel tekniklerden ilham alırken, karbon döngüsü, iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin önemi gibi daha yeni

bakış açılarını içerecek şekilde geliştirilmiş ve uyarlanmıştır. Her bir uygulama; adı, türü, tanımı, örnekleri, toprak koruma ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri, uygulama koşulları, gerekli kaynaklar, tasarım ve uygulama, iklim değişikliği ile ilişkisi, Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası ile ilişkisi ve referanslar gibi hususları kapsayan yapılandırılmış bir format izlemektedir. Son bölüm ise, zayıf ve bozulmuş topraklarda karbon tutulması üzerinde duracak ve karbon tutma oranları ile tarımsal faaliyetler üzerindeki diğer etkileri ilişkilendiren bazı iklim dostu tarım teknikleri vurgulamayı amaçlamaktadır. Bu bölümde karbon miktarının belirlenmesi ve izlenmesinin yanı sıra karbon piyasaları kavramı da ele alınacaktır.

Akdeniz'in kendine özgü zorluklarına göre uyarlanmış sürdürülebilir uygulamaları keşfedip uygulayarak, yalnızca dayanıklı değil aynı zamanda çevreye duyarlı tarım sistemleri geliştirebiliriz.



# GENEL HUSUSLAR

## Tarım: Eğilimler, Etkiler ve Faydalar

Tarımın geçmişi yaklaşık 12.000 yıl öncesine dayanmaktadır ve insan toplumlarında göçebe avcı-toplayıcı yaşam tarzından yerleşik tarım topluluklarına doğru önemli bir geçişe işaret etmektedir. Tarımın ortaya çıkışında iklim değişiklikleri, kültürel ilerlemeler ve istikrarlı ve güvenilir gıda kaynaklarına duyulan ihtiyaç gibi çeşitli faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Başlangıcından bu yana tarımın önemi artmış, küresel olarak medeniyetlerin toplumsal ve kültürel dokusunu şekillendirmiş ve modern dünyada çok önemli bir rol oynamaya devam etmektedir.

Tarımın, Orta Doğu'nun bereketli hilali, Çin, Güneydoğu Asya, Etiyopya dağları ve Güney Amerika'daki And dağları da dahil olmak üzere dünyanın birçok yerinde bağımsız olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu erken tarım toplumları, geçici yaşam tarzlarından yerleşik yaşam tarzlarına geçişi haberlemiş, kalıcı konutların kurulması ve giderek daha karmaşık sosyal yapıların gelişmesiyle karakterize edilen bir çağın başlangıcını işaret etmiştir.

Tarım uygulaması, iş gücünün uzmanlaşması ve teknolojik yenilikler de dahil olmak üzere önemli toplumsal gelişmelere zemin hazırlamıştır. Başlangıçta, küresel nüfusun büyük bir kısmı doğrudan tarımla uğraşıyordu. Ancak zamanla, tarımsal uygulamaların verimliliğinin artması ve yoğunlaşması, daha az sayıda bireyin çiftçilik yapmasına yol açmıştır. Günümüzde ise, tarımsal ürünlere olan küresel bağımlılığa rağmen, çiftçiler küresel işgücünün yalnızca yedide birini oluşturmaktadır.

Avrupa bağlamında Akdeniz bölgesi özel bir ilgi alanıdır. Bu bölgedeki tarımsal uygulamaların ilk kanıtları MÖ 8500'lere kadar uzanmaktadır. Akdeniz'in sıcak ve kurak yazlar ile ılıman ve yağışlı kışlarla karakterize edilen benzersiz iklimi, bu koşullarda gelişen tarım sistemlerini şekillendirmiş ve zeytin, üzüm, incir ve çeşitli tahıllar gibi ürünlerin yetiştirilmesine yol açmıştır.

Bu tarım sistemleri Avrupa'nın tarımsal çerçevesinin ayrılmaz bir parçasıdır ve bölgenin gıda tedarikine ve ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Bu sistemler, binlerce yıllık tarımsal tarih ve kültürel geleneklerle desteklenen çeşitli mahsul sistemleri, hayvancılık ve tarımsal ormancılık mozağini temsil etmektedir. Bu bölge, tarımın, kültürel mirası şekillendirmek, biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunmak ve bölgenin sosyo-ekonomik dinamiklerinde kilit bir rol oynamak gibi gıda üretiminin ötesinde geniş kapsamlı etkilerle toplumsal yapıları ve peyzajları nasıl şekillendirebileceğinin dikkate değer bir örneğidir.

## ARAZİ AYAK İZİ VE YOĞUNLAŞTIRMA

Tarımın mekânsal kapsamı ve gezegenimiz üzerindeki etkisi çok büyüktür. Mevcut tahminler, hem ekilebilir hem de hayvancılık dahil olmak üzere tarımsal faaliyetlerin küresel olarak yaklaşık beş milyar hektarlık bir alanı kapladığını göstermektedir. Bu, Dünya'nın toplam karasal alanının %38'ine tekabül etmektedir ve tarımsal uygulamaların ne kadar büyük bir ayak izi bıraktığını göstermektedir.

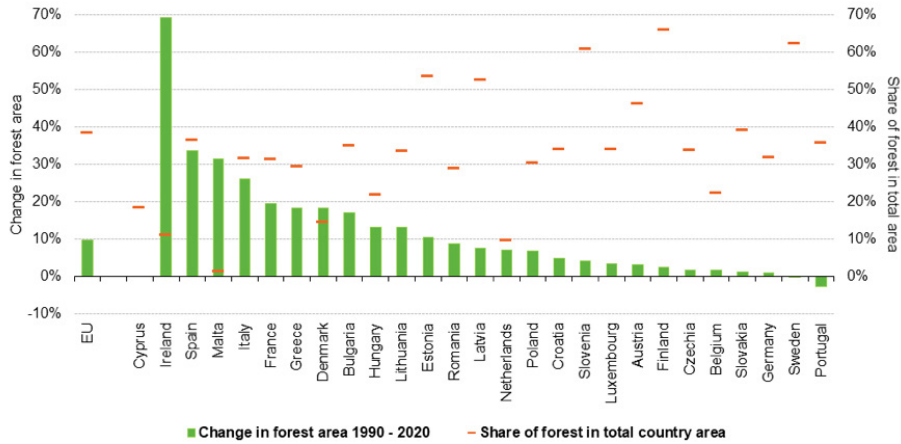
Bu tarım arazisi alanı, doğal ekosistemlerin tarım arazisine veya meraya dönüştürülmesinin hızlanmasıyla birlikte son iki yüzyılda çarpıcı bir şekilde genişlemiştir. 18. yüzyıldan bu yana tarıma ayrılan alanların neredeyse üç kat arttığına, dünya çapında peyzajları ve ekosistemleri önemli ölçüde değiştirdiğine tanık olmaktadır.

Bununla birlikte, son yarım yüzyılda kayda değer bir değişim meydana gelmiştir. Küresel nüfus %100'ün üzerinde bir artışla iki katından fazla artarken, tarım ve mera için kullanılan toplam arazi alanı %10'dan daha az bir oranda genişlemiştir. Nüfus artışı ile tarım arazilerinin genişlemesi arasındaki bu bariz kopukluk, öncelikle tarımsal yoğunlaşmaya bağlanabilir.

Tarımsal yoğunlaştırma, aynı arazi alanından mahsul veya hayvancılık gibi tarımsal ürünlerin üretimini artırılmasını içerir. Bu artış genellikle girdilerin daha verimli kullanımı, ileri teknolojiler ve geliştirilmiş tarım uygulamaları yoluyla elde edilir. Tarımsal yoğunlaştırma, daha az arazide daha fazla gıda üretimi sağlayarak, tarımın fiziksel ayak izi daha yavaş büyürken bile, artan küresel gıda talebinin karşılanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır.



### Forest area in the EU, 1990–2020 (%)



Note: Data for 2020 are estimates. Data for Cyprus for 1990 are not available. Data for France refer to metropolitan France. Source: FAO, Eurostat (online data codes: for\_area\_efa and reg\_area3)

eurostat

Şekil 1. Avrupa'da orman alanının artışı (1990-2020). Kaynak: Eurostat (2021)

Akdeniz ve Avrupa bölgeleri bağlamında, tarımsal arazi kullanımı ve yoğunlaşma farklı bir anlatı ortaya koymaktadır. Geçtiğimiz birkaç on yıl boyunca Akdeniz bölgesi, verimliliği artırma ve artan gıda ihtiyacını karşılama talebinden hareketle tarımsal yoğunlaşmaya doğru önemli bir kayma yaşamıştır.

Tarımsal yoğunlaştırma, küresel gıda talebinin karşılanmasında etkili olsa da, giderek artan endişe verici bir dizi çevresel sonuca yol açmıştır. Yoğunlaştırma süreci tipik olarak geleneksel tarımsal ekosistemlerin basitleştirilmesini ve sentetik gübre, pestisit ve enerji kaynakları gibi dış girdilere bağımlılığın artmasını gerektirmektedir. Bu uygulamalar mahsul verimliliğini artırmış ve gıda kıtlığının hafifletilmesinde önemli bir rol oynamış olsa da, bir dizi çevresel sorunu da tetiklemiştir.

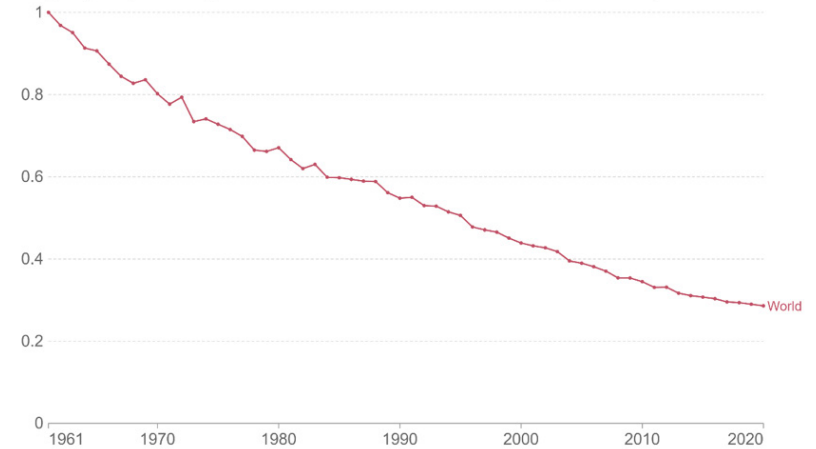
Bu sonuçlardan biri de kaynakların aşırı tüketimidir. Yoğun tarım sistemleri önemli miktarlarda su, enerji ve tarımsal kimyasallara ihtiyaç duyma eğilimindedir.

Bu gereksinimler su kaynaklarının aşırı kullanımına yol açarak su kıtlığına ve genellikle sera gazı emisyonlarıyla ilişkilendirilen aşırı enerji kullanımına neden olabilmektedir. Ayrıca, yoğun gübre ve pestisit kullanımı toprağın bozulmasına ve yüzey akışı nedeniyle su kirliliğine yol açarak hem çevre kalitesini hem de tarımsal uygulamaların sürdürülebilirliğini tehlikeye atabilmektedir.

Ayrıca, tarımsal yoğunlaştırma genellikle monokültür tarım ve peyzajın basitleştirilmesi de dahil olmak üzere tarım uygulamalarında ve arazi kullanım modellerinde bir değişimi içermektedir. Bu değişiklikler yerel biyoçeşitliliği bozabilmekte ve ekosistemlerin yapısını ve işlevini değiştirebilmektedir. Biyoçeşitlilik azaldıkça, ekosistem direnci de azalır ve uzun vadede potansiyel olarak daha düşük verimlilik ve istikrara yol açmaktadır.

### Arable land needed to produce a fixed quantity of crops, 1961 to 2020

Arable land needed to produce a fixed quantity of crops is calculated as arable land divided by the crop production index (PIN). The crop production index (PIN) here is the sum of crop commodities (minus crops used for animal feed), weighted by commodity prices. This is measured as an index relative to 1961 (where 1961 = 1).



Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

OurWorldInData.org/land-use • CC BY

Şekil 2. Bir birim tarımsal üretim için gerekli olan ekilebilir arazi (1961 = 1; 1961-2014). Kaynak: ourworldindata.org, FAO (2023) verilerine dayanmaktadır.

Bu sorunlar özellikle, sınırlı su mevcudiyeti, kırılgan topraklar ve artan iklim değişikliği nedeniyle tarımsal arazinin zaten zorlandığı Akdeniz bölgesinde geçerlidir. Bölgedeki tarımsal yoğunlaşımın çoğu zaman kaynakların aşırı kullanımına, toprağın bozulmasına ve geleneksel, biyoçeşitlilik dostu tarım uygulamalarının kaybolmasına yol açmaktadır.

Ayrıca, özellikle Güney Avrupa'nın bazı bölgelerinde monokültürlerin yaygın olarak benimsenmesi, peyzajları basitleştirmiş ve bölgenin zengin biyolojik çeşitliliğini bozmuştur. Bu durum sadece yerel flora ve faunayı tehlikeye atmakla kalmayıp, aynı zamanda bölgenin tarımsal-ekolojik direncini de zayıflatarak bölgeyi zararlılara, hastalıklara ve iklimsel aşırılıklara karşı daha savunmasız hale getirmektedir.

Tarımsal üretimin artırılmasına yönelik talepler ile çevrenin korunması ve dayanıklılığına yönelik aciliyetin dengelenmesi karmaşık bir iştir. Yerel bağlamların iyi anlaşılmasını ve sistemik düşünmeyi gerektirmektedir. Bu el kitabı, Akdeniz'de ve benzer zorluklarla boğuşan diğer bölgelerde sürdürülebilir, dirençli ve üretken bir tarımsal geleceği teşvik etmeye yönelik stratejilere odaklanarak bu önemli konuyu ele almaktadır.

## EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN DEĞERİ

Ekosistem hizmetleri, hayatımızın çeşitli yönlerine yayılan faydalarıyla insan refahının ayrılmaz bir parçasıdır. Bu hizmetler, doğal ekosistemlerin sağladığı, insanlara doğrudan veya dolaylı olarak fayda sağlayan ürünler, koşullar ve süreçlerdir. Bunlar dört geniş türe ayrılabilir: destekleme, düzenleme, tedarik ve kültürel hizmetler (Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi, 2005).

- Destekleyici hizmetler, diğer tüm ekosistem hizmetlerinin temelini oluşturan temel ekolojik işlevlerdir. Bunlar, insanlar da dahil olmak üzere tüm türlerin bağlı olduğu temel ekosistem üretkenliğini sağlayan besin döngüsünü, toprak oluşumunu ve birincil üretimi içermektedir.
- Düzenleyici hizmetler, iklim düzenlemesi, taşkın kontrolü, hastalık düzenlemesi ve su arıtma gibi ekosistemler tarafından düzenlenen doğal süreçleri ifade eder. Örneğin ormanlar, bir sera gazı olan CO<sub>2</sub>'yi emerek ve oksijeni serbest bırakarak iklimi düzenler (Foley ve diğerleri, 2005).
- Tedarik hizmetleri; gıda, tatlı su, odun, lif ve şifalı bitkiler gibi ekosistemler tarafından sağlanan somut ürünleri içerir. Tarım, dünya çapında çeşitli gıda ürünleri sağlayan tedarik hizmetinin başlıca örneğidir.
- Son olarak kültürel hizmetler, insanların ekosistemlerden elde ettiği maddi olmayan faydaları kapsar. Bunlar arasında estetik zevk, manevi tatmin, entelektüel gelişim, rekreasyon ve ekoturizm fırsatları yer almaktadır (Daniel vd., 2012).

Costanza ve arkadaşlarının ufuk açıcı bir çalışmasında. (1997), bu ekosistem hizmetlerinin toplam küresel değerinin, küresel gayri safi milli hasılayı (GSMH) aştığını tahmin ederek, bunların muazzam ekonomik önemini vurgulamıştır.

Ancak bu paha biçilmez ekosistem hizmetleri, tarımsal yoğunlaşmaya bağlı faktörler nedeniyle tehdit altındadır. Zira kimyasalların aşırı kullanımı su kalitesini ve toprak sağlığını bozabilir, bu da hem tedarik hem de düzenleme hizmetlerini olumsuz yönde etkileyebilir (Matson ve diğerleri, 1997). Ayrıca, yoğunlaştırılmış tarım sistemlerinin ortak özelliği olan peyzajın basitleştirilmesi, biyolojik çeşitliliğin kaybolmasına ve dolayısıyla destekleyici ve kültürel hizmetlerin bozulmasına neden olabilir (Tscharrntke ve diğerleri, 2005).

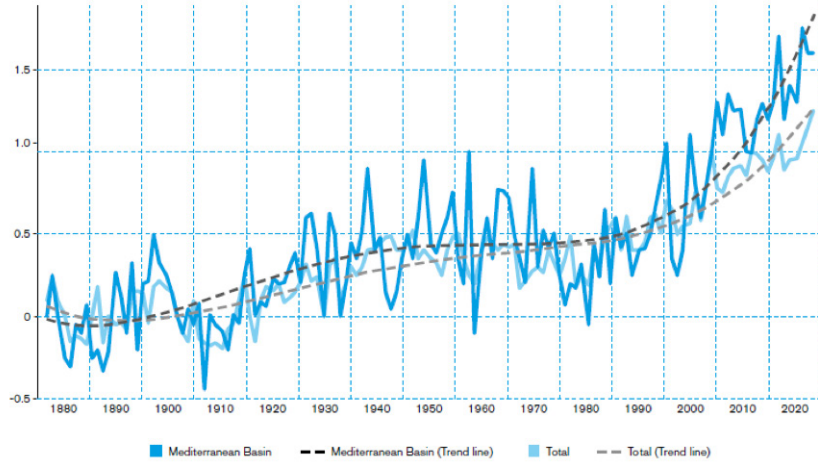
Ekosistem hizmetlerinin korunması ve geliştirilmesi sadece çevresel bir sorun değil, aynı zamanda sürdürülebilir tarımsal üretim ve genel toplumsal refah için de bir zorunluluktur. Bu nedenle, ekosistem hizmetlerini bozmak yerine saygı duyan ve bunlardan yararlanan tarıma duyulan ihtiyaç her zamankinden daha acil durumdadır.

## İklim değişikliği: Neler Oluyor ve Nasıl Etkiliyor? Akdeniz'de Tarım

Bilim insanları arasında fikir birliğiyle kabul edilen iklim değişikliği, şu anda gözlemlenebilen bir gerçektir ve sera gazı emisyonlarının büyük ölçüde azaltılmasına rağmen gelecekte daha da kötüleşmesi öngörülmektedir. Küresel olarak, kara sıcaklıkları 19. yüzyılın sonlarından bu yana yaklaşık 1,2°C artmıştır; en önemli artış ise son kırk yılda meydana gelmiştir. Bu ısınma, endüstriyel faaliyetlerimizin iklim değişikliğinin hızını artırdığını ve dünya atmosferindeki doğal sera etkisini daha da kötüleştirdiğini gösterir niteliktedir.

Sıcaklık artışı dünya genelinde aynı seviyede değildir; bazı bölgelerde diğerlerinden daha ciddi artışlar görülmektedir. İklim değişikliğinin etkilerinin yükünü daha yoğun çeken Akdeniz bölgesi buna bir örnektir. Bu bölgedeki sıcaklıklar 19. yüzyılın sonlarına göre yaklaşık 1,7°C daha yükselmiştir.

Akdeniz bölgesinin ısınma hızı küresel ortalamanın üzerindedir ve bu durum ciddi sosyal, ekonomik ve ekolojik etkilere yol açtığı ve yol açmaya devam edeceği için ciddi bir endişe kaynağıdır. Sıcaklık, daha uzun ve daha yoğun sıcak hava dalgalarına ve kontrol edilemeyen yangınlara neden olmak da, su mevcudiyetini azaltmak da, tarımı tehdit etmek de ve geniş çaplı ekosistem hasarına neden olmaktadır.



Şekil 3. Dünya ve Akdeniz Havzasında küresel yüzey sıcaklığının değişimi (1880-2020).

Kaynak: Cramer ve diğerleri. (2018)

İklim değişikliğinin neden olduğu küresel sıcaklık ve atmosferik düzendeki değişiklikler, yağış, sıcaklık ve aşırı hava olaylarının sıklığı ve şiddeti gibi faktörleri kritik biçimde etkilemektedir ve bu da mahsul verimliliğini ve gıda güvenliğini etkilemektedir.

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki önemli etkilerinden biri kurak bölgelerdeki çölleşmeyle ilgilidir. Aşırı otlatma, ormansızlaştırma ve uygunsuz tarım uygulamaları gibi insan faaliyetleri, toprak ve bitki örtüsünü bozarak çöl benzeri koşulların genişlemesine yol açmaktadır. Ayrıca artan küresel sıcaklıklar buharlaşma oranlarını yoğunlaştırarak bu alanların kurummasına daha fazla neden olabilmektedir.

Küresel sıcaklıklar, yağış miktarında bir artış olmaksızın yükselmeye devam ederse, kuraklık olgusu (bir iklimin etkili, yaşamı teşvik eden nemden yoksun olma derecesi) artacaktır. Bu büyüme kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine yol

açarak daha fazla bölgeyi çölleşme riskiyle karşı karşıya bırakacaktır. Bu genişleme tarıma uygun arazi alanını azaltarak gıda güvenliğini tehdit eder hale gelecektir.

Dahası, iklim değişikliğinin atmosferik düzendeki değişiklikler nedeniyle yağışın dağılımını ve yoğunluğunu değiştirmesi muhtemeldir. Bu değişiklikler küresel olarak daha karmaşık kuraklaşma modellerine yol açabilir. Bazı bölgelerde daha sık ve ciddi kuraklıklar yaşanırken, bazı bölgelerde düzensiz ve yoğun yağışlar yaşanabilir ve bunların her ikisi de tarımsal verimliliği olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Yağış düzenindeki bu tür değişiklikler ve artan sıcaklıklar, mevcut ürün adaptasyonlarını ilgili bölgeler için uygunsuz hale getirebilir. Farklı mahsullerin optimum büyüme için farklı iklim gereksinimleri vardır ve bu gereksinimler mevcut iklime dayanmaktadır. Sıcaklık ve yağış düzenindeki değişiklikler, bir zamanlar belirli bir bölge için uygun olan mahsullerin artık yeni iklim koşulları altında gelişemeyeceği anlamına gelebilir.

Çiftçilerin daha dayanıklı mahsul çeşitlerine veya tamamen farklı mahsullere, önemli maliyet ve riskler gerektiren uygulamalara geçmeleri gerekebilir. Bu aynı zamanda geleneksel çeşitlerin yeni iklim koşulları altında savunulamaz hale gelmesi durumunda ürün çeşitliliğinin kaybedilmesi ihtimalini de artırmaktadır. Ayrıca, değişen iklim koşulları böceklerin ve patojenlerin yaşam döngülerini değiştirebileceğinden, bu tür değişimler haşere ve hastalık salgınlarının olasılığını da artırmaktadır.

Bitkisel üretimin ötesinde, iklim değişikliği, hayvancılıkta da önemli zorluklar yaratır. Artan sıcaklıklar hayvanlarda ısı stresine neden olabilir, verimliliği azaltabilir ve ölüm oranlarını artırabilir. Değişen yağış düzenleri nedeniyle yem bulunabilirliği ve kalitesindeki değişiklikler, hayvan sağlığını ve verimliliğini de etkileyebilmektedir.

## AKDENİZ İKLİMİ VE HASSASİYETLERİ

Akdeniz iklimi, subtropikal yüksek basınç ve kutup cephesi arasındaki konumundan dolayı, sıcak ve kurak yazları ile ılıman, yağışlı kışlarıyla belirgin bir şekilde karakterize edilmektedir. Yıllık yağış miktarı genellikle düşüktür ve iklimde yıllar arası değişkenlik yüksektir; bu da bir yıldan diğerine yağış ve sıcaklıkta önemli farklılıklar olabileceği anlamına gelmektedir.

Güney Kaliforniya, İspanya, Avustralya, Şili ve Kuzey İtalya gibi Akdeniz bölgelerinin çoğu ağırlıklı olarak kurak koşullara dayansa da, bazı bölgeler özellikle kış aylarında yüksek yağışlara maruz kalır. Şiddetli yağışlar bitki örtüsünün hızla büyümesine neden olabilir, ardından sıcak, kuru yaz aylarında kurur ve genellikle yangın riskini artırmaktadır.

Sıcak yaz aylarındaki kuraklık koşulları Akdeniz ikliminde yaygın bir olgudur. Bu durum su stresini hem doğal ekosistemleri hem de tarımsal uygulamaları etkileyen kritik bir faktör haline getirmektedir. Bölgedeki bitki ve hayvanlar yaz aylarında sınırlı su mevcudiyeti ile hayatta kalabilecek şekilde evrimleşmiştir, ancak kalıcı ve şiddetli kuraklıklar yine de önemli ekolojik hasara neden olabilmektedir.

Son iklim eğilimleri, bu Akdeniz bölgelerindeki yıllık yağışlarda genel bir düşüşe işaret etmektedir. Örneğin bazı bölgelerde yaz aylarında yağışlar azalmaktadır. Bu, Akdeniz yazlarının karakteristik özelliği olan yüksek sıcaklıklarla birleştiğinde, su kıtlığını daha da kötüleştirebilir, şiddetli tarımsal kuraklıklara ve kontrol edilemeyen yangınlara karşı hassasiyetin artmasına yol açabilir.

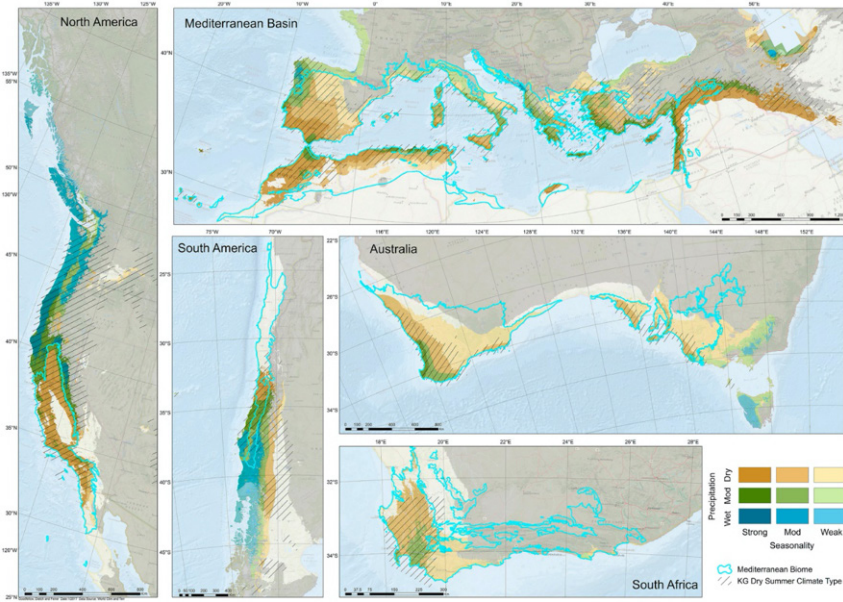
İklim değişikliği duruma bir başka karmaşıklık katmanı daha eklemektedir. Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak küresel ısınmanın Akdeniz ikliminin kuraklığını arttıracığı öngörülmektedir. Artan sıcaklıklar buharlaşma oranlarının artmasına yol açarak yüzey suyu ve yeraltı suyu rezervlerinin kullanılabilirliğini daha da azaltabilir. Bu durum, zaten kurak olan yaz aylarını daha da kuru hale getirecek ve potansiyel olarak kurak mevsimi tipik olarak yağışlı kış aylarına kadar uzatacaktır.

Sıcaklıklardaki artışın yanı sıra iklim değişikliğinin de yağış düzenini etkilemesi beklenmektedir. Genel eğilim yağış miktarının azalması yönünde olsa da, daha yoğun yağmur olaylarının daha uzun kurak dönemlerle ayrılmasıyla yağış dağılımı da daha dengesiz hale gelebilir. Bu artan yağış mevsimselliği, yağışlı dönemlerde daha sık ve şiddetli su baskınlarına, kurak dönemlerde ise daha yoğun kuraklıklara yol açabilir.

Bu iklim değişiklikleri, verimli toprakların giderek kuraklaştığı ve üretkenliklerini kaybettiği bir süreç olan Akdeniz topraklarının çölleşmeye karşı hassasiyetini artırmaktadır. Bunun bölgedeki tarım, biyolojik çeşitlilik ve insan yerleşimleri üzerinde ciddi etkileri olabilir.

Akdeniz bölgesinin iklim değişikliğine karşı hassasiyeti, uyum ve azaltım stratejilerine duyulan acil ihtiyacı vurgulamaktadır. Bunlar arasında iyileştirilmiş su yönetimi, kuraklığa dayanıklı mahsullerin geliştirilmesi, toprak erozyonunu önlemek için yeniden ağaçlandırma ve sera gazı emisyonlarının azaltılması sayılabilir. Ayrıca, gelecekteki değişiklikleri tahmin etmek ve buna göre plan yapmak için titiz bir iklim modellemesine ihtiyaç vardır.





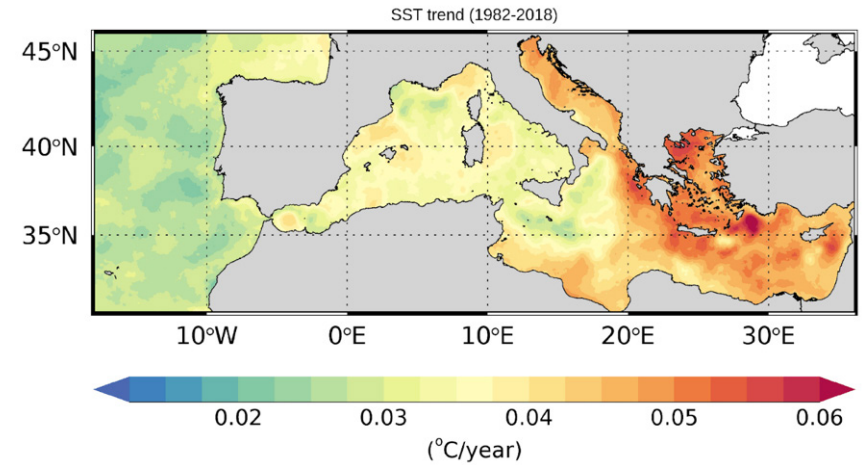
**Şekil 4.** Akdeniz iklimlerinin küresel dağılımı. Mavi çizgi Akdeniz biyomlarını tanımlarken, enine çizgiler kurak yaz alanlarını gösterir. Renkler yağış rejimini, renk yoğunluğu ise mevsimselliği temsil etmektedir. Kaynak: Deitch ve diğerleri. (2017)

Dünyadaki diğer birçok deniz ekosistemi gibi Akdeniz de iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini yaşamaktadır. 1982-2018 yıllarına ait gözlem verileri, sıcaklığın yılda yaklaşık 0,04°C kadar istikrarlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Bu artış önemsiz gibi görünse de denizin 1980'lerin başında olduğundan 1,5°C daha sıcak olması anlamına gelmektedir. Bu ısınma, Akdeniz'in hassas ekolojik dengesinin bir sonucudur ve biyolojik çeşitliliği, balıkçılık endüstrilerini ve bölgesel iklimi etkilemektedir.

Bu ısınma eğiliminin dikkate değer yönlerinden biri, Akdeniz'deki coğrafi eşitsizliktir. Doğu Akdeniz, Atlantik Okyanusu'na bağlı batı kısmına göre daha hızlı ısınmaktadır. Isınma oranlarındaki bu mekansal değişkenlik, deniz türlerinin dağılımını etkileyebilmekte ve potansiyel olarak yerel ekosistemleri ve balıkçılık

endüstrisini etkileyebilmektedir. Bazı türler daha serin olan batı bölgelerine doğru hareket ederken bazıları artan sıcaklıklara hiç dayanamayabilir ve bu da yerel biyolojik çeşitlilikte değişikliklere yol açmaktadır.

Akdeniz'in sıcaklığı bölgesel hava koşulları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bölgede sıklıkla görülen şiddetli sonbahar yağmurları da buna bir örnektir. Deniz ne kadar sıcak olursa, buharlaşma da o kadar fazla olur ve eklenen bu nem, daha fazla yağışa neden olabilmektedir. Özellikle kurak geçen yaz aylarından sonra yaşanan bu yoğun yağışlar şiddetli toprak erozyonuna yol açarak tarım arazilerinin zarar görmesine ve engebeli alanlarda heyelan riskinin artmasına neden olabilmektedir.



**Şekil 5.** Akdeniz'deki ısınma eğilimleri. Kaynak: Pisano ve diğerleri. (2020)

İklim modelleri, iklim değişikliğinin tarımsal faaliyetler üzerindeki potansiyel etkisine dair fikir vermektedir. Akdeniz bölgesi, kendine has iklimsel özellikleri ve tarıma olan yoğun bağımlılığı nedeniyle özellikle hassas bir konumdadır. Institut Europeu de la Mediterrània tarafından 2018 yılında aktarıldığı üzere, tahminler, emisyon azaltma çabalarıyla bile Akdeniz'deki ortalama sıcaklığın yüzyılın



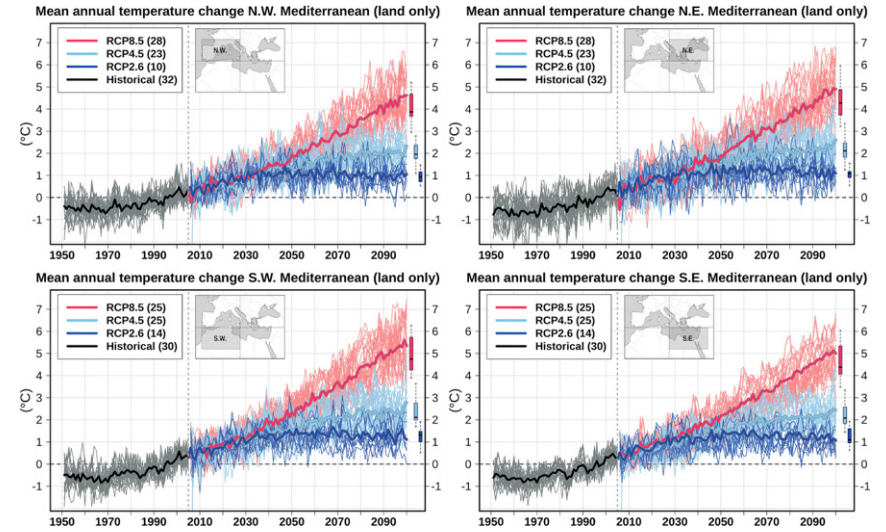
ortalarına kadar 2°C artabileceğini öngörmektedir (RCP 4.5). Bununla birlikte, daha endişe verici bir “böyle devam ederse olacaklar” senaryosu, 3,5°C-4°C’lik potansiyel bir artışa işaret etmektedir (RCP 8,5).

RCP, Temsilci Konsantrasyon Yolları anlamına gelir. Bunlar, iklim araştırma topluluğunun atmosferimizdeki sera gazı konsantrasyonlarının potansiyel geleceğini tahmin etmek için kullandığı senaryolardır. Bu senaryolar veya yollar, sanayi öncesi değerlere göre 2100 yılına kadar toplam ışınimsal zorlamaya (metrekare başına watt cinsinden ölçülür) dayalı olarak tanımlanır.

- **RCP 4.5**, 2100 yılından kısa bir süre sonra radyatif zorlamayı stabilize etmek için politikaların yürürlüğe konduğu ve bu yüzyılın sonunda 4,5 W/m<sup>2</sup> (metrekare başına watt) artışa yol açan bir “istikrar senaryosunu” temsil etmektedir. Bu senaryoya göre, sera gazı emisyonları 2040 yılı civarında zirveye ulaşacak ve daha sonra düşüşe geçecektir. Emisyonlarda önemli azalmalar öngördüğü ancak diğer bazı RCP’lerden daha az iddialı olduğu için genellikle bir ara senaryo olarak kabul edilmektedir.
- **RCP 8.5**, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik özel politikalar içermeyen bir “her zamanki gibi iş” senaryosudur. RCP’ler arasında en yüksek sera gazı konsantrasyonu yörüngesini temsil etmektedir. Işınimsal zorlama değeri 2100 yılı itibariyle 8,5 W/m<sup>2</sup>’ye ulaşmaktadır. Bu senaryoda, sera gazı emisyonları 21. yüzyıl boyunca artmaya devam edecek ve atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonları 2100 yılına kadar milyonda 950 parçaya (ppm) ulaşarak 2015 yılındaki yaklaşık 400 ppm’lik konsantrasyonun iki katından fazlasına çıkacaktır.

Bu yollar, farklı emisyon senaryoları altında sıcaklık artışı, yağış değişiklikleri, deniz seviyesinin yükselmesi ve diğer faktörler dahil olmak üzere iklim

değişikliğinin olası etkilerini tahmin etmek için iklim modellerinde kullanılır. Politika yapımcıların ve bilim insanlarının olası gelecekleri anlamalarına ve farklı potansiyel iklim sonuçları için plan yapmalarına yardımcı olurlar.



**Şekil 6.** Akdeniz’i çevreleyen topraklarda yıllık ortalama sıcaklıkta öngörülen değişiklikler. RCP2.6, emisyonların sıkı kontrolüne yönelik bir senaryodur; RCP4.5 emisyonları 2040 yılına kadar artıracak ve daha sonra azaltacaktır; RCP8.5, emisyon kontrolü olmayan ‘her zamanki gibi’ bir iş. Kaynak: Zittis ve ark. (2019)

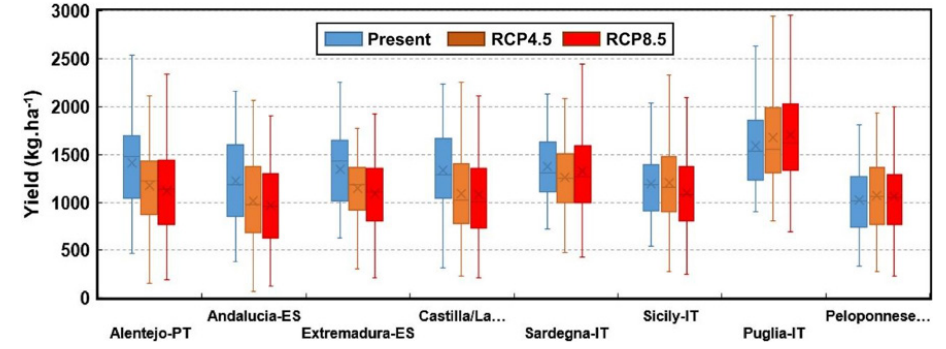
Sıcaklıktaki bu değişim münferit bir olgu değildir. Yağış modellerinin de önemli ölçüde değişime uğrayacağı öngörülmektedir. En önemlisi, kış yağışlarında azalma beklenmektedir. Mağrip ve Doğu Akdeniz gibi bölgeler, yağış miktarındaki önemli düşüşlerin su mevcudiyeti, toprak nemi ve tarımsal verimlilik üzerinde vahim sonuçlar doğurabileceği için özellikle endişe vericidir

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak Akdeniz’de daha sıcak ve kurak yazlar tarım için bir dizi zorluk teşkil etmektedir. Bölgedeki zeytin, üzüm ve çeşitli tahıllar

gibi temel ürünler sıcak hava dalgaları ve yetersiz su nedeniyle stresle karşı karşıya kalabilmektedir. Azalan su mevcudiyeti sadece verimi değil, aynı zamanda ürünün kalitesini de etkilemektedir. Üstelik kuraklık gibi aşırı hava olaylarının sıklığının artması, toprağı aşındırarak zamanla verimliliğini azaltabilir.

İlginç bir şekilde, bazı bölgelerde yağış miktarı azalırken, küresel hidrolojik döngünün yoğunlaşması beklenmektedir, bu da bazı bölgelerde yağışların artabileceği anlamına gelir. Ancak bu, Akdeniz için zamana yayılan istikrarlı, faydalı yağmurlar yerine daha yoğun, şiddetli yağışlar anlamına gelebilir. Bu tür ara sıra ve yoğun yağmur olayları, su rezervlerini yenilemek yerine üst toprağı yıkayıp mahsullere zarar verebilecek ani sellere yol açabilir.

Ürün dinamikleri üzerindeki etkilerin Akdeniz'deki ürün verimi ve uygunluğu üzerinde etkileri vardır. Örneğin simülasyonlar, Güney İspanya'daki bazı toprak türlerinde ayçiçeği yetiştiriciliğinin kısmen uygunsuz hale gelebileceğini ve 2100 yılına kadar mahsul üretiminin azalmasına yol açabileceğini göstermektedir. Zeytin yetiştiriciliği de zorluklarla karşı karşıyadır; artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar nedeniyle Batı Avrupa'da %45'e varan verim düşüşleri öngörülmektedir. Akdeniz'in diğer önemli ürünleri olan üzüm bağları ve zeytin, fenolojik olaylarda hem miktarı hem de kaliteyi etkileyen değişiklikler yaşayabilir.



Şekil 7. Akdeniz genelinde farklı iklim değişikliği senaryoları altında zeytin rekoltesi.  
Kaynak: Fraga ve ark. (2019)

Dahası, hidrolojik döngü üzerindeki etkiler su arz ve talebini etkileyecek ve kuraklık daha sık görüleceği için sulu tarımda zorluklara yol açacaktır. Buna ek olarak, iklim değişikliğinin de etkisiyle Akdeniz çölleşmeye karşı oldukça hassastır ve bu durum iklim değişikliğinin ve Akdeniz'deki tarımsal faaliyetlerin etkilerini daha da ağırlaştırmaktadır.

## Akdeniz'de Çölleşme

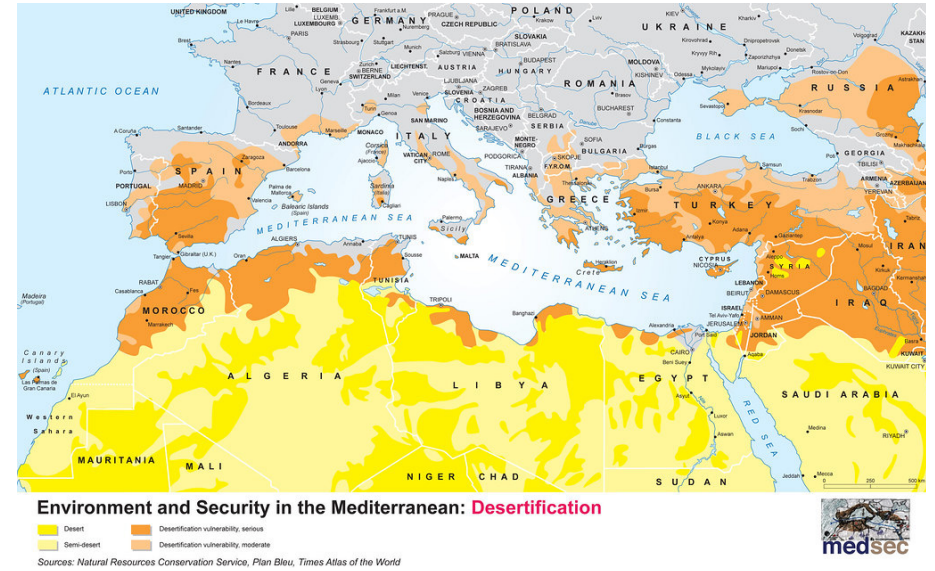
Çölleşme, kurak, yarı kurak ve kuru nemli bölgelerdeki arazilerin, iklim değişiklikleri ve insan faaliyetleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörler nedeniyle bozulmasıdır. Dünya kara yüzeyinin yaklaşık üçte birini ve küresel olarak bir milyardan fazla insanı etkilemektedir. Yaygın inanışın aksine, çölleşme mevcut çöllerin genişlemesini değil, daha önce çöl olmayan alanlarda çöl benzeri koşulların oluşmasını ifade eder. Ekosistem hizmetlerine olan talep ve arz arasındaki uzun vadeli dengesizlik nedeniyle ortaya çıkar ve arazi verimliliğinin azalmasına neden olur.



Şekil 8. Mértola'da çölleşmeye yatkınlık açısından kritik bir alan örneği, Alentejo, Portekiz – Kredi: Henrique Cerqueira

## AKDENİZ'İN KIRILGANLIĞI VE ÇÖLLEŞME

Akdeniz Havzası, yağışlı kışlar ve sıcak, kurak yazlar ile karakterize edilen benzersiz iklimi ile çölleşmeye karşı en hassas bölgelerden biridir. Avrupa Çevre Ajansı'na (EEA, 2008) göre Güney Avrupa'daki arazilerin yaklaşık %75'i çölleşmeye meyillidir. Araştırmalar, son yıllarda Akdeniz'de çölleşme riskinin arttığını göstermektedir; bunun başlıca nedeni iklim değişikliği ve arazinin aşırı kullanımı, aşırı otlatma ve ormansızlaşma gibi insan kaynaklı faktörlerdir. Bu faktörler toprak erozyonuna, bitki örtüsü kaybına ve arazi bozulmasına katkıda bulunarak çölleşme sürecini ilerletmektedir.



Şekil 9. Akdeniz havzasında çölleşmeye karşı hassasiyet. Kaynak: Emmanuelle Bournay ve Matthias Beilstein, Zoé Çevre Ağı (2013).

## ÇÖLLEŞMENİN GÖSTERGELERİ VE ETKİLERİ

Çölleşmenin erken belirtilerini fark etmek, etkilerini hafifletmek için çok önemlidir. Temel göstergeler arasında bitki örtüsü değişiklikleri, toprak kalitesinin bozulması, su kıtlığı, değişen iklim modelleri ve tarımsal üretkenliğin azalması ve kırsal yoksulluğun artması gibi sosyo-ekonomik göstergeler yer almaktadır. Akdeniz bölgesindeki çölleşmenin aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli sonuçları vardır:

- 1. Tarımsal Verimlilik:** Çölleşme tarımsal verimliliği önemli ölçüde etkilemektedir. Toprak bozulması ve su kıtlığı mahsul veriminin düşmesine yol açmaktadır. Akdeniz bölgesi için hayati önem taşıyan zeytinlikler, üzüm bağları ve tahıl üretimi özellikle risk altındadır. Tarımsal verimliliğin azalması, sektörün bölge ekonomisi için önemi göz önüne alındığında gıda güvensizliği ve ekonomik istikrarsızlıkla sonuçlanabilir.
- 2. Biyoçeşitlilik Kaybı:** Akdeniz Havzası, birçoğu bölgeye özgü olan önemli sayıda bitki türüne ev sahipliği yapan bir biyoçeşitlilik sıcak noktasıdır. Çölleşme biyoçeşitliliği tehdit ederek türlerin kaybına yol açmakta ve ekosistemlerin sağlığını ve direncini etkilemektedir.
- 3. Su Kıtlığı:** Azalan yağışlar ve yüksek sıcaklıklar nedeniyle artan buharlaşma oranları su kıtlığına katkıda bulunmaktadır. Bu durum tarımsal su kullanımını ve içme suyunun mevcudiyetini etkileyerek bölgedeki mevcut su stresini daha da kötüleştirmektedir.
- 4. Sosyo-ekonomik Sonuçlar:** Su kıtlığı ve toprak verimsizliğinin neden olduğu azalan tarımsal verimlilik ve artan maliyetler, kırsal kesimde işsizliğe, artan yoksulluğa ve insanların başka yerlerde geçim kaynağı araması nedeniyle potansiyel olarak zorunlu göçe yol açabilir. Çölleşmenin sosyo-ekonomik sonuçları önemlidir ve yerel topluluklar üzerinde uzun süreli etkileri olabilir.

## AZALTMA VE UYUM STRATEJİLERİ

Çölleşme kaçınılmaz değildir ve etkilerini azaltmak için önlemler alınabilir. Yenileyici tarım, tarımsal ormancılık ve sürdürülebilir sulama uygulamaları gibi sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları, bozulmuş arazilerin onarılmasına ve çölleşmeye karşı direncin artırılmasına yardımcı olabilir. Kuraklığa dayanıklı ürünlerin yetiştirilmesi ve etkin su yönetimi gibi erken uyarı sistemleri ve adaptasyon stratejileri, çiftçilerin değişen koşullarla başa çıkmalarına yardımcı olabilir.

Çölleşme Akdeniz bölgesi için önemli bir tehdit oluşturmakta, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri bu riski daha da artırmaktadır. Çölleşme göstergelerinin tanınması ve uygun azaltım ve uyum stratejilerinin uygulanması, tarımsal verimliliğin, biyolojik çeşitliliğin ve Akdeniz'in sosyo-ekonomik istikrarının korunması için elzemdir. Sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarının teşvik edilmesi ve dirençli tarım yaklaşımlarının benimsenmesi çölleşmenin etkilerini azaltabilir ve bölge için daha sürdürülebilir bir gelecek inşa edebilir.



## Tarımsal Ekosistemler ve Peyzajlar

Tarımsal ekosistemler, insanlar tarafından tarımsal amaçlarla kasıtlı olarak tasarlanan ve yönetilen benzersiz ekosistemlerdir. Bu sistemler; mahsuller, hayvancılık, toprak, su, iklim ve çevredeki çeşitli canlı organizmalar dahil olmak üzere çeşitli bileşenleri kapsar. Bağımsız olarak çalışan doğal ekosistemlerin aksine, tarımsal ekosistemler üretkenliği ve ekonomik karı optimize edecek şekilde dikkatle yapılandırılmıştır. Şekil 10, sol tarafta orta derecede aerodinamik bir manzarayı göstermektedir. Sağda geniş ölçüde düzenlenmiş bir manzara vardır. İnsan katılımı, çevrenin mekansal çerçevesinin yeniden şekillendirilmesinde önemli bir etki olarak ortaya çıkmaktadır. Faaliyet orta düzeyde olduğunda, peyzajın çeşitlendirilmesi teşvik edilirken, yoğun insan katılımı daha yüksek bir basitleştirmeye yol açar.



**Şekil 10.** Kuzey İspanya'daki iki tarım ekosisteminin Tarımsal Ortamının Yönetimi.  
Kaynak: G. Clemente-Orta (2019).

## TARIMSAL EKOSİSTEMLERİN ÖNEMİ

Tarımsal ekosistemler insan yaşamının sürdürülmesinde ve sosyo-ekonomik kalkınmanın desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tahıllar, meyveler ve sebzeler gibi temel ürünler ile et, süt ve yumurta gibi temel protein kaynakları da dahil olmak üzere dünyadaki gıdaların çoğunun üretiminden sorumludurlar. Gıda üretiminin ötesinde, tarımsal ekosistemler su arıtma, karbon tutumu, biyolojik çeşitlilik için habitat oluşturma ve görsel olarak çekici peyzajlar dahil olmak üzere çok çeşitli ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Dahası, tarımsal ekosistemler tarımı kolaylaştırır, dünya çapında bir milyardan fazla insana istihdam sağlar ve küresel ekonomik kalkınmaya ve yoksulluğun azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunur.

Tarımsal ekosistemler tek başlarına var olmazlar: çevrelerindeki doğal ekosistemlerle çeşitli şekillerde etkileşime girerler ve onlardan etkilenirler. Tarımsal araziler genellikle yaban hayatı için habitat görevi görür ve tarımsal ekosistemlerdeki habitat çeşitliliğinin artırılması biyolojik çeşitliliğin korunması çabalarını destekleyebilir. Tarımsal ekosistemler ayrıca çevrelerindeki peyzajlarda besin ve su döngülerini etkiler, toprak ve bitki örtüsünde karbon tutarak iklim düzenlemesini etkiler, çevredeki doğal habitatlardan gelen tozlaşma hizmetlerine dayanır ve yaban hayatı hareketini ve gen akışını kolaylaştırarak peyzaj bağlantısına katkıda bulunur.

Tarımsal ekosistemler ve onları çevreleyen ekosistemler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılması, peyzaj düzeyinde etkili planlama ve yönetim için kritik öneme sahiptir. Tarımsal üretim ile çevre ve biyoçeşitliliğin korunması arasında bir denge kurarak sürdürülebilir tarımı teşvik edebiliriz. Bu, sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesini, biyolojik çeşitliliğin korunmasını, kültürel mirasa değer verilmesini ve doğal çevre korunurken tarımsal ekosistemlerin uzun vadeli dayanıklılığının ve üretkenliğinin sağlanmasını içerir.

Tarımsal ekosistemler çok sayıda fayda sağlarken, sürdürülemez tarımla ilişkili ödüneleşimlerin ele alınması önemlidir. Arazi bozulması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve çevre kirliliği ile ilişkili uygulamalar, tarımsal ekosistemlerin uzun vadeli yaşayabilirliği üzerinde zararlı etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, hem gıda güvenliğini hem de çevrenin korunmasını sağlamanın anahtarı, bu sistemlerin sürdürülebilir yönetiminde yatmaktadır.

Akdeniz bölgesi, kendine özgü iklimi, topografyası ve zengin tarihsel-kültürel etkileriyle şekillenen çeşitli tarımsal ekosistemleriyle ünlüdür. Akdeniz, kıyılardaki pitoresk zeytinlikler, üzüm bağları ve narenciye bahçelerinden iç kesimlerdeki verimli tahıl tarlaları, meralar ve hayvancılık sistemlerine kadar zengin bir tarımsal mirasa ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle, İspanya'daki Dehesa veya Portekiz'deki Montado gibi tarım, ormancılık ve pastoral uygulamaların bir kombinasyonu ile karakterize edilen geleneksel tarımsal ekosistemler, yüksek biyoçeşitlilikleri ve kültürel değerleri ile küresel olarak tanınmaktadır.

Son yıllarda Akdeniz tarımsal ekosistemleri önemli zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Kentleşme, arazilerin terk edilmesi, yoğunlaştırılmış tarım, iklim değişikliği ve çölleşme bu sistemlerin sürdürülebilirliğine yönelik tehditler oluşturmuştur. Bu zorlukların üstesinden gelmek için daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına doğru bir geçiş zorunludur. Bu geçiş, gıda güvenliği ve yerel toplulukların refahını sağlarken Akdeniz'in eşsiz biyolojik çeşitliliğini ve kültürel mirasını korumayı da içermektedir.

## Tarımsal ve Ekolojik Yoğunlaşma

Tarımsal ve ekolojik yoğunlaştırma, tarımsal verimliliği artırmaya yönelik iki zıt yaklaşımdır. Tarımsal yoğunlaştırma, artan girdiler ve ileri teknolojiler yoluyla verimi en üst düzeye çıkarmaya odaklanır. Buna karşılık ekolojik yoğunlaştırma, ekosistem hizmetlerini optimize ederek ve biyolojik çeşitliliği teşvik ederek olumsuz çevresel etkileri en aza indirirken verimlilik artışları elde etmeyi amaçlamaktadır.

Akdeniz bölgesinde, artan gıda talebi ve daha yüksek karlılık arayışı nedeniyle tarımsal yoğunlaşma yaygınlaşmıştır. Bu durum, geleneksel düşük girdili tarım sistemlerinden, büyük ölçüde sentetik girdilere ve makineleşmeye dayanan daha yoğun monokültürel uygulamalara geçişe yol açmıştır. Ancak tarımsal yoğunlaşmanın biyoçeşitlilik kaybı, toprak bozulması, su kirliliği ve sera gazı emisyonları gibi olumsuz sonuçları, ekolojik yoğunlaşmaya doğru bir kaymaya yol açmıştır.



**Şekil 11.** Alqueva Bölgesi, Alentejo'da süper yoğun Zeytin üretimi.

Kaynak: Miguel Manso (2019), Público



Yoğunlaşma, artan nüfusu besleme ihtiyacı, teknolojik ilerlemeler, piyasa güçleri ve hükümet politikaları tarafından yönlendirilmektedir. Bununla birlikte, gıda üretimi artarken, aynı zamanda önemli çevresel zararlara da neden olmaktadır.

Ekolojik yoğunlaştırma, biyoçeşitliliğin korunması, toprak sağlığının iyileştirilmesi ve kimyasal girdilerin azaltılmasına odaklanarak daha sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. Bu yaklaşım, gıda güvenliği, iklim değişikliğinin azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin korunması dahil olmak üzere birçok Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi ile uyumludur.



**Şekil 12.** Türkiye'de Zeytincilikte Örtü Bitkisi Yetiştiriciliği.

Kaynak: Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, TEMA.

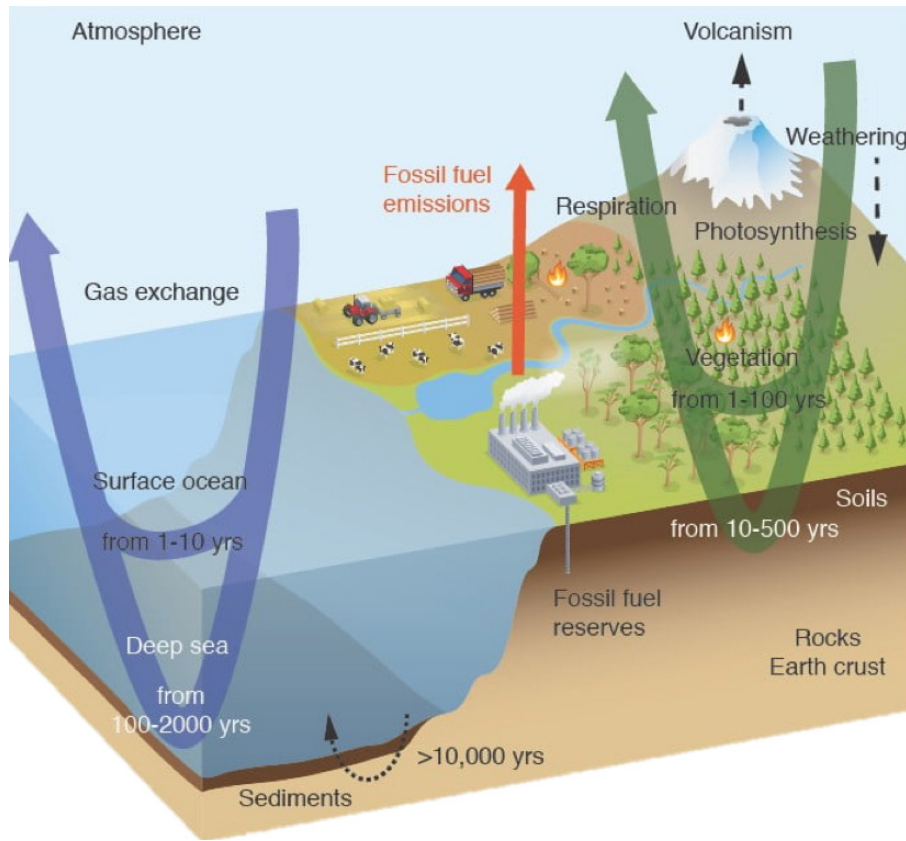
Tarımsal ve ekolojik yoğunlaştırma arasındaki temel fark, üretkenliği artırmaya yönelik yaklaşımlarında yatmaktadır. Tarımsal yoğunlaştırma büyük ölçüde dış girdilere dayanır ve çevresel bozulmaya yol açarken, ekolojik yoğunlaştırma verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak için ekolojik süreçlerden yararlanır. Ancak ekolojik yoğunlaştırma, değişen tarım uygulamaları, ekolojik süreçlerin daha iyi anlaşılması ve sürdürülebilir yaklaşımları teşvik edecek politika desteği gibi zorluklarla karşı karşıyadır.

Akdeniz bölgesinde ekolojik yoğunlaştırma çok sayıda fayda sağlamaktadır. Ekosistem hizmetlerini optimize ederek ve biyoçeşitliliği teşvik ederek, iklim değişikliği ve çevresel stres faktörleri karşısında tarımsal ekosistemlerin direncini artırır. Ayrıca bölgenin tarımsal biyoçeşitliliğini ve geleneksel tarım uygulamalarıyla şekillenen kültürel peyzajlarını da korur. Ayrıca, sentetik girdilerin kullanımını azaltarak ekolojik yoğunlaştırma, çevre kirliliğinin ve gıdalardaki kimyasal kalıntılarla ilgili sağlık risklerinin azaltılmasına yardımcı olur.

Akdeniz bölgesi ekolojik yoğunlaştırmayı benimseyerek hem tarımsal verimliliği artırabilir hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlayabilir. Bu geçiş, gelecek için dirençli ve sürdürülebilir bir tarım sistemi yaratmak amacıyla ekolojik ilkeleri, çiftçi bilgisini ve destekleyici politikaları bütünleştiren bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

## Tarımsal Sistemlerde Karbon Döngüsü

Karbon döngüsü, Dünya'nın biyosferi, jeosferi, hidrosferi ve atmosferi arasındaki karbon değişimini içeren temel bir süreçtir. Dünya ikliminin düzenlenmesinde ve ekosistem verimliliğinin desteklenmesinde hayati bir rol oynar. Tarımsal sistemlerde karbon döngüsünü anlamak ve kullanmak, toprak verimliliğini artırmak, iklim değişikliğini hafifletmek ve dayanıklılık oluşturmak için çok önemlidir.



**Şekil 13.** Tipik ciroyu gösteren küresel karbon döngüsünün basitleştirilmiş şeması. Büyük rezervuarlar yoluyla karbon transferlerine ilişkin zaman ölçekleri. Kaynak: IPCC (2013)

Karbon döngüsü, yeşil bitkiler ve fitoplanktonların güneş enerjisini kullanarak karbondioksiti organik bileşiklere dönüştürdüğü fotosentez ile başlar. Bu süreç, karbonun birincil üreticilerden otçullara ve etçillere aktarılmasıyla besin zincirinin temelini oluşturur. Organizmalar öldüğünde, vücutları ayrışır ve mikroplar tarafından solunum yoluyla atmosfere geri karbon salınır. Hem doğal hem de insan kaynaklı yanma da atmosfere karbondioksit salar.

Ormansızlaşma, fosil yakıtların yakılması ve arazi kullanımındaki değişiklikler gibi insan faaliyetleri karbon döngüsünü bozarak atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonlarının artmasına neden olur ve iklim değişikliğine katkıda bulunur.

Özellikle tarımsal sistemler bu aksaklıklardan etkilenebilir. Aşırı otlatma, aşırı toprak işleme ve monokültür ekim gibi uygulamalar toprak organik karbonunu azaltabilir ve toprak sağlığını bozabilir. Bu uygulamalar sadece toprak verimliliğini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda karbondioksit emisyonlarını da artırır.

Karbon döngüsü, toprak verimliliğini artırarak ve iklim değişikliğini hafifleterek tarımsal ekosistemlerde önemli bir rol oynar. Karbon, toprak yapısını, su tutma özelliğini ve besin döngüsünü iyileştiren toprak organik maddesinin önemli bir bileşenidir. Ayrıca, tarımsal ekosistemler uygun şekilde yönetildiklerinde karbon yutakları olarak işlev görebilirler.

Tarımsal ekosistemlerde sağlıklı bir karbon döngüsünün teşvik edilmesi, çevresel değişiklikler karşısında dayanıklılıklarına katkıda bulunur. Organik karbon bakımından zengin topraklar suyu daha iyi tutarak kuraklığa karşı kırılganlığı azaltabilir. Bu topraklar aynı zamanda besin maddesi kayıplarına karşı tampon görevi görerek değişen koşullar altında üretkenliği korur.

Tarımsal ekosistemlerde karbon döngüsünden yararlanmak için çeşitli stratejiler uygulanabilir. Toprakta karbon tutulması, örtü ekimi ve korumalı toprak işleme gibi uygulamalarla sağlanabilir. Ağaçları tarımsal peyzajlara entegre eden

tarımsal ormancılık, sadece karbonu tutmakla kalmaz, aynı zamanda faydalı türler için gölge ve habitat gibi ek faydalar da sağlar. Kompostlama ve yeşil gübreleme de dahil olmak üzere organik tarım uygulamaları toprağın organik karbon içeriğini artırır ve sentetik gübrelere olan bağımlılığı azaltır. Ürün çeşitlendirmesi ve rotasyonu toprak sağlığına katkıda bulunur ve karbon birikimini artırır.

## Etkilerin Azaltılması ve İklim Dostu Tarım (CSA)

İklim-Dostu Tarım (CSA), tarımsal kalkınma, iklim duyarlılığı ve emisyon azaltımlarının karmaşık etkileşimini ele alan bütünsel bir yaklaşımdır. Sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek ve iklim değişikliğinin yeni gerçekleri altında gıda güvenliğini sağlamak için tarım sistemlerini dönüştürmeye ve yeniden yönlendirmeye yöneliktir. İklim değişikliğinin Akdeniz tarımı üzerindeki yadsınamaz etkileri artan sıcaklıklar, azalan yağışlar ve daha sık ve yoğun aşırı hava olayları göz önüne alındığında, CSA'nin ilkeleri son derece uygundur.

Portekiz'deki "montado", İspanya'daki "dehesa" ve Doğu İspanya'daki geleneksel sulanan taşkın yatakları gibi arazilerde sürdürülebilir uygulamaların başarılı örnekleri halihazırda mevcuttur. Bu peyzajlar, tarım yapılırken karbon tutma, su filtreleme ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi ekosistem hizmetlerini yüksek düzeyde sürdürmektedir. Tarımın çevrenin korunması ve dayanıklılık ile nasıl uyumlu olabileceğine dair örnek teşkil etmektedirler.

CSA, uygulamalarının benimsenmesi, tarımın çevresel etkilerinin çeşitli şekillerde azaltılmasına yardımcı olabilir:

- **İklim değişikliğine adaptasyon:** CSA, tarım sistemlerinin değişen iklim koşullarına adaptasyonunu teşvik eder. Bu, kuraklığa dayanıklı ürün çeşitleri, hassas sulama sistemleri ve tarımsal ormancılık sistemleri gibi aşırı iklim koşullarına dirençli yeni tarım uygulamalarının, ürün çeşitlerinin ve teknolojilerin geliştirilmesini ve uygulanmasını içerir.
- **Sera gazlarının azaltılması:** CSA, küresel ısınmaya önemli ölçüde katkıda bulunan tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu, verimli gübre kullanımı, entegre zararlı yönetimi, korumalı toprak işleme ve organik tarım gibi uygulamalarla başarılabilir.

- **Gıda üretiminin sürdürülebilir şekilde yoğunlaştırılması:** CSA, olumsuz çevresel etkileri en aza indirirken artan küresel talebi karşılamak için gıda üretimini artırmayı amaçlamaktadır. Bu, toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği korurken ve hatta geliştirirken birim arazi başına verimi artıran hassas tarım, tarlalar arası ekim ve agroekoloji gibi uygulamalarla başarılabilir.

Bu üç sütuna ek olarak CSA, CSA uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştırabilecek elverişli bir politika ortamının ve güçlü kurumların önemini vurgulamaktadır. Buna sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik eden politikacılar, çiftçiler için kapasite geliştirme programları ve güçlü tarımsal araştırma ve yayın sistemleri dahildir.

Genel olarak, İklim-Dostu Tarım, iklim değişikliğinin Akdeniz tarımına getirdiği zorlukları ele almak için kapsamlı ve esnek bir çerçeve sunmaktadır. CSA uygulamalarını benimseyerek, bu bölgede tarımın dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini sağlamak ve aynı zamanda iklim değişikliğini azaltmaya yönelik küresel çabalara katkıda bulunmak mümkündür. Bu sadece çiftçileri değil, politikacılar ve araştırmacılardan tüketicilere kadar gıda sistemindeki tüm paydaşları kapsayacaktır. CSA'ya geçiş hem çevresel bir gereklilik hem de inovasyon, verimliliğin artırılması ve sürdürülebilir kırsal kalkınma için bir fırsattır. Çiftçiler bu CSA uygulamalarını benimseyerek, tarımsal ekosistemlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırırken iklim değişikliğinin azaltılmasına da katkıda bulunabilirler. Karbon döngüsünü, tarımsal ekosistemlerin farklı bileşenleri arasındaki ilişkiyi ve bunları etkileyen zorlukları anlamak ve kullanmak, hem çevresel hem de tarımsal faydalar elde etmek için gereklidir.

## Ortak Tarım Politikasını Anlamak

Ortak Tarım Politikası (CAP), Avrupa Birliği'nde (AB) tarımın şekillendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve değişen zorlukları ve öncelikleri ele almak için reformlardan geçmiştir. CAP geleneksel olarak çiftçiler için adil bir yaşam standardı sağlamaya, piyasaları istikrara kavuşturmaya ve gıda arzını temin etmeye odaklanmış olsa da, çevresel hususları entegre etme ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etme ihtiyacı giderek daha fazla kabul görmektedir.

İklim değişikliği ve çölleşme, AB'de tarımın sürdürülebilirliği üzerinde önemli etkileri olan acil sorunlar olarak ortaya çıkmıştır. Buna karşılık olarak CAP, çevre ve iklim hedeflerini kendi çerçevesine dahil etmiştir. Çeşitli çevre ve iklim dostu tarım uygulamalarına bağlı kalmaları koşuluyla çiftçilere doğrudan ödeme yapılmasını içeren "yeşillendirme" kavramı getirilmiştir. Bu uygulamalar arasında ürün çeşitlendirmesi, kalıcı otlakların korunması ve ekilebilir arazinin belirli bir yüzdesinin "ekolojik odak alanları" olarak bilinen çevreye faydalı unsurlara tahsis edilmesi yer almaktadır.

Ayrıca CAP, iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonunun yanı sıra çölleşme ile mücadeleye yönelik tedbirleri de içeren kırsal kalkınma için finansman sağlamaktadır. Organik tarım, tarımsal ormancılık ve iyileştirilmiş su yönetimi gibi girişimler bu programlar kapsamında desteklenmektedir. Amaç, çiftçileri sera gazı emisyonlarını azaltan, karbon birikimini artıran, su verimliliğini geliştiren ve genel çevresel sürdürülebilirliği teşvik eden uygulamaları benimsemeye teşvik etmektir.

CAP'ın önlemleri, Güney Avrupa ve Akdeniz gibi çölleşmeye karşı özellikle hassas bölgelerde sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu, toprak bozulmasını önlemek, biyolojik çeşitliliği sürdürmek

ve değerli ekosistemleri korumak için gereklidir. CAP, tarımsal ormancılık, çevre amaçlı tarım koruma ve örtü bitkileri gibi uygulamaları teşvik ederek bu bölgelerdeki toprak sağlığını iyileştirmeyi, su kaynaklarını korumayı ve tarımsal ekosistemlerin genel direncini artırmayı amaçlamaktadır.

Son yıllarda, rejeneratif tarım ve iklim dostu tarım gibi gelişmekte olan tarımsal yaklaşımlara olan ilgi giderek artmaktadır. Bu yaklaşımlar, toprak organik maddesinin oluşturulmasını, toprak biyoçeşitliliğinin geri kazanılmasını, karbon birikiminin artırılmasını ve iklim değişikliğine karşı direncin geliştirilmesini vurgulamaktadır. CAP, tarım-çevre-iklim tedbirleri (AECM'ler) aracılığıyla sürdürülebilir uygulamaları destekleme konusunda ilerleme kaydetmiş olsa da, eleştirmenler CAP'nin mevcut yapısının ve odak noktasının bu tür uygulamaları gerekli ölçüde teşvik etmekte hala yetersiz kaldığını savunmaktadır.

Bu endişeleri gidermek için CAP'nin sürdürülebilirlik ve dayanıklılık ilkelerine daha iyi uyum sağlayacak şekilde daha da geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu, agroekolojik yaklaşımların desteklenmesine daha fazla vurgu yapılmasını, yenilikçi teknolojilerin ve uygulamaların benimsenmesinin teşvik edilmesini ve çiftçilerin daha sürdürülebilir ve iklime dirençli tarım sistemlerine geçmeleri için teşvikler sağlanmasını içermektedir. CAP, bu değişiklikleri benimseyerek daha sürdürülebilir ve iklim dostu tarım sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir ve gıda üretimi, çevrenin korunması ve çiftçiler ile kırsal toplulukların refahı arasında bir denge sağlayabilir.





# YÖNETİM UYGULAMALARI

## Ürün Artıkları Yönetimi

**TEKNİĞİN ADI:** Ürün artıklarının parçalanması

**DiĞER ADLARI:** Ürün Artıkları Yönetimi, Budama Artıkları Yönetimi, Malçlama, Organik Örtü

**TÜR:** Ürün Yönetimi

### AÇIKLAMA:

Ürün artıklarının parçalanması olarak bilinen bu teknik, tarımda uzun yıllardır kullanılmaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde, özellikle de tahıl, ayçiçeği, mısır ve soya fasulyesi gibi yoğun otsu ürünlerin yetiştirildiği Amerika kıtasında yaygın olarak uygulanan Çevre Amaç Mallamalı Tarım Koruma'nın bir parçasıdır. Bu teknik, tarla yüzeyinde kalan bitki materyallerinin parçalanmasını veya doğranmasını ve toprağa dağıtılmasını içerir. Bu kalıntılar, otsu bitkilerin hasattan sonra kalan kısımlarını ve odunsu bitkilerin budanmasından sonra kalan dalları ve küçük gövdeleri içerir. Tarım sistemi içinde üretilen organik atıkların artık olarak değil, tarımsal üretim sistemine yeniden kazandırılacak bir yan ürün olarak değerlendirilmesi gerektiğini belirtmek önemlidir.

İspanya'da, özellikle Murcia Bölgesi'ndeki narenciye ve meyve ağacı üreticileri, ana üretim alanlarında bu teknikleri giderek daha fazla benimsemektedir. Benzer uygulamalar Endülüs'teki zeytin ağaçları ve asma artıkları gibi odunsu türler için de kullanılmakta ve budama atıklarının yakılmasına bir alternatif sunmaktadır. Zamanla, toprak yüzeyinde bırakıldığında, bu artıklar ayrışır ve malç olarak bilinen bir organik malzeme tabakası oluşturur. Malç kalınlığı ağaç türlerine ve



yaşlarına bağlı olarak değişebilir, olgun limon ve portakal bahçelerinde kalınlık 20 cm'ye kadar ulaşabilir. Bu teknik genellikle Amerika'da uygulandığı gibi minimum toprak işleme veya toprak işlemez tarım ile birleştirilir. Bu kalıntıları kullanmanın avantajları, kontur toprak işleme, minimum toprak işleme, azaltılmış toprak işleme, doğrudan ekim ve örtü bitkileri gibi diğer tekniklerle birleştirildiğinde daha da artmaktadır.

Bitki artıklarını parçalamanın birincil amacı, çiftçilerin bu artık materyalleri yönetme zorluğunun üstesinden gelmelerine yardımcı olmak ve bunları yakmaktan kaçınmaktır. Badem, narenciye, meyve ağaçları, asmalar ve üzüm bağları gibi odunsu ürün artıklarının yakılması, yakılan artıkların hacmi nispeten küçük olsa ve çoğunlukla parçalama sistemlerine veya artık yöneticilerine erişimin sınırlı olduğu küçük ölçekli tarımsal işletmelerde meydana gelse de, İspanyol toplumunda endişelere neden olmuştur. Sonuç olarak, son yıllarda yasalarda yapılan önemli değişiklikler, tarımsal atıkların yakılmasının pratikte yasaklanmasına veya oldukça kısıtlanmasına yol açmış, böylece artıkların toprağa katılması için parçalanmasının önemini vurgulamıştır.

Bu teknikle oluşturulan malç, toprak için koruyucu bir tabaka görevi görür ve selülozik bileşenler açısından zengin organik bir katkı maddesi olarak işlev görür. Bu teknik son 15 yılda, özellikle de Murcia Bölgesi'nde hızla yaygınlaşan organik tarımda önem kazanmıştır. Daha küçük ölçekli işletmelerde bile modern narenciye ve sert çekirdekli meyve bahçelerinde yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Guadalentin Vadisi ve Campo de Cartagena gibi sebze ekiminin yaygın olduğu bölgelerde, kalan yeşil artıklar genellikle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Kalan gövde ve kök parçaları daha sonra doğranarak toprağa eklenir. Ancak bu uygulama, toprakta çok az miktarda kalıntı kalmasına ve dolayısıyla malçlamanın faydalarının azalmasına neden olabilir.

Bazı durumlarda, ürün artıklarının kullanımını yeşil gübreler veya yıllık yeşil örtüler ile birleştirmek mümkündür. Ancak, mevcut organik tabakanın baskılayıcı etkisi nedeniyle etki sınırlı olabilir. Bu nedenle, yönetim uygulamalarındaki ayarlamaların dikkate alınması gerekir ve sonuçlar, tekniğin bağımsız olarak uygulandığı zamanki kadar etkili olmayabilir.



**Şekil 14:** Yüzeydeki artık malç, toprağı erozyona ve bozulmaya karşı korumak için ürün artıkları eklenebilir veya tutulabilir. Kaynak: Ghasal ve diğerleri, 2016.

### TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİ:

Ürün artıklarının parçalanmasının toprak üzerinde çeşitli etkileri vardır: Fiziksel Etkiler: Malçlama tabakası, minimum 5 cm kalınlığa ulaştığında toprağa önemli bir koruma sağlar. Yağmur damlalarının toprak parçacıkları üzerindeki etkisini azaltarak parçalanma eğilimlerini en aza indirir. Ayrıca, kesilmiş odun tabakası bir sünger gibi davranarak ilk yağıştan gelen suyu tutar. Doyduktan sonra su akışını yavaşlatarak yüzey akışını kontrol eder ve toprak erozyonunu azaltır.

**Toprak Özelliklerinde İyileştirmeler:** Zamanla, organik maddenin sürekli eklenmesi ve ayrışması, toprak profilinde hümik maddelerden oluşan bir gradyan yaratır. Bu, toprak özelliklerini çeşitli şekillerde geliştirir. Fiziksel olarak, toprağın geçirgenliğini ve toprak agregatlarının stabilitesini artırır. Kimyasal olarak, azot dengesi hesaplanırken göz önünde bulundurulması gereken, mahsuller tarafından çıkarılan besin maddelerinin bir kısmını toprağa geri döndürür. Hümik maddelerdeki artış ve bunların toprak mineral partikülleriyle etkileşimi de toprağın kanyon değişim kapasitesini artırır. Ayrıca, malç varlığı toprağın mahsulde kullanılan bitki sağlığı kalıntılarını tutmasına veya parçalamasına yardımcı olarak bunların su kaynaklarına taşınmasını önler.

**Su Buharlaşmasında Azalma:** Malçlama, özellikle de bu tür malçlama, malç tabakası içinde atmosfere su buharı kaybını sınırlayan hava cepleri oluşturarak su buharlaşmasını azaltır. Malç tabakasının yalıtım özellikleri de daha istikrarlı bir toprak sıcaklığına katkıda bulunarak ani sıcaklık dalgalanmalarını azaltır.

**Biyolojik Aktivitenin Geliştirilmesi:** Malçlama, mikroorganizmalar, saprofit organizmalar ve ayrıştırıcı eklem bacaklılardan oluşan çeşitli bir topluluğu teşvik ederek, bunlar için orman ortamına benzer elverişli bir yaşam alanı yaratır. Bu, ekosistemdeki trofik seviyeleri ve karşılıklı ilişkileri artırarak mahsulün genel sağlığına fayda sağlar. Bu organizmaların varlığı aynı zamanda patojenlerle rekabet ederek yayılmalarını sınırlandırır ve mahsulün korunmasına yardımcı olan antagonistik bir etki sağlar.

**Adventif Bitkilerin Bastırılması:** Malçlamanın, özellikle daha kalın katmanlarda, öngörülemeyen ancak arzu edilen etkisi de yabancı ot büyümesinin bastırılmasıdır. Malç tabakası bir bariyer görevi görerek istenmeyen bitkilerin ortaya çıkmasını zorlaştırır. Ayrıca, malç kullanımı toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirerek, şiddetli yağışlardan sonra bile makine ve işçiler için daha uygun hale getirir.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Bitki artıklarının parçalanması veya doğranması hafif veya orta eğimli arazilerde uygulanabilir, ancak dik eğimler için daha fazlasına ihtiyaç vardır. Dik yamaçlarda, yağmur suyu akışı bu kalıntıları potansiyel olarak tarım alanlarının dışına taşıyabilir. Bu gibi durumlarda, bu tekniğin su akışını azaltan ve organik örtünün korunmasına yardımcı olan diğer sistemlerle birleştirilmesi gereklidir. Bu organik malzeme toprak yapısını, kohezyonunu ve gözenekliliğini önemli ölçüde iyileştirdiği için toprak türüne ilişkin herhangi bir sınırlama yoktur.

Bununla birlikte, dikkate alınması gereken operasyonel sınırlamalar vardır. Ürünün düzeni, meyve bahçesi veya plantasyonun boyutları ve erişilebilirlik, öğütücü veya kıyıcı gibi gerekli ekipmanların kullanımı için zorluklar yaratabilir. Örneğin, dar veya düzensiz aralıklı tarlalar veya meyve bahçeleri ile ulaşılması zor alanlarda bulunan küçük sebze bahçeleri zorluklar yaratabilir.

Belki de bu tekniği sınırlayabilecek veya vazgeçirebilecek en önemli faktör, mahsulü ciddi şekilde etkileyebilecek mantar veya bakteriyel hastalıkların varlığıdır. Üreme ve yayılma döngüleri organik kalıntılar tarafından desteklenebilecek odun kaynaklı hastalıklar özellikle endişe vericidir. Bu gibi durumlarda, bitki sağlığı açısından malçlama kesinlikle önerilmez. Bazı sektörlerden gelen endişelere rağmen, bu özel durumlarda derhal ortadan kaldırılması için kontrollü yakma tavsiye edilen eylem olacaktır. Ne yazık ki, çok sayıda mantar hastalığı ve daha az ölçüde bakteriyel hastalıklar bulunabilir. Örnekler arasında asmalarda *Esca* ve *Eutypa lata*, turuncgillerde *gummosis*, armutlarda bakteriyel mantarlar, badem ve sert çekirdekli meyvelerde *molinia* ve *Fusicoccum* yer almaktadır. Ayrıca, bu uygulama yeterince yapılmadığında çeşitli eklem bacaklılar etkili bir şekilde ortadan kaldırılamayabilir veya dağıtılamayabilir (örneğin, armut yanıklığı böceği veya ağaç kurdu).

Yukarıda bahsedilen sorunla ilgili bir diğer alternatif de taze parçalanmış kalıntıların bir mibzer veya kültivatör kullanılarak hemen toprağa karıştırılmasıdır. Ancak bu yaklaşım organik örtünün sağladığı bazı koruyucu özelliklerin kaybına neden olacaktır. Bu seçeneği seçmeden önce, uygulanabilirliğini değerlendirmek için söz konusu spesifik hastalık hakkında yeterli bilgi toplamak önemlidir.

Mevzuat açısından bakıldığında, suyun tarımsal kaynaklardan nitrarla kirlenmesini önlemeye yönelik iyi tarım uygulamaları kuralları, mahsul artıklarının yakılmasının yasaklanması nedeniyle bu uygulamayı tavsiye etmektedir.

### GEREKLİ KAYNAKLAR:

Odunsu ürünlerle çalışırken, budanmış bir odun parçalayıcı veya kıyıcı kullanmak şarttır. Şehir bahçelerinde ve yeşil alanlarda kullanılanlara benzer statik ekipmanlar mümkün olsa da, bunlar düzenli tarımsal faaliyetler için pratik veya uygun maliyetli değildir. Bu tür ekipmanlar, önce kalıntıları toplamak ve ardından tarlaya dağıtmadan önce parçalamak için iki kat çalışma gerektirecektir. Bu ekipmanın en verimli kullanımı, hayvan gübresi gibi diğer organik kalıntılarla birlikte kompostlama olacaktır, ancak bu farklı bir teknik gerektirecektir.

Mobil ekipmanlar daha fazla esneklik sunar ve traktöre monte edilen aletler en yaygın kullanılanlardır. Ürün türüne ve ahşap özelliklerine bağlı olarak, çeşitli çalışma genişlikleri ve parçalama sistemleri (çekiçler, süpürgeler, dişler, vb.) mevcuttur. Haşere sorunlarından kaçınmak ve daha sonra ayrışmalarını kolaylaştırmak için budanan parçaların ince parçalanmasını sağlayarak, belirli operasyona en uygun ekipmanı seçmek önemlidir. Bazı ekipmanlar, kalıntıların toplanması veya yerleştirilmesi için dağıtım veya yönlendirme sistemleri de içerir. Ayrıca, kalıntıların toprağa karıştırılması amaçlanıyorsa, genel toprak koruma stratejisiyle uyumlu olacak şekilde bu göreve uygun ekipman seçilmelidir.

Öte yandan, otsu ürünler için özel makinelere duyulan ihtiyaç, türlere ve üretilen anızın özelliklerine bağlıdır. Bazı durumlarda, geleneksel toprak işleme kalıntıyı yeterince parçalamak için yeterli olabilir. Ancak, diğer durumlarda, gerekli parçalama derecesini elde etmek için rotavatör veya benzeri bir alet gibi özel ekipmanlar gerekebilir.

### TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:

Tasarıma gelince, yeni kurulan plantasyonlardaki odunsu ürünler için, gelecekteki budama artıklarını parçalamak için kullanılacak ekipmanın dikkate alınmasının önemli olması dışında eklenecek çok az şey vardır. Bu, masrafların ürünle ilişkilendirileceği düşünüldüğünde, operasyonun maliyet ve performans açısından optimize edilmesine yardımcı olacaktır.

Uygulama sırasında amaç, çapları tipik olarak 1-3 cm arasında değişen kalıntıların tam ve ince parçalanmasını sağlamaktır. Daha küçük parçalar daha hızlı ayrışmayı kolaylaştırır. Narenciye ürünlerinde, ahşaptaki dikenler de göz önünde bulundurulduğunda, lastiğin delinmesi veya operatörlerin zarar görmesi riskinden kaçınmak için yeterli parçalama çok önemlidir.

Genel uygulama, budama artıklarının orta sıraya bırakılması, daha sonra parçalayıcılar tarafından parçalanması ve ardından malçın tarlaya dağıtılmasıdır. odun yongaları, haşere endişelerini gidermek için bir biçerdöver veya benzer makineler kullanılarak gömülebilir.

Bakım açısından iki hususa dikkat edilmelidir. Birincisi, özellikle belirli türler ve olgun plantasyonlar için biriken kalıntıların birkaç yıl sonra toprağa dahil edilmesi gerekebilir. Bu, bir biçerdöver veya benzer bir ekipman kullanılarak gerçekleştirilebilir. İkinci olarak, sınırlı biyokütleyle sahip genç plantasyonlarda, kalıntı tabakası etkili yabancı ot kontrolü için yeterli hale gelene kadar genç ağaçların yakınındaki maceracı bitkilerin büyümesini kontrol etmek için herbisit uygulaması ile destekleme gerekli olabilir.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

İklim üzerindeki etkisi iki yönlüdür. İlk olarak, bu teknikle ilişkili olarak azaltılan veya ortadan kaldırılan toprak işleme, toprakta karbon birikimine katkıda bulunur. Kalıntılardaki karbonun uzun bir süre boyunca istikrarlı bir şekilde depolanması da bunu desteklemektedir. İkinci olarak, parçalamanın kendisinin enerji yoğunluğu olduğu kabul edilmelidir. Ancak, atmosfere CO2 salan yakma alternatifi ile karşılaştırıldığında, yakıt kullanımına rağmen denge olumludur. Aynı husus, atıkların kompostlama merkezlerine veya düzenli depolama alanlarına taşınması ve bertaraf edilmesiyle karşılaştırıldığında da geçerlidir, özellikle de bu atıkların kapladığı büyük hacim nedeniyle ilgili mesafeler önemli ise.

CO2 emisyonları ve depolanması üzerindeki doğrudan etkilere ek olarak, tekniğin toprak verimliliği, ürün için besin geri kazanımı ve erozyonun azaltılması üzerindeki dolaylı etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu faktörler potansiyel olarak gübreleme ihtiyacını azaltabilir ve genel performansı artırabilir.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

Ortak Tarım Politikası (CAP), "İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC)" genel gereklilikleri kapsamında bir gereklilik olarak artıklarının yakılmasını açıkça yasaklamaktadır. Bu yasak, "Güçlendirilmiş Koşulluluk" kapsamında yeni CAP 2023-2027 de dahil olmak üzere en son CAP planlarında da yer almaktadır. CAP finansmanından bağımsız olarak doğrudan ödeme alan tüm çiftçiler veya yetiştiriciler için geçerlidir.

## Çitler ve Çalılıklar

**TEKNİĞİN ADI:** Çitler ve Çalılıklar

**DiĞER ADLARI:** Bariyer Bitkileri, Canlı Çitler, Bitki Koruma Yapıları, Canlı Muhafazalar, Çalılıklar ve Sınırlar

**TÜR:** Bitki Yapısı

**AÇIKLAMA:**

Çitler, genellikle odunsu (ağaçlar veya çalılar), hem doğal olarak oluşan hem de yetiştirilen türlerden oluşan doğrusal bitki yapılarıdır. Bununla birlikte, daha büyük otsu türler de dahil edilebilir. Geleneksel olarak çitler, tarım arazilerinin veya münferit ekim alanlarının kenarları boyunca düzenlenir. Geçmişte, özellikle Güneydoğu İspanya'da, dut, incir, ayva, muşmula, armut, elma, erik, kayısı, limon, portakal gibi meyve türlerinin ve zeytin ya da badem ağaçları gibi diğer türlerin dikilmesi yaygındı. Hurma, dikenli armut, defne, limon otu, biberiye, adaçayı gibi aromatik bitkiler ve gül fidanları gibi süs türleri ve bazı orman türleri (kavak, selvi, çam, söğüt vb.) de dikilmiştir. Bu çitlerin kullanım amaçları çeşitlilik göstermektedir: rüzgar siperi, fiziksel bariyer ya da sadece peyzaj olarak kullanılabilirler. Günümüzde bu çitler, daha etkili erozyon kontrolü veya faydalı böcekleri çekmek için ürünler arasına da ekilmektedir (birleşik ekim).

Geleneksel İspanyol tarımında, genellikle ekim alanlarının kenarlarında, çiftlikten geçen yol kenarlarında, teraslanmış arazi setlerinde, tepelerde vb. bulunan ve genellikle tarım veya toprak işlemenin yapılmadığı dar arazi şeritleri yamaç olarak adlandırılır. Bu yamaçlar çalılık ve küçük kserofitik otsu bitki



örtüsüyle doludur. Kökenleri ve türleri nedeniyle, farklı bir amaç için otsu türlerle özel olarak oluşturulan şeritlere göre bu kategoriye daha uygundurlar.

Öte yandan, çalılıklar ağaç benzeri veya otsu olabilen spontane veya orman türlerinden oluşan düzensiz bitki yapılarıdır. Genellikle nehirler, kuru nehir yatakları, sulama veya drenaj kanalları ya da diğer su yolları boyunca bulunan çalılıklar, genellikle eğim yönünde ya da daha doğru bir ifadeyle su akışı doğrultusunda uzunlamasına düzenlenir. Genellikle vadilerde veya dağ geçitlerinde görülürler ve bazen küçük ormanlar oluştururlar. Öncelikli işlevleri bu kenarları veya kıyıları korumaktır. Bununla birlikte, ekolojik koridor görevi görerek yaban hayatı için önemli sığınaklar, beslenme ve üreme alanları olarak da hizmet ederler.

Bu çitlerin birçoğu, özellikle de nehir kenarındaki çalılıklar, bölgenin doğal ağaçlık ve çalılık bitki örtüsünün kalıntılarıdır ve yüzyıllar boyunca ekim için yapılan arazi temizliğinden sonra geride kalmışlardır. Bu koruluklar öncelikle çiftlikler arasında ayırıcı olarak ya da arazinin tarıma uygun olmaması (örn. yüksek sel riski ya da kayalık arazi) nedeniyle korunmuştur. Bazı durumlarda, ekin kenarlarında, kenar boşluklarında, yamaçlarda veya tarım arazileri ile teraslar arasındaki yükseklik farklarında kendiliğinden bitki örtüsünün büyümesinden kaynaklanırlar.

Tarihsel olarak, kırsal alanlardaki birçok çit ve çalı, yoğunlaştırılmış tarım uygulamaları nedeniyle, özellikle de araziye daha tekdüze ve daha kolay işlenebilir hale getiren makineleşme nedeniyle kaybolmuştur. Verimlilik odaklı bu yaklaşım o kadar yaygındı ki, bu alanlar bir zamanlar çiftçilere doğrudan ödeme yapılması için uygun görülüyordu. Neyse ki bu eğilim, özellikle AB'nin bu alanları toprak ve suyun korunması ile biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli bir rol oynayan peyzajın kilit bileşenleri olarak kabul etmesi nedeniyle son yıllarda önemli ölçüde tersine dönmüştür. Günümüzde, Ortak Tarım Politikası (CAP) bu alanları ekolojik ilgi alanları olarak kabul etmekte, genellikle çiftçilerin yardım hesaplamalarına dahil etmekte veya özel koruma-tanıtım yardımlarının doğrudan yararlanıcıları olarak kabul etmektedir (Fernández, M.A., 2015).

Entegrezararlı yönetimi perspektifinden bakıldığında, çit ve koruluklar tarımsal ekosistemin önemli unsurları olarak kabul edilmekte ve mahsul eklemecilik biyoçeşitliliğinin korunmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu da çiftliklerdeki entegre zararlı yönetimini geliştirmektedir. Organik tarım öncüleri, bu peyzaj unsurlarının tarımsal üretimin çeşitli yönlerindeki faydalarını, özellikle de faydalı böcekleri çekme yeteneklerini fark etmiştir.

Günümüzde çitler, eğimli alanlarda yüzey akışını ve toprak kaybını kontrol etmek için dünya çapında sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun için, kontur çizgilerini takip ederek maksimum eğim çizgisine mümkün olduğunca dik olarak kurulmalıdırlar. Öte yandan, tarlalarda yoğun erozyon meydana geldiğinde hidrolojik sorunları düzeltmek veya mahsullerde tarımsal kimyasalların kullanımından kaynaklanan günlük kirlenmeyi azaltmak için tipik olarak kullanılır. Faydalarına rağmen, bu canlı yapılar teknisyenler ve çiftçiler tarafından hala sınırlı ya da ihtiyatlı bir şekilde benimsenmektedir, bunun başlıca nedeni avantajlarının anlaşılmasında ya da güvenilmemesidir. Biyolojik mücadele için doğal düşmanların salınmasına yönelik daha önceki tereddütlere benzer şekilde, bu yapılar artık mahsul korumada ayrılmaz bir araç olarak kabul edilmektedir.



**Şekil 15:** Tarlayı korumak için rüzgar kesici görevi gören çit. Kaynak: Michael Patterson (2006)



## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:

Öncelikle, bu teknik hem bitki hem de hayvan çeşitliliğini önemli ölçüde artırır. Başlangıçta, çiftçi tarafından getirilen bitkiler nedeniyle bitki türlerinin çeşitliliği artar. Zamanla, yerel spontane türler bu bozulmamış toprak yüzeylerinden yararlandıkça artar. Sonunda, hayvanlar (hem omurgalılar hem de omurgasızlar) yeni beslenme alanları, barınak veya üreme alanları aramak için bu mini ekosistemleri kolonize eder. Bu nedenle, bu yapıların kurulduğu çiftliklerde önceki durumlarına kıyasla tür çeşitliliğinde önemli bir artış olur.

Bir diğer kritik husus ise, özellikle su yollarında bulunan koruluklar için, mevcut doğal alanlar (ekolojik koridorlar) arasında bağlantı unsuru olarak oynadıkları roldür. Ayrıca bu çitler, faydalı eklembacaklıları (bitkilerin doğal düşmanları veya tozlayıcılar) barındırma konusundaki mükemmel yetenekleri nedeniyle entegre zararlı yönetimi stratejilerinde koruma bitkisi yapıları olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Toprağın korunması açısından, bu canlı yapıların kurulması önemli faydalar sağlamaktadır:

Öncelikle, yüzey akışını etkili bir şekilde kontrol ederek verimli toprağın, özellikle de besin maddelerinin ve organik maddenin erozyonunu azaltırlar. Aynı şekilde, kök sistemleri ve yüzey suyu akışının yavaşlatılması, bu besin maddelerinin ve dolaşan fazla suyun bir kısmını tutabilir ve büyük ölçüde bu bitkiler tarafından emilir. Ayrıca bitki sağlığı ürünlerinin sürüklenme ve yüzeysel akış yoluyla yayılan kontaminasyonunu da azaltırlar. Son olarak, bu alanlar, bir kısmı toprağa geri dönen bol miktarda biyokütlenin üretildiği alanlar haline gelir. Bu, bu alanlarda işlem ve toprak işlemenin olmamasıyla birleştiğinde, ayrıştırıcı mikroorganizmaların ve bitki simbiyontlarının çoğalmasını teşvik eder.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Bu stabil yapılar her tür toprakta ve üründe kullanılabilir. Ana sınırlamalar ekonomik faktörler (uygulama maliyeti) ve kurulumları için alan mevcudiyetidir.

Aslında, arazinin dik eğimli olduğu ve toprak işlemeyle ilgili diğer tekniklerin yüzey akışını kontrol etmek için yetersiz kaldığı durumlarda bu bariyerlerin kullanılması oldukça faydalıdır.

Son olarak, bu teknik diğer toprak koruma yöntemleriyle (teraslar ve kontur toprak işleme gibi) kolayca birleştirilebilir.

## GEREKLİ KAYNAKLAR:

İlk gereksinim, çit veya çalılık için tohum veya bitkilerdir. Bu bitkilerin miktarı çok önemlidir. Bazen türler fidanlıklarda kolayca bulunamayabilir ve bu da gerekli miktarların elde edilmesini zorlaştırır. Bu nedenle, bu bitkileri elde etmek için önceden plan yapmak hayati önem taşır. İhtiyaç duyulduğunda teyit edilmiş bir tedarik talep etmek iyi bir stratejidir, ancak nakilden önce yerel çevre koşullarına alışmalarına izin verilmesi önerilir.

Bazı durumlarda, çiftliklerde çitlerde çoğaltılmaya uygun bitki materyalleri bulunabilir. Bu yaygın uygulama önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlayabilir. Ancak, kaynak bitkilerin sağlıklı olduğundan emin olmak önemlidir.

Ekipman konusunda, bu tekniği uygulamak için çiftlikte zaten mevcut olan araçları kullanabiliriz. Örneğin, iyi bir kök gelişimi için kritik öneme sahip olan araziye hazırlamak amacıyla derin bir karık oluşturmak için süpürgeli bir saban kullanılabilir.

Arazi hazırlığı sırasında, mümkünse, organik katkı maddeleri ve hatta derin gübreler uygulamak faydalı olacaktır.

Yağışın az olduğu sıcak bölgelerde ek sulama gerekebilir. Bu, mevcutsa yanal damla sulama hattı kullanılarak veya alternatif olarak bir tankla su dağıtılarak gerçekleştirilebilir.

Erken aşamalarda, ekilenlerle rekabet edebilecek kendiliğinden türlerin yönetimi gerekli olabilir. Bunun için bir ot biçme makinesi kullanılabilir ya da alan çok büyük değilse elle ayıklama yapılabilir. İsteğe bağlı olarak, biyolojik olarak parçalanabilen plastik malç kullanılabilir ve fideler için küçük delikler açılabilir, ancak bu genellikle gerekli değildir.

Son olarak, ekilen türe bağlı olarak, bitkilerin büyümesini yönetmek gerekebilir. Bu, elle budama yoluyla ya da daha verimli bir şekilde bir testere veya özel bir mekanik çit düzeltici ile yapılabilir.

### **TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:**

Bitki yapılarının tasarlanması geniş bir seçenek yelpazesi sunar. İlk olarak, bu yapıların ana hedeflerini belirlemek önemlidir. Amacın rüzgar perdesi olarak çit dikmek, yüzey akışını azaltmak ve toprak erozyonunu önlemek, entegre zararlı yönetimi uygulamak, tarımsal peyzajı geliştirmek, ekolojik koridorlar oluşturmak, öz tüketim için ek üretim elde etmek veya sadece mülk sınırlarını veya çiftlik hayvanları için muhafazaları tanımlamak olup olmadığına bağlı olarak, tasarım gereksinimleri önemli ölçüde değişecektir. Birden fazla hedefi entegre etmek mümkün olsa da, yüzey alanı, düzenleme, geometri, tür seçimi ve yoğunluklar gibi faktörler önemli ölçüde farklılık gösterecektir. Dolayısıyla, bu özet teknik foyde spesifik kılavuz ilkeler sunulamamaktadır. Ancak, bu bilgilerin önceden analiz edilmesi ve özel çitlerin tasarlanmasına yardımcı

olabilecek spesifik örnekler için mevcut literatüre başvurulması çok önemlidir. Bu teknik, temel kavramları kullanarak kişisel tercihlere ve kriterlere dayalı kapsamlı özelleştirmeye izin verir.

Tipik olarak, farklı çit türleri çiftliğin veya münferit parsellerin etrafına yerleştirilir ve akarsuları veya küçük kuru nehir yataklarını kontrol etmek için eğimleri aşan kenarlara özellikle dikkat edilir. Bu gibi durumlarda, birincil işlevleri uygun maliyetli ve uzun ömürlü mülk sınırları olarak hizmet etmek, mahsulleri korumak için rüzgar siperi görevi görmek, peyzajı geliştirmek veya öz tüketimi teşvik etmektir. Teraslı tarım arazilerinde, bu yapıların korunmasını kolaylaştırmak için çitler terasların üzerine yerleştirilir. Dikilen bitki örtüsünün kökleri, çevredeki toprağın dengelenmesinde ve sabitlenmesinde çok önemli bir rol oynar ve yüzey akışının neden olduğu erozyonu önler. Doğal düşmanların veya tozlayıcılar gibi faydalı böceklerin çeşitliliğini ve miktarını en üst düzeye çıkarmak ve toprak erozyonunu en aza indirmek için, çitler sadece çevre boyunca değil, aynı zamanda ekim alanlarının içinde de kurulmalıdır. Etkili biyolojik kontrol için çitler arasındaki uygun aralığın; ürün, çit için seçilen bitki türleri ve çitlerde yaşayan doğal düşmanların hareket alanı veya hedefi dikkate alınarak belirlenmesi önemlidir. Amaç, bu böceklerin belirli zararlıları kontrol etmesini sağlamaktır. Bu nedenle, çeşitli türlerin tercih edilmesi ve çitler arasında 20 ila maksimum 50 metre arasında değişen mesafelerin korunması tavsiye edilir.

Su erozyonu kontrolü açısından, çitler ideal olarak kontur çizgileri boyunca belirli aralıklarla dikilmelidir. Uygun aralık, ürün türü, seçilen bitki türleri, çit genişliği, eğim ve uzunluk dahil olmak üzere birkaç temel faktöre bağlıdır. Bu aralıklar, akış sırasında suyun kinetik enerjisinin kümülatif etkisini etkiler. Rehberlik için gösterge niteliğinde rakamlar mevcuttur. Bu yapılar tarafından kaplanan daha geniş bir etkin yüzey alanı daha önemli etkiler sağlar. Biyolojik

kontrol için çit, yüzey alanının yaklaşık %5-7'sini kaplar. Ancak, erozyon kontrolü için, dik yamaçlar için %50'ye kadar çıkabilen minimum bu yüzdeyle başlanması tavsiye edilir. Bu gibi durumlarda alanın teraslanması tavsiye edilir.

Su erozyonu kontrolü açısından, çitler ideal olarak kontur çizgileri boyunca belirli aralıklarla dikilmelidir. Dikkate alınması gereken bir diğer hayati husus da ekim ve dikim yoğunluğudur. İşlevsel çitlerin hızlı bir şekilde kurulması için yüksek bir dikim yoğunluğu gereklidir. Ancak, alan ve kaynaklar için rekabetten kaçınmak için bazı büyük türler birbirine çok yakın dikilmemelidir, bu da canlılık sorunlarına yol açabilir veya zararlı haşere ve hastalıkları destekleyebilir.

Çit genişliği ile ilgili olarak, 1 ila 2 metrelik daha dar çitler, otsu ve çalı türlerini kullanarak doğal düşmanları teşvik etmek için uygundur. Erozyon kontrolü amacıyla, ağaçlar da dahil olmak üzere daha büyük türlerin kullanıldığı, 2 ila 4 metre arasında değişen biraz daha geniş çitler tercih edilir.

Bitki türlerini seçerken, önemli özellikleri belirlemek için ön çalışmalar yapmak veya bilgi toplamak esastır. Bu özellikler arasında kök derinliği ve türü, gelişim (çap ve yükseklik), büyüme hızı, yerel iklime uyum (dayanıklılık), çiçeklenme zamanı, meyve ve tohum üretimi ve potansiyel istilacılık yer alır. Türlerin doğal düşmanlara ve mahsulü etkileyen potansiyel zararlılara ev sahipliği yapma kabiliyeti de dikkate alınmalıdır. Devam eden araştırma ve testler, türleri ve bu böceklerle olan mutualist ilişkilerini tanımlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla web uygulamaları ve mobil uygulamalar mevcuttur. Genel olarak, en az beş farklı türden oluşan bir karışım kullanılır ve odunsu türler çalılar veya otsu türlerle birleştirilir. Bununla birlikte, bahçe bitkilerinde, aşırı gölgeleme, ürünlerde yaprak dökümü veya makineler için sınırlı alan gibi sorunlardan kaçınmak için ağaçları hariç tutarak yalnızca çalı ve otsu türlerin seçilmesi yaygındır. Tür seçim süreci,

mevcut çok sayıda seçenek nedeniyle çok önemlidir. Uygun olmayan bir seçim yapmak, bakım zorluklarına veya mahsule uzun süre zarar verebilecek zararlıların girişine yol açabilir.

Seçilen türlerin potansiyel olumsuz etkilerini değerlendirmek önemlidir, özellikle de bir tür mahsulü etkileyen bir haşere veya hastalık için ideal bir konakçı olarak hizmet veriyorsa. Uzmanlaşmış haşere web siteleri bu konuda rehberlik sağlayabilir. Bu sorunu en aza indirmek için, ortak zararlıları veya hastalıkları paylaşabileceklerinden, ürünle aynı botanik aileden veya hatta aynı cinsten türler dikmekten kaçının. Tek bir türe güvenmek yerine çeşitli türlerin bir karışımını kullanarak, herhangi bir türün yapıya hakim olmasını önlemek mümkündür. Doğal düşmanların bu çitlerde gelişebilmesi için, ürünün enfekte olmadığı dönemlerde bu böceklerin varlığını sürdürübilmesi için zararlıların kendilerinin veya benzer türlerin küçük bir popülasyonunun mevcut olması gerektiğini göz önünde bulundurun.

Yerdeki dikimlerin düzeninin belirlenmesi genellikle çit boyunca tekrarlanan belirli bir düzen veya dikim modülü ile belirlenmiş dikim modellerinin izlenmesini içerir. Örneğin, sürekli bir modül üç biberiye, bir zakkum, bir atriplex ve bir damla sakızı dikiminden oluşabilir. Bununla birlikte, teknik bir gerekçe belirli bir desen gerektirmediği sürece rastgele bir karışım oluşturulması önerilir. Bu yaklaşım daha doğal ve olumlu bir sonuç verir.

Benzersiz bir senaryo da çitlerin rüzgar perdesi olarak tasarlanmasıdır. Bu durumda, mahsulün soğuktan zarar görmesini önlemek için hakim rüzgarlar ve inversiyona bağlı don riski analiz edilmelidir. Rüzgar perdelerinin düzenlenmesi, bir dağ yamacının sonunda olduğu gibi, termal inversiyon sırasında biriken soğuk havaya karşı bir bariyer görevi görmemelidir. Bu nedenle, rüzgar perdelerinin

yönü diğer çit türlerinden önemli ölçüde farklı olabilir. Ayrıca, dikilen ağaçların maksimum yüksekliği (tipik olarak boylarının yaklaşık on katıdır) ile belirlenen rüzgar perdelerinin sağladığı koruma derecesi veya etki alanı da dikkate alınmalıdır. Rüzgar perdeleri için bitki türlerini seçerken, koruyucu etkisi bilinen ağaçlara odaklanmak önemlidir. Ayrıca, nihai boyutları dikkate alındığında, dikim yoğunluğu seçilen türler için uygun olmalıdır. Rüzgar perdesi aşırı kompakt olmamalı, çitin sol tarafındaki güçlü girdapların neden olduğu olumsuz etkileri önlemek için havanın kontrollü bir şekilde geçmesine izin vermelidir.

Nehir kenarı veya vadi korulukları için, daha doğal bir görünüm yaratmak amacıyla, birbirini takip eden türlerle düzensiz dikim idealdir. Filtreleme ve kıyı koruma işlevlerini geliştirmek için, otsu türler akıntı yönünde konumlandırılmalı, ardından çalılar gelmeli ve ağaçlar kıyıya daha yakın olmalıdır. Zamanla, doğal bitki örtüsü bu kenarların bazı kısımlarını yeniden kolonize ederek nehir kenarı ormanlarının tipik görünümünü ortaya çıkaracaktır. Bununla birlikte, çiftlikteki kontrolsüz dereler veya akarsular nedeniyle yerel hidrolojik düzeltmenin gerekli olduğu durumlarda, mühendislik müdahaleleri gereklidir. Kümesler aracılığıyla daha fazla stabilize ve doğallık elde etmek için dikimlerin eşlik ettiği bu müdahaleler, bu el kitabının kapsamı dışındadır.

Çit dikerken toprağın uygun şekilde hazırlanması çok önemlidir. Bu, herhangi bir sert tabakayı ortadan kaldırmak için toprağın kapsamlı bir şekilde işlenmesini içerir. Dikilecek türe bağlı olarak hazırlık, süpürge, kalıp tahtası veya dipkazan gibi uygun aletler kullanılarak sürekli dikilen hendekler yoluyla gerçekleştirilebilir. Alternatif olarak, bir beko veya burgu kullanılarak tek tek dikim çukurları oluşturulabilir. Organik madde eklenmesi ve mineral gübrenin derinlemesine uygulanması tavsiye edilir. Son olarak, toprak tümsek haline getirilir ve sıkıştırılır. Dikilen çitlerin bir tarafını plantasyonun altında bırakmak (yukarı akış) veya

küçük bir paralel hendek oluşturmak, dikimin ilk aşamalarında yağmur suyunun tutulmasını artırabilir. Alternatif olarak, aşağı yönde çitlere paralel küçük bir tümsek de aynı amaca hizmet edebilir. Bazı durumlarda çit, özellikle bitki gelişiminin ilk yıllarında erozyon kontrolünü artırmak için küçük bir plato veya tepe oluşturularak zeminden daha yükseğe kaldırılabilir.

Aşırı kurak bölgelerde, dikim mevsimine ve seçilen türlerin dayanıklılığına bağlı olarak ek sulama desteği gerekebilir. Geçici sulama sistemleri veya su depoları ek su sağlayabilir. Bununla birlikte, uygun kök oluşumuna ve toprak stabilizasyonunda kendi kendine yeterliliğe izin vermek için sulamayı kademeli olarak azaltmak veya ortadan kaldırmak çok önemlidir.

Bakımla ilgili olarak, ürüne tecavüz etmeden çitin istenen boyutunu korumak veya yaşlanan bitkileri değiştirmek için periyodik budama ve dalların çıkarılması gerekebilir. Daha da önemlisi, özellikle faydalı faunayı (doğal düşmanlar) teşvik etmek ve korumak için çit kurulduğunda, bu tür uygulamalar hayatta kalmalarına zarar verebileceğinden, bu yüzeyler sonradan gübreleme veya işlemlere tabi tutulmamalıdır.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

Bu bitki yapılarının kullanımı iklim değişikliğine karşı iki önemli fayda sağlamaktadır. İlk olarak, toprak ve besin kayıplarını azaltarak toprak verimliliğinin artmasına katkıda bulunurlar. Ayrıca, biyokütle üretimi yoluyla önemli miktarda CO2 depolayabilirler. Bu depolama kapasitesi, ağaçlar söz konusu olduğunda özellikle yüksek olabilir ve ormanlarla karşılaştırılabilir seviyelere ulaşabilir. Ayrıca, çitin etkilediği alan, organik madde içeriğinde yapının gerçek genişliğini aşan önemli bir artış yaşar.

Ayrıca, bu yapıların varlığından kaynaklanan gübre kayıplarının azalması ve organik maddedeki yerel artış, gübreye olan bağımlılığın azaltılmasına bir ölçüde katkıda bulunabilir. Bunlara ek olarak, özellikle plantasyon içinde serpiştirildiklerinde, toprak işlemede azalmaya yol açarak zaman içinde mütevazı da olsa yakıt tasarrufu sağlarlar.

Genel olarak, bu bitki yapıları karbon tutulması üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve bu da onları karbon yutakları olarak değerli kılmaktadır.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

Geçmişte, tarımsal peyzajdaki bu unsurların çok işlevli yönleri AB Ortak Tarım Politikası (CAP) modelinde yeterince tanınmamıştır. Sonuç olarak, bu alanlar için çiftçilere ödenen miktarlar “üretken olmadıkları” düşünülerek azaltılmıştır. Neyse ki, Avrupalı yetkililer artık bu unsurların Avrupa’daki çeşitli kırsal alanların ayrılmaz bileşenleri olarak önemini kabul ediyor. Biyoçeşitlilik ve iklim değişikliği açısından faydaları kabul edilerek, artık çiftçilere doğrudan ödeme (güçlendirilmiş koşulluluk) ve temel ödeme yardımı gerekliliklerine güçlü bir şekilde dahil edilmişlerdir.

Geçmişte, tarımsal peyzajdaki bu unsurların çok işlevli yönleri AB Ortak Tarım Politikası (CAP) modelinde yeterince tanınmamıştır. Sonuç olarak, bu alanlar için çiftçilere ödenen miktarlar “üretken olmadıkları” düşünülerek azaltılmıştır. Neyse ki, Avrupalı yetkililer artık bu unsurların Avrupa’daki çeşitli kırsal alanların ayrılmaz bileşenleri olarak önemini kabul ediyor. Biyoçeşitlilik ve iklim değişikliği açısından faydaları kabul edilerek, artık çiftçilere doğrudan ödeme (güçlendirilmiş koşulluluk) ve temel ödeme yardımı gerekliliklerine güçlü bir şekilde dahil edilmişlerdir.



## Mahsüllerin Rotasyonu ve Münavebesi

### TEKNİĞİN ADI: Mahsüllerin Rotasyonu ve Münavebesi

#### TÜR: Mahsül Yönetimi

#### AÇIKLAMA:

Ürün rotasyonu, doğal toprak verimliliğini korumak ve çiftlik ürünlerini, özellikle de bahçecilik çeşitlerini, aynı ürünlerin tekrar tekrar ekilmesinden kaynaklanan istenmeyen bitki sağlığı sorunlarından korumak için antik çağlardan beri kullanılan geleneksel bir yöntemdir.

Bu yaklaşım, genellikle 1 ila 3 yıl olmak üzere belirli bir süre boyunca aynı arazi parçası üzerinde bir ürün dizisi veya rotasyonu oluşturmaya odaklanır. Bu süre her bir ürünün yoğunluğuna ve ömrüne bağlıdır. Yöntem, benzersiz özelliklere sahip olmakla birlikte bir süre bir arada yaşayabilen bitki türlerinin kullanılmasını içerir. Bu farklı özellikler, belirli zararlıların yaşam döngüsünü kırmalarını, çeşitli toprak profillerine girmelerini, farklı kök sistemlerine sahip olmalarını, atmosferik azot fiksasyonunu artırmalarını ve diğer yararlı özellikleri sunmalarını sağlar.

Bu rotasyona en az iki, ideal olarak üç ürün veya varyantın dahil edilmesi önerilir. Bunlar nadas dönemlerini (toprak için dinlenme zamanları) veya yeşil gübre kullanımını içerebilir. Bu teknik aynı zamanda mantıklı hayvancılık yönetimi ile de eşleştirilebilir. Artık mahsul kalıntıları veya hayvancılık için faydalı bazı otlak bitkileri bile ürün rotasyonu döngüsüne dahil edilebilir.

Ürün rotasyonunun sunduğu sayısız avantaja rağmen, gübre ve bitki sağlığı ürünlerinin ortaya çıkması ve Campo de Cartagena veya Guadalentin Vadisi gibi belirli bölgelerde ihracata yönelik belirli ürünlere odaklanmasıyla karakterize

edilen tarımın yoğunlaşması, bu uygulamanın azalmasına yol açmıştır. Bunun nedeni, ürün çeşitliliğinin birçok çiftliğin küçük olması nedeniyle çiftlik yönetimini zorlaştırmasıdır. Bu durum, ticari talebi karşılamak için yıl boyunca büyük miktarlarda belirli bir ürüne ihtiyaç duyan meyve ve sebze şirketleri için elverişli değildi.

Ancak Murcia Bölgesi'nde Organik Tarımın artan popülaritesi, sınırlı kontrol önlemleri ile bazı bitki sağlığı sorunlarının ortaya çıkması ve yeni düzenleyici gereklilikler bu eğilimi değiştirmeye başlamıştır. Sonuç olarak, daha küçük ölçekli üreticilerle birlikte birçok büyük tarım işletmesi, üretim döngülerine bir çeşit rotasyon veya münavebe dahil etmeye başlamıştır. Buna geçici nadas dönemleri, tahıllar, fasulye, ayçiçeği, patates ve bölgenin en yaygın olarak yetiştirilen bazı ürünleriyle dönüşümlü olarak kullanılan daha fazlası dahildir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Amerika'nın başka yerlerinde ürün rotasyonları toprağın korunması amacıyla da hizmet eder. Bunu, toprak-bitki sisteminin rüzgar veya suyun neden olduğu erozyona karşı direncini artırabilen belirli türleri ekleyerek başarırlar.



Şekil 16: Bezelye ve buğday ekim rotasyonu parselleri. Kaynak: Mervin St. Luce (2022).

## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ:

Ürün rotasyonu, toprağın korunması ve biyoçeşitlilik üzerinde çeşitli şekillerde önemli bir etkiye sahip olabilir:

İlk olarak, ürün rotasyonunun temel faydalarından biri, belirli ürünler için potansiyel olarak zararlı olan çeşitli zararlıların ve hastalıkların üreme döngüsünü bozmasıdır. Bu, farklı botanik ailelerden farklı ürün türlerinin rotasyonu veya belirli uzunluklarda nadas dönemlerinin dahil edilmesiyle başarılabılır. Örneğin, bu yöntem genellikle *Heterodera* cinsinden nematodlar tarafından istila edilen brassicas (brokoli, karnabahar ve lahanası gibi), *Sclerotinia* mantarından etkilenen marul veya *Septoria* veya tahıl sivrisineğinden etkilenen tahıllar için faydalıdır.

Ayrıca, ürün rotasyonu yeni bitki türlerinin ortaya çıkmasını sağlayarak biyoçeşitliliği teşvik eder. Biyoçeşitlilikteki bu artış sadece yeni ürün türlerinden değil, aynı zamanda bu ürünlerle ilişkili zararlılar veya doğal düşmanlardan ve topraktaki kalıntılardan yararlanan mikrobiyotadan da kaynaklanmaktadır. Daha küçük ölçekte, daha geniş bir ürün çeşitliliğine sahip olmak, kuşlar ve kemirgenler gibi daha küçük fauna için besin kaynaklarını da çeşitlendirir.

Ürün rotasyonunun bir diğer hayati yönü de toprak profiline getirdiği çeşitliliştir. Farklı toprak derinliklerinde çalışan, besinleri ve suyu farklı şekilde emen farklı kök sistemlerine sahip ürünlerin seçilmesiyle, ürün rotasyonu toprağın ve besin rezervlerinin dinlenmesine ve doğal olarak iyileşmesine olanak tanır.

Toprak erozyonu ile ilgili olarak, tahıllar gibi bazı ürünler toprağın tabaka erozyonuna karşı korunmasını doğrudan artırabilir. Bunun nedeni yoğun büyümeleri, kök sistemleri ve geride bıraktıkları anıdır; bu da toprağın gözenekliliğini ve organik madde içeriğini artırabilir. Benzer şekilde, yeşil gübreler veya meralar da, özellikle kontur veya minimum toprak işleme, şeritler, çitler veya teraslar gibi diğer tekniklerle birleştirildiğinde erozyonla mücadele edebilir. Son olarak, ürün rotasyonunun kullanılması genellikle toprağın açıkta ve korumasız

birakıldığı süreyi azaltır, çünkü zaman bu dönüşümlü ürünlerin yetiştirilmesi için daha iyi kullanılacaktır.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Bu teknik, tipik olarak tek veya iki yıllık otsu ürünler için idealdir ve ekim alanlarında kullanılan her tür toprakta etkili bir şekilde kullanılabilir. Ürün rotasyonunun faydaları - her yıl aynı ürünün ekilmesinden kaçınmak - sonuçta ürün verimini etkileyebilecek önemli toprak sorunlarını önlemeye yardımcı olur.

Düzenleyici bir bakış açısıyla, tarımsal kaynaklardan kaynaklanan nitrat kirliliğini kontrol etmek için iyi tarım uygulamaları kodları tipik olarak ürün rotasyonunu önermektedir.

## GEREKLİ KAYNAKLAR:

Ürün rotasyonlarının uygulanması, ekim, dikim, toprak işleme ve/veya hasat için daha fazla ekipman ve hatta hayvan besleme için ürün artıklarının depolanması gibi ek kaynaklar gerektirebilir.

Genellikle, birincil zorluk veya sınırlayıcı faktör zamandır, çünkü ürünler arasındaki geçişin yanı sıra topraktaki sürelerinin de dikkatlice yönetilmesi gerekir. Bu nedenle, hava koşullarının bu zaman çizelgelerini önemli ölçüde değiştirebileceğini ve çiftçilerin olası öngörülemeyen durumlara uyum sağlamasını ve yanıt vermesini gerektireceğini akıldan tutarak, rotasyonda kullanılan ürünlerin seçimini kapsamlı bir şekilde planlamak önemlidir.

Ürün veya bitki türü sayısı arttıkça ihtiyaç duyulan kaynaklar da değişebilir. Yaygın olmayan bölgesel türler kullanılmaya başlandığında, çiftçilerin rotasyon için yeni tohum türlerini planlamaları veya tedarik etmeleri gerekecektir. Bu konuda yardımcı olmak için, birçok ülkede kurulmakta olan germplazm bankaları yararlı

olabilecek bitki materyali sağlayabilir. Bu materyaller genellikle ürünlerin yerel çevre koşullarına daha iyi adapte olabilecek geleneksel çeşitleri içerir.

### TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:

Ürün rotasyonunda, ürün dizisi tek bir üretim birimi olarak ele alınır. Ancak başka bir yaklaşım, bu sıralamanın farklı birimler veya araziler arasında uygulanmasını içerir. Münavebe olarak bilinen bu strateji, çiftliğin çeşitli birimlere veya arazilere ("yapraklar" olarak da adlandırılır) bölünmesini içerir. Her bir yaprakta, nadas ve yeşil gübre dönemleri de dahil olmak üzere ürünler sırayla ekilir. Ürünler her döngüde değişir ve sistematik bir şekilde başka bir araziye taşınır. Belirli bir süre sonra, ürünler rotasyonun başladığı orijinal araziye geri döner. Yaprakların sayısı ve boyutu, üretim ihtiyaçlarına (ürün türleri ve verim) ve bu değişim için düşünülen zaman çerçevesine göre belirlenmelidir. Bu, ekim ve hazırlık çalışmaları için gerekli süre ile birlikte her türün büyüme dönemlerine bağlı olacaktır.

Ürün rotasyonunun tasarımı ile ilgili olarak, rotasyona dahil edilecek türlerin veya alternatif ürünlerin seçimi kritik bir adımdır. Aşağıdakilerden bazılarını veya hepsini içerebilecek çeşitli faktörler veya parametreler dikkate alınmalıdır:

1. Çiftçi ya da pazarlama şirketi için ekonomik açıdan önemli olan türlerin seçilmesi.
2. Dikim ve hasat zamanları açısından diğer ürünlerle uyumluluğun sağlanması. Amaç, bir önceki türün hasadından hemen sonra yeni bir türün ekilmesi veya kısa üretim döngülerine sahip türlerin seçilerek diğerleriyle uyumlu hale getirilmesidir.
3. Ürünlerin sıralaması bölgedeki mevsimlerle uyumlu olmalıdır.

4. Bazı zararlılar veya hastalıklar tüm cinsleri etkileyebileceğinden, farklı botanik ailelerden türler kullanılmalıdır.
5. Fasikül, kazık kök, lifli vb. gibi farklı kök sistemlerine veya farklı derinliklere sahip türleri dahil edilmelidir.
6. Başlıca zararlıları veya hastalıkları paylaşan türlerden kaçınılmalıdır.
7. Çeşitli beslenme ihtiyaçları olan türleri tercih edilmelidir.
8. Varsa tuzluluk, killi veya ağır topraklar gibi belirli toprak koşullarını tolere edebilen mahsulleri seçilmelidir.
9. Baklagiller gibi atmosferik azotu sabitleyebilen türleri göz önünde bulundurulmalıdır.
10. Diğerinin daha yüksek tüketimini dengelemek için düşük su ihtiyacı olan bir türü dahil edilmelidir.
11. Faydalı allelopatik etkileri olan, yani varlığı veya kalıntıları belirli zararlıları uzaklaştırabilen türleri göz önünde bulundurulmalıdır.
12. Doğrudan veya hasattan sonra çiftlik hayvanlarının beslenmesi için faydalı ürünler seçilmelidir.
13. Erozyon sorunları olması durumunda, daha fazla erozyon kontrolü sağlayan türleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Yaygın olarak kullanılan bir rotasyon, bir ana bahçe bitkisi, ardından nadas, tahıl ve/veya yeşil gübre veya farklı mevsimlerde farklı ailelerden iki ana bahçe bitkisi ve aralarında nadas veya yeşil gübre/tahıl dönemlerini içerir. Hem kurak alan otsu bitkileri hem de sulanan bahçe bitkileri için iyi kombinasyonları detaylandıran bol miktarda literatür bulunmaktadır.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

Ürün rotasyonları genel olarak mineral gübre ihtiyacını azaltmaya yardımcı olabilir. Ayrıca, rotasyona dahil edilebilecek bazı türler daha az gübreleme veya toprak işleme (bazı tahıllarda olduğu gibi) gerektirerek yakıt veya enerji kullanımını azaltabilir. Münavebeye baklagiller de dahil edilirse, azot bazlı gübrelere olan ihtiyaç önemli ölçüde azalacak ve böylece gübre maliyetleri düşecektir.

Tamamlayıcı olarak, orta düzeyde de olsa, artan ürün kalıntıları nedeniyle organik madde içeriği arttığında CO2 depolama kapasitesi de artabilir.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

İspanya'nın birçok bölgesindeki Kırsal Kalkınma Programlarının (RDP) önceki dönemlerinde, ürün rotasyonları, çevresel nadasa bırakma veya yeşil gübre kullanımı gibi tarımsal-çevresel önlemler dahil edilmiştir (Fernández, M.A. 2015). Daha sürdürülebilir bir tarım sistemi için ürün rotasyonunu gerekli kılan Organik Tarım, bu tür yardımlarda kilit bir önlem haline gelmektedir.

Ayrıca, yeni Ortak Tarım Politikası, İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC) kapsamında, güçlendirilmiş Koşulluluk altında asgari sayıda rotasyonun zorunlu kullanımını içermektedir. Bu rotasyonlar nadas dönemlerini ve azot bağlayıcı türlerin kullanımını içermelidir. Bu tür gereklilikler çiftçilere yapılan doğrudan ödemeler için zorunludur ve bir önceki dönemde temel çiftçi ödemesinin yeşillendirme bileşeninde zaten gerekli olan bir unsurdur.

## Minimum Toprak İşleme, Toprak İşlemesiz Tarım ve Nadas

**TEKNİĞİN ADI:** Minimum Toprak İşleme, Toprak İşlemesiz Tarım ve Nadas

**DİĞER ADLARI:** Azaltılmış Toprak İşleme, Doğrudan Ekim, Sıfır Toprak İşleme, Koruma Amaçlı Toprak İşleme

**TÜR:** Toprak İşleme Yönetimi

### AÇIKLAMA:

Azaltılmış toprak işleme olarak da bilinen minimum toprak işleme, belirli bir bölgedeki geleneksel uygulamalara kıyasla toprak işleme sıklığının veya yoğunluğunun azaltılmasını içerir. Bu, toprak üzerinde gerçekleştirilen işlerin sayısının azaltılmasıyla elde edilir. Ayrıca toprak profilinde daha az bozulmaya neden olan, örneğin profili en az düzeyde değiştiren (profilin ters çevrilmesi) veya daha sığ bir derinlikte çalışan (yüzeysel çalışma) aletlerin kullanılmasını da içerebilir.

Odunsu ürünler söz konusu olduğunda, toprak işlemesiz tarımın birincil amacı, yüzeysel erozyon süreçlerine maruz bıraktığı için toprakta herhangi bir sürme işleminden tamamen kaçınmaktır. Otsu bitkiler için eşdeğer uygulama doğrudan ekim olarak adlandırılır. Doğrudan ekimde, tohumlar veya nakiller doğrudan toprağa ekilir ve bir önceki mahsulden kalan bir miktar kalıntı (anız) yerinde bırakılır. Dikim veya ekim sırasında minimum ön toprak hazırlığı yapılır. Bu teknik, toprak verimliliğine zararlı olduğu ve karbondioksit emisyonlarının artmasına neden olduğu tespit edilen anız yakmaya göre daha sürdürülebilir bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır.



İspanya'da CAP (Ortak Tarım Politikası) kapsamındaki belirli tarımsal-çevresel yardım programlarında yaygın olarak kullanılan bir diğer alternatif, yılın belirli zamanlarında, genellikle yoğun yağış riski olan dönemlerde (ilkbahar veya sonbahar) veya ilgili türlerin üreme mevsimlerinde tahıl yüzeylerinde belirlenen kuş koruma alanlarında (ZEPA) toprak işleminin kısıtlanmasını içerir. Bu kısıtlama, toprak işlemeyi zaman içinde etkili bir şekilde azaltır. Bu yaklaşımı daha da genişleten nadas tekniği, toprağın birkaç aydan bir yıla kadar değişen bir süre boyunca tamamen işlenmeden bırakılmasını içerir. Gübre ve pestisitlerin bulunmadığı geçmişte yaygın olarak kullanılan bu geleneksel uygulama, özellikle yağmurla beslenen ürünlerde, asgari toprak verimliliğini yeniden sağlamak ve mahsul zararlıları ile patojenleri kontrol etmek için gereklidir. Günümüzde nadas tekniği, CAP düzenlemeleri ve Kırsal Kalkınma Programları (RDP'ler) kapsamında bir gereklilik olarak ve tarımsal kimyasalların kullanımını kısıtlayan Organik Tarımın giderek daha fazla benimsenmesi nedeniyle yeniden canlandırılmaktadır. Nadas tekniği, bu kılavuzun başka bir bölümünde açıklanan ürün rotasyonlarının bir bileşeni olarak kabul edilir.



Şekil 17: Toprak işleme tekniği kullanılmayan mısır ekimi. Kaynak: Shutterstock (n.d)

## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:

Toprak işleme uygulamalarının toprak üzerinde, toprak yapısının bozulması, hava ve kurumaya maruz kaldığında organik maddenin mineralizasyonunun artması, hardpan (makine geçişi ve alet kesimi nedeniyle sertleşmiş bir tabaka) oluşumu ve solarizasyon nedeniyle toprak mikrobiyotasında önemli değişiklikler dahil olmak üzere çeşitli olumsuz etkileri vardır. Bu nedenle, toprak çevirme sıklığını, derinliğini veya derecesini azaltarak toprak işlemeyi en aza indiren herhangi bir teknik, bu uygulamaların potansiyel etkisini azaltarak olumlu bir etkiye sahip olacaktır. Arazinin yeterli bir süre boyunca veya uygun anlarda nadasa bırakılması bu faydaları daha da artırabilir.

Sonuç olarak, bu yetiştirme tekniklerinin uygulanması çoğu durumda toprak yapısının iyileşmesine, geçirgenliğin artmasına, su sızma kapasitesinin artmasına, daha yüksek organik madde içeriğine ve daha fazla biyolojik aktiviteye yol açabilir. Özellikle doğrudan ekim ve nadas dönemleri, mikrobiyal faaliyet yoluyla önemli miktarda biyokütlenin toprak döngüsüne dahil edilmesine katkıda bulunur. Bu uygulamalar toprağın erozyona karşı direncini ve agronomik kalitesini artırır.

Bununla birlikte, belirli koşullar ve toprak türleri altında belirli olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Bunlar arasında aşırı toprak sıkışması, ürüne özgü patojenlerin ortaya çıkması (özellikle uygun ürün rotasyonu olmadan), toprağa geç karışması nedeniyle gübre kaybı ve tohum çıkışını engelleyen bir yüzey kabuğunun oluşması sayılabilir. Örneğin, zeytinlikler gibi odunsu bitkilerde minimum toprak işleme yapılması durumunda, bazı üreticiler yabancı ot kontrolü için herbisit uygulamasına başvurmaktadır, bu da toprakta herbisit kontaminasyonuna veya yüzey akışına neden olabilir. Bu teknik, bu tür ürünleri pazarlayan şirketler tarafından yoğun bir şekilde teşvik edilmiştir. Neyse ki, giderek artan sayıda insan kendiliğinden oluşan bitki örtüsünü biçmek, kesmek, ezmek veya hayvan otlatmak için kullanmak gibi alternatif yöntemleri tercih etmektedir.



Toprak işlemez tarımın uygulandığı ilk yıllarda yağmurla beslenen ürünlerde başlangıçta verim azalmasına rağmen, uzun vadeli çalışmalar bu tekniklerin verimi kademeli olarak artırdığını, geleneksel ekim seviyelerine ulaştığını ve hatta aştığını göstermektedir. Ayrıca, önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanarak çiftçilik maliyetleri düşürülmektedir.

### **TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:**

Bu uygulamalar, kabuklanma veya yüksek kil içeriği gibi belirli fiziksel sorunları olan topraklar dışında, genellikle çoğu toprak türü için uygundur. Bu durumlarda, uygulamalar toprağın infiltrasyon kapasitesini artırarak geçici iyileştirmeler sağlayabilir. Bir başka husus da arazinin eğimidir, çünkü bu uygulamaların tek başına uygulanması, ek koruma yapıları olmadan %5-10 arasındaki eğimler için önerilmez.

Minimum toprak işleme veya toprak işlemez tarım özellikle odunsu ürünler için çok uygunken, otsu ürünlerde mısır, ayçiçeği ve tahıllar gibi daha kapsamlı ürünlerde nispeten kolay bir şekilde uygulanabilir. Ancak, yabani otların temizlenmesi gibi belirli toprak hazırlığı görevlerine duyulan ihtiyaç nedeniyle bahçe bitkilerinde daha az uygulanabilir olabilir. Bu husus, doğrudan ekim uygulamalarıyla daha yakından ilgilidir.

Azaltılmış toprak işlemeyi uygularken, en yoğun yağışlı mevsimlerden kaçınarak çalışma için uygun dönemleri seçmek önemlidir. Alternatif olarak, özellikle bahçe bitkileri için tavsiye edilen nadas dönemleri uygulanabilir.

Ürün rotasyonları açısından, bahçecilik türlerinin zaman içinde sürekli ve tekrarlı ekimi, önemli hasara neden olan hastalıkların ortaya çıkmasına, verimliliğin azalmasına ve kontrol maliyetlerinin artmasına neden olabilir. Aşırı durumlarda, o ürüne özgü toprak sorunlarıyla sonuçlanabilir. Bu sorun son yıllarda Guadalentin

Vadisi veya Murcia'daki Campo de Cartagena'da marul veya brassica türleri (lahana, karnabahar veya brokoli) gibi mahsulleri etkileyen bazı mantar veya nematodlarla gözlemlenmiştir.

Bu teknikler, entegre kullanımları yoluyla kümülatif faydalar elde etmek için kontur toprak işleme, rotasyonlar, yeşil çatılar, teraslar ve bitki kalıntılarının ezilmesi gibi diğer toprak koruma uygulamalarıyla birleştirilebilir.

### **GEREKLİ KAYNAKLAR:**

Minimum veya azaltılmış toprak işleme için birincil gereklilik, toprak işlemeyi zemin üzerinde minimum etkiyle gerçekleştirebilecek uygun aletlere sahip olmaktır. Örnekler arasında bir kalıp tahtası üzerine yerleştirilmiş özel süpürgelerin seçilmesi, daha kısa diş uzunluğuna sahip bir kültivatör kullanılması, çim biçmek için bıçakların kullanılması vb. yer alır.

Doğrudan ekim durumunda, daha özel makineler gereklidir. Bu makineler, bitki gelişimi için en uygun koşulları yaratmak üzere otomatik ekim veya ekim yeteneklerini minimum işçilikle birleştirir. Ayrıca derin gübrelerin yerleştirilmesi için özellikler de içerebilir.

Bu teknikleri başarılı bir şekilde uygulamak için çiftçilerin, seçilen özel yönetime göre uygun alet ve makinelere erişmesi gerekecek ve böylece minimum veya toprak işlemez uygulamaların yanı sıra doğrudan ekimin de verimli ve etkili bir şekilde yürütülmesi sağlanacaktır.

### **TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:**

Tasarım söz konusu olduğunda ilk adım, istenen ürünler veya mevcut ürünler (odunsu bitkiler için), toprağın fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri, makine mevcudiyeti ve diğer ilgili hususlar gibi faktörlere dayalı olarak en uygun ve

uyumlu teknik alternatifin değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme yapıldıktan sonra, tarımsal operasyonun üretim gereklilikleri göz önünde bulundurularak toprak işlemenin nasıl en aza indirileceğine ve olası olumsuz etkilerin nasıl önleneceğine veya en aza indirileceğine karar verilebilir.

Uygulamaya ilişkin olarak, toprak işleme etkinliklerinin sayısının azaltılması dışında fazla bir şey söylenemez. Bu gibi durumlarda kilit karar, erozyon riskini en aza indirirken toprak işlemenin faydalarını en üst düzeye çıkaran mahsulün fenolojik aşamalarını veya hava koşullarını seçmektir. Örneğin, Murcia Bölgesi'ndeki tipik bir yağmurla beslenen badem mahsulünde beş geçiş yapılabilir, ancak bu sayı sadece birkaç göreve indirilebilir. Öte yandan, yerel sulamaya sahip narenciye veya meyve mahsullerinde, organik madde ekleyerek ve bitki örtüsü yoksa oluşabilecek sert tabakayı kırarak toprak işlemeyi ortadan kaldırmak veya en aza indirmek (örneğin, toprak işlemez veya bir veya iki yılda bir) nispeten kolaydır.

Odunsu ürünlere minimum toprak işleme veya toprak işlemez uygulama yapılırken, belirli noktalarda bitki örtüsünün büyümesini yönetmek gerekebilir. Geleneksel olarak bu herbisitler kullanılarak yapılmaktaydı, ancak son zamanlarda belirli bir yükseklikte biçme veya budama kalıntılarıyla birlikte parçalama gibi alternatifler benimsenmektedir. Bitki örtüsünün tamamen ortadan kaldırılması gereken kritik dönemlerde (yaz ayları gibi), zeminin iyi tesviye edildiğinden emin olmak önemli olsa da, tüm zemin bir ot biçme makinesi kullanılarak biçilebilir veya bir bıçakla aynı hızda geçilebilir.

Tahıl ve diğer geniş otsu bitkilerde nadas dönemleri için, hazırlık çalışmaları yağmur mevsiminin başlangıcına (erken sonbahar veya ilkbahar) denk gelebilir. Amaç, ilk birkaç ay içinde ürünlerin en iyi şekilde ortaya çıkmasını ve büyümesini sağlamak için mümkün olduğunca fazla su yakalamaktır. Bu nedenle, erozyon risklerini azaltmak için toprak işlemez şeritler, çitler vb. gibi diğer tekniklerle birlikte kontur toprak işlemenin uygulanması çok önemlidir.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

Bu tekniklerin iklim değişikliği üzerinde önemli olumlu etkileri vardır. İlk olarak, düzenli tarım faaliyetleri için gereken yakıt tüketiminin azalmasına katkıda bulunarak CO2 emisyonlarında kayda değer bir düşüş sağlarlar. İkinci olarak, toprağın bozulmasını en aza indirerek, toprağın humus gibi bileşikler şeklinde organik karbon depolama kapasitesini artırır ve daha sağlıklı bir mikrobiyotayı destekler. Son olarak, toprak ve besin kayıplarının azalması mineral gübre kullanımının da azalmasına yol açarak gübre üretimiyle ilişkili dolaylı emisyonları olumlu yönde etkiler.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

Ortak Tarım Politikası (CAP), bu uygulamaları "İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC)" için genel gerekliliklerin bir parçası olarak eğimli alanlarda zorunlu görmektedir. Bu koşullara uyum, çoğu doğrudan çiftlik yardımına hak kazanmak için gereklidir. Buna ek olarak, önümüzdeki programlama döneminde İspanya genelinde ve özellikle Murcia'da, çiftçilere yönelik doğrudan ödeme planları dahilinde eko rejimlerden biri uygulanacak ve tarım arazilerinde ürün rotasyonu ve doğrudan ekim uygulamaları vurgulanacaktır.

## Kontur Toprak İşleme

**TEKNİĞİN ADI:** Kontur Toprak İşleme

**DiĞER İSİMLER:** Tesviye Toprak İşleme

**TÜR:** Toprak İşleme Yönetimi

### AÇIKLAMA:

Kontur toprak işleme, kullanılan tarımsal görev veya uygulamadan bağımsız olarak arazide kontur çizgileri boyunca mümkün olduğunca yakın çalışmayı içerir. Bu, maksimum eğim çizgisine dik olarak çalışmak, yüzey akışını yavaşlatan ve suyu toprak içindeki küçük kanallarda (oluklar) tutan oluklar ve sırtlar oluşturmak anlamına gelir. Su erozyonunu azaltarak ve toprak profilinde su birikimini artırarak bu teknik, mahsuller tarafından su kullanımını artırır. Kontur toprak işleme genellikle terasların oluşturulmasıyla ilişkilendirilir ve bunlar aynı zamanda ürün geliştirme sırasında bu uygulamanın uygulanması için referans noktaları olarak hizmet eder.

Bu geleneksel uygulama, yağmurla beslenen ürünlerde, özellikle de uzun süreli düşük yağış alan bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Amacı, yağmur mevsimi boyunca yağış kullanımını optimize etmektir. Kontur toprak işleme geleneksel olarak, neredeyse bir gereklilik olarak, hafif ila orta eğimli yamaçlara, eğimlere veya vadilere sahip Akdeniz bölgelerinde kullanılmaktadır. Hem otsu ürünler (tahıllar, ayçiçeği ve baklagiller gibi) hem de zeytin veya badem ağaçları gibi odunsu ürünler için kullanılmaktadır. Ancak, makineleşme ve ürünlerin yaygınlaşması nedeniyle bu uygulama azalmıştır. Eğim boyunca

dikey toprak işleme, kontur toprak işlemeden daha kolay ve hızlı olduğu için daha popüler hale gelmiştir. Ayrıca, gübre kullanımının artması, çiftçinin bakış açısından toprağın doğal verimliliğinin önemini azaltmıştır.

Kontur toprak işlemenin otsu ürünlerde erozyonu kontrol edebilmesine rağmen, dik yamaçlarda, kısa sürelerde yoğun yağış alan bölgelerde veya düşük geçirgenliğe sahip topraklarda (killi veya tınlı) aleyhimize işleyebileceğini belirtmek önemlidir. Bu gibi durumlarda, eğim lehine çalışıldığında akarsu oluşumuna yol açabilir. Ayrıca, bahçe bitkileri, uzun süreli toprak doygunluğu nedeniyle mantar hastalıklarının görülme sıklığının artması gibi ek bir zorlukla karşı karşıya kalabilir.

Odunsu bitkilerde, kontur toprak işleme, yıllık toprak işleme sıklığını en aza indirmek için azaltılmış toprak işleme ile birleştirilebilir. Alternatif olarak, ağaç sıraları arasındaki orta sıranın bir kısmı sürülmeden bırakılabilir ve böylece sürülmesi gereken alan azaltılabilir. Her iki yaklaşım da erozyon kontrolünü önemli ölçüde artırır. Koruma şeritleri toprağın korunmasında oldukça etkili olduğundan, işlenmemiş alanların koruma şeritleri olarak ekilmesi daha da faydalı olacaktır.

Zamanla, odunsu bitkilerde sıra ortalarının konturunu takip eden yeniden toprak işleme, yerçekimi nedeniyle ağaç gövdesinin tabanı etrafında hafif sırtlar oluşturabilir. Bu da arazinin düzensizliğini artırır ve orta dereceli aşındırma süreçlerini daha zorlu hale getirir.

## ÖRNEKLER:



**Şekil 18:** ABD'nin Georgia eyaletindeki bir tarlanın kontur işleme örneği  
Kaynak: Jeff Vanuga / USDA Doğal Kaynakları Koruma Hizmeti (2011).

## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ:

Kontur toprak işleme, toprakta akış yönüne dik oluklar oluşturarak suyun kinetik enerjisini ve aşındırıcı kapasitesini (yerel laminasyon etkisi olarak bilinir) kısmen azaltan zemin düzensizliklerine neden olur. Aynı zamanda küçük ölçekte, tüm uzunluk boyunca ve kullanılan alete bağlı olarak belirli bir derinliğe kadar su birikmesini sağlar. Bu, su sızmasını arttırırken, başlangıçtaki drenaj hacmini ve akıntı oluşumu riskini önemli ölçüde azaltabilir.

Bununla birlikte, Orta İspanya'da Akdeniz koşullarında gerçekleştirilen yakın tarihli bir çalışma, özellikle kısa süreli yoğun yağmur dönemlerinde kontur toprak işlemenin eğim yönünde toprak işlemeye kıyasla daha fazla erozyona yol açabileceğini göstermiştir (Cermeño, I. 2018). Bu durum, bu tekniğin uygulandığı arazinin eğimi ile ilgili sınırlamalarını ve daha yüksek erozyon potansiyeline sahip bu tür ekstrem olaylara karşı arazinin

dayanıklılığını artıran diğer önlemlerin varlığını veya yokluğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan, daha yeni çalışmalar, kontur toprak işlemenin mekanik erozyon üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğunu ileri sürmektedir; bu, yeniden döşemeden kaynaklanan toprak parçacıklarının hareketinin ve yerkemiminin etkisinin neden olduğu erozyonu ifade etmektedir. Koruyucu toprak işleme yöntemi olarak eğim yönünde toprak işlemeye göre mekanik erozyonun azaltılması açısından daha uygundur.

Biyçeşitlilik açısından, kontur toprak işlemenin dikkate değer bir doğrudan etkisi yoktur ancak dolaylı olarak toprak, besin ve organik madde tutulmasına katkıda bulunur. Bu, toprağın kalitesinin ve bitki, hayvan ve mikrobiyal yaşamı destekleme yeteneğinin korunmasına yardımcı olur.

Son olarak kontur toprak işlemenin kalıcı bir teknik olmadığına dikkat etmek önemlidir. Etkileri sadece birkaç ay sürer, sonrasında odunsu bitkilerde (yilda en az bir kez) veya otsu bitkilerde ekim veya dikim için arazi hazırlanırken tekrarlanması gerekir. Bahçe bitkileri söz konusu olduğunda, yabancı otları kontrol altına almak veya sertleşmiş yüzeyi parçalamak için toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda bu işlem yapılmalıdır.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Kontur toprak işleme genellikle tüm toprak tipleri ve ürünler için uygun kabul edilir. Özellikle %1 ila %10 arasında değişen hafif eğimlerde, orta dereceli yağışlardan sonra suyu tutmada oldukça etkilidir. Odunsu türler söz konusu olduğunda, %15'e kadar olan eğimler yönetilebilir. Ancak, bu tekniğin tek başına şiddetli yağmurdan sonra veya daha dik eğimlerde yüzey akışını önlemek için yeterli olmayabileceğini unutmamak önemlidir. Bu nedenle, kontur toprak



işlemenin diğer koruma teknikleriyle birleştirilmesi önerilir. Teraslar, tepeler, bitki şeritleri ve/veya çitler gibi alternatif yöntemler, traktör manevra kabiliyetinin zor olduğu çok dik yamaçlar için daha tavsiye edilir.

Tipik olarak, otsu ürün ekiminin veya ağaç dikiminin yönü, ekimi kolaylaştırmak için toprak işleme yönü ile aynı hizadadır. Halihazırda, birçok odunsu ürün plantasyonunda bu tür çalışmalar, özellikle Doğu İspanya'da narenciye söz konusu olduğunda plantasyon platoları veya zeytinlikler, meyve bahçeleri, üzüm bağları veya badem bahçelerindeki teraslar kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Kontur toprak işlemenin temel prensibi konturları yakından takip etmek olsa da, olumsuz topografyanın (vadiler, oluklar, kayalar, vb.), sınırlı manevra alanının veya eğimin yönünden farklı doğal bir akış akışının belirli bölümlerde bu kurala sıkı sıkıya bağlı kalmayı pratik veya yararsız hale getirdiği durumlar olabilir.

Düzenleyici bir bakış açısıyla, iyi tarım uygulamaları kuralları genellikle arazinin eğimine bağlı olarak kontur toprak işlemeyi tavsiye edilen veya zorunlu olarak kabul eder.

### **GEREKLİ KAYNAKLAR:**

Kontur toprak işleme, kullanılan traktörün devrilme veya kayma riski olmadan bu yönde çalışmaya uygun olması ve operatör güvenliğini sağlaması gereken yüksek eğimli çiftlikler dışında özel makine veya ekipman gerektirmez. GPS özellikli ekipmanlar, özellikle otsu ürünler için daha hassas toprak işleme uygulamasına olanak sağladığından oldukça avantajlıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) şu anda hedeflenen alan için kontur çizgileri veya yüksek irtifa hassasiyeti içeren doğru haritalar sağlamaktadır. Topografik araştırmalar için GPS, teodolit veya total station gibi modern araçların bulunmadığı durumlarda, arazinin topografik haritaları doğrudan kullanılabilir.

Alternatif olarak, kontur çizgilerini tanımlamak için eski yöntemler kullanılabilir. Maksimum eğim çizgilerine yaklaşmak için nispeten basit bir başka yaklaşım da, arazinin altimetrik değerlerini sağlayan Google Earth™ gibi uygulamaları kullanarak, potansiyel olarak daha düşük hassasiyetle de olsa, belirli rotalar boyunca arazi profillerinin oluşturulmasını sağlamaktır.

Odunsu bitkiler söz konusu olduğunda, otsu bitki çiftliklerinin aksine daha sonra kolayca ayarlama yapılamayacağından, dikim hatlarının yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

### **TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:**

Tasarım açısından, toprak işleme çizgilerinin kontur çizgileriyle yakından hizalanması temel gerekliliği dışında kontur toprak işleme için çok az özel yönerge vardır.

Dikkate alınması gereken bir sınırlayıcı faktör, arazinin eğimidir ve bu eğim dik olmamalıdır. Otsu bitkiler için eğimin en fazla %3-5 olması tavsiye edilirken, diğer tamamlayıcı tekniklerin desteği olmadan tek başına kontur toprak işleme uygulandığında odunsu bitkiler için eğimin %7-10'u geçmemesi gerekir. Bu, özellikle daha az geçirgen topraklarla uğraşırken önemlidir.

Ekim veya dikim için arazi hazırlığı sırasında kontur toprak işleme uygulanırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

Hat aralığı, belirli ürüne veya amaçlanan ürüne bağlıdır. Genel olarak, karık derinliğinin ve genişliğinin daha fazla olması su tutma kapasitesini artıracaktır. Ancak bu durum toprağın geçirgenlik ve yapı gibi fiziksel özellikleriyle sınırlı olabilir.

Karık genişliği tipik olarak sırt üstleri arasında minimum 25 cm mesafeye sahipken, arazi hazırlığı sırasında derinlik en az 20 cm olmalıdır. Bununla birlikte, gerçek derinlik çiftlikteki kalıp tahtası, tırmık, disk ve süpürge gibi mevcut aletlere bağlı olarak değişebilir.

Drenaj kanalı gibi bir yolla fazla suyun drenajı kontrol ediliyorsa, toprak işleme hatları %1,5-2'lik hafif bir eğimle oluşturulabilir. Bu, aksi takdirde kontrolsüz akıntılara ve özellikle bahçe bitkilerinde bitki sağlığı sorunlarına yol açabilecek fazla suyun drenajını kolaylaştırır. Böyle bir tasarım özellikle killi veya tınlı topraklar gibi düşük geçirgenliğe sahip topraklarda önemlidir.

Özellikle dik yamaçlarda olmak üzere şiddetli yağmur olaylarına eğilimli alanlarda, su tutmayı artırmak veya kontrollü drenajı kolaylaştırmak için ek yapılar dahil edilmelidir. Bu nedenle, bu yapılar eklenmeden ekim şeritlerinin maksimum uzunluğunun 50-100 metreyi geçmemesi tavsiye edilir. Ancak bu öneri yamacın eğimine ve yetiştirilen ürüne bağlı olarak değişebilir.

Kontur toprak işlemenin kurulmasını kolaylaştırmak için bir ön plan oluşturmak ve/veya arazi kullanımını yeniden gözden geçirmek faydalı olacaktır. Bu, odunsu ürünler söz konusu olduğunda 10-15 metre veya daha fazla düzenli aralıklarla yerleştirilmiş kazık gibi işaretleyiciler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu işaretler, kontur çizgileri boyunca toprak işlemenin yapılacağı referans çizgileri olarak hizmet eder.

Aletler açısından, çivili veya keski pulluklar, süpürgeler, diskler veya dipkazanlar gibi dönmeden dikey çalışma yapan aletlerin kullanılması tavsiye edilir. Geleneksel kalıplı pulluklardan kaçınılmalıdır.

Kalıcı fiziksel yapılar içermediği için kontur toprak işleme için bakım gerekli değildir. Çalışma her yeni otsu ürünle birlikte veya odunsu ürünler için yıllık olarak yenilenir. Bununla birlikte, özellikle uzun yıllar toprak işlendikten sonra toprağın infiltrasyon kapasitesini artırmak için daha derin alt toprak işleme yapılabilir. "Subsoiler" tipi bir aletin kullanılması, toprak işleme ile oluşan sert tabakayı kırdığı ve derin drenaj kanalları oluşturmaya yardımcı olduğu için özellikle etkilidir.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

Kontur toprak işlemenin uygulanması çiftçiler için bazı zorluklar veya rahatsızlıklar yaratabilir, ancak yakıt tüketiminin biraz azaltılmasına katkıda bulunabilir. Bunun nedeni, eğimi takip eden toprak işlemede olduğu gibi traktör hareketinin daha yüksek seviyelerden daha düşük seviyelere geçmeyi veya tam tersini içermemesidir.

Ayrıca, kontur toprak işleme toprak ve besin kaybını azaltmaya yardımcı olur, bu da eğimi takip eden toprak işlemeye kıyasla uzun vadede hektar başına biraz daha yüksek verimle sonuçlanabilir. Buna ek olarak, mineral gübre ihtiyacı da bir miktar azalabilir.

Daha da önemlisi, kontur toprak işleme, uzun süreli eğimli toprak işlemede meydana gelebilecek üst toprak tabakasının (verimli tabaka) kaybını önlemeye de yardımcı olur. Bu tabakanın korunması, özellikle ekstrem durumlarda arazinin mahsul yetiştirme kapasitesini korumak için çok önemlidir.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

Ortak Tarım Politikası, uzun yıllar boyunca kontur toprak işlemeyi "İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC)" genel gereklilikleri kapsamında eğimli alanlar için bir gereklilik olarak kabul etmiştir. En son programda Koşulluluğun bir parçası olarak yer almaktadır ve çiftçilere sağlanan doğrudan yardımların çoğu için uyum gereklidir.

## Bitki Şeritleri

**TEKNİĞİN ADI:** Bitki Şeritleri

**DİĞER ADLARI:** Şerit Kırpma, Kontur Koruma Şeritleri

**TÜR:** Toprak İşleme Yönetimi; Bitki Örtüsü

### AÇIKLAMA:

Bitki Şeritleri, İspanya'da uzun yıllardır yaygın olarak uygulanan son derece etkili bir toprak koruma stratejisidir (Andreu, J. 1945). Arazinin eğimini takip eden ince sıralar veya çok yıllık otsu bitkilerden, genellikle otlardan oluşan "şeritler" kurulmasını gerektirir. Bu şeritler aralıklı bitki örtüsü görevi görür ve tipik olarak ekin sıraları arasında yer alır.

Bu yöntem sıklıkla otsu ürünlerde kullanılmakla birlikte, özellikle tam bitki örtüsü gerekmediğinde odunsu ürünlerde de etkilidir. Otsu türler yoğun bir şekilde ekilir; şeritler korunursa, kendiliğinden yetişen türler zaman içinde doğal olarak çoğalabilir. Bu şeritler arasındaki genişlik ve mesafe sabit veya değişken olabilir, ideal olarak arazinin eğimine ve yetiştirilen ürünün türüne göre karar verilir.

Standart prosedür, bu şeritleri dikmek için arazinin konturları boyunca sürülmesini içerir. Ancak, daha yumuşak bir eğim veya daha geniş şerit aralıkları söz konusu olduğunda farklı bir ürün hizalaması belirlenebilir.

Alternatif bir yaklaşım, bu şeritleri ürün rotasyonu ile dönüşümlü olarak uzun süreli nadas alanları olarak kullanmaktır. Bu yöntemde, otsu şeritler önemli bir süre sonra ürün ekimi için sürülürken, daha önce ekilen alan yeni şeritler olarak

kurulur. Bu gibi durumlarda, şeritler ekili alanın %50'sini kaplayacak ve tahıllar gibi tarımsal açıdan faydalı türler seçilecektir.

Bir başka olasılık da bu şeritlerin ana ürünle entegre bir şekilde hayvan otlatma alanları olarak kullanılmasıdır. Bu şeritlerin etkinliğinin devamlılığını sağlamak için hayvan yoğunluğu yönetilmeli ya da ekosistemin doğal olarak yenilenmesine olanak tanımak için otlatma periyodik olarak durdurulmalıdır.



**Şekil 19:** Amerika Birleşik Devletleri'nde ara kırpma ile şerit kırpma örneği.  
Kaynak: Teneke Adam (2021), Combien Forumu.

### TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ:

Bitki şeritlerinin oluşturulması toprağın korunması üzerinde son derece olumlu bir etkiye sahip olabilir. Bitkisel örtüye sahip bu bozulmamış yüzeyler, suyu ve nitrat gibi besin maddelerini tutma kapasitesine sahiptir, böylece toprak kaybını azaltır ve akarsu oluşumunu en aza indirir. Bu şeritlerin etkinliği, genişlikleri ve kullanım sıklıkları ile doğru orantılıdır. Ayrıca, şeritlerin kapladığı bölgeler, ekili alanlara kıyasla tipik olarak daha yüksek organik madde içeriği, daha fazla

mikroorganizma varlığı ve artan biyolojik çeşitlilik sergiler. Bu biyolojik çeşitlilik, bitki örtüsü kasıtlı olarak ekilmek yerine kendiliğinden ortaya çıkarsa daha da zengin olabilir. Bununla birlikte, ekilen bir tür, yeşil gübrenin rotasyona dahil edilmesi veya tozlayıcılar veya ürünle ilişkili doğal avcılar gibi faydalı böceklerin teşvik edilmesi gibi agronomik nedenlerle faydalı olabilir.

Önemli genişlikte (birkaç hatta onlarca metreye yayılan) bitki şeritleri oluşturulduğunda, yerel yaban hayatı için önemli ekolojik koridorlar görevi görebilirler. Birçok koruma uygulamasında olduğu gibi, bu şeritler ne kadar uzun süre muhafaza edilirse, etkileri o kadar faydalı hale gelir.

### **TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:**

Bitki şeritleri genellikle tahıllar gibi geniş otsu ürünlerle veya soya fasulyesi, ayçiçeği ve mısır gibi endüstriyel ürünlerle ilişkilendirilir. Önemli eğimler içeren senaryolarda, çiftlik düzeni şeritler için yeterli alan sağlıyorsa, teknik odunsu ürün plantasyonlarına da uygulanabilir.

Toprak uyumluluğu açısından belirli bir kısıtlama yoktur, ancak dik eğimler, akarsu veya oluk oluşumunu önlemek için ek koruma yapılarının dahil edilmesini gerektirebilir.

Düzenleyici düzeyde, iyi tarım uygulamaları kodları, büyük ölçüde arazinin eğimine bağlı olarak, bitki şeritlerinin kullanımını genellikle tavsiye edilebilir ve hatta zorunlu olarak görmektedir.

### **GEREKLİ KAYNAKLAR:**

Gerekli kaynaklar, seçilen türlerin bu şeritlere ekilmesi için bir ekim makinesi ve bir silindir de dahil olmak üzere kontur toprak işleme için gerekli olanlara benzerdir. Ek olarak, bakımları için bir biçme makinesi veya ayıklama makinesi gereklidir veya şeritler tahıl ürünleri veya benzerlerinden oluşuyorsa bir biçerdöver kullanılabilir.

### **TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:**

Şeritler tasarlanırken, tipik olarak kontur çizgileri boyunca sürekli olarak uzanan uzunlamasına şeritler oluşturulur. Teraslar veya banklar gibi diğer koruma yapıları mevcutsa, bu şeritler genellikle bunlardan yukarı doğru yerleştirilir ve yamaçların stabiliteyi ve erozyon korumasını artırmak için koruyucu bitki örtüsüne (doğal veya dikilmiş) ev sahipliği yapmasına izin verilir.

Odunsu türler için, dikim genellikle ağaç hattına yakın, tipik olarak yukarı yönde yapılır. Bununla birlikte, şeritler bazen şeridin ortasına örtü olarak dikilir. Otsu bitkilerden farklı olarak, bu şeritler tüm şeritlere uygulanmaz, ancak gerektiğinde dönüşümlü bir desen izler.

Dikim sırasında göz önünde bulundurulması gereken iki önemli husus, şeritlerin genişliği ve konumlarına göre dağılım sıklığı ya da aralarındaki boşluktur.

Önerilen tasarım yaklaşımı, eğimin en yüksek kısmına ekili bir arsa yerleştirir ve bunu aşağı yönde bir şerit izler. Bu sıra azalan bir yönde hareket ederek tekrarlanır. İdeal olarak, özellikle aşağıda yüzey akışını alabilecek bir su yolu veya drenaj kanalı varsa, plantasyonun alt sınırında daha geniş bir son şerit oluşturulmalıdır.

Ekili araziler Natura 2000 Ağının bir parçasıysa ve ağaçlık veya çalılık alanlara yakınsa, şeritler bu doğal unsurları birbirine bağlayacak şekilde tasarlanabilir ve yaban hayatı için ekolojik koridorlar olarak işlev görebilir.

Şerit sıklığı veya zemin aralığı açısından sınırlayıcı faktör, çiftlik işleri ve ürün hasadı için gereken makinelerin genişliği olacaktır. Koruyucu şeritler arasındaki ürün genişliği en azından kullanılan alet veya ekipmanın maksimum genişliğini aşmalıdır. Şeritler en az yaklaşık 25 m, en fazla 100 m aralıklarla yerleştirilmelidir. Ancak, daha geniş şeritler için daha büyük mesafeler düşünülebilir. Bu mesafeyi belirlemek için pratik bir yöntem, arazi ve ürün üzerinde yüzey akışının ve rill oluşumunun başladığı maksimum mesafeyi gözlemlemek olacaktır. Gözlemlenen bu mesafe dikkate alınan maksimum mesafe olmalıdır.



Şeritlerin genişliği büyük ölçüde değişebilir. Suyu etkili bir şekilde tutmak için en az 2-3 m genişliğinde olmalı, ancak yerleştirildiği ürün sırasının uzunluğunun yarısından daha geniş olmamalıdır. Örneğin, düşük eğimli tahıl ürünlerinde şeritler 5-10 m kadar geniş olabilir, ancak geniş aralıklarla yerleştirilmelidir. Kaplanan toplam yüzey alanı eğime bağlı olarak %7-50 arasında olmalıdır.

Bu şeritler için baklagiller, tahıllar, diğer otlar veya kompozitler ya da bunların karışımları gibi tarımsal açıdan ilgi çekici otsu türler; olası allelopatik etkileri olan türler (böcek çekiciliği veya kovuculuğu) veya yararlı böcekler için sığınak gibi çeşitli bitki türleri kullanılabilir. Zamanla, başlangıçta yerleşik olan türlerin, bu alanları yavaş yavaş yeniden kolonize eden yerel otsu türler lehine gerilemesine izin verilebilir. Bununla birlikte, erozyonu azaltmayı ve toprak tutmayı iyileştirmeyi amaçlayan yarı kurak koşullarda genellikle en uygun tür otlardır.

Seçilen türler ekilirken, bu şeritlerin yeterli büyümesini sağlamak için bölgede yılın ana yağışının gerçekleştiği dönemleri dikkate almak önemlidir. Yağış azsa, bir miktar sulama gerekli olabilir.

Bakım, kendi kendine tohumlama kapasitesi düşük olan tek yıllık türler için yeniden tohumlama veya aşırı büyümeyi veya çalı türlerinin çoğalmasını önlemek için çok yıllık türler için biçme, parçalama veya otlatmayı içerebilir. Her bir müdahale arasındaki aralık, şeritlerdeki bitki türlerine, büyüme hızlarına ve hava koşullarına bağlıdır. Özellikle, bu yüzeyler kuşlar için yuva alanı olarak kullanılabilir, bu nedenle zararı önlemek için yuva dönemlerinden kaçınılmalıdır. CAP'ın bazı tarımsal-çevresel yardımları hasat dönemlerinde geçici kısıtlamalar öngörmektedir.

Bu yüzeylerde önemli miktarda tortu birikmesi durumunda, bu tortunun birkaç yılda bir yeniden dağıtılması tavsiye edilebilir. Yeniden dağıtılmazsa, toprağın korunmasında ek faydalar sağlayan höyükler veya teraslar oluşabilir.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:

Bu teknik ekili yüzey alanını etkili bir şekilde azaltmasına rağmen, uygulanan kontur toprak işleme nedeniyle yakıt tüketimini de orantılı olarak veya daha da önemli ölçüde azaltır. Toprak ve besin kaybı azalır, toplam alan için durum böyle olmasa bile gerçek ekili alan için hektar başına uzun vadeli verim potansiyel olarak artar. Sonuç olarak, gübre gereksinimleri de önemli ölçüde azalır.

Daha da önemlisi, bu yöntem uygulanan alanlardaki organik madde içeriğini artırır. Bu, toprak işlemeden kaynaklanan kayıpların azaltılması ve ekilen otsu bitkilerin kalıntılarından bu şeritlerde biriken biyokütle yoluyla elde edilir. Birleşik etki, daha düşük CO2 emisyonu ve daha fazla organik karbon ile sonuçlanır.

## ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:

Uzun yıllar boyunca Ortak Tarım Politikası, 'İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC)' genel gereklilikleri kapsamında eğimli alanlarda bu uygulamayı zorunlu kılmıştır. En son programlamada 'Koşulluluk' altında, bu uygulama çoğu doğrudan yardım için bir gerekliliktir.

## İlişkili Bitkiler

### TEKNIĞİN ADI: İlişkili Bitkiler

**DiĞER İSİMLER: Karışık Mahsuller, Aralıklı, Çoklu veya Birleşik, Şerit Kırpma, Karışık Mahsuller, Polikroplar**

### TÜR: Mahsul Yönetimi

#### AÇIKLAMA:

Ürün rotasyonundan farklı olarak, birlikte ekim, aynı tarla içinde farklı bitki türlerinin eş zamanlı olarak yetiştirilmesini, daha küçük veya tamamen karışık alt birimlere bölünmesini içerir. Tipik olarak iki farklı ürün ekilir, ancak bu sayı artırılabilir ve böylece tarımsal ekosistemin biyolojik çeşitliliğine katkıda bulunulur. Bu teknik, bir tarladaki ürün popülasyonunu çeşitlendirmeyi, monokültürle ilgili sorunları azaltmayı ve alternatif beslenme fırsatları veya haşere sığınakları sağlayarak doğal haşere düşmanlarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bazı çiftçiler, tek tek mahsul yetiştirmektense birlikte ekim yöntemini kullandıklarında potansiyel verim artışlarına da dikkat çekmektedir.

Birçok durumda, birlikte ekilen bitkiler, geniş ekim şeritleri veya daha uzun türlerin ekim sıraları gibi doğrusal bir desen izleyen otsu türlerle ağaç türlerinin bir kombinasyonu gibi belirli bir geometrik dağılımda düzenlenir. Daha az düzenli tasarımlar da olabilir ve bazı durumlarda, hayvan yemi veya yem olarak kullanılan mahsullerde olduğu gibi, türlerin tamamen karışımı görülebilir.

Ara ekim kullanan kentsel sebze çiftçileri, bu yetiştirme tekniği sayesinde müşterilerine daha geniş bir ürün yelpazesi sunabilir. Odunsu mahsuller için, özellikle ağaçlar henüz gençken ve bu uygulamayla belirli bir süre için sebze veya ilgi duyulan diğer mahsuller yetiştirilerek kullanılacak açık bir yüzey bıraktığında, ara ekim ekonomik bir destek sunmaktadır. Bazı durumlarda, sebze yetiştiriciliğinde sıklıkla görüldüğü gibi, orijinal odunsu plantasyonun yerini başka bir ürün aldığı anda ağaç veya bitki sıralarının büyümesine izin verildiğini görüyoruz.

Toprak kalitesini arttırmak ve birincil ürüne yardımcı olmak için bazı türlerin kullanılması, aşırı toprak besin maddelerinin (azot gibi) dengelenmesi veya geleneksel olarak bazı türlerin kişisel tüketim için kullanılması (örneğin meyve ağaçları, zeytin) veya konserve, sabun gibi zanaat ürünlerinin küçük ölçekli üretimi gibi çeşitli nedenlerle de ara ekim yapılmaktadır. İkinci durumda, bu ürünler gerçek ürünlerden çok çitlere benzemektedir.



**Şekil 20:** İtalya'daki zeytin bahçelerindeki yabancı kuşkonmaz ve diğer ürünler.  
Kaynak: Adolfo Rosati (2017).

## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ:

Bu tarım tekniğinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisi dikkate değerdir, çünkü tek bir plantasyondaki tür çeşitliliğinin artırılması doğal olarak eklembacaklılar, mikroorganizmalar vb. gibi ilgili organizmaların sayısını artırır. Doğal olarak, daha fazla çiftçi bu yetiştirme yöntemini benimserse, etkisi de artacaktır.

Ayrıca, otsu ve odunsu türler birleştirildiğinde daha zengin bitki tabakalaşması meydana gelir. Bu da barınmak ya da üremek için daha fazla alan ve yeni besin kaynakları yaratarak, ayrı ayrı yetiştirilen her bir ürüne kıyasla birlikte yetiştirilenlerden oldukça farklı başka türlerin ortaya çıkmasını büyük ölçüde teşvik eder.

Bu çeşitlilik toprağa da fayda sağlar. Kullanılan türlere bağlı olarak toprağın korunmasını ve organik madde içeriğinin artmasını sağlayabilir.

Ara ekimin önemli bir avantajı da haşere veya hastalık kontrolü potansiyelidir. Örneğin dönüşümlü şeritlerle yaratılan süreksizlikler, herhangi bir bitki sağlığı sorununun yayılmasını engeller. Uzun ağaçlar veya otsu türler gibi bazı bitkiler, diğer ürünler için zararlılara karşı fiziksel koruma (bariyer görevi görme) bile sağlayabilir. Buna ek olarak, yetiştirilen bazı türler allelopatik özellikler sergileyerek kovucu (birçok aromatik tür), cezbedici (tuzak bitkiler) olarak işlev görür veya haşere gelişimini kontrol etmeye yardımcı olan doğal düşmanların veya rakiplerin büyümesini teşvik eder. Narenciye ağaçlarının yanında tahıl yetiştirilmesi buna bir örnektir. Tahıl mahsulündeki yaprak biti istilası, yırtıcıların ve parazitoidlerin ortaya çıkmasını tetikleyebilir ve bunlar daha sonra narenciye ağaçlarına geçerek onlara saldıran farklı yaprak biti türlerinin kontrol edilmesine yardımcı olabilir. Bu Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) stratejisi, bitki koruma ürünlerinin kullanımını etkili bir şekilde azaltabilir.

Ayrıca, bazı bitkiler tozlayıcıları çekebilir ve bu da diğer ürünlerin tozlaşmasına yardımcı olabilir. Örneğin, badem ve kiraz ağaçları labiate ve kompozit türlerle ve biber veya domates gibi meyve sebzelerle birlikte yetiştirildiğinde bu durum görülür.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Bu teknik için çok az kısıtlama vardır ve genel olarak, otsu, bahçecilik veya odunsu türler olsun, neredeyse tüm ürünlere uyacak şekilde uyarlanabilir. Bunun ana istisnası, çok küçük plantasyonlarda olduğu gibi operasyonun büyüklüğüdür, ara ekim pratik değildir ve üretimin çeşitli ürünlere bölünmesi karlı değildir. Bu senaryolar hala daha küçük ölçekte veya kişisel tüketim için uygulanabilir.

Odunsu mahsuller söz konusu olduğunda, plantasyon düzeni çok yoğunsa, ekilen otsu veya bahçecilik mahsulünün yönetimi zor olabilir.

Bir başka engel de, birlikte ekilen bitkilerin yönetiminden kaynaklanmaktadır. Genellikle farklı gübreleme veya sulama ihtiyaçları vardır ve bu da bu tekniğin kullanımını zorlaştırabilir. Bitki koruma ürünlerinin uygulanması da dikkate alınmalıdır. Çoğu durumda, bazı aktif bileşenler her iki ürün için de onaylanmamıştır ve yakınlıkları, ürünün sürüklenmesi veya akması nedeniyle kontaminasyon riskini artırır. Bu nedenle, onaylanmış birkaç aktif bileşik daha genel olma eğiliminde olduğundan, Organik Tarım bu tekniğe daha elverişlidir. Alternatif olarak, bu zararlıların bazılarıyla mücadele etmek için mevcut herhangi bir ürün olmayabilir.

## GEREKLİ KAYNAKLAR:

Birleşik ekimin uygulanması, ürün rotasyonuna benzer şekilde ekim, dikim, bakım ve hasat gibi görevler için ekipmanda bir artış gerektirebilir, ancak etkisi daha az belirgindir. Bununla birlikte, profesyonel düzeyde karşılaşılan bir diğer zorluk da ilişkili ürünlerin uyumluluğunu değerlendirme ihtiyacıdır. Herhangi bir yönetim sorununu önlemek için bu ürünlerin ürün döngülerine, yönetim ve mekanizasyona, gübreleme ve sulamaya, haşere tedavilerine vb. adapte olmasını sağlamak çok önemlidir. Bu nedenle, Organik Tarım sistemlerinde ara ürün

kullanımı artmıştır. Bununla birlikte, dikkatli bir planlama ile bazı faydalı ürün kombinasyonları, yukarıdaki önlemler göz önünde bulundurularak daha yoğun tarım sistemlerine de dahil edilebilir.

### **TASARIM, UYGULAMA VE YÖNETİM:**

Ara ekimi uygulamak için çeşitli tasarımlar kullanılabilir. Tipik olarak, ana ürünle serpiştirilmiş nispeten büyük şeritler kullanılır. Bu şeritlerin boyutu amaca ve ana ürünle birleştirilecek türlere bağlıdır. Bazı durumlarda, her iki ürün de eşit öneme sahip olduğunda, çiftlik farklı şekillerde iki eşit parçaya bölünmeli ve ürünler alternatif olarak yerleştirilmelidir. Odunsu mahsuller için otsu mahsul ağaç sıralarının arasına sıralar halinde yerleştirilir. Sebze bitkileri söz konusu olduğunda, bir türün daha sık kullanılması yaygındır, genellikle arazinin sınırları etrafında çit olarak kullanılır.

Küçük organik bahçeler veya ot üretimi için popüler olan bir başka yaklaşım da aynı alan üzerinde türlerin rastgele bir karışımıdır. Bu yaklaşım, allelopatik faaliyetler, beslenme desteği, azot fiksasyonu ve daha fazlası açısından türler arasındaki etkileşimi artırabilir. Ayrıca çiftlik hayvanları için kaliteli yem üretmek üzere tasarlanmış plantasyonlarda da kullanılabilir.

Tür seçimi, çiftçinin ticari uygulanabilirlik, karlılık veya istenen diğer fayda veya etkilerle ilgili çıkarlarına bağlı olacaktır.

Bakım açısından, bir monokültürü yönetmekten daha karmaşık olduğu anlaşılan serpiştirilmiş bitkilerin etkin yönetimine duyulan ihtiyaç dışında önemli bir şey göze çarpmamaktadır.

### **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:**

Ürün birlikteliği çevresel faydaları ile tanınmıyor olabilir, ancak iklim değişikliği konusunda bazı avantajlar sunmaktadır. Örneğin, daha önce de belirtildiği gibi, ürün birlikteliğinin kullanılması önemli zararlıların oluşumunu azaltmaya yardımcı olabilir ve bu da bitki koruma ürünlerinin daha az kullanılmasına yol açabilir. Bu azalma, daha az gerekli müdahale nedeniyle maliyetleri ve yakıt kullanımını azaltabilir.

Yetiştirilen bitki türlerine bağlı olarak, bazı otsu türler toprak verimliliğini artırmaya ve CO2 depolama kapasitesini artırmaya yardımcı olabilir. Ayrıca, bir mahsulün toprağı koruyan bir türle eşleştirilmesi pratik bir seçenek sunmaktadır. Bu durumda toprak erozyonu azalabilir, bu da verimliliğin artmasına, besin kaybının azalması nedeniyle gübre maliyetlerinin düşmesine ve organik depolamanın artmasına yol açabilir.

### **ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:**

Ürün birleştirme, çeşitli üretim yaklaşımlarıyla iyi uyum sağlayan ve giderek daha fazla benimsenen ilgi çekici bir uygulama olsa da, ürün rotasyonlarının aksine, bu tekniği teşvik etmek için tarımsal-çevresel destek önlemleri henüz düşünülmemiştir. Bununla birlikte, Ortak Tarım Politikalarının (CAP) iyi tarım veya çevre uygulamalarına dahil edilmiştir. Yeşillendirme gerekliliklerinde bulunan ürün çeşitlendirmesi ile ilgili olarak, bunlar artık yeni CAP'de Geliştirilmiş Koşulluluğun İyi Tarımsal ve Çevresel Koşulları (GAEC) içinde yer almaktadır. Bu dahil etme, ürün birliğinin CAP'den doğrudan ödeme gerekliliklerini karşılamak için potansiyel bir alternatif olabileceği anlamına gelmektedir.



## Örtü Bitkileri

### TEKNİĞİN ADI: Örtü Bitkileri

**DiĞER ADLARI: Yeşil veya Canlı Örtüler, Bitki Örtüsü, Yeşil Gübreler, Kendiliğinden veya Doğal Örtüler**

### TÜR: Örtü Bitkisi

#### AÇIKLAMA:

Açıklanan diğer tekniklerde olduğu gibi, bu bölüm de odak noktaları veya amaçları bakımından biraz farklı olan ancak nihai sonuçları genel etkileri bakımından çok benzer olan teknikleri bir araya getirmektedir. Örtü bitkileri, çiftçi tarafından ekilen veya doğal olarak oluşan yerel türlerden bir veya daha fazla otsu, tek yıllık veya çok yıllık türün kalıcı olarak varlığını oluşturmayı içerir. Odunsu ürünlerde toprak işleme ya da herbisit kullanımı olmadığında, bu örtü bitkileri ürünün yüzeyinin bir kısmını ya da tamamını kaplar. Büyümeleri tipik olarak biçme veya hayvan otlatma yoluyla kontrol edilir.

Günümüzde bu örtüler, entegre zararlı yönetimine katkılarından dolayı oldukça değer görmektedir. Yaprak bitleri, akarlar, beyaz sinekler ve diğerleri de dahil olmak üzere mahsullere zarar veren zararlıların doğal avcılarının korunması gibi faydalar sunarlar. Ancak asıl avantajları, toprağı su veya rüzgârın neden olduğu erozyona karşı korumalarında yatmaktadır. İspanya'nın güneydoğusunda örtü bitkileri zeytinliklerde, narenciye tarlalarında, sert çekirdekli ve yumuşak çekirdekli meyve bahçelerinde ve bazen de üzüm bağlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bunların kullanımı organik tarım operasyonlarının kritik bir bileşenidir.

Çoğu durumda, bu örtüler arazi üzerinde geniş bir yeşil katman oluşturmakta, genellikle ağaç sıraları arasındaki boşluklara dikilmekte ve ağaç gövdelerinin tabanı etrafında bir boşluk bırakılmaktadır. Bazen de ağaçların dibine dikilir ve sıranın ortası toprak işleme için açık bırakılır. Ancak bazı bölgelerde örtü tüm ekin yüzeyine yayılır ve bir çayır gibi görünür. Bu durum Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde, örneğin mera olarak kullanılan kurak alan plantasyonlarında ve meşeliklerde hala görülebilmektedir. Orta Avrupa'da badem, zeytin ya da keçiboynuzu bahçelerinde ve bazı meyve ağacı türlerinde de görülmektedir. İspanya'nın güney ve güneydoğusundaki geleneksel sulanan düzlük alanlarda hala ağırlıklı olarak kuzukulağı (*Oxalis* sp.) gibi otlardan oluşan kalıcı örtülere sahip küçük narenciye bahçeleri bulunmaktadır.

Yaygın uygulama, genellikle atmosferik azot fiksasyonu (baklagiller söz konusu olduğunda) gibi belirli bir fayda için bir veya daha fazla seçilmiş türün ekilmesini içerir ve bu da yeşil gübre olarak bilinen şeyle sonuçlanır. Ortak Tarım Politikası (CAP) bunları güçlü bir şekilde teşvik etmektedir ve zararlılarla mücadele için faydalı böceklerin korunmasındaki önemleri giderek artmaktadır. Ayrıca, seçici biçme yoluyla plantasyona yavaş yavaş yerleşen yerel otlar ve spontane çiçeklerden oluşan örtülerin kullanımında da yükselen bir eğilim vardır. Yağmur miktarı ve dağılımı, ekilen veya doğal olarak oluşan birçok çim türü için sınırlayıcı bir faktör olabileceğinden, bölgedeki yağış miktarı dikkate alınmalıdır. Akdeniz koşullarında, ideal olmasa da ilk büyümeyi desteklemek veya ilkbahar ve yaz aylarındaki kuraklıklar sırasında rahatlama sağlamak için bir miktar sulama yapılması tavsiye edilir.

Şu ana kadar, esas odak noktası olan odunsu ürünlerdeki örtü bitkilerini ele aldık. Ancak bunlar otsu ürünlere, özellikle de sebzelere de uygulanabilir. Baklagiller (yeşil gübre) veya tahıllar gibi iyileştirici türlerin ekilmesi, yıllık ürün rotasyonları içinde giderek yaygınlaşmaktadır. Odunsu türlerle arasındaki temel

fark, bu örtülerin ürün döngüleriyle uyum sağlamak için kalıcı olmaktan ziyade yıllık olma eğiliminde olmasıdır. Aşırı toprak azotu veya bir patojenin varlığı gibi belirli durumlarda, sorunu hafifleten ve ticari açıdan değerli türlerin büyümesini sağlayan bir örtü oluşturmak faydalı olabilir. Ne olursa olsun, hem odunsu hem de otsu ürünlerde nihai amaç, toprağın otsu bir örtü tarafından etkili bir şekilde korunmasını sağlamak, kısmen veya tamamen çıplak toprak dönemlerini en aza indirmek ve sundukları diğer çeşitli faydaları gerçekleştirmektir.



**Şekil 21:** Bir bağda haşere kontrolü için kullanılan örtü bitkileri. Kaynak: Jacqueline Macou (2016).

## TOPRAK KORUMA VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ:

Örtü bitkilerinin uygulanması, bitki şeritleri tarafından getirilenlere benzer etkiler yaratır, ancak daha geniş kapsama alanı göz önüne alındığında daha yoğun olur. Temel faydalar arasında, özellikle Azot (N) ve Fosfor (P) için su ve besin tutma kapasitesinde önemli gelişmeler yer almaktadır. Aynı zamanda, bitki koruma ürünlerine olan bağımlılığı azaltarak potansiyel çevresel kayıpları engeller. Ayrıca,

yüzeysel akışının katmanlaşmasını teşvik ederek toprak kaybını ve akarsu oluşumunu önemli ölçüde en aza indirirler.

Toprak verimliliği, özellikle organik madde içeriği, mikroorganizma varlığı ve genel biyoçeşitlilik açısından önemli bir artışa tanık olur. Kendiliğinden yetişen, yerel türlere dayalı örtüler çok daha yüksek biyoçeşitlilik sağlar. Kasıtlı olarak ekilen bazı türler yeşil gübre görevi görmek, mahsulü etkilemek veya faydalı böcekleri (tozlayıcılar veya doğal düşmanlar) teşvik etmek gibi belirli faydalar sunsa da, genel olarak her iki örtü türünün de olgun bir örtü bitkisindeki doğal düşmanların (avcılar ve parazitoidler) sayısını önemli ölçüde artırdığı gözlemlenmektedir. Bu da geleneksel plantasyonlarda haşere kontrolü için tipik olarak gerekli olan spesifik insektisitlerden önemli ölçüde tasarruf edilmesini sağlamaktadır.

Politika cephesinde, bitki koruma ürünlerinin sürdürülebilir kullanımında entegre zararlı yönetiminin yukarıda bahsedilen rolünün yanı sıra, tarımsal kaynaklı nitratlardan kaynaklanan yayılı kirliliği kontrol etmek için oluşturulan iyi tarım uygulamaları kuralları, genellikle odunsu ürün arazisinin belirli eğiminden başlayarak bu uygulamayı tavsiye eder veya zorunlu kılar.

Son olarak, uygulamada örtü bitkilerinin, artan toprak gözenekliliği ve iyileştirilmiş yapı sayesinde arazide sel olasılığını önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir. Bunlar, yağış sonrası tarla geçişini mümkün kılarak ve mantar hastalıklarının görülme sıklığını azaltarak çiftçiye dolaylı faydalar sağlar.

## TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA KOŞULLARI:

Daha önce de belirtildiği gibi, örtü bitkileri öncelikle odunsu ürünlere uygulanmaktadır. Bununla birlikte, otsu ürünler (özellikle sebzeler) yeşil gübre olarak ve bu kategoriye girebilecek diğer faydalı otsu türler olarak kullanılmaktadır.

Tipik olarak, bu örtüler herhangi bir toprak tipinde veya eğimde uygulanabilir; başlıca sınırlayıcı faktörler, seçilen otsu türlerin başarılı bir şekilde büyümesi için gerekli minimum yağış ve bunların kurulması ve sonraki yönetimi için ağaçlar arasında mevcut alandır. Bununla birlikte, toprak kalitesi ve yerel hava koşulları, özel gereksinimleri nedeniyle bazı ekili örtü türlerinin gelişimini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, belirli bir sıcaklık aralığına ihtiyaç duyan veya kireçli topraklardan olumsuz etkilenen türler gibi belirli koşullar altında tavsiye edilmeyebilirler.

Bu örtüler, olgun plantasyonlarda önceden belirlenmiş tasarımlara kolayca uyum sağlar; plantasyonun başlangıçta örtü bitkileri düşünülerek tasarlanmış olması, eğimle aynı hizada veya eğime karşı olması gibi bir avantaj sağlar. Bu özellik, bu tekniği, bu açıdan daha fazla sınırlama getirebilen diğer tekniklere kıyasla son derece uygun ve çok yönlü kılmaktadır.

### **GEREKLİ KAYNAKLAR:**

Bu örtü bitkilerini uygulamak için belirli ekipmanlar gereklidir. İlk olarak, araziyi ekime hazırlamak için bir veya iki adet makine gereklidir. Yüzeyi düzleştirmek ve tohumlar ile toprak parçacıkları arasında iyi bir temas sağlamak için bir ekim makinesi ve bir merdane de gereklidir. İsteğe bağlı olarak, toprağı zenginleştirmek için organik bir katkı maddesi uygulamak isteyebilirsiniz. Ayrıca, ekim için seçilen türden önemli miktarda tohum gereklidir.

Son olarak, bakım için bir çim biçme makinesi, öğütücü veya ot biçme makinesine sahip olmak akıllıca olacaktır. Bununla ilgili olarak, artık ağaç gövdeleri arasında onlara zarar vermeden biçmeyi kolaylaştıran mafsallı kollar ve sensörlerle donatılmış hassas biçme makineleri bulunmaktadır.

### **TASARIM, UYGULAMA VE BAKIM:**

Karar verilmesi gereken önemli bir husus, örtünün ürüne göre toplam alanıdır. Örneğin, birçok meyve ağacı bahçesinde veya üzüm bağında, örtü bitkileri genellikle ağaç sıraları arasındaki şeridin tamamını kaplar ve sadece gövdeye yakın 20-100 cm arasında küçük bir alan örtüsüz kalır. Bu örtüsüz alan tipik olarak ya biçme yoluyla mekanik olarak kontrol edilir ya da herbisitlerle kimyasal olarak kontrol edilir. Narenciye veya zeytin bahçeleri gibi daha alçak ve daha yoğun dallara sahip diğer mahsuller için, örtüsüz alan biraz daha büyük olabilir ve doğrudan ağaç gölgesinin altındaki alanı açıkta bırakabilir. Ovalar gibi daha eski plantasyonlarda, ağaç gövdelerine ulaşan tam örtü bitkileri bulmak yaygındır.

Daha önce de belirtildiği gibi, İspanya ve İtalya'daki geleneksel tarım sistemlerinde, özellikle de kurak arazi odun mahsullerinde, genellikle mera tarımı kullanılmaktadır. Burada örtü tipik olarak kendiliğinden oluşmakta ve yerel iklime uygun olarak azaltılmış hayvan yükü ile hayvan otlatmaya uygun yüzeyler oluşturacak şekilde büyümesine izin vermektedir. Bu örtü, çiftlik hayvanları için fayda sağlayan türlerin ekilmesiyle geliştirilebilir.

Ağaç bitkilerinin doğası gereği örtü bitkileri ile ana ürün arasındaki su ve besin maddesi rekabeti genellikle minimum düzeyde olsa da, örtü bitkileri uygulama kararı ek yönetim unsurlarına dayanmalıdır. Bunlar arasında plantasyonlarda lokal sulama, narenciye bahçelerinde yaylaların varlığı ve üzüm bağlarında destek yapıları sayılabilir.

Bir sonraki husus, yerel iklim, toprak koşulları ve bu teknikten elde edilmek istenen özel faydalar dikkate alınarak tesis edilecek örtü bitkisinin türüdür. Her bir örtü bitkisi türünün maliyet etkinliği de göz önünde bulundurulmalı, ekilen ve kendiliğinden oluşan örtü bitkilerinin maliyeti karşılaştırılmalıdır.

Bu konudaki kapsamlı bilgilerin azlığına rağmen, son yıllarda belirli türlerin davranışlarını ve etkilerini ve ürün türüne bağlı olarak yönetimlerini test etmek için çok sayıda çalışma ve deneme yapılmıştır. İspanya'da bilgi özellikle zeytin ağaçları için bol olmakla birlikte narenciye, üzüm bağları veya badem gibi diğer önemli türler için de ilgi artmaktadır. Ekilen örtü bitkisi türleri arasında fiğ ve yemlik yonca gibi baklagiller, yulaf veya arpa gibi otlar ve *Festuca sp.*, *Hordeum sp.*, *Bromus sp.* gibi çeşitli çim türlerinin yanı sıra turpgiller familyasından türler de bulunmaktadır. Birçok denemede, kalıntılarını nemlendirildiğinde Karbon/Azot oranını iyileştirmek için tahıl/baklagil kombinasyonu gibi faydaları birleştirmek veya eklemek için tür kombinasyonları araştırılmıştır.

Bu faydalar arasında, baklagil türlerinin toprağa önemli miktarda katkı sağlayan azot fiksasyon yeteneği iyi bilinmektedir. Bu da mineral gübreleme ihtiyacının azalmasına yardımcı olarak tasarruf sağlar. Allelopatik etki (böcekleri çekme veya itme) ve antagonistik etki (çavdar ve toprak nematodları gibi) vakaları da gözlemlenmiştir. Diğer durumlarda, fiziksel toprak iyileştirmeleri dikkate değerdir; çimler kök sistemleri nedeniyle tipik olarak toprak geçirgenliğini artırır.

Ayrıca, zararlılarla mücadele için odunsu bitkilerde kullanılmak üzere bitki sağlığı ürünlerinin mevcudiyetinin azalmasıyla birlikte, bazı bitki koruma araştırma ekipleri belirli otsu türlerle örtü bitkileri ekmenin biyolojik etkilerini anlamaya çalışmıştır. Bu ekipler, koruma biyolojik kontrolü olarak bilinen bir uygulama olan doğal haşere kontrolünü geliştirmek için hangi doğal düşmanların bu örtüler tarafından çekilebileceğini belirlemeyi amaçlamaktadır. Henüz erken aşamalarda olmakla birlikte, narenciye bahçelerinde *Festuca sp.* kullanımı gibi ekinlerde bu biyolojik kontrol yaklaşımına katma değer sağlayan örnekler olmuştur.

Şu anda, belirli ürünlerde örtü bitkisi olarak kullanılmak üzere çeşitli türlerden tohum bazlı ürünler ticari olarak mevcuttur. Ancak, çiftçiler özel ihtiyaç ve ilgi alanlarına göre kendi tür karışımlarını oluşturmayı faydalı bulabilirler.

Ekim, yağmurlu mevsimlerin öncesinde, uygun toprak hazırlığı ile yapılmalı ve iyi tohum çimlenmesini sağlamak için beklenen yağıştan birkaç gün önce ekilmelidir. İspanya'da ekim genellikle ilkbahar veya sonbaharda yapılır. Ekimden sonra yağış yetersizse, şeritler boyunca sürüklenen bir tank veya sarnıç kullanılarak destekleyici sulama gerekebilir. Ekim dozu (alan başına tohum sayısı) otsu türlere göre değişebilir, ancak çimlenmeme potansiyelinin yüksek olması ve dik yamaçlarda erozyon kontrolünü en üst düzeye çıkarma ihtiyacı nedeniyle genellikle yoğun bir ekim önerilir.

Amaç kendiliğinden bir doğal örtü oluşturmak olduğunda, ağaçlar gençken ve bol miktarda dikey alan ve ışık mevcutken, ana mahsulün ekimiyle aynı zamanda sürece başlamak yaygındır. Yeni sürülmüş toprak da bitkilerin daha kolay çimlenmesini sağlar. Alternatif bir yaklaşım da başlangıçta toprağı korumaya yardımcı olabilecek bir bitki ya da karışım ekme, ancak sonunda doğal çimlerin alanda kolonileşmesine izin vermek olabilir.

Türler yayılmakta zorlanırsa veya örtü bitkisi yaşlanırsa (yenilenme) bakım periyodik olarak yeniden ekim gerektirebilir. Örtü bitkilerinin büyümesi tipik olarak çok uzamalarını veya su için rekabet etmelerini önlemek için yönetilir. Bu nedenle, genellikle biçilir veya ezilirler, hatta zaman zaman çiftlik hayvanları tarafından otlatılırlar. Bu müdahalelerin sıklığı, bitki türlerinin büyüme hızına ve yerel hava koşullarına bağlı olacaktır. Birçok araştırmacı Akdeniz koşullarında örtü bitkilerinin çiçeklenme döneminde (Mart sonu ile Nisan arasında) biçilmesini önermektedir. Ancak Murcia gibi bölgelerde, daha az yağış nedeniyle biçme işleminin daha erken yapılması gerekebilir. Spontane örtülü plantasyonlarda yapılan gözlemler, mevcut türlerin küçük olduğunu ve az suya ihtiyaç duyduğunu, bu nedenle yönetimlerinin nadiren gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Zaman içinde, bu kendiliğinden oluşan örtülerde, biçme veya temizleme ve ekim işlerinden sonra bir tür seçimi süreci meydana gelir. Bu süreç bitki örtüsünü



başlangıçtaki tek yıllık, fırsatçı, nitrofil ve istilacı türlerden (turpgiller örneğinde olduğu gibi) daha yavaş ve sürünerek büyüyen çok yıllık türlere (otlar, baklagiller vb.) kaydırır.

Örtü bitkisi iyice yerleştikten sonra, her iki yılda bir sıg toprak işleme yapılabilir. Bu işlem, örtü bitkisinin yüzey tabakasının küçük bir kısmını kaldırarak kendi kendine ekime yardımcı olur, havalandırmayı iyileştirir ve organik kalıntıların toprağa karışmasını kolaylaştırır. Bu çalışma her yıl dönüşümlü olarak diğer şeritlerde de yapılabilir.

### **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMA POTANSİYELİ:**

Odunsu ürünlerde örtü bitkisi tekniklerinin kullanılması, sık toprak işleme ihtiyacını önemli ölçüde azaltır. Bu uygulama, toprağı yılda yaklaşık bir ya da iki kez biçmeye indirgemekte ve ara sıra yüzeysel ve dikey toprak işlemeyle desteklenmektedir. İkinci yöntem, örtü bitkileri tarafından üretilen organik maddenin etkili bir şekilde dahil edilmesine yardımcı olmak ve doğal kendi kendine tohumlama süreçleri için toprak yüzeyini yumuşatmak için kullanılır. Bu uygulama, tarımsal faaliyetlerde yakıt tüketimini büyük ölçüde azaltarak çevrenin korunmasına katkıda bulunur.

Örtü bitkilerinin uygulanması toprak ve besin kaybında azalmaya yol açar. Bunun ikili bir olumlu etkisi vardır: mahsullerin verimini artırır ve suni gübre ihtiyacını azaltır. Buna ek olarak, mineralizasyonun azalması ve örtü bitkileri tarafından toprağa dahil edilen biyokütlenin artması nedeniyle, organik madde birikiminde önemli bir artış olur. Organik maddedeki bu artış da toprağın karbondioksit depolama kapasitesi üzerinde çok olumlu bir etkiye sahiptir ve iklim değişikliğini azaltma çabalarına katkıda bulunur.

### **ORTAK TARIM POLİTİKASI İLE BAĞLANTISI:**

CAP, uzun yıllardır dik eğimli alanlarda örtü bitkilerinin uygulanmasını zorunlu bir uygulama olarak kabul etmektedir. Bu gereklilik, "İyi Tarım ve Çevre Koşulları (GAEC)" genel önkoşulları kapsamına girmektedir ve doğrudan yardımların çoğu için bir gereklilik oluşturarak Koşulluluk maddesi altında en son programa dahil edilmiştir. Son zamanlarda, bu uygulama özellikle yeşil ödeme, "yeşillendirme", asgari toprak kapsamı ve ekolojik ilgi alanlarının belirlenmesine ilişkin zorunlu önlemlerde gerekli kılınmıştır. Aslında, 2023-2027 yılları için yeni güncellenen CAP, Güçlendirilmiş Koşulluluk maddesi içermektedir.



# FAKİR VE BOZULMUŞ TOPRAKLARDA KARBON TUTULUMU

Toprakta karbon tutulması, iklim değişikliğinin ele alınmasında ve sürdürülebilir toprak yönetiminin sağlanmasında çok önemlidir. Karbon tutulması, birincil üretim yoluyla atmosferik karbondioksitin asimile edilmesi ve biyokütle ve toprakta depolanması sürecini ifade eder. Bu bölümde, özellikle Akdeniz bölgelerindeki fakir ve bozulmuş topraklarda karbon birikiminin önemini araştıracağız. Karbon tutma uygulamalarının uygulanmasındaki karmaşıklıkları, tutma için farklı yolları ve topraktaki karbon tutma oranlarını değerlendirmek için kullanılan ölçüm yöntemlerini inceleyeceğiz.

Fakir ve bozulmuş topraklarda karbon tutulması, bir dizi faktörden etkilenen çok yönlü bir süreçtir. Bunlar arasında geçmiş edafoklimatik koşullar, tarihsel arazi kullanım uygulamaları, siyasi kararlar, mülkiyet yapıları ve arazi kullanım sistemleri yer almaktadır. Ayrıca, bölgenin mevcut durumu ve geleceğe yönelik değerlendirmeler de karbon tutma uygulamalarının karmaşıklığına katkıda bulunmaktadır. Doğal kırılabilirlikleri ve iklim değişikliğinin artan etkileri ile Akdeniz bölgeleri, karbon tutma stratejilerinin analizi için benzersiz bir bağlam sunmaktadır.

Bu bölgelerde karbon tutma uygulamalarının hayata geçirilmesi, çeşitli faktörlerden etkilenen çok yönlü bir süreçtir. Geçmiş edafoklimatik koşullar, tarihsel arazi kullanım uygulamaları, siyasi kararlar, arazi kullanım sistemleri ve bölgenin mevcut durumu bu sürecin karmaşıklığına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, uzun vadeli etkinliği sağlamak için geleceğe yönelik hususların da hesaba katılması gerekir.

Akdeniz bölgelerinde karbon tutulması temel olarak iki yola dayanmaktadır: tarımsal ormancılık uygulamaları ve arazi kullanım yönetimi. Tarımsal ormancılık uygulamaları, ürün rotasyonları, ağaçlandırma ve mera kullanımı gibi doğrudan toprak müdahalelerini gerektirir. Buna karşılık, arazi kullanım yönetimi, korunan alanların oluşturulması veya tarımsal uygulamaların değiştirilmesi gibi karbon dengesini etkileyen daha geniş peyzaj değişikliklerini içerir.

Toprakta karbon tutma oranının değerlendirilmesi iki farklı yöntemle gerçekleştirilir. Bunlardan biri, yıllık hektar başına depolanan karbon miktarını (tC/ha/yıl) ölçerek doğrudan yıllık bir ölçüm sağlar. Diğeri ise Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından geliştirilen ve zaman içinde toprak karbon içeriğindeki değişimin göreceli bir ölçüsünü sunan bir araç olan “IPCC Değişim Faktörü”nü (IPCCf) kullanır.

Bu yolları izlerken, iklim üzerindeki net etkinin olumlu olmasını sağlamak için ikincil karbon maliyetlerini hesaba katmak çok önemlidir. Seçilen uygulamaların dolaylı emisyonları olabilir ve bu da potansiyel olarak karbon tutma faydalarından daha ağır basabilir. Kapsamlı bir değerlendirme, hem biyokütle ve topraktaki doğrudan karbon depolamasını hem de seçilen uygulamalarla ilişkili dolaylı emisyonları dikkate almalıdır.

Ürün rotasyonu, örtü ekimi, azaltılmış toprak işleme ve biyokömür uygulamasını içeren sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamaları, toprak sağlığını iyileştirebilecek, biyolojik çeşitliliği teşvik edebilecek, tarımsal verimi artıracak ve karbonu tutabilecek bir strateji portföyü sunmaktadır. Ağaçlandırma, çok yıllık ürünlerin benimsenmesi ve tarımsal ormancılık sistemleri karbon tutma potansiyelini daha da artırmaktadır. Arazi kullanımının rejeneratif tarım ilkeleriyle uyumlu bir şekilde planlanması ve yönetilmesi, uzun vadeli karbon tutma potansiyeline sahip esnek peyzajları teşvik eder.

Karbon birikimi, özellikle iklim değişikliği kırılganlıklarının arttığı Akdeniz gibi bölgelerde sürdürülebilir toprak yönetimi için hayati önem taşıyabilir. Karbon tutulumunun karmaşıklığını anlayarak, farklı tutulum yollarını keşfederek ve uygun ölçüm yöntemlerini kullanarak, karbon tutulumunu tarımsal sistemlere etkin bir şekilde dahil edebiliriz. Sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamalarını entegre ederek toprak sağlığını iyileştirebilir, tarımsal verimliliği artırabilir ve iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunabiliriz.”

## Yönetim uygulamaları ve Karbon Tutumu

Tarımda çeşitli toprak yönetimi uygulamaları hem mahsul verimine hem de çevreye fayda sağlayabilir. Bu uygulamalar geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek topraktaki karbon içeriğini potansiyel olarak artırabilir. Neyin “geleneksel” olarak kabul edildiğinin iklim, toprak türü, geleneksel bilgi, mülkiyet yapısı ve sosyo-ekonomik koşullar gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebileceğini kabul etmek önemlidir. Birden fazla karbon dostu uygulamanın hayata geçirilmesi genellikle daha da olumlu sonuçlar doğurur (Aguilera vd., 2013).

### Karbon Tutulmasını Artırmak için iki Yol vardır:

- **Biyokütle üretimini artıran uygulamalar:** Bu uygulamalar biyokütlenin büyümesini teşvik ederek toprağa daha fazla karbon girmesini sağlar. Örnekler arasında farklı türde toprak işleme, yüzey ekimi, atık yönetimi ve doğal ya da suni gübre kullanımı yer almaktadır.
- **Toprak erozyonunu azaltan uygulamalar:** Toprak erozyonunu azaltan uygulamaları hayata geçirerek, toprakta zaten mevcut olan karbon kaybını en aza indirebiliriz. Örtü ekimi, korumalı toprak işleme ve erozyon kontrol önlemleri, karbonun toprakta tutulmasına yardımcı olabilecek bazı uygulama örnekleridir.

### KARBON TUTMA ORANLARININ ÖZETİ:

2013'te yapılan kapsamlı bir meta-analiz, Akdeniz tarım sistemlerinde çeşitli toprak yönetimi uygulamalarının karbon tutma potansiyelini değerlendirmek için 174 veri seti ve 79 yayından elde edilen verileri sentezlemiştir. Analiz, sonuçları

iki gruba ayırmıştır: gerçek tarımsal saha çalışmalarından elde edilen bulgular ve deneysel arsa saha çalışmalarından elde edilen sonuçlar. Ayrıca, “organik” uygulamalar (organik gübreleme ve herbisitlerle sıfır toprak işleme dışındaki ekim yöntemleri dahil) ile “geleneksel” uygulamalar (gübreleme yok veya sadece anız ve geleneksel toprak işleme) arasında ayırım yapmıştır (Aguilera ve ark., 2013).

Çeşitli yönetim uygulamaları için karbon tutma oranlarının bir özeti aşağıda verilmiştir:

- **Toprak İşlemesiz:** 0.44 tC/ha/yıl
- **Azaltılmış Toprak:** 0.32 tC/ha/yıl
- **Yüzey Bitkileri:** 0.27 tC/ha/yıl
- **Kompost:** 1.32 tC/ha/yıl
- **Değerlendirme:** 0.97 tC/ha/yıl
- **Gübre + Yüzey Bitkileri:** 0.97 tC/ha/yıl
- **Uygulamaların kombinasyonu:** 0.52 tC/ha/yıl
- **Konvansiyonel tarıma kıyasla organik tarım:** 0.97 tC/ha/yıl

Potansiyel etkiyi göstermek için, 100 hektarlık bir arazi parçası için azaltılmış toprak işlemeyi örnek olarak ele alalım. Karbon tutma oranı 0,32 tC/ha/yıl olan bu uygulama, 100 hektarlık bir alanda yılda 32 ton karbonun (tC) tutulmasıyla sonuçlanacaktır. Bu değeri CO<sub>2</sub>'ye dönüştürmek için tC'yi 3,7 ile çarpın (CO<sub>2</sub>'nin moleküler ağırlığı karbonun 3,7 katı olduğundan), her yıl 118,4 ton CO<sub>2</sub> tutulur.

Karbon tutma oranlarının yerel koşullara bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceğini unutmamak önemlidir. Toprak tipi, topografya, iklim (sıcaklık ve yağış değişkenliği dahil), ürün seçimi, rotasyon ve gübreleme teknikleri gibi faktörler gerçek karbon tutma oranlarını etkileyebilir. Bu nedenle, her bir uygulamanın karbon tutma kapasitesi için evrensel veya hatta bir “Akdeniz” değeri beklemek gerçekçi değildir.

Sağlanan karbon tutma oranları, çiftçilerin farklı toprak yönetimi uygulamalarının potansiyel faydalarını anlamaları için bir başlangıç noktası olarak hizmet etmektedir. Ancak bu rakamlar, daha fazla araştırmaya ve belirli yerel koşullara göre uyarlanmış düzenlemelere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Çiftçiler, sahaya özgü çalışmalar yürüterek ve uyarlamalar yaparak daha yüksek karbon dengeleri elde edebilir ve iklim değişikliğini azaltma stratejileri kapsamında karbon tutmanın faydalarından yararlanabilir.

Aşağıdaki örnekler, çiftçilerin ve arazi yöneticilerinin tarımsal sistemlerde karbon birikimini artırmak için benimseyebilecekleri toprak ve arazi yönetimi unsurlarını göstermektedir. Bu uygulamalar bilimsel literatüre dayanmakta ve toprak karbonundaki potansiyel kazanımlara ilişkin içgörüler sağlamaktadır. Bu uygulamaların önemini vurgulayarak, Akdeniz iklimindeki yoksul ve bozulmuş topraklarda iklim değişikliğinin azaltılmasındaki rollerinin altını çiziyoruz.



## Toprak Mobilizasyonu

Toprak işleme veya toprak mobilizasyonu, toprak kaybına ve ardından toprak karbonunun kaybına katkıda bulunan önemli bir faktördür. Araştırmalar, toprak işlemenin mekanik ve biyokimyasal süreçler yoluyla toprak karbonunun erozyonuna neden olabileceğini göstermiştir. Partikül organik maddenin parçalanması gibi mekanik faktörler ve hava ve güneş ışığına maruz kalma nedeniyle artan oksidasyon oranları gibi biyokimyasal faktörler toprak karbonunun kaybına katkıda bulunur (Roxo, 1994; Van Muysen vd., 1999; FAO, 2004; Bot ve Benites, 2005).

Toprak karbonu kaybını azaltmak ve karbon birikimini artırmak için, yarı kurak koşullarda ve Akdeniz tarım sistemlerinde farklı toprak işleme uygulamaları üzerinde çalışılmıştır. Bu uygulamalar arasında azaltılmış toprak işleme (RT), minimum toprak işleme (MT), toprak işlemez (NT), toprak altı toprak işleme (ST), sıg toprak işleme (ShT) ve tam inversiyon toprak işleme (FiT) yer almaktadır. Her uygulamanın kesin tanımının yerel nüanslara bağlı olarak değiştiğini ve ürün türü, mülk yapısı ve arazi özellikleri gibi faktörleri dikkate aldığı belirtilmektedir.

Çalışmalar, 20 yıl sonra, Akdeniz koşullarında bir krono dizinin, toprak işlemez ve geleneksel toprak işleme arasında hektar başına 5,7 ton karbon (t C/ha) farkını ortaya çıkardığını ve bunun da yıllık 0,285 t C/ha/yıl tutma oranına karşılık geldiğini göstermiştir (Álvaro-Fuentes ve ark., 2014). Toprak işlemez tarımın faydaları zaman içinde daha belirgin hale gelmektedir. Başlangıçta, yüzey katmanında (0-5 cm) karbonda önemli bir artış olurken, daha derin toprak katmanlarında (30 cm'ye kadar) bazı kayıplar meydana gelebilir. Ancak bu eğilim yaklaşık beş yıl sonra tersine dönerek telafi edici bir etkiye neden olur (Álvaro-Fuentes ve ark., 2014).

66 uzun vadeli deneyden oluşan bir inceleme, toprak işlemez tarım için ortalama 0,3 t C/ha/yıl karbon tutma oranı bildirirken, toprak işlemeli tarım için bu oran 0,17 t C/ha/yıldır.

Geleneksel toprak işleme altında 0,13 t C/ha/yıl'lık bir farka işaret etmektedir. Çalışma ayrıca toprak işlemez tarımın faydalarının çeşitli ürün rotasyonları ile birleştirildiğinde daha fazla olduğunu vurgulamıştır. Ek olarak, minimum toprak işleme altında geleneksel toprak işlemeye kıyasla daha düşük değerler gözlemlenmiştir, bu da sonuçların yorumlanmasının "minimum" toprak işleme kavramının yerel nüanslarından etkilenebileceğini göstermektedir (Francaviglia, Di Bene, vd., 2017).

Toprak işlemez tarım ile yüzeysel toprak işlemeli ve tam ters toprak işlemeli tarımın karşılaştırıldığı bir başka uzun vadeli çalışmada, karbon tutma oranlarının başlangıçta ilk dört yıl boyunca yoğun olduğu, ancak 24. yılda stabilize olmaya başladığı ve 28. yıldan sonra azaldığı bulunmuştur. Ancak, karbon tutulumundaki bu durgunluk ve azalma özellikle yağışlı bir dönemle ilişkilendirilmiş ve bu uygulamaların iklim ve uygulama süresi gibi dış faktörlere karşı kırılganlığını vurgulamıştır (Dimassi ve ark., 2014). Bu nedenle, karbon tutumu için yönetim uygulamalarını hayata geçirirken, karbon yakalama ve depolama üzerindeki uzun vadeli etkileri ve iklim değişikliği ve öngörülemezlik gibi dış etkenlere karşı duyarlılıklarını göz önünde bulundurmak çok önemlidir.

Bu bulgular, toprak bozulmasını azaltan ve karbon birikimini teşvik eden toprak mobilizasyon uygulamalarının benimsenmesinin önemini vurgulamaktadır. Toprak işlemez ve diğer azaltılmış veya minimum toprak işleme uygulamalarının hayata geçirilmesi, tarımsal sistemlerde uzun vadeli karbon birikimine katkıda bulunabilir. Ancak, bu uygulamaların karbon tutumu açısından etkinliğini optimize etmek için toprak özellikleri, ürün rotasyonları ve iklim koşulları dahil olmak üzere yerel bağlamın dikkate alınması önemlidir.

## Atık Yönetimi

Etkili atık yönetimi uygulamaları, özellikle de tarımsal artıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü, tarımsal sistemlerde karbon birikiminde önemli bir rol oynamaktadır. Atık yönetimine yaklaşım, toprak mobilizasyon uygulamaları ile yakından bağlantılıdır ve ayrışma oranını, toprak organik maddesine entegrasyonu ve müteakip karbon birikimini önemli ölçüde etkileyebilir.

Geleneksel olarak, zeytinliklerden elde edilenler gibi tarımsal artıklar yakılmakta ve bu da karbonun anında atmosfere salınmasına neden olmaktadır. Ancak, Nieto ve diğerleri (2011) tarafından önerilen alternatif bir yaklaşım, bu kalıntıların doğrudan toprağa yayılmasını içermektedir. Bu uygulamanın toprağın karbon tutma kapasitesini artırdığı ve toprak karbon içeriğinde yılda hektar başına yaklaşık 0,5 ila 0,6 ton karbon (t C/ha/yıl) artışa yol açtığı gösterilmiştir.

Atık yönetiminin karbon tutulması üzerindeki olumlu etkisi, kendiliğinden oluşan bitki örtüsünün korunmasını teşvik eden uygulamalarla birleştirildiğinde daha da artabilir. Ruibérriz ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmalar, bu tür senaryolarda karbon tutma potansiyelinin 1,36 t C/ha/yıl'a kadar çıkabileceğini göstermektedir. Spontane bitki örtüsünün varlığı ek biyokütle katkıda bulunarak toprağın organik madde içeriğini zenginleştirir ve karbon tutma kapasitesini artırır. Bu durum, etkili bir karbon yönetimi aracı olarak tarımsal ekosistemlerde biyoçeşitliliğin korunması ve geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Garcia-Franco ve arkadaşları (2015) tarafından bildirildiği üzere, bir badem bahçesinde yürütülen bir başka çalışmada iki uygulama incelenmiştir: fiğ ve yulaf kullanılarak yeşil gübreleme ve sıfır toprak işleme. Sonuçlar, yeşil gübrelemenin başlangıç dönemine kıyasla yüzey seviyesindeki toprak karbon içeriğinde %14'lük bir artışa yol açtığını göstermiştir. Fiğ ve yulaf kalıntıları yeni toprak agregatlarının oluşumunda önemli bir rol oynamış ve böylece topraktaki organik madde stabilizasyonunu iyileştirmiştir.

Organik maddenin stabilize edilmesi toprak karbon dinamikleri için kritik öneme sahiptir çünkü karbonun toprak içinde tutulmasına yardımcı olarak ayrışmaya karşı hassasiyetini azaltır ve CO<sub>2</sub> olarak salınmasını önler. Yeşil gübreleme gibi uygulamalarla taze organik madde eklenmesi, toprağın yapısını ve karbon tutma kabiliyetini geliştirerek karbon tutma çabalarına önemli katkılar sağlar.

## Yüzey Bitkileri

Akdeniz tarım sistemlerinde, fakir ve bozulmuş topraklar sürdürülebilir üretim için önemli zorluklar teşkil etmektedir. Bununla birlikte, örtü bitkileri olarak da bilinen yüzey bitkilerinin kullanımının, toprak sağlığını ve karbon birikimini teşvik ederek bu tür topraklara önemli faydalar sağladığı kanıtlanmıştır.

Albaladejo ve arkadaşları (1998) tarafından yürütülen bir çalışma, yüzey bitkilerinin toprak karbon içeriğinin ve yapısının korunmasındaki önemli rolünü vurgulamıştır. Araştırma, yüzey bitkilerinin deneysel bir araziden kaldırılmasından dört buçuk yıl sonra, toprak karbon içeriğinin %35 oranında azaldığını ortaya koymuştur. Ayrıca, toprak agregat stabilitesi %31 oranında azalmış ve kontrol parsellerine kıyasla brüt yoğunlukta %8'lik bir artışa yol açmıştır. Bu bulgular, örtü bitkilerinin toprak yapısını koruma ve karbon tutma konusundaki öneminin altını çizmektedir.

Marquez-Garcia ve diğerleri (2013) kurak alan zeytinliklerinde yüzey bitkilerinin erozyon ve karbon tutumu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Otları temizlemek için glifosat kullanan geleneksel uygulama ile karşılaştırıldığında, yüzey bitkileri toprak erozyonunu %80,5 ve toprak karbon taşınımını %67,7 oranında azaltmıştır. Yüzey bitkileri ayrıca hektar başına yılda 3,35 ton karbon tutarak (t C/ha/yıl) bir karbon tutma yöntemi olarak etkinliğini ve maliyet verimliliğini göstermiştir. Ancak, karbon tutma oranının zaman içinde doygunluğa ulaştığı veya azaldığı görülmüştür.

Yüzey bitkilerinin faydaları kurak alan zeytinliklerinin ötesinde sulu sistemlere de uzanmaktadır. Ballesteros ve arkadaşları (2020) tarafından devam eden bir çalışmadan elde edilen ön veriler, sulanan zeytinliklerdeki yüzey bitkilerinin potansiyel olarak üst toprak horizonundaki karbon içeriğini artırabileceğini,

bunun da su kullanım verimliliğini artırarak evapotranspirasyon kayıplarını telafi edebileceğini göstermektedir. Bu durum, yüzey bitkilerinin yoğun, sulu tarım sistemlerinde bile toprak sağlığının ve verimliliğinin korunmasına katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Poeplau & Don (2015) tarafından, 54 yıla kadar süren deneyler boyunca, özellikle ılıman bölgelerdeki 37 sahadan 139 numuneyi içeren kapsamlı bir meta-analiz, toprak karbon içeriğinde yılda hektar başına ortalama  $0,32 \pm 0,8$  ton karbon (t C/ha/yıl) artış olduğunu bildirmiştir. Bu veriler RothC karbon döngüsü modeli kullanılarak modellendiğinde, geleneksel uygulamalara kıyasla 155 yıl sonra hektar başına 16,5 ton karbon (t C/ha) karbon birikimi öngörülmüştür, bu da ortalama 0,11 t C/ha/yıl anlamına gelmektedir.

Örtü bitkilerinin kullanımıyla ilişkili potansiyel azot oksit ( $N_2O$ ) emisyonlarının duruma göre değerlendirilmesi gerektiğine dikkat etmek önemlidir.  $N_2O$  güçlü bir sera gazıdır ve emisyonları yerel ve kültürel faktörlerden oldukça etkilenir, bu da verilerin küresel ölçekte genelleştirilmesini zorlaştırır. Yüzey bitkilerinin karbon tutumu için faydalarını en üst düzeye çıkarırken  $N_2O$  emisyonlarını en aza indirmek için dikkatli olunmalıdır.

## Doğal ve Yapay Gübreleme

Doğal ve yapay gübreleme uygulamaları, tarımsal sistemlerde toprak verimliliği ve karbon tutumu için çok önemlidir. Organik veya inorganik olsun, kullanılan gübreleme türü toprağın karbon içeriğini ve genel karbon tutma potansiyelini önemli ölçüde etkileyebilir.

Gübre, çamur ve kompost gibi malzemeler de dahil olmak üzere organik gübrelemenin toprakta karbon birikimi için önemli faydaları olduğu tespit edilmiştir. Maillard & Angers (2014) tarafından yapılan küresel bir meta-analiz, gübre gübrelemesinin mineral gübreleme veya gübreleme yapılmamasına kıyasla toprak karbon içeriğindeki değişimin en az %53'ünü oluşturduğunu göstermiştir. Bu da karbon asimilasyonunda %12'lik bir artış ve toprağın en üst 30 cm'sinde hektar başına yılda  $1,26 \pm 0,14$  ton karbon (t C/ha/yıl) toprak karbonu kazanımı ile sonuçlanmıştır. Bu bulgular, organik gübrelemenin, özellikle de gübre ile gübrelemenin, toprakta karbon birikimini artırmada önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Mineral gübrelerle temsil edilen inorganik gübreleme de artan biyokütle üretimi yoluyla karbon birikimine katkıda bulunabilir. Varsayım, daha fazla biyokütlenin daha fazla organik maddenin toprağa geri dönmesine yol açacağı ve böylece toprak karbon içeriğini artıracığı yönündedir. Ancak, üretim, nakliye ve uygulama sırasındaki CO<sub>2</sub> emisyonlarının yanı sıra denitrifikasyondan kaynaklanan potansiyel N<sub>2</sub>O emisyonları gibi inorganik gübrelemeyle ilişkili dolaylı emisyonları da dikkate almak çok önemlidir. Bu emisyonlar, dikkatli bir şekilde yönetilmediği takdirde karbon tutma faydalarını dengeleyebilir (FAO, 2004).

Han ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir meta-analiz, geleneksel bir temel senaryoya kıyasla farklı kimyasal gübreleme türleriyle ilişkili karbon tutma oranını incelemiştir. Sonuçlar, çeşitli kategorilerde karbon tutma oranlarının arttığını göstermiştir: basit kimyasal gübrelemede %10 artış, ayarlanmış kimyasal gübrelemede %15 artış, saman entegrasyonu ile kimyasal gübrelemede %19,5 artış ve gübre ilavesi ile kimyasal gübrelemede %36,2'lik önemli bir artış. Bu durum, gübreleme uygulamalarının dikkatli bir şekilde yönetilmesi ve yoğunlaştırılmasının tarımsal sistemlerde karbon tutumu için güçlü bir araç olabileceğini göstermektedir.

Karbon tutumu için gübrelemenin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için, hem organik hem de inorganik gübreleri dikkate alan entegre bir yaklaşım benimsemek çok önemlidir. Bu yaklaşım, potansiyel çevresel etkileri hesaba katmalı ve gübreleme uygulamalarıyla ilişkili dolaylı emisyonları en aza indirmeye çalışmalıdır. Çiftçiler gübreleme tekniklerini dikkatli bir şekilde yöneterek ve optimize ederek toprak verimliliğini artırabilir, biyokütle üretimini artırabilir ve özellikle fakir veya bozulmuş topraklarda tarımsal sistemlerde karbon tutma çabalarına katkıda bulunabilir.



## Nadas Yönetimi

Nadasa bırakılan arazi yönetimi, tarımsal sistemlerde toprakta karbon tutulması açısından büyük önem taşımaktadır. Nadas dönemlerinde arazi örtüsünün türü, toprağın karbon tutma ve erozyonu önleme kabiliyetini önemli ölçüde etkiler.

Arazinin herhangi bir bitki örtüsü olmadan ekilmeden bırakıldığı çıplak toprak nadası, erozyona karşı sınırlı koruma ve karbon tutumu için minimum fırsatlar sunar. Topraktaki besin maddelerinin doğal yollarla geri kazanılmasını sağlarken, toprakta karbon depolanmasına önemli bir katkıda bulunmaz.

Nadas döneminde arazinin sürüldüğü sürülmüş toprak nadası, yabancı otların ve zararlıların kontrol edilmesine yardımcı olabilir. Ancak aynı zamanda organik maddenin parçalanmasını ve kaybını hızlandırarak toprak karbon depolamasını azaltabilir.

Buna karşılık, yüzey bitkileri ile nadasa bırakılan arazi, karbon tutma ve erozyon kontrolü için önemli faydalar sağlar. İster kendiliğinden ister kasıtlı olarak ekilmiş olsun, yüzey bitkileri fotosentez yoluyla birincil üretime katkıda bulunur. Hasat edilen normal tarım ürünlerinin aksine, nadasa bırakılan arazilerdeki yüzey bitkileri tipik olarak tarlada bırakılır ve toprağa tam olarak entegre olmalarına izin verilir. Bu süreç toprağın organik madde içeriğini önemli ölçüde artırır ve karbon tutma kapasitesini geliştirir.

Ayrıca, yüzey bitkileri erozyona karşı mekanik koruma sağlar. Bitki köklerinin varlığı toprağı stabilize ederek toprak parçacıklarının rüzgarla yıkanma veya uçup gitme riskini azaltır. Bu, özellikle toprak erozyonunun toprak verimliliği ve karbon depolama kapasitesi üzerinde zararlı etkileri olabileceği yoğun yağış veya güçlü rüzgarların olduğu bölgelerde önemlidir.

Nadas sürelerinin uzatılması, özellikle de yüzey bitkilerinin ekilmesi, toprakta karbon birikimini daha da artırabilir. Freibauer ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan bir çalışma, nadasa bırakılan meraların süresinin uzatılmasının toprak karbonunda yılda hektar başına 0,1 ila 0,5 ton karbon (t C/ha/yıl) arasında değişen ortalama bir kazanç sağlayabileceğini öne sürmektedir. Bu durum, tarımsal sistemlerde toprak karbonu birikimini arttırmak için stratejik nadas arazi yönetiminin önemini vurgulamaktadır.

Çiftçiler, yüzey bitkilerini içeren ve nadas sürelerini uzatan nadas arazi yönetimi uygulamalarını hayata geçirerek toprak sağlığını geliştirebilir, karbon birikimini artırabilir ve toprak erozyonunu azaltarak daha sürdürülebilir ve dirençli tarım sistemlerine katkıda bulunabilir.

## Entegre Sistemler: Tarımsal ormancılık, Otlatma ve Agrosilvopastoral Uygulamalar

Tarımsal ormancılık, otlatma ve agrosilvopastoral uygulamaları birleştiren entegre sistemler, karbon birikimi ve çoklu ekosistem hizmetleri için önemli potansiyele sahip sürdürülebilir tarım yaklaşımları sunmaktadır. Bu uygulamalar, ağaçları, mahsulleri ve hayvancılığı aynı arazi alanı içinde entegre ederek dayanıklılığı ve çevresel faydaları teşvik eder.

Silvopastoral ve silvoarable sistemler gibi tarımsal ormancılık uygulamaları, ağaçların ve tarımsal faaliyetlerin birleşik etkileri yoluyla karbonu tutabilir. Ağaç, mera ve hayvancılığı entegre eden silvopastoral sistemler, yılda hektar başına 0,29 ila 1,31 ton karbon (tC/ha/yr) arasında değişen karbon tutma oranları bildirmiştir (Tsonkova vd., 2012). Ağaçları ve mahsulleri bir araya getiren silvoarable sistemler, 0,42 ila 0,71 tC/ha/yıl oranlarında karbon tutabilmektedir (Feliciano ve ark., 2018). Karbon tutulumunu etkileyen faktörler arasında ağaç türü seçimi, ağaç yoğunluğu ve budama ve seyreltme gibi yönetim uygulamaları yer almaktadır.

Otlatma ve mera yönetimi uygulamaları da karbon tutulumunda rol oynar. Dönüşümlü otlatma da dahil olmak üzere iyi yönetilen otlatma sistemleri, otlak verimliliğini ve karbon tutma kapasitesini korurken sürdürülebilir hayvancılığı teşvik eder. Bu uygulamalar toprak organik maddesini ve toprak yapısını geliştirerek karbon depolanmasının artmasına katkıda bulunur.

Ağaçları, mahsulleri ve hayvancılığı entegre eden agrosilvopastoral sistemler, diğer ekosistem hizmetlerinin yanı sıra biyokütle ve toprakta karbon birikiminin birleşik faydalarını sağlar. Belirli ağaç türleri, düzenleme ve yönetim uygulamaları karbon tutma potansiyelini etkiler.

Portekiz'deki Montado sistemi ve İspanya'daki Dehesa sistemi gibi entegre sistemler, agrosilvopastoral uygulamaların başarılı bir şekilde uygulanmasına örnek teşkil etmektedir. Bu geleneksel sistemler, mantar meşesi ve holm meşesi gibi ağaç türlerini mera ve hayvancılıkla bir araya getirmektedir. Bu sistemler mantar ve yüksek kaliteli et ürünleri gibi ekonomik kaynaklar sağlarken karbon tutma, biyoçeşitliliğin korunması ve peyzajın korunmasına da katkıda bulunmaktadır.



**Şekil 22.** Évora Alentejo'daki Montado. Bu sistemde ağaçlar mantarları için araştırılır ve aynı zamanda domuzlara yiyecek de sağlanır. Domuzlar da döngüyü tamamlamak için toprağın gübrelenmesine yardımcı oluyor. Kaynak: David Germano (2020).

Entegre sistemler karbon tutmanın yanı sıra toprak verimliliğinin artması, biyoçeşitliliğin artması, mikro iklimin iyileşmesi, çiftlik gelirlerinin çeşitlenmesi ve su kalitesinin iyileşmesi gibi yan faydalar da sunar. Ayrıca hayvan refahına ve verimliliğine katkıda bulunarak ek ekonomik ve sosyal faydalar sağlarlar.

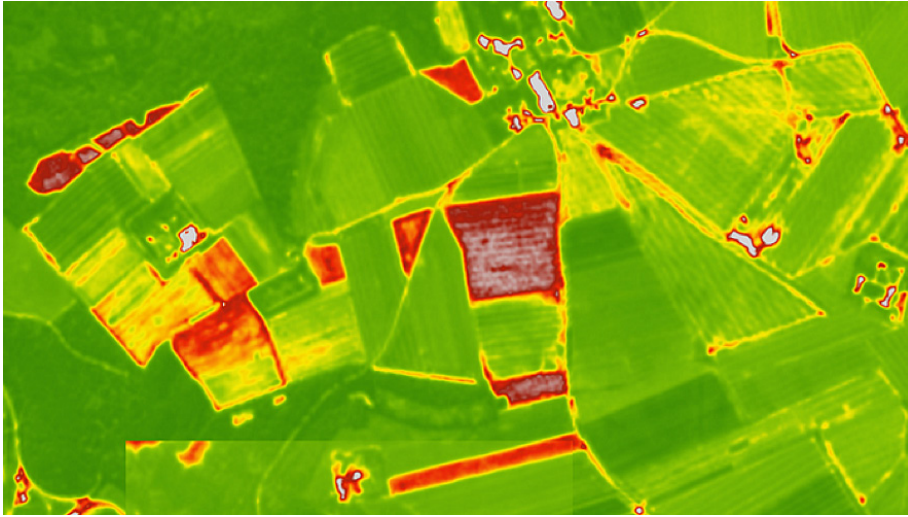
Entegre sistemleri başarılı bir şekilde uygulamak için, bileşenler arasındaki etkileşimleri göz önünde bulundurarak dikkatli bir yönetim gereklidir. Uygun ağaç türlerinin seçimi, optimum otlatma yoğunlukları ve etkili yönetim uygulamaları, bu sistemlerin uzun vadeli sürdürülebilirliği ve verimliliği için esastır. Genel olarak, entegre sistemler sürdürülebilir tarıma bütüncül bir yaklaşım sunmakta, çiftçilerin ve kırsal toplulukların geçim kaynaklarını desteklerken karbon birikimini ve çevre yönetimini teşvik etmektedir.

## Uygulama Araçları ve İzleme

Uygulama ve izleme, tarımsal sistemlerde karbon tutma uygulamalarının başarılı bir şekilde benimsenmesini ve etkinliğini sağlamada çok önemlidir. Uygulama, bu uygulamaların çiftlikte veya arazide fiilen uygulanması ve entegre edilmesi anlamına gelirken, izleme ise bu uygulamaların sonuçlarının ve etkilerinin sürekli olarak değerlendirilmesi, ölçülmesi ve izlenmesini içerir. Karbon tutma uygulamalarını uygulayarak ve izleyerek, çiftçiler ve arazi yöneticileri çabalarının etkinliğini değerlendirebilir, iyileştirme alanlarını belirleyebilir ve karbon tutma potansiyelini optimize etmek için bilinçli kararlar verebilirler. Bu süreç, başarılı uygulamaların belirlenmesine ve zorlukların üstesinden gelmek için stratejilerin geliştirilmesine olanak tanıyarak, nihayetinde iklim değişikliğinin azaltılmasında tarımsal sistemlerin uzun vadeli sürdürülebilirliğine ve dayanıklılığına katkıda bulunur. Ayrıca araştırma, politika geliştirme ve en iyi uygulamaları teşvik etmek için değerli veri ve bilgiler sağlayarak tarımda karbon birikimini artırma çabalarının hedefe yönelik ve etkili olmasını sağlar.

## UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (GIS):

Uzaktan algılama, fiziksel olarak orada bulunmadan dünya yüzeyi hakkında bilgi edinme yöntemidir. Bu teknoloji, tarım arazileri de dahil olmak üzere dünya yüzeyini algılama şeklimizde devrim yaratmıştır ve değişiklikleri gözlemlenme ve yorumlamada önemli bir rol oynamaktadır.



**Şekil 23.** Tarımsal bir arazide Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI). NDVI, elektromanyetik spektrumun KIRMIZI ve Yakın Kızılötesi bantlarının spektral tepkisi arasındaki farktan yararlanan, yaygın olarak kullanılan bir endekstir. Sağlıklı bitkiler KIRMIZI'da düşük ve Yakın Kızılötesinde En Yüksek spektral yansımaya sahiptir, bu da onların sağlıklarını göreceli olarak kolaylıkla ölçmelerine olanak tanır. Görüntü Kaynağı: Açık Hava Durumu (2019).

Çiftçiler, toprak sağlığını, bitki örtüsünü ve arazi kullanımındaki değişiklikleri yakından takip ederek arazilerini izlemek için uzaktan algılama cihazlarını ve GIS'yi kullanabilirler. Bu araçlar toprağın bozulduğu alanların belirlenmesine ve karbon stoklarının haritalandırılmasına yardımcı olabilir. Örneğin, çok spektrumlu

uydular, bitki örtüsü stresi altındaki alanları çıplak gözle fark edilmeden önce tespit ederek erken müdahaleye olanak tanıyor. Benzer şekilde, bu araçlardan elde edilen veriler, çiftçilerin arazilerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine ve gübre, su veya diğer tedavilerin nereye uygulanacağı konusunda bilinçli kararlar almalarına yardımcı olabilir.

- **Faydaları:** Uzaktan algılama ve CBS teknolojisi çiftçilerin arazilerini daha geniş bir perspektiften izlemelerine olanak tanır. Bitki örtüsü stresi veya toprak bozulması gibi değişiklikleri ve potansiyel sorunları, bu sorunlar artmadan erken tespit edebilirler. Bu değişiklikleri zaman içinde izleme yeteneği, çiftçilerin arazi yönetimi konusunda ne zaman ve nerede sulama yapacakları, gübre uygulayacakları veya diğer tedavileri uygulayacakları gibi daha bilinçli kararlar almalarına yardımcı olabilir. Bu, mahsul verimliliğinin artmasına ve ekonomik kazançta yol açabilir.
- **Zorluklar:** Birçok faydasına rağmen uzaktan algılama ve CBS teknolojisinin uygulanması zor olabilir. İlk olarak, ekipman ve yazılım pahalı olabilir, bu da onları küçük ölçekli çiftçiler için potansiyel olarak erişilemez hale getirir. Ayrıca, bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılması genellikle belirli düzeyde teknik uzmanlık gerektirir ve toplanan verilerin yorumlanması karmaşık olabilir.
- **Uygulama:** Bu teknolojilerin tam olarak uygulanması göz korkutucu görünse de çiftçiler küçük ölçekte başlayabilir. Örneğin, zaman içinde arazi kullanımındaki değişiklikleri gözlemlenmek için ücretsiz çevrimiçi uydu görüntülerini kullanmak veya tarım arazilerini haritalamak için temel CBS yazılımını kullanmak. Çeşitli çevrimiçi kurslar ve yerel yayım hizmetleri de gerekli eğitimi sağlayabilir.



## TOPRAK KARBON ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Toprak karbon içeriği, toprak sağlığının ve karbon tutma potansiyelinin önemli bir göstergesidir. Toprağın karbon içeriğinin ölçülmesi kuru yakma, ıslak oksidasyon ve kızılötesi spektroskopi gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilir.



**Şekil 24.** Fırındaki toprak örnekleri. Ateşleme kaybı, toprak numunelerinin tartılır, daha sonra yüksek sıcaklıklara ısıtılır ve tekrar tartılır. Organik madde miktarını hesaplamak için yüksek sıcaklık numunedeki herhangi bir organik maddeyi oksitleyecek ve ağırlık farkı kullanılacaktır. Görüntünün kaynağı USGS – NMWSC 2021.

Kuru yanma veya tutuşma kaybı, kuru bir toprak örneğinin bir fırında yakılmasını ve üretilen CO<sub>2</sub>'nin ölçülmesini içerir. Buna karşılık ıslak oksidasyon, toprak örneğinin güçlü bir oksitleyici madde ile muamele edilmesini içerir.

Kızılötesi spektroskopi ise karbon içeriğini belirlemek için kızılötesi radyasyonun kullanılmasını içerir.

Bu teknikler çiftçilere topraklarının karbon tutma durumu hakkında ayrıntılı bilgi sağlayarak toprak karbon depolamasını artırmak için en iyi yönetim uygulamalarını benimsemelerine yardımcı olabilir. Ancak, bu teknikler yararlı bilgiler sağlarken, özel ekipman ve teknik uzmanlık gerektirebileceğini unutmamak önemlidir.

- **Faydaları:** Topraklarının karbon içeriğini anlamak, çiftçilerin toprağın sağlığını izlemelerine ve uygulamalarını buna göre ayarlamalarına olanak tanır. Bu bilgi, karbon birikimini artıran ve toprak sağlığını iyileştiren arazi yönetimi uygulamalarına ilişkin kararlara rehberlik edebilir ve sonuçta daha iyi mahsul verimine yol açabilir.
- **Zorluklar:** Toprak karbon içeriğini ölçmek için kullanılan teknikler özel ekipman ve teknik bilgi gerektirir. Bunlar zaman alıcı olabilir ve çiftçilerin kendi başlarına uygulamaları pahalıya mal olabilir.
- **Uygulama:** Çiftçilere topraklarının sağlığı hakkında temel bir anlayış kazandırabilecek bazı düşük maliyetli, kullanımı kolay toprak test kitleri piyasada mevcuttur. Daha detaylı analizler için çiftçiler, daha gelişmiş toprak testleri için gereken maliyeti ve uzmanlığı paylaşmak üzere kooperatif grupları oluşturmayı düşünebilirler.



## MODELLEME ARAÇLARI

Modelleme araçları esasen gelecekteki sonuçları tahmin etmek için mevcut koşullar ve uygulamalar hakkındaki verileri kullanan bilgisayar programlarıdır. Tarım ve karbon tutma bağlamında bu araçlar çok yararlı olabilir. Mevcut toprak koşulları, hava koşulları ve tarım teknikleri gibi çeşitli faktörleri dikkate alırlar ve bu değişkenlerdeki değişikliklerin toprakta depolanabilecek karbon miktarını nasıl etkileyebileceğini tahmin etmek için bu bilgileri kullanırlar.

Bu araçlar, çiftçilerin farklı senaryoları simüle etmelerine ve çeşitli yönetim uygulamalarının arazileri üzerindeki potansiyel etkisini görmelerine olanak tanır. Örneğin, bir çiftçi iki farklı toprak işleme yönteminin veya farklı ürün rotasyonlarının potansiyel sonuçlarını karşılaştırmak için bir modelleme aracı kullanabilir. Model daha sonra her bir senaryonun karbon birikimini nasıl etkileyeceğine dair tahminler sunarak çiftçinin hangi yöntemi kullanacağı konusunda bilinçli bir karar vermesini sağlayacaktır.

Modelleme araçlarının kullanımı çiftçilere zaman ve kaynak tasarrufu sağlayabilir çünkü bu araçlar, çiftlikte fiziksel olarak gözlemlenebilir sonuçları uygulamak ve beklemek zorunda kalmadan farklı stratejileri test etme fırsatı sunar. Bu da daha iyi planlama ve verimlilik artışı sağlayarak potansiyel olarak karbon birikimini en üst düzeye çıkaran, toprak sağlığını ve üretkenliği iyileştiren uygulamalara yol açabilir.

- **Faydaları:** Modelleme araçları, çiftçilerin farklı yönetim uygulamalarının toprakta karbon birikimi üzerindeki etkilerini tahmin etmelerini sağlar. Çeşitli senaryoları simüle etmek ve arazi yönetimi uygulamaları hakkında bilinçli kararlar almak için bir yol sunarlar.
- **Zorluklar:** Bu araçların kullanımıyla ilgili başlıca zorluklar, karmaşık olmaları ve ayrıntılı girdi verilerine ihtiyaç duymalarıdır. Bazı çiftçiler bu araçları uygun eğitim olmadan kullanmak için fazla teknik bulabilir.

- **Uygulama:** Bu modelleme araçlarından bazıları çevrimiçi olarak mevcuttur ve kullanıcı dostu arayüzler ve rehberlik ile birlikte gelir. Çiftçiler daha basit modelleri kullanmaya başlayabilir ve güven ve anlayış kazandıkça kademeli olarak daha karmaşık modellere geçebilirler.

## TOPLULUK TABANLI İZLEME

Arazi kullanımı ve toprak sağlığındaki değişikliklerin izlenmesinde yerel toplulukların katılımını sağlamak, daha doğru ve yerel olarak ilgili verilerin toplanmasında etkili bir yaklaşım olabilir. Bu özellikle küçük ölçekli tarım sistemlerinin bulunduğu bölgeler için geçerlidir.

Çiftçiler ve diğer topluluk üyeleri toprak sağlığı işaretlerini, bitki örtüsündeki değişiklikleri veya karbon birikiminin diğer göstergelerini tanımak üzere eğitilebilir. Ayrıca, örneğin toprak sağlığı kayıtlarını tutarak veya toprak örnekleme faaliyetlerine katılarak veri toplama çabalarına katkıda bulunabilirler.

- **Faydaları:** Toplum temelli izleme, yerel olarak ilgili verilerin toplanması için düşük maliyetli ve kapsayıcı bir yaklaşım sağlar. Ayrıca topluluk içinde bilgi alışverişini ve işbirliğini teşvik ederek daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunur.
- **Zorluklar:** Toplum temelli izleme faaliyetlerini organize etmek, eğitmek ve aktif katılımı sağlamak zor olabilir. Toplanan verilerin kalitesi ve tutarlılığı da bir endişe kaynağı olabilir.
- **Uygulama:** Çiftçiler, tarım arazileriyle ilgili gözlemlerini ve bilgilerini paylaşmak için küçük, gayri resmi gruplar oluşturarak işe başlayabilir. Yerel tarımsal yayım hizmetleriyle işbirliği içinde temel toprak sağlığı değerlendirmeleri veya bitki örtüsü araştırmaları da yapabilirler.

## Ekosistem Hizmetleri ve Karbon Piyasaları

Ekosistem hizmetleri, organizmalar ve çevrelerinden oluşan karmaşık ağlar olan ekosistemlerden insanların sağladığı faydaları ifade eder. Bu hizmetler genellikle dört kategoride gruplandırılır:

- **Tedarik hizmetleri:** : Bunlar insanların ekosistemlerden elde edebileceği gıda, su, kereste ve tıbbi bitkiler gibi somut ürünlerdir.
- **Düzenleyici hizmetler:** Bunlar, bir ekosistemin iklim düzenlemesi, doğal tehlike düzenlemesi, su arıtma ve hastalık düzenlemesi gibi doğal süreçleri düzenlemesinden elde edilen faydalardır.
- **Kültürel hizmetler:** İnsanların manevi zenginleşme, bilişsel gelişim, düşünme, rekreasyon ve estetik deneyimler yoluyla ekosistemlerden elde ettikleri maddi olmayan faydaları içerir.
- **Destekleyici hizmetler:** Bu hizmetler diğer tüm ekosistem hizmetlerinin üretimi için gereklidir. Besin döngüsü, toprak oluşumu ve fotosentez yoluyla oksijen üretimi gibi süreçleri içerirler.

Ekosistem hizmetleri Birleşmiş Milletler (BM), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) gibi uluslararası kuruluşlar tarafından geniş çapta kabul görmüş ve çok sayıda politika ve yönetim stratejisine entegre edilmiştir.

Ekosistem hizmetlerinin ekonomik olarak değerlendirilmesi, bu faydaların piyasa sistemlerine dahil edilmesini sağlayarak bizi karbon piyasaları kavramına götürmektedir. Karbon piyasası, sera gazı (GHG) emisyonlarına ekonomik bir değer kazandırarak azaltmayı amaçlayan bir sistemdir.

Karbon piyasaları 'üst sınır ve ticaret' ilkesine göre çalışır. Fabrikaların, enerji santrallerinin ve diğer kaynakların yayabileceği belirli sera gazlarının toplam miktarına bir üst sınır (veya limit) getirilir. Şirketlere veya diğer gruplara emisyon izinleri verilir ve belirli bir miktarda emisyon yapma hakkını temsil eden eşdeğer sayıda izin (veya kredi) bulundurmaları gerekir. Toplam izin ve kredi miktarı üst sınırı aşamaz. Bu sınır, toplam emisyonları azaltmak için zaman içinde azalır.

Bu izinler veya krediler karbon piyasasında alınıp satılabilir ve emisyonların azaltılması için ekonomik bir teşvik sağlar. Bir şirket emisyonlarını üst sınırın altına düşürürse, fazla tahsisatlarını diğer şirketlere satabilir veya gelecekte kullanmak üzere saklayabilir. Böylece, şirketler emisyonlarını azaltmak için finansal bir teşvike sahip olurlar.

Karbon piyasaları, ormanlarda depolanan karbona (önemli bir ekosistem hizmeti) parasal bir değer atayarak, ormanların korunması ve ormanların sürdürülebilir yönetimi için ekonomik bir teşvik sağlar ve iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunur. Buna REDD+ (Ormansızlaşma ve Orman Bozulmasından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılması) denir.

Gönüllü karbon piyasası, bireylerin, şirketlerin veya hükümetlerin gönüllü olarak karbon denkleştirmeleri satın alabildiği genel karbon piyasasının bir sektörüdür. Bu genellikle sera gazı emisyonlarını azaltmak için yapılır. Bu denkleştirmeler metrik ton karbondioksit eşdeğeri (CO<sub>2</sub>e) başına ölçülür ve satılır. CO<sub>2</sub>'nin atmosfere salınmasını önleyen veya atmosferde bulunan CO<sub>2</sub>'yi uzaklaştıran faaliyetlerden elde edilirler.

Tarım, gönüllü karbon piyasasında önemli bir rol oynamaktadır; çiftçiler, tarımsal topraklarında karbonu tutan uygulamaları benimseyerek karbon kredisi üretme ve satma fırsatına sahiptir.

Çiftçilerin karbon tutulumlarını sertifikalandırma süreci genellikle şu adımları takip eder:

- 1. Temel Ölçüm:** Bu, herhangi bir karbon tutma projesi için başlangıç noktasıdır. Çiftçi, bir karbon projesi geliştiricisi veya akredite bir kuruluş ile birlikte topraklarındaki mevcut karbon seviyesini ölçecektir. Bu ilk değerlendirme, toprak karbonunda gelecekte meydana gelebilecek değişikliklerin karşılaştırılabileceği bir temel oluşturur.
- 2. Karbon Tutumu Uygulamalarının Benimsenmesi:** Temel çizgiyi ölçtüktan sonra, çiftçilerin topraktaki karbonu tuttuğu bilinen tarımsal uygulamaları benimsemeleri gerekir. Bu uygulamalar arasında örtü ekimi, korumalı toprak işleme, ürün rotasyonu, iyileştirilmiş otlatma yönetimi ve tarımsal ormancılık sayılabilir.
- 3. İzleme ve Doğrulama:** Zaman içinde toprak karbon seviyelerindeki değişiklikler üçüncü bir tarafça izlenmeli ve doğrulanmalıdır. Bu kuruluşlar, karbon ölçüm sürecinde doğruluk ve bütünlüğü sağlamak için uluslararası kabul görmüş metodolojiler kullanır. Benimsenen uygulamaların gerçekten karbon tuttuğunu ve karbon kredisi ürettiğini teyit etmek için düzenli aralıklarla, genellikle her 5 yılda bir doğrulama yapılmalıdır.
- 4. Karbon Kredisi Verilmesi:** İzleme ve doğrulama süreci karbonun tutulduğunu teyit ettikten sonra karbon kredileri verilebilir. Her bir kredi tipik olarak bir metrik ton CO<sub>2</sub>e'nin tutulmasını temsil eder.
- 5. Karbon Kredilerinin Satışı:** Çiftçiler daha sonra bu karbon kredilerini gönüllü karbon piyasasında satabilirler. Alıcılar, kendi emisyonlarını dengelemek isteyen bireyler, şirketler veya hükümetler olabilir.
- 6. Tekrarlama:** Bu süreç döngüselidir. Krediler satıldıktan sonra, çiftçiler karbon tutma uygulamalarını sürdürmeye veya geliştirmeye devam etmeli ve gelecekte daha fazla kredi üretmek ve satmak için düzenli izleme ve doğrulamadan geçmelidir.

Ancak, karbon piyasasına girmenin karmaşık bir süreç olabileceğine dikkat etmek önemlidir. Küçük çiftçiler için izleme ve doğrulamanın maliyeti ve karmaşıklığı bir engel teşkil edebilir. Ancak, çeşitli kuruluşlar ve girişimler bu engelleri azaltmak ve karbon piyasasını küçük çiftçiler için daha erişilebilir hale getirmek için çalışmaktadır.

Karbon tutma uygulamalarının faydaları iklim değişikliğini azaltmanın ötesine geçmektedir. Bu uygulamalar, karbonu toprakta depolayarak tarımsal verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmaya yardımcı olabilir.

- 1. Toprak Sağlığının İyileştirilmesi:** Karbon tutma uygulamaları toprağın sağlığını önemli ölçüde iyileştirebilir. Sağlıklı toprak, yapısını, verimliliğini ve su tutma kapasitesini artıran daha fazla organik madde içerir. Bu da daha sağlam bitki büyümesini destekleyebileceği ve sentetik gübre ihtiyacını azaltacağı anlamına gelir. Organik madde bakımından zengin toprak aynı zamanda faydalı toprak organizmalarının büyümesini ve çeşitliliğini teşvik ederek daha dengeli ve dirençli bir toprak ekosistemine katkıda bulunur.
- 2. Artan Mahsul Verimi:** İyileştirilmiş toprak sağlığı daha yüksek mahsul verimine yol açabilir. Organik madde bakımından zengin olan sağlıklı topraklar, mahsullere daha iyi su ve besin sağlayabilir. Bu da daha güçlü bitki büyümesine ve daha yüksek verime yol açabilir. Ayrıca, sağlıklı topraklar mahsullerin kuraklık veya zararlı böcekler gibi streslere karşı daha dirençli olmasına yardımcı olarak mahsulün başarısız olma riskini azaltabilir.
- 3. Su Yönetimi:** Korumalı toprak işleme veya örtülü ekim gibi karbon birikimini artıran uygulamalar, çiftliklerde su yönetiminin iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Bu uygulamalar toprağın su tutma kapasitesini artırarak

kurak dönemlerde su stresi riskini azaltabilir. Ayrıca şiddetli yağmurlar sırasında yüzey akışını azaltarak toprak erozyonunu ve besin kaybını en aza indirmeye yardımcı olabilirler.

**4. Biyoçeşitlilik:** Karbon tutma uygulamaları, toprağın hem üstünde hem de altında biyolojik çeşitliliğin artırılmasına da yardımcı olabilir. Örneğin, örtü ekimi faydalı böcekler ve diğer yaban hayatı için habitat sağlayabilir. Toprağın altında ise bu uygulamalar, besin döngüsü ve hastalıkların bastırılmasında hayati rol oynayan toprak organizmalarının çeşitliliğini artırabilir.

**5. Ekonomik faydalar:** Karbon tutma uygulamalarının uygulanmasıyla ilgili maliyetler olsa da, bunlar genellikle faydalarla dengelenebilir. Örneğin, artan mahsul verimi çiftçiler için daha yüksek gelir sağlayabilir. Ayrıca, daha sağlıklı topraklar sentetik gübre veya sulama gibi girdilere olan ihtiyacı azaltarak uzun vadede çiftçilere para tasarrufu sağlayabilir. Ve daha önce de tartıştığımız gibi, gönüllü karbon piyasasında karbon kredisi satarak ek gelir elde etme potansiyeli vardır.

Çiftçiler, karbon tutma uygulamalarını faaliyetlerine entegre ederek sadece iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda çiftliklerinin sürdürülebilirliğini ve dayanıklılığını artırarak bu süreçte karlılıklarını da iyileştirebilirler.

## Sonuç

Tarım, dünyamızın sosyo-ekonomik dokusunda ve çevresel dinamiklerinde çok yönlü bir rol oynamaktadır. Bir dizi eğilim ve fayda ile karakterize edilen yaygın etkisi, küresel iklim üzerinde önemli bir ayak izi bırakmaktadır. Tarım ve çevre arasındaki etkileşimin araştırılması, özellikle Akdeniz gibi farklı manzaraların ve karmaşık iklim modellerinin iklim değişikliğinin tezahürleri için bir pota oluşturduğu bölgelerde önemlidir.

Kuzey Akdeniz'deki çölleşme tehdidi, bölgedeki tarımın yaşayabilirliğini doğrudan etkileyen önemli bir endişe kaynağıdır. İklim değişiklikleri ve insan faaliyetlerinin bir araya gelmesiyle tetiklenen bu olgu, toprağın bozulmasına, arazi verimliliğinin azalmasına ve biyolojik çeşitliliğin değişmesine yol açmaktadır. Çölleşme, yerel ekonomiler ve gıda güvenliği için önemli tehditler oluşturmaktadır.

Ancak, yaklaşan ekolojik bozulma anlatısı kaçınılmaz değildir. Çölleşme belirtilerinin erken fark edilmesi, hedefe yönelik müdahalelerle birlikte bu sürecin yavaşlatılmasına, durdurulmasına ve hatta tersine çevrilmesine yardımcı olabilir. Bitki örtüsü, toprak özellikleri ve erozyon yaygınlığındaki değişikliklerin izlenmesi, çölleşmeyi önceden tespit etmek için değerli göstergeler olarak hizmet edebilir.

Çölleşme ve iklim değişikliği sorunlarına yanıt olarak, iklim-dostu tarım (CSA) umut vermektedir. Direnci artırmaya, tarımsal verimliliği yükseltmeye ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya odaklanan bu yaklaşım, sürdürülebilir tarımsal dönüşüme yönelik bir yol haritası sunmaktadır. Ancak geleneksel tarım yöntemlerinden CSA'ya geçişin zorlukları da yok vardır. Çiftçiler, gerekli ilk yatırım, yeni bilgi ve beceriler edinme gerekliliği ve yerleşik, geleneksel tarım uygulamalarından uzaklaşmanın getirdiği belirsizlikle ilgili zorluklarla karşılaşabilir.

Tarımın rolü gıda üretiminin ötesine geçerek küresel karbon döngüsünde ayrılmaz bir rol oynamaktadır. Çiftçiler, yönetim uygulamaları yoluyla topraklarında ne kadar karbon depolandığını etkileyebilir ve bu da iklim değişikliğinin azaltılması için bir fırsat sunar. Ürün rotasyonu, kalıntı yönetimi ve diğer uygulamalar toprağın karbon tutma kapasitesini artırabilir, böylece verimliliği ve iklim direncini artırabilir.

Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası (CAP) gibi politika çerçeveleri sürdürülebilir tarıma yönelik çabaları desteklemektedir. CAP, çiftçileri çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik uygulanabilirliği teşvik eden uygulamaları benimsemeye teşvik etmek için mali teşvikler ve birleşik bir politika direktifi sağlar.

Sürdürülebilir uygulamaların izlenmesi ve uygulanması çeşitli araç ve tekniklerin kullanılmasını gerektirmektedir. Uzaktan algılama teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, arazi kullanımının haritalanması ve zaman içindeki değişikliklerin izlenmesi için benzersiz fırsatlar sunmaktadır. Toprak karbon ölçüm teknikleri, toprak karbon içeriği hakkında doğrudan ve ayrıntılı bilgi sağlar. Modelleme araçları, farklı yönetim uygulamalarının toprakta karbon birikimi üzerindeki potansiyel etkilerine dair öngörüler sunar. Yerel toplulukların izleme sürecine dahil edilmesi, daha doğru ve yerel olarak ilgili veriler sağlar. Sertifikasyon sistemleri, alıcılara ve tüketicilere tarımsal ürünlerin sürdürülebilirliği konusunda güvence verir.

Ancak bu araçlar, özellikle küçük toprak sahibi çiftçiler veya kaynak açısından fakir ortamlarda yaşayanlar için zorluklar içermektedir. İlk yatırım maliyetleri, teknik bilgi birikimi ve erişilebilirlik önemli engeller olabilir. Bununla birlikte, bu araçların veri doğruluğu, tahmin gücü ve pazar güvencesi açısından sağladığı çok yönlü faydalar, onları modern tarım ortamında vazgeçilmez kılmaktadır.

Bu el kitabı, Akdeniz bölgesindeki çiftçiler ve arazi yöneticileri için değerli bir kaynaktır. Amacı, iklim dostu tarım uygulamalarının benimsenmesini

kolaylaştırmak için pratik rehberlik ve teorik bilgi sağlamaktır. Bu el kitabı, çiftçileri mevcut sistemler, sürdürülebilir uygulamaların önemi ve uygulama için gerekli teknik bilgi ile donatarak, daha sürdürülebilir bir tarımsal geleceğe doğru ilk adımları atmaları için onları güçlendirmeyi amaçlamaktadır. El kitabı aynı zamanda Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası'na da ışık tutmaktadır. Bu politika çerçevesi, çiftçilere mali destek ve teşvikler sağlayarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına geçişi teşvik etmektedir. Çiftçiler, CAP'nin hedeflerine uyum sağlayarak doğal kaynakların korunmasına, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ve kırsal geçim kaynaklarının sürdürülmesine katkıda bulunabilirler.

Sürdürülebilir uygulamaların pratikte hayata geçirilmesi, çeşitli araç ve tekniklerin kullanılmasını gerektirmektedir. Uzaktan algılama teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS), çiftçilerin arazi kullanımını haritalandırmasına, zaman içindeki değişiklikleri izlemesine ve toprak bozulmasına eğilimli alanları belirlemesine olanak tanır. Toprak karbon ölçüm teknikleri, toprak sağlığı ve karbon tutma potansiyeli hakkında değerli bilgiler sağlar. Modelleme araçları, farklı tarım yaklaşımlarının toprak karbon dinamikleri üzerindeki etkisini tahmin etmeye yardımcı olur. Yerel toplulukların toplum temelli izleme çalışmalarına dahil edilmesi, sürdürülebilir tarıma yönelik katılımcı bir yaklaşımı teşvik eder. Sertifikasyon ve izlenebilirlik sistemleri, alıcılara ve tüketicilere tarımsal ürünlerin karbon birikimini artıran uygulamalar kullanılarak üretildiğini garanti eder.

Bu araçlar muazzam faydalar sunarken, uygulamada zorluklar ortaya çıkabilir. Çiftçiler yüksek başlangıç maliyetleri, sınırlı teknik uzmanlık ve özel eğitim ihtiyacı gibi engellerle karşılaşabilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için erişilebilir eğitim programları, kapasite geliştirme girişimleri ve çiftçilerin bu araçları benimseyip etkili bir şekilde kullanabilmelerini sağlamak için finansal destek gerekmektedir.



## Referanslar

- Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., ve Gimeno, B. S. (2013). *Akdeniz mahsul sistemlerinde iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu için toprak karbonunun yönetilmesi: Bir meta analiz*. Tarım, Ekosistemler ve Çevre, 168, 25–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>
- Albaladejo, J., Martinez-Mena, M., Roldan, A., ve Castillo, V. (1998). *Yarı kurak bir ortamda bitki örtüsünün ortadan kaldırılmasının neden olduğu toprak bozulması ve çölleşme*. Toprak Kullanımı ve Yönetimi, 14(1), 1–5.  
<https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1998.tb00602.x>
- Álvaro-Fuentes, J., Plaza-Bonilla, D., Arrúe, J. L., Lampurlanés, J., ve Cantero-Martínez, C. (2014). *Akdeniz koşullarında toprak işlemez bir kronolojik sırayla toprak organik karbon depolaması*. Bitki ve Toprak, 376(1), 31–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1167-x>
- Andreu Lazaro, J. (1945). *Savunma \_ suelo agricola. Sección de Publicaciones, Prensa ve Propaganda*. Tarım Bakanı.  
<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/44338.htm>
- Avrupa Çevre Ajansı. (2008). *Avrupa'da çölleşme ve kuraklığa karşı hassasiyet*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/sensitivity-to-desertification-and-drought-in-europe/desertification-assessment-fact-sheet-adobe-pdf-file/desertification-assessment-fact-sheet-adobe-pdf-file/download>
- Avrupa Çevre Ajansı. (2018). *Çölleşme*. <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/desertification>
- Ballesteros, A. L., Chamizo, S., Meijide, A., Aranda-barranco, S., Enrique, P., Kowalski, A. S., ve Serrano-ortiz, P. (2020). *Sulanan bir Akdeniz zeytin tarım sisteminde örtü ekiminin karbon tutumu ve su kullanım verimliliği üzerindeki etkisi*. EGÜ Genel Kurulu, 2.  
<https://doi.org/EGU2020-18868>
- Benites, C., Cruzado, E., Pinillos, C., ve Rodríguez, E. (1990). *Su ve su koruma kılavuzu*. Peru Tarım Bakanı. [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual\\_conservacion/manual\\_de\\_conservacion\\_de\\_aguas\\_y\\_suelos.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual_conservacion/manual_de_conservacion_de_aguas_y_suelos.pdf)

- Bot, A., ve Benites, J. (2005). *Toprak organik maddesinin önemi: Kuraklığa dayanıklı toprağın ve sürdürülebilir gıda üretiminin anahtarı*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü.  
<http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e00.htm#Contents>
- Bournay, E., ve Beilstein, M. (2013). *Akdeniz'de çevre ve güvenlik: Çölleşme*. Zoİ Çevre Ağı  
<https://www.grida.no/resources/8333>
- Clemente Orta, G., ve Álvarez, H. (2019). *Tarımsal peyzajın mekansal açıdan biyolojik kontrol üzerindeki etkisi*. Ekosistemler, 28(1), 13-25. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1730>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . Raskin, R. G. (1997). *Dünyanın ekosistem hizmetlerinin ve doğal sermayesinin değeri*. Doğa, 387, 253–260.  
<https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, A., . . . Xoplaki, E. (2018). *İklim değişikliği ve Akdeniz'de sürdürülebilir kalkınmaya yönelik birbiriyle bağlantılı riskler*. Doğa İklim Değişikliği, 8(11), 972–980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., . . . von der Dunk, A. (2012). *Kültürel hizmetlerin ekosistem hizmetleri gündemine katkıları*. Ulusal Bilimler Akademisi Bildirileri, 109(23), 8812–8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>
- David, G. (2020). *Montado de Sobro, Monfurado'daki SIC pleno'da yerleştirildi*. Museu Virtual da Biodiversidade. [https://www.museubiodiversidade.uevora.pt/areas-classificadas/sitio-de-importancia-comunitaria-sic-de-monfurado/#specie\\_imagem-2](https://www.museubiodiversidade.uevora.pt/areas-classificadas/sitio-de-importancia-comunitaria-sic-de-monfurado/#specie_imagem-2)
- Deitch, M. J., van Docto, M., ve O'Green, A. T. (2017). *Kaliforniya, Sonoma County'de Akdeniz iklimi ve tarımsal kaynaklı erozyon: Yönetim etkileri olan bir modelleme çalışması*. Su, 9(4), 259. <https://doi.org/10.3390/w9040259>
- Dimassi, B., Mary, B., Wylleman, R., Labreuche, J., Couture, D., Piraux, F., ve Cohan, J. P. (2014). *41 yıl boyunca zıt toprak işleme ve ürün yönetiminin toprak karbon dinamikleri üzerindeki uzun vadeli etkisi*. Tarım, Ekosistemler ve Çevre, 188, 134–146.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.014>

- FAO, (2000). *Entegre Manevra Uygulamaları ve Suların Korunması Kılavuzu*. Boletín de Tierras y Aguas, N° 8, 2000. Capítulo 11 Cultivo en contorno. 220 sayfa. ISSN: 1020-8127. Alındı itibaren <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
- FAO, (2004). *Kurak topraklarda karbon tutumu*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. Roma. <http://www.fao.org/3/a-Y5738e.pdf> adresinden alındı
- FAO, (2010). *İklim dostu tarım: Gıda güvenliği, uyum ve azaltım için politikalar, uygulamalar ve finansman*. Roma. Alınan <https://www.fao.org/3/i1881e/i1881e00.pdf>
- FAO, (2013). *İklim-Akıllı Tarım Kaynak Kitabı*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. Roma. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/421842/> adresinden alındı.
- FAO, (2018). *Akdeniz ormanlarının durumu*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. Roma. <https://planbleu.org/wp-content/uploads/2018/11/somf2018.pdf>
- FAO, (2021). *Dünyayı hangi çiftlikler besliyor ve tarım arazileri yoğunlaştı mı?* Roma. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1394557/> adresinden alındı.
- Feliciano, D., Aires, A., Arrobas, M., Pires, J., ve Pinto-Correia, T. (2018). *Akdeniz ortamında silvoarable tarımsal ormancılık sistemlerinin karbon tutma potansiyel*. Tarım, Ekosistemler ve Çevre, 256, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.019>
- Fernández Carrillo, M. A. (2015). *Süveter saklama malzemeleri ve teknikleri orta kırsalda. Başvuru tr España y la Región de Murcia* [Doktora tez, Universidad de Murcia]. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/47134>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., . . . Snyder, P. (2005). *Arazi kullanımının küresel sonuçları*. Bilim, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Cardoso, R. M., Soares, P. M., ve Cancela, J. J. (2019). *İklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkileri: Asma tepkileri ve uyum stratejilerinin gözden geçirilmesi*. Toplam Çevre Bilimi, 665, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.071>

- Francaviglia, R., Di Bene, C., Farina, R., ve Salvati, L. (2017). *Akdeniz Havzasında toprak organik karbon tutumu ve toprak işleme sistemleri: bir veri madenciliği yaklaşımı*. Tarımsal Ekosistemlerde Besin Döngüsü, 107(1), 125–137. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9820-z>
- Freibauer, A., Rounsevell, M. D. A., Smith, P., ve Verhagen, J. (2004). *Avrupa'nın tarım topraklarında karbon tutumu*. Geoderma, 122(1), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.021>
- Garcia-Franco, N., Albaladejo, J., Almagro, M., ve Martínez-Mena, M. (2015). *Azaltılmış toprak işleme ve yeşil gübrenin Akdeniz tarımsal ekosisteminde toprak toplanması ve organik karbonun stabilizasyonu üzerindeki faydalı etkileri*. Toprak ve Toprak İşleme Araştırması, 153, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.05.010>
- Han, P., Zhang, W., Wang, G., Sun, W., & Huang, Y. (2016). *Gübre yönetimine tabi ekim alanlarında toprak organik karbonundaki değişiklikler: Küresel bir meta-analiz*. İlimi Raporlar, 6, 27199. <https://doi.org/10.1038/srep27199>
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. (2013). *Bölüm 6: Karbon ve Diğer Biyojeokimyasal Döngüler*. İklim Değişikliği 2013'te: Fiziksel Bilimin Temeli. <https://archive.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG1&f=Chapter%2006>
- Institut Europeu de la Mediterrània. (2018). *Akdeniz'de iklim değişikliği: Çevresel etkiler ve aşırı olayla*. <https://www.iemed.org/publication/climate-change-in-the-mediterranean-environmental-impacts-and-extreme-events/>
- Kraiwut, K. (n.d.). *Toprak işlemez mısır ekimi*. Shutterstock. <https://www.shutterstock.com/it/image-photo/corn-plantation-no-tillage-technique-617082044>
- Ghasal, P. C., Kumar, S., Yadav, R. P., Singh, S., Meena, V. S., ve Bisht, J. K. (2016). *Korumalı Tarım ve İklim Değişikliği: Genel Bir Bakış*. In J. K. Bisht, V. S. Meena, P. C. Ghasal, ve A. Pattanayak (Eds.), Hindistan Himalayalarında İklim Değişikliğiyle Mücadeleye Yönelik Bir Yaklaşım (s. 1-37). Springer.

- Macou, J. (2016). *Video, Doğal, Doğa* [Resim]. Pixabay.  
<https://pixabay.com/pt/photos/videira-vinhedo-cultura-primavera-1330785/>
- Maillard, É., ve Angers, D. A. (2014). *Hayvan gübresi uygulaması ve toprağın organik karbon stokları: Bir meta-analiz*. Küresel Değişim Biyolojisi, 20(2), 666–679.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.12438>
- Man, T. (2021). *Şerit kırpma*. Birleştirme Forumu. <https://www.thecombineforum.com/threads/1st-attempt-strip-cropping.340436/>
- Manso, M. (2019). *Alqueva'da Regadio: zeytinlerin çoğaltılmasıyla ilgili bir ilerleme*. Público. Alındı itibaren <https://www.publico.pt/2019/09/08/economia/noticia/regadio-alqueva-milagre-multiplicacao-oliveiras-1885867#&gid=1&pid=1>
- Márquez-García, F., González-Sánchez, E. J., Castro-García, S., ve Ordóñez-Fernández, R. (2013). *Yarı kurak koşullardaki zeytin bahçelerinde örtü bitkileri ile toprağın karbon yutucusunun iyileştirilmesi. Toprak ve yabancı ot türünün etkisi*. İspanyol Tarımsal Araştırma Dergisi, , 11(2), 335-346. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3558>
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., ve Swift, M. J. (1997). *Tarımsal yoğunlaşma ve ekosistem özellikleri*. Bilim, 277(5325), 504-509.  
<https://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>
- Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi. (2005). *Ekosistemler ve insan refahı: Biyoçeşitlilik sentezi*. Dünya Kaynakları Enstitüsü. Alınan  
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- Nieto, O. M., Castro, J., ve Fernandez, E. (2011). *Akdeniz zeytinliğinde kalıntı yönetiminin toprak verimliliği üzerindeki uzun vadeli etkileri: RothC modeliyle karbon tutumunun simüle edilmesi*. BEO Güngör (Ed.), Toprak biliminde ilkeler, uygulama ve değerlendirme (s. 129-149). IntechOpen.
- OpenWeather'ı açın (2019). *NDVI endeksinin uydu haritalarında görselleştirilmesi*. Tarımsal uygulamalar için özel paletler. <https://openweathermap.medium.com/visualisation-of-the-ndvi-index-on-satellite-maps-custom-palettes-for-agricultural-applications-f99b0652f991> adresinden alındı.

- Patterson, M. (2005). *Alan ve çit*. Cođrafya . Alınan  
<https://www.geograph.org.uk/photo/245638>
- Pisano, A., Olita, A., Sorgente, R., Ribotti, A., ve Perilli, A. (2020). *Isınan bir Akdeniz: 38 yıldır artan deniz yüzeyi sıcaklığı*. Uzaktan Algılama, 12(17), 2687  
<https://doi.org/10.3390/rs12172687>
- Poeplau, C., ve Don, A. (2015). *Örtü bitkilerinin yetiştirilmesi yoluyla tarımsal topraklarda karbon tutumu - Bir meta-analiz*. Tarım, Ekosistemler ve Çevre, 200, 33-41.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.024>
- Rosati, A. (2017). *Geleneksel zeytin bahçesi sisteminde zeytin-kuşkonmaz-soğan sistemi*. Alınan dersler - İtalya'daki zeytin bahçelerinde yabancı kuşkonmaz ve diğer ürünler. AFİYET OLSUN. [https://www.agforward.eu/documents/LessonsLearnt/WP3\\_I\\_Olive\\_asparagus\\_lessons%20learnt.pdf](https://www.agforward.eu/documents/LessonsLearnt/WP3_I_Olive_asparagus_lessons%20learnt.pdf) adresinden alındı.
- Roxo, M. J. (1994). *Yalnızların bozulma süreci olmayan bir antropik: A Serra de Serpa e Mértola*. FCSH-UNL. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas.
- Ruibérriz, M. A. R., Bojollo, R. M. C., Braña, C. A., Lizana, A. R., ve Fernández, R. M. O. (2012). *Akdeniz iklimi altındaki zeytinliklerde farklı türdeki örtü bitkilerinin kalıntılarının karbon tutma potansiyeli*. İspanyol Tarımsal Araştırma Dergisi, 10(3), 649-661.
- St. Luce, M. (2022). *AAFC Swift Current, Sask'ta bezelye ve buğday mahsulü rotasyon grafikleri*. Üst Mahsul Yöneticisi.  
<https://www.topcropmanager.com/adding-diverse-crops-into-prairie-rotations/> adresinden alındı.
- Tema. (n.d.) *Zeytinliklerde yeşil gübreleme projesi*. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı. <https://www.tema.org.tr/en/our-works/rural-development/green-fertilization-project-in-olive-grove-areas> adresinden alındı.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., ve Thies, C. (2005). *Tarımsal yoğunlaşma ve biyolojik çeşitlilik - ekosistem hizmet yönetimi üzerine peyzaj perspektifleri*. Ekoloji Mektupları, 8(8), 857-874.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>

- Tsonkova, P., Muys, B., Pelkmans, L., ve Ceulemans, R. (2012). *Güney Afrika'daki küçük çiftçilik sistemlerinde tarımsal ormanlık sistemleri tarafından sera gazı emisyonları ve karbon tutumu*. Çevre Yönetimi Dergisi, 111, 113-122.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.042>
- USGS - NMWSC. (2021). *Ateşleme kaybı*. New Mexico Su Bilimleri Merke.  
<https://www.usgs.gov/media/images/loss-ignition-usgs-nmwsc> adresinden alındı.
- Van Muysen, W., Govers, G., Bergkamp, G., Roxo, M., ve Poesen, J. (1999). *Başlangıç toprak koşulları ve eğim eğiminin toprak işleme yoluyla yer değiştirme üzerindeki etkilerinin ölçülmesi ve modellenmesi*. Toprak ve Toprak İşleme Araştırmaları, 51(3-4), 303-316.  
[https://doi.org/10.1016/S01671987\(99\)00044-6](https://doi.org/10.1016/S01671987(99)00044-6)
- Vanuga, J. (2011). *Kontur çiftçiliği ve teraslar, Mezarlar, County, Georgia*. USDA Doğal Kaynakları Koruma Hizmeti. <https://photogallery.nrcs.usda.gov/netpub/server.np?find&catalog=catalog&template=detail.np&field=itemid&op=matches&value=1905&site=PhotoGallery> adresinden alındı.
- Verilerdeki Dünyamız. (n.d.). *Arazi kullanımı*. 21 Temmuz 2023'te  
<https://ourworldindata.org/land-use>
- Zittis, G., Hadjinicolaou, P., ve Lelieveld, J. (2019). *Doğu Akdeniz ile Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesindeki iklim değişikliğinin etkileri ve uyum seçenekleri*. Bölgesel Çevresel Değişim, 19(3), 695-708. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1431-8>