



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



# TRUMAP

TRÜF MANTARI  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
İYİ ÖRNEKLER



## **“TRÜF MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE İYİ ÖRNEKLER”**

Mart 2017

### **Baskı**

Katalonya Orman Bilimleri Merkezi ve YADA Vakfı

### **Yazarlar:**

Christine Fischer, Daniel Oliach, José Antonio Bonet ve Carlos Colinas

### **Fotoğraflar yukarıdaki yazarlar ve projede çalışan diğer 2 kişi tarafından çekilmiştir:**

Jonàs Oliva ve Pere Muxí

**Baskı:** 50 kopya

### **Grafik üretimi ve tasarımı:**

Rafel Rodell

**DL:** L 562-2017

Bu döküman Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin finansal desteğiyle oluşturulmuştur. Bu belgenin içeriğinden yalnızca Katalonya Orman Bilimleri Merkezi (CTFC) sorumludur ve hiçbir şekilde Avrupa Birliği ve/veya Türkiye Cumhuriyeti'nin görüşlerini yansıttığı şeklinde yorumlanamaz.

*“Siyah Trüf Mantarı ve Tıbbi Aromatik Bitkiler Ağı Projesi” Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği tarafından ortak finanse edilen Sivil Toplum Diyalogu Programı çerçevesinde gerçekleştiriliyor. Program, Türkiye ve Avrupa Birliği üyesi ülkelerden sivil toplum kuruluşlarının, ortak bir konu etrafında bir araya gelerek, toplumların birbirini tanımaları, karşılıklı bilgi alışverişı ve kalıcı diyalog kurmalarını sağlayan bir platform olarak geliştirildi. Programın teknik uygulamasından Avrupa Birliği Bakanlığı sorumlu olup, Merkezi Finans ve İhale Birimi ise Programın sözleşme makamıdır.*



## TRUMAP: TRÜF MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE İYİ ÖRNEKLER

1. Giriş	8
2. Arazi Uygunluğu	12
3. Dikim	20
4. Bakım	24
5. Fayda-Maliyet Analizi	35
6. Trüf Mantarı Habitatı ve Yetiştiriciliği İçin Uygun Arazilerin Haritalanması	36
7. Kaynakça	38
8. <i>Tuber melanosporum</i> , <i>Tuber brumale</i> , <i>Tuber aestivum</i> ve <i>T. indicum</i> Mikorizalarının Tanımı	43
9. Trüf mantarı yetiştiriciliğinde kullanılan araştırma ilerlemeleri	49
10. Trüf Mantarı Ürünleri	55
11. Türkiye’de Gelişen Trüf Mantarı Sektörü	57
12. Güneybatı Türkiye’de Trüf Mantarı Sektörü Paydaşları	65



## TRUMAP: TRÜF MANTARLARININ YETİŞTİRİLMESİ İÇİN EN İYİ UYGULAMALAR

Christine Fischer<sup>1</sup> Daniel Oliach <sup>1</sup> José Antonio Bonet<sup>1,2</sup> ve Carlos Colinas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Pujada del Seminari s/n, 25280, Solsona, Katalonya, İspanya.

<sup>2</sup> Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal, Universitat de Lleida-Agrotecnio Center (UdL-Agrotecnio), Avda. Rovira Roure, 191, E-25198 Lleida, İspanya

### Özet

Bahçelerde trüf mantarlarının yetiştirilmesi, Akdeniz'in kırsal bölgelerinde önemli bir tarımsal alternatif haline gelmiştir. Doğal yaşam alanlarında yabani *Tuber melanosporum* türünün azalması, yüksek pazar değeri ile fidanlık ve yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi, son birkaç on yıl boyunca başarılı bir şekilde trüf mantarlarının yetiştirilmesini teşvik etmiştir. Bu yayında siyah kış trüfü yetiştiriciliğinin en gelişmiş teknolojisi, mantarın habitat gereklilikleri, yetiştirme teknikleri ve 4 önemli *Tuber* türünün mikorizalarının tanımları sunulmuştur. Ayrıca, trüf mantarı yetiştiriciliği için özel tavsiyeler ve mutfakta kullanılan trüf mantarı ürünlerinin kısa incelemesi ile birlikte güncel araştırma bulguları da sunulmuştur. Son bölümde, Türkiye'nin güneybatısında trüf mantarı sektörünün geliştirilmesine değinilmiştir.

## 1. Giriş

Trüf mantarları yerin altında yetişen mantarlardır; eşsiz aromaları ve mutfak değerleriyle bilinirler. Hem bölgesel hem de uluslararası mutfaklarda son derece değerli olan birkaç tür öne çıkmaktadır. Trüf mantarları Mantarlar alemi, Eucomycota bölümü, Ascomycotina alt bölümü, Ascomycetes sınıfı, Pezizales takımı, Tuberales familyası ve *Tuber* cinsi üyesidir (Trappe 1979). Ekonomik değeri ve üzerindeki yoğun bilimsel ilgi sebebiyle *Tuber*, Tuberales familyasındaki en önemli cinslerden biridir.



Şekil 1a: Akdeniz bölgesinden üç *Tuber* türü: *T. mesentericum*, *T. melanosporum* ve *T. brumale* (Fotoğraf: Pere Muxi).

“Trüf mantarı” terimi genellikle yer altında yetişen tüm mantarlar için kullanılsa da tam anlamıyla dünyada bilinen en az 180 türü bulunan *Tuber* cinsindeki türleri ifade eder (Bonito ve ark. 2010). Bunlar, sporlarını yer altında yetişen “sporokarplar” ya da daha net bir ifadeyle “askokarplar” (Ascomycetes sınıfı) içerisinde üretir. Bu yaşam biçimi, sporokarpların, üreme organları yerin üzerinde olan mantarlara kıyasla kurumaya ve donmaya karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Trüf mantarları, bu mantarların sporokarpları ya da “spor üreten yapıları”dır.

Farklı *Tuber* türlerinin yaydığı aromalar son derece çeşitlidir; güçlü ve kalıcı özelliklere sahip olan bu aromalar, sporları alıp dağıtan hayvanlar ile böcekleri çekmek açısından önem taşır. Bu aromalar ayrıca taze yer mantarlarının yüksek değerini belirleyen özellikleridir.

*Tuber* cinsindeki mantarlar mikorizaldir. Bu son derece önemli bir özelliktir, çünkü mikorizal mantarlar canlı bitkilerle simbiyotik bir yaşam içerisinde ve konak bitki ile olan ilişkiden elde edilen karbonhidratlar olmadan yaşam döngülerini tamamlayamazlar. Konak bitki veya ağaç da bu ilişkiden faydalanır; mikorizal mantarlar, son derece önemli besin maddeleri, patojenlere karşı koruma ve yerin altındaki miselyum ağı sayesinde bitkinin kök sisteminin genişlemesini sağlar (Finlay, 2008).



*Tuber* cinsindeki trüf mantarı türlerinden zehirlenmeye yönelik hiçbir rapor bulunmamaktadır, ancak bu türlerin büyük bir kısmı mutfak ve ticari bakımdan değer taşımaz. Son derece özel organoleptik özellikleri olan bazı türler bu amaç için toplanmaktadır. Aromatik özelliklerine bağlı olarak ekonomik açıdan daha fazla ilgi çeken Avrupa türleri (Reyna, 2007) aşağıda verilmiştir:

*Tuber aestivum* Vitt.  
*Tuber borchii* Vitt. (= *Tuber albidum* Pico)  
*Tuber brumale* Vitt.  
*Tuber magnatum* Pico.  
*Tuber melanosporum* Vitt.  
*Tuber mesentericum* Vitt.  
*Tuber macrosporum* Vitt.  
*Tuber rufum* Pico.  
*Tuber uncinatum* Chat.

Yaklaşık 200 trüf mantarı türünden 32'si temel olarak Akdeniz Havzası'nda bulunur ve en çok aranan tür *T. melanosporum*'dur. Alba trüfü veya *T. magnatum*, neredeyse sadece İtalya, Hırvatistan ve Romanya'da küçük alanlarda bulunur ve muhteşem aroması ve kalitesi nedeniyle en pahalı trüf mantarıdır. Mutfakta kullanılan, diğer önemli ticari trüf mantarları arasında *T. aestivum*, *T. uncinatum*, *T. brumale* ve *T. borchii* bulunur.

Siyah kış trüfü *T. melanosporum* başta Fransa, İspanya ve Doğu ile Kuzey-Orta İtalya olmak üzere Güneydoğu Avrupa'daki kireçli topraklardaki ormanlarda bulunur. Bu tür, sonbaharın sonunda ve kış mevsiminde olgunlaşan ve eğitilmiş köpekler yardımıyla toplanan sporokarplar (yer mantarları) oluşturur. Ara sıra bu tür Hırvatistan, Slovenya, Sırbistan, Portekiz, İsviçre, Almanya, Macaristan, Bulgaristan, Yunanistan ve Türkiye'de bulunmuştur (Reyna ve ark. 2007).

Doğal ağaçlık alanlarda yetişen siyah kış trüfleri Avrupa genelinde azalmaktadır. Trüf mantarı toplama işlemi, son yüzyılda ciddi zarar görmüştür (Reyna, 2000). Yirminci yüzyıl sırasında Fransa'da *T. melanosporum* üretimi 1.000 tondan 50 tona düşmüştür (Callot 1999). Trüf mantarı araştırmasında elde edilen önemli gelişmelere rağmen, yabani siyah kış trüfü üretimi azalmaya devam etmektedir. Yabani trüf mantarlarında görülen bu gün-cel düşüş o kadar önemlidir ki, üretimi eski haline getirmek için en uygulanabilir alternatif, yetiştirilmiş siyah kış trüfü tarlaları veya bahçelerinin yönetiminin iyileştirilmesidir.

### **1.1 Trüf mantarı yetiştiriciliği, kırsal gelişime katkı sağlayan önemli bir tarımsal ormancılık uygulamasıdır.**

Siyah kış trüfü (*T. melanosporum*) yetiştiriciliği tarımsal gelenekleri tamamlayıcı bir faaliyet haline gelerek, kırsal ekonomiyi çeşitlendirerek ve yenilenmiş bir arazi kullanımı dengesini teşvik ederek uygun habitata sahip kırsal topluluklara çok önemli bir refah kaynağı sağlayabilir.

Bahçelerde yetiştiricilik konak fidelerde *T. melanosporum* ektomikoriza oluşumuna sebep olmak için yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi ile birlikte başlamıştır (Chevalier ve

Grente 1978). Fransa, İtalya ve İspanya'daki verimli trüf mantarı bahçeleri, günümüzde kırsal toprak sahiplerine tarımsal sübvansiyonlara bir alternatif sağlar, terk edilmiş tahıl topraklarının onarılmasını teşvik eder ve oldukça düşük tarımsal girdiler gerektirir (Samils ve ark. 2008).

*Tuber* ile kolonileşmiş konak fidelerin seri üretimi, son 40 yılda trüf mantarı yetiştiriciliğinde en önemli ilerlemeyi göstermiştir. İspanya'da ilk bahçeler 1970'li yılların başlarında Fransa'dan fide ithal ederek kurulmuştur ve 1980'li yılların başında yerel olarak büyüyen bitkilerin yetiştirilmesi ve satılmasına yönelik ilk işletmeler ortaya çıkmaya başlamıştır.



**Şekil 1b:** *Tuber* ile kolonileştirilmiş konak fidelerin büyük ölçekli fidanlık üretimi.

O zamandan beri trüf mantarı bahçelerinin genişlemesi trüf mantarı ile aşılınmış fidelerin üretiminde uzmanlaşan ağaç yetiştiriciliği sektörü için ekonomik bir patlama yaratmıştır ve kurulmuş ve iyi yönetilen trüf mantarı bahçelerinin gelişmesiyle birlikte yetiştiricilere ve topluluklara sağladığı ekonomik faydalar büyük olmuştur. Günümüzde İspanya'nın Aragon şehri İspanyol siyah kış trüflerinin çoğunu üretmektedir ve dünya genelinde siyah kış trüfü üretiminin büyük çoğunluğunu sağlaması bu bölgenin en önemli özelliğidir.

Bahçelerin yıllık taze ağırlık üretimleri, İtalya'daki iyi yönetilmiş 13-14 yıllık bahçelerdeki 50 kg/ha (Bencivenga ve Di Massimo 2000), İspanya'daki sulanmış bahçelerden bildirilen 45 kg/ha (Carbajo 2000) ve Fransa'da 14 yıllık bahçelerde 110 kg/ha'ya kadar çıkan istisnai verimler ile birlikte 15-50 kg/ha olarak raporlanmıştır (Chevalier ve Frochot 1997). Son yıllarda yaz kuraklıkları, düşük trüf mantarı üretimine ve yüksek kaliteli trüf mantarları için 700-1000 Euro/kg'a kadar çıkan yüksek fiyatlara yol açmasına rağmen, Avrupa'daki taze ağırlık ortalama perakende fiyatları 300-500 Euro/kg arasında değişmektedir (Olivier 2000).

## 1.2 Trüf Mantarı Yetiştiricileri İçin Teknik Kılavuz

İyi yönetilen bahçelerde trüf mantarı yetiştiriciliği, yerli olarak bulunduğu Avrupa bölgelerinde ve yerli olmadığı diğer ülkelerde başarılı olmuştur (Reyna ve Garcia-Barreda, 2014). Bütün bahçeler verimli değildir ve başarısızlık kötü bölge seçimi, uygun olmayan konak ağaç, kötü bitki kalitesi, uygun yönetim eksikliği, zararlı böcekler ve hastalıklar ile ilgili problemler gibi birçok faktörden kaynaklanabilir.

Uzmanlar tarafından süreçte birçok adımda karar verme konusunda üreticilere yardım etmek için hazırlanmış birçok kılavuz ve el kitabı vardır. Bu yayında aşağıdaki şekilde ilk kez 2005 yılında yayınlanan ve İspanya'da *T. melanosporum* yetiştirme için geliştirilmiş kılavuz kullanılmıştır:

### **“Technical Guide for the cultivation of the Black Truffle”**

“Guía técnica para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.)” by Daniel Oliach, JoséAntonio Bonet, Christine Fischer, Antoni Olivera, Juan Martínez de Aragón, Laura M Suz, and Carlos Colinas and was edited by the Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya ISBN: 84-689-5025-4

Bu “İyi Uygulama Kılavuzu”, çalışmalarını metinde alıntılanan birçok yazar tarafından uzun yıllar boyunca sağlanan ek araştırma ve gözlemler ile birlikte 2005 kılavuzunu geliştirmektedir. Son elli yılda yapılan gözlemlerin çoğu, sağlam anlayış sağlamaya devam etmektedir ve birçok *Tuber* türü için geçerlidir. Ayrıca, bu kılavuz, diğer trüf mantarı türleri ve dünyadaki diğer bölgeler için teknik kılavuz geliştirmeye yönelik bir çerçeve olarak kullanılabilir.

## 2. Arazi Uygunluğu

Trüf mantarı bahçesinin kuruluşu için en uygun arazi; coğrafi, iklim, jeolojik, toprak ve biyotik koşullara göre belirlenir.

### 2.1. Coğrafi koşullar

Coğrafi konum yer mantarlarının dağılımını belirleyebilir, ancak coğrafi parametreler belirleyici değildir ve iklim ile birlikte değerlendirilmelidir.

#### **Rakım**

Bir bahçenin kurulması için uygun rakım, enlem ve bakıdan ayrı tutulamayacağı için uzmanlar arasında uyumsuzlukları temsil eden bir parametredir. Avrupa'da yabancı trüf mantarları Fransa'da deniz seviyesine yakın yerlerde (Olivier ve ark. 1996) ve İspanya'nın Granada Bölgesi'nde 1800 m'de bulunur (Reyna 2000). İspanya'da yabancı trüf mantarlarının çoğu 600-1200 m arasında bulunur.

#### **Bakı**

Bakının etkisi rakım, enlem ve hakim rüzgarlara maruz kalmaya bağlıdır. Yabancı trüf mantarı bölgelerinin çoğu güneye bakar, ancak İspanya'daki daha aşağı enlemlerde daha çok gölgede büyüme eğilimi vardır (Reyna 1992; 2000).

#### **Eğim**

Doğal oluşan trüf mantarı bölgelerinin çoğu, kötü drenaj problemleri nedeniyle tamamen düz alanlarda bulunmaz. Daha sık olarak, trüf mantarları hafif eğimli (<%15) bölgelerden toplanır (Delmas ve Poitou 1973; Reyna 1992).

### 2.2. İklim Koşulları

Siyah kış trüfü için en uygun iklimin ayırt edici özellikleri, belirgin mevsim değişiklikleri ve yağmur fırtınalarının kestiği oldukça kısa bir yaz kuraklığı dönemidir. Trüf mantarı, nadir aşırı hava koşullarına dayanabilir, ancak minimal mevsim değişikliğine sahip okyanus iklimleri veya yazların çok sıcak, kışların çok soğuk olduğu ve arada bir ılımanın meydana gelmediği karasal iklimler uygun değildir. Ayrıca, yetersiz veya sadece kış yağışının olduğu kurak Akdeniz iklimleri veya aşırı uzun soğuk dönemlerin yaşandığı iklimler de siyah kış trüfleri için çok uygun değildir.

#### **Yağış**

Su kullanılabilirliği, özellikle siyah kış trüfünün büyümesi sırasında yağışın belirleyici bir rol oynadığı yaz mevsiminin başlarında trüf mantarı üretimi için çok önemlidir. Simbiyotik organizmanın (mikorizal) birleşik su ihtiyacı hakkında deneysel çalışma yoktur. Doğal yolla oluşan trüf mantarı bölgelerinde, gözlemlenen yıllık yağış aralığı yılda 485 ile 1.500 mm arasında değişiklik gösterir ve yaz aylarında minimum yağış 72 mm'dir (Reyna 2000; Ricard 2003). Bu oldukça geniş bir aralıktır, ancak daha soğuk koşullarda büyüyen bir bitkiye yeterli su ihtiyacını sağlayan belirli bir yağışın daha sıcak koşullardaki aynı bitki için

su stresi yaratabileceğinin göz önünde bulundurulması önemlidir.

Diğer alan parametrelerinin kabul edilebilir olması ve güvenilir bir sulama sisteminin kuru dönemler boyunca su ihtiyacını karşılayabilmesi durumunda, daha düşük yağış alan alanlar, siyah kış trüfü yetiştirmek için uygun olabilir.

### Sıcaklık

Trüf mantarları; ılıman ilkbahar, oldukça sıcak yaz, sporokarpların olgunlaşmasını engelleyebilecek erken don yaşanmayan sonbahar ve aşırı soğuk olmayan kış mevsiminin yaşandığı Akdeniz iklimlerini tercih eder (Sourzat 1997). Trüf mantarları yazın 43°C ve kışın -25°C'ye kadar olan aşırı sıcaklıklara dayanabilmesine rağmen (Sáez ve De Miguel 1995; Reyna 1992; Reyna 2000), aşırı uç sıcaklık değerlerinin olmadığı bölgelerin seçilmesi tercih edilir. Örneğin, altı günden uzun süre boyunca 23°C'den yüksek yaz sıcaklıkları (Michels 2003) ve beş günden uzun süre boyunca -10°C'den düşük kış sıcaklıkları (Olivier ve ark. 2002; Sourzat 2003) aşırıdır. Sıcaklık kısıtlamaları, bölgenin bir bahçe için uygunluğunu etkileyebilir.

Malçlama; toprak sıcaklığını yazın 10-15 cm derine ayarlayarak ve kışın hafif artırarak aşırı uç sıcaklıkları yumuşatabilir (Michels 2003; Sourzat 2003; Olivera ve ark. 2014a). TABLO 1a, yayınlanmış çalışmalarda açıklanan optimum sıcaklık aralığını göstermektedir. Bu aralıklar, verimli siyah kış trüfü habitatlarında elde edilen gözlemlere dayanır, ancak bu tür için üst ve alt sıcaklık sınırını tanımlayan hiç deneysel veri yoktur. Bu veriler, *Tuber* türünün ekolojisi ile ilgili gelecek araştırmalardan elde edilebilir.

**TABLO 1a:** Siyah kış trüfü yetiştiriciliği için önerilen sıcaklık aralığı (Reyna 1992; Hernández 1994; Callot ve Jaillard 1996; Reyna 2000; García-Montero ve ark. 2001).

<b>Ortalama yıllık sıcaklık (°C)</b>	8,6 - 14,8
<b>En sıcak ayın ortalama en yüksek sıcaklığı (°C)</b>	23 - 32
<b>Aylık ortalama maksimum sıcaklık (°C)</b>	17,4 - 23,5
<b>En soğuk ayın ortalama en düşük sıcaklığı (°C)</b>	(-2) - (-6)
<b>Aylık ortalama minimum sıcaklık (°C)</b>	1 - 8,2
<b>Maksimum aşırı sıcaklık (°C)</b>	43
<b>Minimum aşırı sıcaklık (°C)</b>	(-9) - (-25)

### 2.3. Jeolojik Koşullar

En çok tercih edilen ana maddeler Triasik, Jura ve Kretase dönemini içeren İkinci Mezozoik çağdan gelen maddelerdir. Dördüncü çağdan gelen alüvyon birikintileri de mükemmel olmasına rağmen (Olivier ve ark. 2002), Jura dönemi sonrası kayalardan evrilen topraklar en iyisidir (Sáez ve De Miguel 1995).

### 2.4. Toprak Koşulları

Trüf mantarları Inceptisol, Entisol ve Mollisollerde (Raglione ve ark. 2001) 10-40 cm de-

rinlikte (Sourzat 1997) kireçli topraklarda gelişir. En önemli toprak parametreleri ve doğru konum ve trüf mantarı bahçesinin gelişimi için yaklaşık aralıklar aşağıda verilmiştir.

### **Taşlılık**

Toprağın taşlılığı; iyi drenaj ve havalanma sağladığı için, trüf mantarı yetiştiriciliği için oldukça değerli bir kalitedir. Bir taş tabakası malçlama etkisi yaratır ve üst toprağın sıcaklığını düzenlemeye yardım eder (Olivera ve ark. 2014a). Sıcak dönemlerde, sıcaklık ılıması yoğunlaşmayı korumaya yardım eder ve toprak faunası aktivitesini garantiler (Callot 1999). Toprak taşlılığı iyi trüf mantarı üretimi ile olumlu bir ilişki içindedir (García-Montero ve ark. 2007a), ancak çok taşlı ve az yağış alan ya da taşlılık miktarının ince topraklardan fazla olduğu topraklar kullanılmamalıdır (Sourzat 1997). Uzun süre boyunca çok kuru kalmaları nedeniyle, kil içeriğinin ve organik maddenin çok düşük olduğu yüksek taş içeriği uygun değildir. Yabani trüf mantarı bölgelerinde, toprakta çakıl varlığı oldukça değişkendir ve %0,2 ile %90 (toprağın üstünü tamamen kaplayan yüzeysel taşlı bir yüzey oluşturur) arasında değişiklik gösterebilir (Reyna 2000). Yüzeysel taşlılığı yaz buharlaşmasını azaltarak toprağı pekişme ve yağış sonucu erozyona karşı korur (Reyna 2000).



**Şekil 2a:** Toprak taşlılığı siyah yer mantarı tesisleri için olumlu bir kalitedir.

### **Asitlik veya alkalilik**

Toprağın asitliği veya alkaliliği pH ile temsil edilir. pH 7'nin altındaki değerler asidik, üzerindeki değerler ise alkali kabul edilir. pH değeri, alkali toprakları tercih etmesi nedeniyle siyah kış trüfü yetiştirmek için bir bölge seçmeye yönelik en önemli belirleyici faktörlerden biridir.

Siyah kış trüfü yetiştiriciliği için önerilen pH aralığı 7,5 ila 8,5'tir (Delmas ve ark. 1981; Delmas ve ark. 1982; Sourzat, 1997) ve en uygunu yaklaşık 8'dir (Poitou 1987; Poitou 1988). Yabani trüf mantarı bölgelerinin pH'ı 7,1 ile 8,85 arasında değişiklik gösterir (Bencivenga ve Granetti 1988; Sáez ve de Miguel 1995; Sourzat 2001) ve Kuzey İspanya ile Güney Fransa'daki en verimli yabani ve dikili trüf mantarı yataklarının su pH'ı  $7,9 \pm 0,3$ 'tür (Jaillard

ve ark. (2014).

### **Toprak Alkaliliği**

Topraklar, toprak çözeltilisinde bulunan hidrojen iyonlarının aktivite derecesine göre asidik veya alkali olarak kabul edilir. Alkali toprak, asidik topraklarda daha bol bulunan anyonlardan (hidrojen ve alüminyum) ziyade değiştirilebilir katyon (potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum) doygunluğunun yüksek olması anlamına gelir. Ayrıca, siyah kış trüflerinin üretimi için alkali pH, bol değiştirilebilir kalsiyum ve düşük değiştirilebilir sodyumdan kaynaklanmalıdır.

Genel olarak, sodyumun toprak yapısı üzerinde olumsuz bir etkisi vardır, ancak sodyum toprak pH değerlerinin alkaliliğine katkıda bulunduğu için fazla sodyum bulunmadığından emin olmak amacıyla alkali bir toprakta bazik katyonların dağılımının değerlendirilmesi tavsiye edilir. Kalsiyum ve magnezyum değiştirilebilir katyonlarının toplamının toprak değişim kapasitesine bölünmesine dayanan bir ölçümün, bir toprağın siyah kış trüf üretme kapasitesini incelemek için pH değerinden daha uygun olduğu önerilmiştir (Ciesielski ve ark. 1997; Jaillard ve ark. 2014). Bu yazarlar, bu oranın 0,6 ile 4'ü arasındaki değerlerin trüf mantarı üretimi için en uygun değerler olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte, pH ölçümleri ve iki değerli katyonlar ile değiştirilebilirlik arasındaki ilişki birbirini tamamlayıcıdır ve 7,5 ile 8,3 arasındaki pH değerleri siyah kış trüfleri için en uygun değerlerdir (Jaillard ve ark. 2016).

### **Kalsiyum**

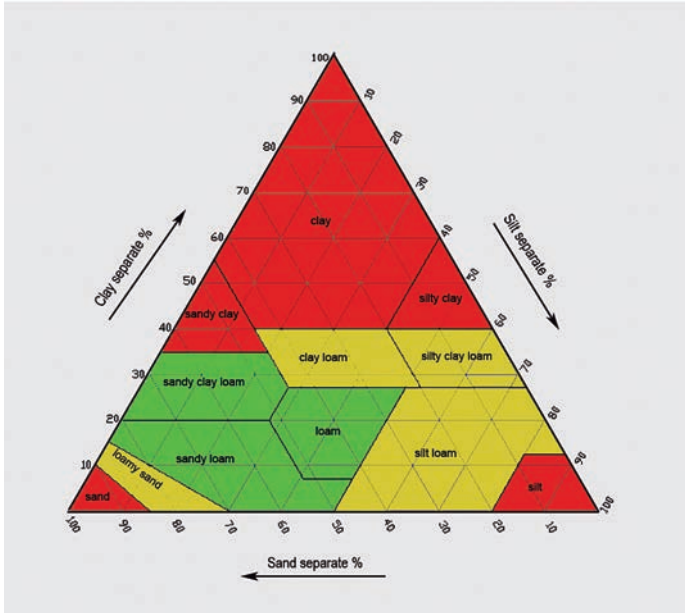
Düşük bir toprak kalsiyum düzeyi, ana maddede veya büyük toprak parçacıklarında önemli miktarda kalsiyum bulunması durumunda telafi edilebilmesine rağmen, kalsiyum karbonat siyah kış trüfü yetiştiriciliği için vazgeçilmezdir (Reyna 2000). Büyük parçacıklarda veya taşlarda bulunmaması durumunda, toprak konsantrasyonu %1'i aşmalıdır ve %83,7'ye kadar ulaşabilir (Bencivenga ve Granetti 1988; Poitou 1988; Raglione ve ark. 2001).

Yabani trüf mantarı bölgelerinde, trüf mantarı üretiminin %40'ı aktif kalsiyum karbonat (Aktif  $\text{CaCO}_3$ ) varlığı ile açıklanabilir (García-Montero ve ark., 2007b). Aktif  $\text{CaCO}_3$ , 50 mikrondan küçük bir çap ile ince bölünmüş kalsiyum karbonat fraksiyonunu temsil eder. Bu, toplam kalsiyum karbonat ile birlikte pH değerini düzenleyen ve ince toprak parçacıklarını birleştirerek toprak yapısını destekleyen önemli bir kalsiyum değişim katyonu rezervi oluşturur. Aktif  $\text{CaCO}_3$ , çözünürleştirme ve trüf mantarı habitatı için çok önemli kabul edilen iri kireçtaşı fraksiyonlarının özütlemesi arasındaki dengenin bir göstergesidir (Callot, 1999).

### **Doku**

Yabani trüf mantarı yatakları hemen hemen her doku türünde oluşmasına rağmen (Delmas ve ark. 1981; Bencivenga ve Granetti 1988), trüf mantarı alanı kuruluğu için optimal doku sınıfları balçık, kumlu balçık ve kumlu killi balçıktır (Colinas ve ark. 2007).

Düşük su tutma kapasiteleri nedeniyle aşırı kumlu topraklar ve potansiyel yüksek pekişmeden kaynaklanan ağır killi topraklar (>%46 kil) (Raglione ve ark. 2001) problemlidir. Kabul edilebilir maksimum kil düzeyleri toprağın taşlılık, organik madde ve biyolojik aktivitesine bağlıdır (bunların tümü havalanmaya yardım eder ve pekişmeyi önler).



**Şekil 2b:** Yer mantarı yetiştirme uygunluğuna yönelik belirtiler ile toprak dokusu üçgeni. Yeşil vurgulanmış dokular optimumdur, sarı vurgulanmış dokular yeterlidir ve kırmızı vurgulanmış dokular uygun değildir.

### Organik Madde

Topraktaki organik madde yapıyı iyileştirir, agregat oluşumuna yardım eder ve gözenekliliği ve katyon değişimi kapasitesini artırır. Ayrıca toprağın pH değerini düzenler, su tutulmasını artırır ve biyolojik aktiviteyi yükseltir. Bu nedenle, trüf mantarı yetiştiriciliği için bölge seçerken göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktördür.

Trüf mantarı yatak toprağındaki organik madde miktarı, %5'lik bir ortalama ile sırasıyla %0,8 ve %37 minimum ve maksimum mutlak değerler ile büyük ölçüde değişiklik gösterir (Jaillard ve ark. 2016). Trüf mantarı yetiştiriciliği için önerilen aralık %1,5 ila %8'dir (Delmas ve Poitou 1973; Grente ve Delmas 1974; Poitou 1990).

### C/N ilişkisi

C/N ilişkisi topraktaki mineralleşme miktarını yansıtır ve biyolojik aktivitenin bir göstergesidir. Bu ilişki, özellikle optimal C/N'nin istendiği yüksek kil içeriğine sahip ağır topraklarda değerlendirilmelidir (Sourzat 2001).

Siyah kış trüfü yetiştiriciliği için önerilen C/N ilişkisi aralığı, 8 ile 15 arasındadır (Delmas ve Poitou 1973; Delmas ve ark. 1981; Poitou 1988; Sourzat 1997) ve optimum değerler 10 civarındadır. Yabani trüf mantarı bölgelerinde gözlemlenen minimum ve maksimum mutlak değerler sırasıyla 0,1 ve 26'dır (Bencivenga ve Granetti 1988; García-Montero ve ark. 2001).



### **Makrobesinler (N, P ve K)**

Temel besinler olmalarına rağmen, toprakta önemli miktarda azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonu bulunması trüf mantarı üretimi için gerekli değildir. Genel olarak, çoğu toprakta mantar ve ağaç büyümesini korumak için bu besinler yeterli miktarda bulunur (alışılmadık durumlar haricinde) ve eksiklik problemleri olmaması gerekir. Genellikle makrobesinler ile ilişkili problemler, ekili tarlalarda eklenen gübreler nedeniyle konsantrasyon düzeylerinin çok yükselmesinden kaynaklanır. Bitkiler, çoğu toprakta bulunan tipik olarak düşük konsantrasyonlarda toprak besinlerini yakalamak için mikorizal mantara bağlıdır. Konsantrasyonlar alışılmadık şekilde yüksek olduğunda, bitkiler besinleri aracı mantar olmadan emebilir ve mikorizal kolonileşme oranları düşerek karbon (enerji kaynağı) elde etmek ve yaşam döngüsünü devam ettirmek için ağaca ihtiyaç duyan istenen mantarın (bu durumda *T. melanosporum*) kaybedilmesine yol açabilir.

Siyah kış trüf yetiştiriciliği için önerilen organik azot içeriği aralığı (Kjeldahl) %0,1 ile %0,3 arasındadır (Poitou 1987; Olivier ve ark. 1996; Sourzat 2001) ve yabani trüf mantarı bölgelerinden rapor edilen minimum ve maksimum mutlak değerler %0,05 ile %0,52 arasındadır (Delmas ve ark. 1981). Hem siyah kış trüfünün miselyumu hem toprak mikroorganizmaları, farklı fosfor formlarını konağına uygun bir benzetilmiş forma dönüştürebilir (Olivier ve ark. 1996). Aslında, trüf mantarı yatağı yetiştiriciliğinde toplam fosfor ölçümü her kısımdan daha önemlidir. Önerilen aralık %0,1 ile %0,3'tür (Poitou 1987; 1990; Olivier ve ark. 1996).

Siyah kış trüf yetiştiriciliği için önerilen potasyum içeriği aralığı %0,01 ile %0,03 arasındadır (Poitou 1987; Olivier ve ark. 1996; Sourzat 2001) ve doğal trüf mantarı yataklarının minimum ve maksimum mutlak değerleri %0,0096 ve %0,12'dir (Delmas ve ark. 1981).

### **Yapı**

Yapı, ayrı parçacıkların toprağı oluşturma ve bunun sonucunda boşluklar veya gözenekler oluşturma şeklini açıklar. Siyah kış trüf gelişimi için en iyi yapı, toprakta havalanmaya ve gözenekler aracılığıyla drenaja izin veren ve dolayısıyla ağaç köklerinin ve trüf mantarı miselyumunun penetrasyonunu sağlayan yapıdır (Delmas ve Poitou 1973; 1974; Poitou 1988). Siyah kış trüf yetiştiriciliği için en ideal yapı, 4 mm'nin altında suya dayanıklı agregatlar içeren taneli veya ufalanmış bir yapıdır (Jaillard ve ark. 2014).

Tablo 1b, temel toprak parametreleri için önerilen aralıkları listelemektedir.

**TABLO 1b:** Siyah kış trüfü yetiştiriciliği için temel toprak parametreleri için önerilen aralık (Delmas ve Poitou 1973; Grente ve Delmas 1974; Delmas ve ark. 1981; Delmas ve ark. 1982; Poitou 1987; 1988; 1990; Bencivenga ve Granetti 1988; Olivier ve ark. 1996; Sourzat 1997; 2001; Reyna 2000; Raglione ve ark. 2001).

PARAMETRE	ÖNERİLEN ARALIK
pH	7,5 - 8,5
Organik madde (%)	1,5 - 8
Kalsiyum karbonat (%)	1 - 83,7
Değiştirilebilir kalsiyum (% kalsiyum oksit)	0,4 - 1,6
Azot (Kjeldahl) (%)	0,1 - 0,3
Fosfor (%)	0,1 - 0,3
Potasyum (%)	0,01 - 0,03
Doku	Balçık, kumlu balçık, killi balçık, siltli balçık, kumlu killi balçık
Yapı	Taneli veya ufalanan
C/N oranı	8 - 15

## 2.5. Biyolojik Koşullar

### Tarım Arazisi Kullanım Geçmişi

Bahçenin kurulduğu yerde önceki ürünlerin mirası, arazinin gelecekteki gelişimini etkileyecektir. Daha önce tahıllar, yem bitkileri ve baklagillerin yetiştirildiği bölgeler uygundur (Reyna 2000). Bağlar ve meyve bahçeleri de uygun kabul edilir (Sourzat 1997) ve genel olarak önceki ürünler endomikorizal simbiyoz oluşturur. Ağaçlar için, köklerin sağlığının test edilmesi önemlidir. *Armillaria* türü veya *Phytophthora* türü gibi patojenik mantarlardan kaynaklanan bir enfeksiyon bahçeye ciddi hasar verebilir. Diğer uzmanlar, trüf mantarı bahçesi kurulmadan önce en az bir yıl boyunca tahıllar veya yem bitkileri yetiştirerek arazinin "biyolojik temizliğinin" yapılmasını tavsiye etmektedir (Verlhac ve ark. 1990). Ayrıca, yakın zamanda yanmış ve hiçbir işlem görmemiş orman toprakları on yıllar boyunca ekilmiş tarım toprağı kadar *T. melanosporum*'a açık olabilir (Martínez de Aragón ve ark. 2012).

### Konak Ağaçlar

*T. melanosporum*, doğal trüf mantarı habitatlarında pırnal meşesi (*Quercus ilex* subsp. *ilex*, *Q. ilex* subsp. *ballota*), yarı yaprak dökken ve yaprak dökken meşe ağaçları, Portekiz meşesi ve tüylü meşe (*Q. faginea*, *Q. pubescens*), kermes meşesi (*Q. coccifera*), fındık ağaçları (*Corylus avellana*), laden (*Cistus incanus*), bazı çam türleri (*Pinus pinea*, *P. halepensis*, *P. nigra*), kayacık ağacı (*Ostrya carpinifolia*), gürgen veya demir ağacı (*Carpinus betulus*) ve ıhlamur ağaçları (*Tilia* türü) ile mikorizalar oluşturabilir (Palenzona 1969; Manna 1992; Bencivenga ve ark. 1995).



C



D

**Şekil 2c ve 2d:** Günümüzde İspanya'da siyah trüf mantarı yetiştiriciliği için en başarılı konak ağaçlar, *Q. İlex* ve *Q. faginea*.

### **Fizyolojik "yanma" dahilinde bulunan bitkiler**

Konak ağacın tabanında bir "brûlé" veya yanmaya yol açtığı bilinen *T. melanosporum*'un fitotoksik özelliklerinden etkilenmeyen birkaç bitki vardır. Bunlar arasında mahlep kirazı (*Prunus mahaleb*), kızılık (*Cornus sanguinea*), ardıç (*Juniperus oxycedrus*, *J. communis*), damkоруđu (*Sedum altissimum*) ve kırmızı yumak (*Festuca rubra*) (Sáez ve De Miguel 1995; Olivier ve ark. 1996) ve ılımlı iklimlere sahip bölgelerde bir tür katırtırnağı türü (*Ulex parviflorus*) vardır (Sourzat 1997).

### 3. Dikim

Dikim işlemine başlamadan önce, dikim yoğunluğunu önceden seçmiş olarak arazinin hazırlanması, ağaç fidelerinin alınması ve uygun mevsimde dikim yapılması gerekir.

#### 3.1. Arazinin hazırlanması

Arazinin hazırlanması, kısmen önceki arazi kullanımına ve dikim öncesi arazinin durumuna bağlıdır.

Drenaj ve havalanmayı kolaylaştırmak için, önceki arazi kullanımından kalan olası bir sert toprağı parçalamak üzere bir dipkazan veya çizel yardımıyla derinden sürülmesi önemlidir. Ardından, düzleyiciler veya kültivatörler yardımıyla toprağın pürüzsüzleştirilmesi ve düzleştirilmesi için yüzeysel toprak işleme önemlidir. Önerilen zaman aralığı, dikim öncesi yaz ve sonbahar aylarıdır. Pekişmeyi azaltmak ve toprak horizonlarını karıştırmamak için kuru toprakta yapılmalıdır.

Arazi işleme, ekim sırası boyunca 1 metre genişliğinde şeritlerden oluşan bölümlerde yapılabilir. Az organik madde ve az bitki örtüsü içeren yüzeysel topraklı veya pekişmeyen (kumlu dokuda) topraklı alanlarda, ekim işlemi, toprak işleme olmadan gerçekleştirilebilir (Ricard 2003).

Önceki ürünün ağaç olması durumunda, köklerde *Armillaria* türünün veya diğer patojenik mantarların üremesini önlemek için bütün kökler çıkarılmalıdır.



**Şekil 3a:** Patojenik *Armillaria* türü ile enfekte olmuş meşe ağacı. (Fotoğraf: Jonàs Oliva)



**Şekil 3b:** Enfekte olmuş ağacın tabanında patojenik *Armillaria* türünün beyaz miselyumu.

Asidik toprakta siyah kış trüfü bahçesi kurmak için, pH değerinin yükseltilmesi gerekir. Bu değer, toprağın gerçek özelliklerine göre hesaplanmalıdır. Örnek hesaplama olarak, toprak pH'ını üstteki 20 cm'lik yüzeysel toprakta 0,1 yükseltmek için hektar başına 1 ton kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) ve kalsiyum hidroksit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) karışımı gerekir (Hall ve Brown 1989).

### 3.2. Bitkinin Alınması

Konak bitki, bahçeye göre seçilecektir. Pırnal meşesi gibi yaprak dökmeyen ve yaprak döken meşe ağaçlarının birkaç türü, fındık ağacı ve bazen ladenin aşılınmış fideleri uygun olabilir. İdeal olarak, seçilen konak bahçe için en uygun ağaç olmalıdır. İspanya'da en iyi sonuçlar, yaprak dökmeyen ve yaprak döken meşeler (*Quercus ilex* ve *Q. faginea*) ile gözlemlenmiştir. Buna karşın, fındık ağaçları (*Corylus avellana*) dikilmiş bölgelerden elde edilen gözlemler bu ağacın *Tuber brumale* Vitt. dahil diğer birçok mikorizal mantar için pırnal meşesi ve tüylü meşeden daha alıcı olduğunu göstermektedir (Ricard 2003).

Bitkiler, *T. melanosporum* mikorizaları ile kolonileştirilmiş çok sayıda trofik kök içeren iyi gelişmiş bir kök sistemine sahip olmalıdır. Başka herhangi bir *Tuber* türünden mikoriza bulunmamalıdır. Bu mantarlar kök sistemine egemen olmaları durumunda tercih edilmemesine rağmen, sera koşullarında yaygın olarak bulunan mantarların düşük mikoriza yüzdesi kabul edilebilir (Fischer ve Colinas 1996). Fide seçimi, güncel düzenlemelere ve belirtilmiş ormancılık standartlarına uygun olmalıdır. Bitkiler doğru şekilde saklanmalı ve özellikle sonbaharda dikilmeleri gerekiyorsa sertleşmesi tamamlanmalıdır.

Fideler sertifikalı değilse, fide dikmeden önce fide kalitesini ve mikorizal durumu doğrulamak için bitkilerin nitelikli bir laboratuvarında analiz ettirilmesi tavsiye edilir. Dört önemli *Tuber* türünü mikorizalarının kısa bir açıklaması, bu "İyi Uygulama Kılavuzu" kapsamında Bölüm 2'de verilmiştir.



**Şekil 3c:** Dikim için hazır, sertifikasyon etiketine sahip aşılantmış *Q. ilex* fideleri.

### **3.3. Dikim Yoğunluğunun Seçilmesi**

Dikim yoğunluğu, seçilen konak türe ve arazinin verimliliğine bağlıdır ve bu da toprağın derinliğine, topraktaki organik madde ve kil içeriğine bağlıdır. Daha yüksek yıllık ağaç büyümesinin beklendiği uzun büyüme mevsimlerinin görüldüğü alanlarda yoğunluk en düşük olmalıdır.

Yoğunluk, ot kontrolü modeline göre de değişiklik gösterir. Bu nedenle, arazinin sık dikilmesi planlanıyorsa ağaçları buna göre yerleştirmek en iyisidir. 400 bitki/ha'lık yoğunluk elde etmek için 5x5 m'lik aralıklar seçilir (Estrada ve Alcántara 1990). Günümüzde en yaygın kullanılan dikim sistemleri, 200-330 bitki/ha'lık yoğunluk oluşturan sistemlerdir. Bu yoğunluk 6x5, 6x6 veya 7x5'lik aralıklar kullanılarak elde edilir. Kullanılacak makinenin genişlik ve kapasitesinin ve kurulan sulama sisteminin göz önünde bulundurulması da faydalı olabilir.

### **3.4. Dikim Zamanı**

Her bölgenin hava durumuna göre, dikim işlemi Kasım ayından Mart ayına kadar ve hatta geç donma olması durumunda Nisan'a kadar gerçekleştirilmelidir. En kuru ve en sıcak aylar başlamadan, dikim işleminden sonra yağışların olacağı bir zamanda dikim yapılması tercih edilir.

### **3.5. Dikim**

Dikimden önceki gün, kök deliğinin sağlam olması için bitkileri sulamak ve potansiyel nakil şokunu azaltmak en iyisidir. Dikim işlemi, dondurucu veya çok güçlü rüzgarların olduğu dönemlerde yapılmamalıdır. Dikim işlemi elle yapılmalıdır. Bitkiyi alacak kadar geniş bir delik oluşturun. Kök boğazı hafifçe yer altında kalacak şekilde kökleri iyi yayılmış

olarak dikey bir şekilde oturtturarak, bitkiyi dikkatlice yerleştirin. Ardından dikim deliğini ince toprakla doldurun ve hava boşluklarını önlemek için bitkinin etrafına ayağınızla basarak sıkıca kapatın. Dikim işleminden sonra, her bitkinin 5 litre suyla sulanması tavsiye edilir. Hayvan otlatma tehdidi varsa koruyucular kullanılmalıdır.



**Şekil 3d:** Tesis hazırlandıktan sonra aşılanmış fideler elle dikilir.



**Şekil 3e:** Dikim sırasında yerleştirilen fide koruyucuları.

İnce veya yüzeysel topraklara dikim yaparken, bitkileri kuraklığa karşı korumak için bitkilerin çevresine kısmen gömülmüş koruyucular yerleştirilmesi faydalıdır (Sourzat 2002).

## 4. Bakım

Dikim işleminden sonra, trüf mantarı bahçesinden iyi ürün elde etmek için bahçe, uygun şekilde yönetilmelidir. Meyve ağaçları veya badem gibi diğer ürün türleri için, uygun yönetim protokolleri hakkında çok çeşitli bilgiler vardır ve uygulamalara verilen yanıt açıkça gözlemlenebilir niteliktedir: Tarladaki ağaç büyümesi doğrudan gözlemlenebilir ve çiçek açıp açmadıkları veya meyvelerinin büyüüp büyümediği belirlenebilir. Bununla birlikte, siyah kış trüfü yetiştiriciliğinin amacı yer altında yetişen ve dolayısıyla doğrudan gözlemlenemeyen bir mantarın gelişimine yardım etmektir.

Etkili mantar büyümesinin ilk belirtisi, dördüncü ve yedinci yıl arasında yanma (brûlé) meydana gelmesidir, ancak bu bahçenin başarısını garantilemez. İlk trüf mantarları genellikle bahçe kuruluşundan 6-10 yıl sonra üretilir. O zamana kadar mantarın gelişimini izlemek için ağacın köklerindeki mikorizaların üremesi gözlemlenebilir veya bir moleküler analiz teknikleri kullanarak toprak *T. melanosporum* miselyumu varlığı bakımından test edilebilir (Suz ve ark. 2006, Parlade ve ark. 2013).



A



B

**Şekil 4a ve 4b.** Bitki örtüsünden yoksun, konak ağacı çevreleyen ve “yer mantarı yanığı”nın görülebilir olduğu yabancı trüf mantarı bölgesi. B. “Brûlé” dahilinde toplanan siyah trüf mantarları (*Tuber melanosporum*) için tam üretim halinde bahçe.

### 4.1. Ot kontrolü

#### 1. Aşama: Bahçenin kuruluşundan “yanmaların” ortaya çıkışına kadar

Bu aşamada, genç ağaçların çevresindeki ot kontrolü, bitki örtüsü yönetiminden veya daha sonra seçilen ot kontrolü modelinden bağımsızdır. İlk 2-4 yıl boyunca, bitkilerin çevresindeki alanın otlardan ve rakip bitki örtüsünden korunması önemlidir. Bu, *T. me-*



*Ianosporum* miselyumunun hayatta kalmasını ve üremesini artırırken su ve besinler için rekabeti ortadan kaldırarak fidenin hayatta kalma olasılığını iyileştirir.

Her bir bitki arasındaki sıralarda, arazi 15-20 cm'den fazla olmayan bir derinliğe (kültivatörler veya diskli tırmıklar; toprağı karıştıran rototiller kullanılmamalıdır) kontrol edilebilen araçlar ile işlenmelidir (Reyna 2000).



**Şekil 4c:** Otları kaldırmak, toprağı havalandırmak ve yüzeyi düzleştirmek için tarım araçları.

Toprak suyu için rekabeti ortadan kaldırmak için yaz döneminde otları ortadan kaldırmaya yönelik olarak yılda bir kere uygulanan bitki öldürücü tedavi (çoğunlukla glifosat ile), traktörler ile mekanik toprak sürmeye veya hiç müdahale edilmemesine kıyasla acil sonuçlar verebilir (Olivera ve ark. 2011). Bununla birlikte, kimyasal fitotoksinlerin toprağı karışmasından kaçınmak için bitki öldürücüler son çare olarak kullanılmalıdır.

Malçlama kullanılması veya genç ağacı çevreleyen alanın toprağı ulaşan güneş ışınımını azaltan materyal ile kaplanması ve böylece rakip bitki örtüsünün çimlenmesinin ve fotosentez kapasitesinin sınırlanması etkili bir alternatiftir (Olivera ve ark. 2014a). Trüf mantarı bahçelerinde katlanmış bir beyaz polipropilen kumaş malçlamanın diğer kumaşlara veya manuel ya da mekanik ot temizlemeye kıyasla topraktaki *T. melanosporum* genişlemesine katkı sağladığı gösterilmiştir. Saman kaplama veya siyah polipropilen, *T. aes-*



tivum ile gerçekleştirilen bir çalışmada çok etkili olmamıştır (Zambonelli ve ark. 2005).

**Şekil 4d:** Fidanlık kuruluşu sırasında çift katmanlı beyaz polipropilen kumaş ile malçlama.

## 2. Aşama: “Yanmaların” ortaya çıkışından sonraki yıllar

Yanma ortaya çıktığında, bölgenin dikkatli bir şekilde işlenmesi tavsiye edilir. “Yanma” veya “brülé” mantarın fitotoksik özelliklerinden kaynaklanan dikkat çekici bitki örtüsü kaybı sonucu çıplak görünen ve bir “trüf mantarı ağacını” çevreleyen alandır (Streiblova ve ark. 2012).

Carbajo’ya (1999a) göre derin arazi işleme trüf mantarlarının üretimine yardım etmesine rağmen, toprak işleme en fazla 10 cm derinliğe kadar derinlik kontrollü dişler ile gerçekleştirilir (Sáez ve de Miguel 1995; Reyna 2000). Aşırı toprak işleme (yılda 3-4 defa veya daha fazla), pekişmeyi artırıp mikrobiyal aktiviteyi azaltarak ve trüf mantarı yetiştiriciliği için aranan etkinin tersine neden olarak toprak agregatlarının tahrip edilmesi nedeniyle toprağın yapısı ve gözenekliliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir (Ricard 2003). En iyi zamanlar Mart-Nisan aylarıdır (Sourzat 1997).

Trüf mantarı bahçesi üreticiliğinin amaçları aşağıdakileri içerir:

- Su ve besinler için trüf mantarı miselyumu ve ağaç fidesi ile rekabet eden otların ve bitkilerin ortadan kaldırılması;
- Toprak havalanmasının artırılması;
- Toprağın su tutma kapasitesinin iyileştirilmesi.

Arazi işleme, iyi doğal havalanmanın olduğu kumlu veya aşırı gevşek topraklarda tamamen gereksiz olabilir (Ricard 2003).

## 4.2. Sulama

### 1. Aşama: Kuruluş ve Üretim Öncesi

Kök sistemi iyi yapılandırılıncaya kadar ilk yıllarda tedbirli sulama önerilir. Özellikle ilk yıl boyunca, 20 gün veya daha fazla süren uzun bir kuraklık durumunda ağaç fideleri sulanmalıdır. Toprak tipi, iklim koşulları ve kuru dönemlerin yoğunluğuna bağlı olarak 2-3 haftada bir bitki başına 3-4 litre tavsiye edilir (Sourzat 2002).

Bu tavsiye su kıtlığı tahmin edilemediğinde faydalıdır, ancak gerekli su miktarının toprak tipine bağlı olması nedeniyle problemlidir. Aşırı sulama, *Tuber* mikorizal kolonileşme durumunda azalmaya yol açabilir (Bonet ve ark. 2006, Olivera ve ark. 2011) ve kök sisteminin *T. brumale* gibi diğer mikorizal mantarlar tarafından istenmeyen kolonizasyonunu destekleyebilir (Merényi ve ark. 2016).

Trüf mantarı bahçelerinin su ihtiyaçları iki bakış açısına göre incelenmiştir: Trüf mantarı üretimi ile aylık yağış miktarı arasındaki ilişki (Le Tacon ve ark. 2014) ve trüf mantarı mikorizalarının bolluğu ile potansiyel terleme yoluyla buharlaşma fonksiyonu olarak su girişleri (yağış + sulama) arasındaki ilişki (Bonet ve ark. 2006; Olivera ve ark. 2011). Referans terleme yoluyla buharlaşmaya uygulanan 0,5'lik bir katsayısı ile tahmini sulama oranları, Mayıs ve Temmuz arasında 2-3 haftada bir uygulandığında iyi sonuçlar vermiştir. Bu katsayı, Ağustos ve Ekim ayları arasında daha düşük olmalıdır.

Potansiyel terleme yoluyla buharlaşmaya dayanarak sulama oranını belirlemek için: İlk önce, referans terleme yoluyla buharlaşmanın yerini tespit ederek belirli bir bölge için buharlaşma talebini hesaplayın; ardından Nisan ve Temmuz ayları arasında sulama dozunu hesaplamak için 0,5-0,7'lik ve Ağustos ve Ekim arası için 0,3-0,5'lik bir işleme katsayısı uygulayın. Yaz boyunca en az bir su stresi dönemi uygulanması tavsiye edilir (Olivera ve ark. 2014b). Bu uygulama, toprağın su depolama kapasitesinin (toprak dokusu ve yapısına dayanacaktır) hesaba katılmasını gerektirir.



**Şekil 4e ve 4f:** Sulama ihtiyaçları bir bitkinin yaşam süresine göre değişecek ve toprak tipi, terleme yoluyla buharlaşma oranları ve tarla yaşı gibi birçok faktöre bağlı olacaktır.

İşleme katsayılarını bahçenin koşullarına göre ayarlamak için bahçe yaşı ve ağaç tepelerinin hacmi göz önünde bulundurulmalıdır. Akdeniz-Karasal ikliminde yağış miktarının yıllar arası değişkenliği fazla olduğundan, toprak su içeriğinin sulama için önerilen aylardan sonra da izlenmesi tavsiye edilir.

Su ihtiyaçlarını tahmin etmek için en doğru ve en uygun yaklaşım, doğrudan bahçedeki su potansiyelinin ölçülmesidir. Kuruluş aşaması boyunca, fidelerin büyümesini optimize edecek su potansiyeli ile *T. melanosporum*'un yerini alabilecek diğer mantarların büyümesini ve mikoriza oluşumunu da destekleyebilecek su potansiyeli arasında hassas bir denge vardır. Toprağın su potansiyeli -0,4 MPa'nın altında kaldığında diğer mantarların mikorizaları kontrol altında tutulurken, trüf mantarı mikorizaları iyi gelişir (Olivera ve ark. 2006).

Sulama yapılamazsa bitkiler malçlanmalıdır. Malçlama, trüf mantarı miselyumunun büyümesini destekler (Olivera ve ark. 2014a) ve toprak neminin tutulmasına yardım eder.

### 2. Aşama: Üretim

Geçmiş tavsiyelere göre, bu aşamada toprağın su tutma kapasitesine bağlı olarak bitkiler Mayıs-Haziran'dan Ağustos-Eylül'e kadar ayda 50-60 l/m<sup>2</sup> (Grente ve Delmas 1974; Olivier ve ark. 1996), 15-20 günde bir 30 l/m<sup>2</sup> (Sourzat 1997), 3 haftada bir 30 l/m<sup>2</sup> (Fortuny ve Estrada 1986) veya her ay 30-50 l/m<sup>2</sup> ile sulanmalıdır (Verlhac ve ark. 1990). Bu miktarlardan gerçek yağış miktarı çıkarılmalıdır (Estrada ve Alcántara 1990; Sourzat 1997). Her trüf mantarı üreticisi kendi kılavuzuna sahip olmasına rağmen, Carbajo (1999b), Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 15 günde bir 25 l/m<sup>2</sup> sulama yapılmasını tavsiye etmektedir (Olivier ve ark. 1996). Bununla birlikte, aşırı sulamanın yer mantarlarının üretimini engellediği görülmektedir (CTIFL 1988).

Damla sulama yerine fiskiyeler veya mikro fiskiyeler tavsiye edilir. Saman veya diğer bitki maddeleri ile malçlama, sulamanın nemliliğini uzatmaya yardım edebilir ve bütün yanmayı kaplamadan bütün yaz boyunca yerinde tutulabilir. Yaklaşık 50 cm çapında malç maddesi, minimum 60 cm aralıklı olarak yerleştirilmelidir (Callot 1999; Ricard 2003).

Daha güncel veriler, bahçenin kapasitesine kadar sulayıp büyüme mevsimi boyunca tekrar sulamadan önce kurumaya bırakarak (asla -1 MPa'nın altında değil) bir bahçenin en yüksek verimliliğinin elde edildiğini göstermektedir (Oliach ve ark. 2016).

### 4.3. Gübreleme

Çoğu toprakta siyah kış trüfü gelişimi için yeterli miktarda besin bulunur. Siyah kış trüfü, çok az verimli veya verimsiz topraklarda yaşamaya uyum sağlamış bir mantardır. Eksikliği telafi etmek için, sadece belirli bir besin bakımından istisnai ölçüde yetersiz bir araziye sahip bahçelerde gübreleme yapılması tavsiye edilir (Olivier ve ark. 1996).

Mantar, "mikoriza" (mantar ve konağın bu topraktaki bu kök ayırma yüzeyi aracılığıyla besinleri değiş tokuş etmesini sağlar) olarak bilinen temas yapıları üreterek konak ağacın köklerini kolonileştirir. Mikorizal mantarlar, konak bitki tarafından yapılan fotosentezden sağlanan şekerlere bağlıdır ve konak bitki de karşılığında mantar miselyumlarının yakaladığı toprak besinlerini alır. Konak ağacın ince kök uçlarının çoğu mikorizal mantar tarafından kolonileştirildiği için, konağın besin talebi temel olarak bu mantarlar tarafından karşılanır. Toprağın gübrelenmesinin mantar ile konak arasındaki dengeyi bozduğu görül-

mektedir. Bu fikirle, ektomikorizal mantarların büyümesini artırmak için alternatif olarak konak bitkiye yaprak gübresi uygulanması önerilmiştir. Bununla birlikte, bahçe sonuçları geçersiz veya olumsuz çıkmıştır (Bonet ve ark., 2009; Olivera ve ark., 2011; Suz ve ark., 2009).

Fideler bazen çok yüksek pH değerlerinde elde edilemeyen Fe'den kaynaklanan demir (Fe) eksikliği nedeniyle sarılık geliştirebilir. Bu sorun, bir demir bağlayıcı ürünün yaprak gübresi uygulamasıyla çözülebilir.



**Şekil 4g:** *Quercus ilex*'te gözlemlenen yaprak sarılığı.

Siyah kış trüfleri alkali topraklarda geliştiği için, asidik bölgelerdeki fidelerde toprağın pH değerini artırmak için kalsiyum ıslahı yapılması tavsiye edilir. Bu durumlarda, trüf mantarı bahçesini kurmadan önce yavaş salımlı kalsiyum karbonat (kireçtaşı) ıslahları uygulamak yaygın bir uygulamadır. Başlangıç pH değeri 5,5 olan topraklara uygulanan 1000 kg / ha CaCO<sub>3</sub>'lük bir kireçtaşı ıslah dozu, pH değerini 8'e kadar düzeltmek için yeterli olmuş ve daha sonra Kuzey Carolina'da (ABD) trüf mantarı üretimleri gerçekleştirilmiştir.

#### **4.4. Budama**

Bahçenin ilk yıllarında, ağaç budama temel olarak yapısal kusurları düzeltmek (Sourzat 2000; 2002) ve trüf mantarı gelişimi için en uygun koşulları yaratmak üzere istenen ağaç formunu geliştirmek için uygulanır (Ricard 2003).

Şekillendirme amaçlı budama veya erken eğitimin amacı, koni şeklinde (Carbajo 1999b) veya oval şeklinde bir ağaç elde ederek alt dalları ve bazal filizleri ortadan kaldırmaktır (Grente ve Delmas 1974). Böylece, toprağa ulaşan ışık miktarı artar, bir sulama sistemi kurulumu için yer kalır ve gelecek trüf mantarı toplama işlemi daha etkili olur.

Şekillendirme amaçlı budama, bitkinin gücüne bağlı olarak üçüncü yılda başlayabilir ve

düşük yoğunlukta yapılmalıdır. Yıllık olarak yapılması önerilir. Sonra onuncu yılın başlangıcında, ağaç büyümesini ve kök sisteminin yayılmasını sınırlamaya ve üst bitki tabakası kapanmasını önlemeye çalışılmalıdır (Ricard 2003). Bu aşama boyunca, budama daha yoğun olabilir ve 2-5 yılda bir gerekebilir (budanmış dallar henüz öz odun geliştirmemiştir).



**Şekil 4h ve 4i:** Ağaç budama, alt dalları gidermek ve konik ve açık taçlar oluşturmak için gerçekleştirilir.

Sıcak ve güçlü güneş ışınımı olan iklimlerde, havalanmaya yardım etmek ve daha alttaki dalları korumak için ağacın daha yüksek dalları budanabilir. Bu işlem, toprağı gölgede bırakır ve aşırı sıcaklıkların tamponlanmasına katkıda bulunur (Ricard 2003).

Bazı üreticiler, ağaçların sıralar boyunca daha yakın dikildiği ve sıraların daha ayrı olduğu çit stili fidanları makineyle budayarak maliyetleri düşürmektedir. Bu üreticiler iyi verimlilik raporlamaktadır.

Budama, köklerde depolanan karbonhidratları korumak için çoğunlukla kış döneminde veya bitkisel dormansi aşamasında önerilir (Sáez ve De Miguel 1995). Bununla birlikte, büyüme mevsimi (özellikle ikinci yarı) sırasında budamanın ağaç yaralarının daha hızlı ve daha iyi iyileşmesini sağlama ve böylece öz çürüten mantarların ağaçlara bulaşma riskini azaltma avantajı vardır.

#### **4.5. Bahçeye trüf mantarı sporlarının ve toprak karışımının eklenmesi**

Sağlam konak ağaçların kök bölgesindeki topraklara trüf mantarı sporlarının kasıtlı olarak eklenmesi, günümüzde İspanya'daki birçok trüf mantarı bahçesinde yaygın bir uygulamadır. "İspanyol kuyuları" olarak da bilinen bu teknik, çitle çevrilmiş tesislerde trüf mantarı sporlarını doğal olarak kazan, tüketen ve yayan böcek ve hayvanların doğal yayılma faaliyetlerini taklit etmek için sporların eklenmesi gerektiği hipotezine dayanır. Yeni bir trüf mantarının oluşması için iki çiftleşme tipi sporunun da gerektiği göz önünde

bulundurulduğuna (Rubini ve ark. 2011), spor girişinin faydalı olduğuna inanılmaktadır. Eşit şekillenmiş trüf mantarlarının gelişebildiği küçük iyi havalandırılmış toprak grupları oluşturmak için saksı toprağı eklenir.



**Şekil 4j:** Yer mantarı sporlarının ve toprak karışımının eklenmesi için olgunlaşan bir ağacın çevresinde deliklerin hazırlanması.

Özellikle spor karışımının ve saksı toprağının uygulanmasından 2 yıl sonra, trüf mantarı üreticileri tarafından defalarca olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Konak ağacın gövdesinden 50 cm uzaklıktaki 8-10 cm derinliğindeki deliklere spor ve substrat ıslahlarının eklendiği ağaçların altındaki 7 yıllık bir bahçede trüf mantarı üretiminde artış olduğunu doğrularak, Murat ve ark. (2016) tarafından bu tekniğin etkililiğini doğrulamaya yönelik bir deneysel yaklaşım bildirilmiştir. Karışım eklendikten iki yıl sonra, deneysel ağaçlardan elde edilen yer mantarlarının %95'i bu deneysel deliklerden toplanmıştır.



**Şekil 4k:** Tek bir "İspanyol kuyusu"ndan toplanan yer mantarları.

Bu uygulamada yer alan birçok değişkeni (tesis, ağaç yaşı, başlangıç kolonileşme durumu, mantar ve ağacın genetik faktörleri, uygulama zamanı, uygulanan spor miktarı ve eşlik eden toprak işlemlerinin kalitesi ve bileşimi) kontrol etmek zor olduğu için, güvenilir, anlamlı sonuçların elde edildiği deneysel veriler sınırlıdır.

Bu müdahalenin bazı dezavantajları vardır. Trüf mantarı üreticileri, tek bir deliğin sadece 1-2 trüf mantarının iyi şekillenmiş ve olgun olduğu ve diğerlerinin toplama işleminde bozulduğu ve ticari kaliteden yoksun olduğu birçok küçük trüf mantarını içerebildiğini gözlemler; bu nedenle sporların kalitesi ve grup veya deliğin boyutu önemlidir. Başka bir tehdit de diğer trüf mantarlarının veya patojenlerin istenmeyen sporlarının yanlışlıkla bahçeye girmesidir. İki tehdit de, bahçede bu tür değişiklikler yapmadan önce kaliteli substrat ve kimliği uzmanlar tarafından doğrulanmış trüf mantarlarının kullanıldığı iyi uygulamaların önemini vurgulamaktadır.

### 4.6. Hastalıklar

Trüf mantarı yetiştiriciliğinde kullanılan ağaçlar genellikle soğuğa dayanıklı türlerdir ve yerel coğrafi ve iklim koşullarına uyumlu olarak seçildiğinde hastalıktan kaynaklı ciddi kayıplara çok yatkın değildir. (Ricard 2003). Bununla birlikte, konak ağaç veya yer altında gelişen trüf mantarı için sağlık sorunlarına yol açabilen birkaç faktör vardır. Önemli bir faktör, yerli olmayan veya belirli bir türün tesis dışı popülasyonlarından gelen ağaç fidelelerinin dikilmesi ile ilgilidir. Bu ağaçlar alışılmadık sulama rejimlerine ve sık ağaç budamaya maruz kalırken, iklim koşullarına yetersiz adaptasyon nedeniyle küf, donma, böcekler ve kuraklıktan kaynaklı hasara maruz kalabilir.

Başka bir faktör de arazinin geniş alanlarında monokültürlerin aşırı dikilmesidir. Yer altında yetişen mantarların ekolojisi, böcekler ve memeliler yoluyla spor yayılmasını içerir. Yaban domuzları (*Sus scrofa* L.), trüf mantarı sineği (*Helomyza tuberivora* R.-Desv.) ve trüf mantarı böcekleri (*Leiodes cinnamomea*) gibi trüf mantarı sporlarını tüketen ve yayan birçok organizma vardır, ancak diğer birçok doğal yırtıcıda olduğu gibi popülasyonları trüf mantarı bolluğu olması durumunda patlayabilir. Bu organizmalar, trüf mantarı üretimi ve kalitesini düşürmekten sorumludur ve diğerleri ağaçların sağlığını ve hayatta kalmasını tehdit edebilir.



**Şekil 41:** Yaban domuzu, trüf mantarı sporlarını tükettiği ve dağıttığı bilinen birçok trüf mantarı seven hayvandan biridir.





**Şekil 4m:** Taze trüf mantarlarına yönelik böcek hasarı, trüf mantarı üretimi ve kalitesini tehdit eder.

Trüf mantarı bahçelerinde 6.000 ha'dan fazla alanın dikildiği ve bitki sağlığı problemleri de yaşayan birçok bahçenin bulunduğu bir bölge olan Aragon, İspanya'da Martín-Santafe ve ark. (2014) tarafından yapılan bir incelemede, gelişen siyah kış trüfü endüstrisine yönelik bitki sağlığı tehditleri ile ilgili değerli bir bilgi kaynağına ulaşılabilir. Bu yazarlar, işlemin bütün aşamalarını etkileyen trüf mantarı sektörlerine yönelik 50'den fazla sağlık tehdidi tespit etmiştir.

Monokültür yoluyla hızlıca yayılabilen yeni çıkmış hastalıklar ile ilgili risk özellikle düşünülmelidir. Avrupa Bitki Koruma Örgütü, trüf mantarı yetiştiriciliğine zararlı olabilecek ve çok geç olmadan önce herhangi bir olası girişin kökünü kazımak için dikkatli bir şekilde izlenmesi gereken organizmaları listelemektedir.

Trüf mantarı bahçelerine ciddi hasar verebilen ve Avrupa genelinde yakın zamanda saptanmış *Phytophthora* cinsinin türleri özel ilgi konusudur (Pérez-Sierra ver ark. 2013; Jungve ark. 2016).

Uygulanan her tedavi trüf mantarı ekosistemini etkileyebileceği için, trüf mantarı yetiştiriciliği yönetiminde aykırı organizmalara karşı agresif saldırılar tavsiye edilmez. Bununla birlikte, dikkatli tanımlama, izleme ve hemen müdahale fide sağlığı, trüf mantarı kalitesi ve bahçe ömrünü destekleyebilir. Eğitimli trüf mantarı yetiştirme uzmanı, orman ve tarımsal yayım hizmetleri ve trüf mantarı yetiştiricileri derneklerinin desteği ve uzmanlığı, potansiyel biyogüvenlik sorunlarına erken tespit ve uygun yanıt sağlayabilir.



**Şekil 4n:** Hastalık belirtilerinin izlenmesi ve bildirilmesi, trüf mantarı bahçelerinde potansiyel olarak tehdit edici hastalıkların erken saptanmasını sağlayabilir.

## 5. Fayda-Maliyet Analizi

İlk yatırımda toplam verim; kuruluşun ilk yılında Euro değerine göre gelir, gider ve indirim açısından farklardan yıllık verimleri elde ederek hesaplanır (Oliach ve ark. 2008). Hesaplamalarımıza göre, Net Bugünkü Değere (NPV) göre bir hektar *T. melanosporum*'un toplam verimi 50.231 €'dur ve 2.691 €/ha'lık yıllık net nakit akışına karşılık gelir.

Trüf mantarlarının fiyatının ve üretim miktarlarının sabit olduğu varsayıldığında, bu fayda-maliyet analizi potansiyel verimin yönelimini verir. İspanya, Fransa ve İtalya'daki bahçelerden elde edilen kârları tartışan ve 19.424 €/ha ile 66.972 €/ha arasında dalgalanan Net Bugünkü Değerleri gösteren çeşitli çalışmalar vardır (Bonet ve Colinas 2001, alıntılanan referanslar dahil). Bu çalışmalara göre, iç verim oranı (IRR) kullanılarak elde edilen ortalama verim daima %9'dan fazladır ve yatırımdan geri kazanma dönemi daima 10 yıldan fazladır.

Kurulan trüf mantarı bahçeleri yaklaşık 8-10 yılda ticari düzeyde üretime ulaşır, ancak bu dikilen ilk fidelerin kalitesine, seçilen araziye ve genel bahçe yönetimine bağlı olarak yüksek ölçüde değişken olabilir. Üretim bahçenin yaşam süresi boyunca düzensiz olma eğiliminde olmasına rağmen, genellikle trüf mantarı verimi, verimli bahçelerde yılda 10-50 kg/ha arasında değişiklik gösterir (Oliach ve ark. 2008). Birçok bahçede sulama desteği olmaması nedeniyle üretim, hava koşullarına bağlıdır ve sonuç olarak yıllar boyunca yetersiz yağış nedeniyle çok minimal üretim veren büyük alanlar olmuştur.

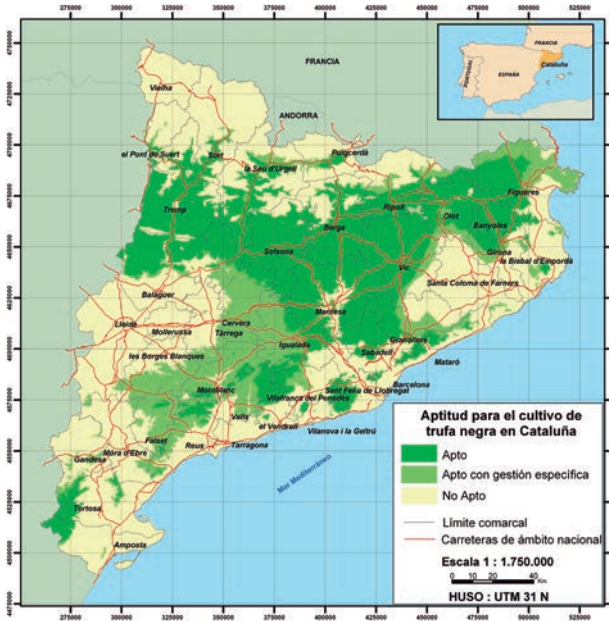
Bu hesaplamalar, bölgelere ve ülkeye göre değişiklik gösterecek olan emek maliyeti, tesis hazırlık maliyeti ve tesis bakımına bağlı olarak değişiklik gösterir. Bunlar kireçleme, çit örme, ot kontrolü ve bir sulama sistemi kurulmasını içerebilir. Fayda-maliyet sonucu da yetiştirilen trüf mantarının pazar değerine göre değişiklik gösterecektir.

## 6. Trüf Mantarı Habitatu ve Yetiştiriciliği İçin Uygun Arazilerin Haritalanması

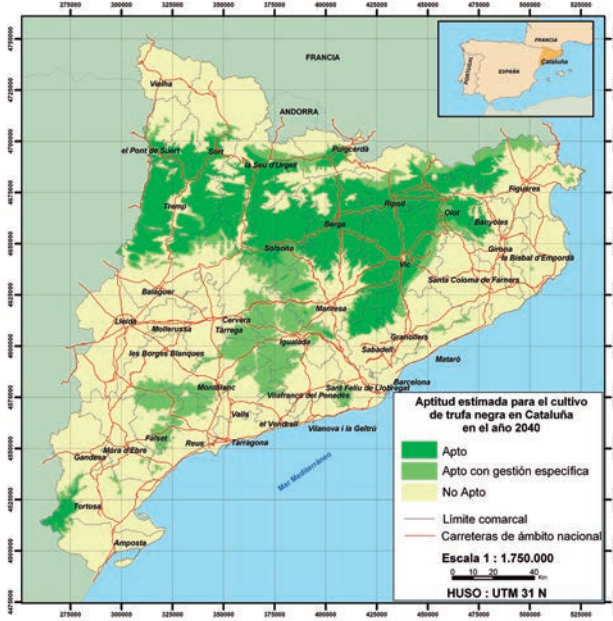
Trüf mantarı habitatu için uygun araziye gösteren bir harita geliştirilmesi üreticiler, politika yapımcılar ve bölgesel orman ve tarım karar vericileri için faydalı bir araçtır (Colinas ve ark. 2007; De Laurentiis ve Spinelli 2009; Alonso Ponce ve ark. 2010; Serrano-Notivoli ve ark. 2016). Bu haritalar, iyi trüf mantarı üretimi ile ilişkili olduğu kaydedilmiş toprak, iklim, yıllık yağış ve coğrafi parametrelere dayanır.

Şekil 6.a, 2007 yılında güncel olan bilgilere dayanarak Katalonya'da trüf mantarlarının gelişimine uygun araziye göstermektedir. Bu alan, temel olarak hem doğal açık meşe ormanlarının hem kurulmuş trüf mantarı bahçelerinin günümüzde uygun yönetim ile trüf mantarı ürettiği Pre-Pyrenees ile kesişir. Küresel iklim değişikliği modellerinin tahminlerine dayanarak, Katalonya'da 2040 yılına kadar trüf mantarı gelişimine uygun toplam alanın %29'unun azalacağını tahmin ediyoruz (Şekil 6.b).

Bu haritalar, sulama desteğinin bulunması durumunda uygun kabul edilen alanlar dahil olmak üzere *T. melanosporum* yetiştirmek için uygun alanlara yönelik peyzaj düzeyinde kılavuzluk sağlar. Peyzaj düzeyinde kılavuza ek olarak, bir trüf mantarı bahçesi kuruluşuna yatırım yapmadan önce trüf mantarı yetiştiriciliği için belirlenen ayrı bölgelerin coğrafyasının ve toprakların uygunluğunun test edilmesi gereklidir.



**Şekil 6.a.** 2007 yılında Katalonya'da siyah kış trüfü yetiştirmek için uygunluğu tahmin eden harita. Kaynak: (Colinas ve ark., 2007).



**Şekil 6.b.** 2040 yılında Katalonya'da siyah kış trüfı yetiştirmek için uygunluğu tahmin eden harita. Kaynak: (Colinas ve ark., 2007).

## 7. Kaynakça

- » Alonso Ponce, R., Águeda, B., Ágreda, T., Modrego, M. P., Aldea, J., & Martínez-Peña, F. (2010). Un modelo de potencialidad climática para la trufa negra (*Tuber melanosporum*) en Teruel (España). *Forest Systems*, 19(2), 208–220.
- » Bencivenga, M. and Granetti, B. 1988. Ricerca comparativa sulle esigenze ecologiche di *Tuber magnatum* Pico e *Tuber melanosporum* Vitt. dell'Italia centrale. *Annali della Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Perugia* 42: 861-872.
- » Bencivenga, M.; Donnini, D.; Tanfulli, M. and Guiducci, M. 1995. Tecnica di campionamento delle radici e degli apici radicali per la valutazione delle piante micorrizate. *Micologia Italiana* 2: 35-47.
- » Bencivenga, M. and Di Massimo, G. 2000. Risultati produttivi di tartufo coltivate di *Tuber melanosporum* Vitt. in Umbria. *Micologia Italiana* 2: 38-44.
- » Bonet, J.A. and Colinas, C. 2000. Truficultura, una alternativa rentable para las zonas de media montaña. *Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario*, 3: 153-162.
- » Bonet, J.A. and Colinas, C. 2001. Cultivo de *Tuber melanosporum* Vitt. Condiciones y rentabilidad. *Forestalia*, 5: 38-45.
- » Bonet, J.A.; Fischer, C. and Colinas, C. 2006. Cultivation of black truffle to promote reforestation and land-use stability. *Agronom. Sustain. Devel.* 26: 69-76.
- » Bonito, G. M., Gryganskyi, A. P., Trappe, J. M., & Vilgalys, R. (2010). A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. *Molecular Ecology*, 19(22), 4994–5008. doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04855.x.
- » Callot, G. 1999. La truffe, la terre, la vie. Ed. INRA. Paris. 210 pp.
- » Callot, G. and Jaillard, B. 1996. Incidence des caractéristiques structurales du sous-sol sur l'entrée en production de *Tuber melanosporum* et d'autres champignons mycorrhiziens. *Agronomie* 16: 405 – 419.
- » Carbajo, P. 1999a. Gestión de una gran plantación de trufa. In: "Cultivo de Hongos Comestibles Micorrizicos". Colinas and Fischer (Eds.). Publ. Univ. de Lleida. Lleida. ISBN 84-8409-055-8.
- » Carbajo, P. 1999b. Plantación de encinas micorrizadas para la producción de trufas (*Tuber melanosporum*) en la provincia de Soria. In: "Micorrización en áreas mediterráneas de la Península Ibérica". Vázquez, Rincón, Ramos and Doncel (Eds.). Publ. Junta de Extremadura. Mérida: 107-111. ISBN 84-8107-033-5.
- » Carbajo, P. 2000. Plantación de Arotz-Catesa. In: Jornadas de Truficultura. Viver, El Toro (Castellón). Reyna and Folch (coord.).
- » Ciesielski, H., Sterckeman, T., Santerne, M., & Willery, J. P. (1997). A comparison between three methods for the determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils A comparison between three methods and exchangeable cations in soils. *Agronomie, EDP Series*, 17, 9–16.
- » Chevalier, G. and Frochot, H. 1997. La maîtrise de la culture de la truffe. *Revue Forestière Française* 49 N° special (Champignons et mycorrhizes en forêt): 201-213.
- » Chevalier, G. and Grente, J. 1978. Application pratique de la symbiose ectomycorrhizienne: production a grande échelle de plants mycorrhizes par la truffe (*Tuber melanosporum*

- Vitt.). *Mushroom Science* 10(2): 483-505.
- » Colinas, C.; Capdevila, J.M.; Oliach, D.; Fischer, C.R. and Bonet, J.A. 2007. Mapa de aptitud para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Cataluña. Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona, 134 p. ISBN: 978-84-611-7637-3.
  - » CTIFL, 1988. La truffe. Boletín nº 10 de la FNPT. Ed. Charles Parra. París. 85 pp.
  - » De Laurentiis, G. y Spinelli, D. 2009. Carta Della Vocazionalità Tartuficola Della Regione Abruzzo Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo, Servizio Area Territoriale Lanciano-Vasto, Centro Regionale Assistenza. Tartuficoltura. :[http://urp.regione.abruzzo.it/images/ReportProgettoCartaTARTUFI2\\_low.pdf](http://urp.regione.abruzzo.it/images/ReportProgettoCartaTARTUFI2_low.pdf)
  - » Delmas, J. and Poitou, N. 1973. La truffe et ses exigences écologiques. *Pépiniéristes Horticulteurs Maraichers*, 144: 33-39.
  - » Delmas, J. and Poitou, N. 1974. Contribution a la connaissance de l'écologie de *Tuber melanosporum*: la truffe du périgord. *Academie D'Agriculture De France*, Extrait du procès-verbal de la Séance du 19 Décembre 1973, pp.1486-1494.
  - » Delmas, J.; Brian, C.; Delpech, P. and Soyer, J.P. 1981. Application de l'analyse en composantes principales à une tentative de caractérisation physico-chimique des sols trufficoles français. *Mushroom Science* 11, 2: 855-867.
  - » Delmas, J.; Chevalier, G.; Villenave, P. and Bardet, M. Ch. 1982. Mécanique des sols et mycorhizes de *Tuber melanosporum*. *Les Colloques de l'INRA*, 13: 0329-0335.
  - » Estrada, J.M. 1999. Historia y economía del cultivo de la trufa en España. In: "Cultivo de Hongos Comestibles Micorrícicos". Colinas and Fischer (Eds.). Publ. Univ. de Lleida. Lleida. ISBN 84-8409-055-8.
  - » Estrada, J.M. and Alcantara, C. 1990. La trufa. Ed. Servei d'Extensió Agrària del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 26 pp. ISSN 0214-0330.
  - » Finlay, R. D. (2008). Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. *Journal of Experimental Botany*, 59(5), 1115–26. doi.org/10.1093/jxb/ern059.
  - » Fischer, C.R. and Colinas, C. 1996. Methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum* for commercial application. In: *Proceedings of the 1st International Conference in Mycorrhizae*. Berkeley, California, USA.
  - » Fortuny, M. and Estrada, J.M. 1986. La truficultura. Guía práctica para la plantación y el cultivo de la trufa. 28 pp.
  - » García-Montero, L.G.; Manjón, J.L. and Casermeiro, M.A. 2001. Análisis productivo y caracterización ecológica primaria de *Quercus faginea* Lam. como simbionte de *Tuber melanosporum* Vitt. In: *Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe*, 4-6 marzo 1999, Aix-en-Provence, France. Pp. 4209-4213.
  - » García-Montero, L. G., Manjón, J. L., Pascual, C., & García-Abril, A. (2007a). Ecological patterns of *Tuber melanosporum* and different *Quercus* Mediterranean forests: Quantitative production of truffles, burn sizes and soil studies. *Forest Ecology and Management*, 242(2), 288–296.
  - » García-Montero, L. G., Casermeiro, M. a, Manjón, J. L., & Hernando, I. (2007b). Impact of active soil carbonate and burn size on the capacity of the rockrose *Cistus laurifolius*

- to produce *Tuber melanosporum* carpophores in truffle culture. *Mycological Research*, 111(Pt 6), 734–9. doi.org/10.1016/j.mycres.2007.03.017
- » Grente, J. and Delmas, J. 1974. Perspectives pour une trufficulture moderne. Ed. INRA. Clermont-Ferrand. 65 pp.
  - » Hall, I. and Brown, G. 1989. The black truffle. Ed. Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, Nueva Zelanda. 73 pp. ISBN 0-477-08105-3.
  - » Hernández, A. 1994. Líneas de investigación sobre trufa. In: Actas de las I Jornadas Internacionales de Truficultura, Ed. ASOPIVA, Abejar, Soria, Spain.
  - » Jaillard, B., Barry-Etienne, D., Colinas, C., De Miguel, A. M., Genola, L., Libre, A., ... Villeneuve, M. (2014). Alkalinity and structure of soils determine the truffle production in the Pyrenean Regions. *Forest Systems*, 23(2), 364–377. doi.org/10.5424/fs/2014232-04933.
  - » Jaillard B, Oliach D, Sourzat P, Colinas C (2016) Soil Characteristics of *Tuber melanosporum* Habitat. In A. Zambonelli, M. Iotti, & C. Murat (Eds.), True Truffle (*Tuber* spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry (pp. 169–190). Cham: Springer International Publishing.
  - » Jung, T., Orlikowski, L., Henricot, B., Abad-Campos, P., Aday, A. G., Aguin Casal, O., ... Pérez-Sierra, A. (2015). Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology*. doi.org/10.1111/efp.12239
  - » Manna, D. 1992. Importanza della scelta della specie forestale nell'impianto di tartufo: Esperienze nel comprensorio della comunita montana dello Spolefino. In: Convegno Internazionale sul tartufo, 5-8 marzo 1992, l'Aquila, Italy. Pp. 233-250.
  - » Martín de Aragón, J., Fischer, C., Bonet, J. A., Olivera, A., Oliach, D., & Colinas, C. (2012). Economically profitable post fire restoration with black truffle (*Tuber melanosporum*) producing plantations. *New Forests*, 43(5–6), 615–630. doi.org/10.1007/s11056-012-9316-x.
  - » Martín-Santafe, M., Perez-Fortea, V., Zuriaga, P., & Barriuso, J. (2014). Phytosanitary problems detected in truffle cultivation in Spain. A review. *Forest Systems*, 23(2), 307-316. doi.org/10.5424/fs/2014232-04900.
  - » Merényi, Z., Varga, T., & Bratek, Z. (2016). *Tuber brumale*: A Controversial Tuber Species. In A. Zambonelli, M. Iotti, & C. Murat (Eds.), True Truffle (*Tuber* spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry (pp. 49–68). Cham: Springer International Publishing. doi.org/10.1007/978-3-319-31436-5\_4.
  - » Michels, C. 2003. Conditions climatiques et production truffière. In: Resumes des interventions, Journée Nationale de la trufficulture, 28 march 2003, Martel, France.
  - » Murat, C., Bonneau, L., Varga, H. De, Olivier, J. M., Sandrine, F., Tacon, F. Le, ... François, L. T. (2016). Trapping truffle production in holes : a promising technique for improving production and unravelling truffle life cycle. *Italian Journal of Mycology*, 45, 47–53. doi.org/10.6092/issn.2531-7342/6346.
  - » Oliach, D.; Bonet, J. A.; Fischer, C. R.; Olivera, A.; Martínez de Aragón, J.; Suz, L. M.; Colinas, C. 2005. "Guía técnica para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.)." Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya ISBN: 84-689-5025-4.
  - » Oliach, D., Bonet, J.A., Fischer, C.R., Olivera, A., Martínez de Aragón, J., y C. Colinas. 2008. Dossier tècnic. Núm.26. "El cultiu de la tòfona negra". Febrer de 2008.



- » Oliach, D., Fischer, C. R., & Colinas, C. (2016). Soil water potential and truffle productivity. In IWEMM8. Cahors, France.
- » Olivera, A., Bonet, J. A., Palacio, L., Liu, B., & Colinas, C. (2014a). Weed control modifies *Tuber melanosporum* mycelial expansion in young oak plantations. *Annals of Forest Science*, 71(4), 495–504. doi.org/10.1007/s13595-014-0360-x.
- » Olivera, A., Bonet, J. A., Oliach, D., & Colinas, C. (2014b). Time and dose of irrigation impact *Tuber melanosporum* ectomycorrhiza proliferation and growth of *Quercus ilex* seedling hosts in young black truffle orchards. *Mycorrhiza*, 24 Suppl 1, S73-8. doi.org/10.1007/s00572-013-0545-4.
- » Olivera, a., Fischer, C. R., Bonet, J. a., Martínez de Aragón, J., Oliach, D., & Colinas, C. (2011). Weed management and irrigation are key treatments in emerging black truffle (*Tuber melanosporum*) cultivation. *New Forests*, 42(2), 227–239. doi.org/10.1007/s11056-011-9249-9.
- » Olivera A, Martínez de Aragón J, Fischer C, et al (2006) Are black truffle systems under risk of recession due to a warning climate? 5th International Conference On Mycorrhizae (ICOM 5). Granada.
- » Olivier, J.M. 2000. Progress in cultivation of truffles. In: Science and cultivation of edible fungi. Ed. Van Griensven. Balkema, Róterdam, The Netherlands. Pp. 937-942.
- » Oliver, J.M.; Savignac, J.C. and Soruzat, P. 1996. Truffe et trufficulture. Ed. Fanlac. Périgueux. France. 263 pp. ISBN 2-86577-180-6.
- » Oliver, J.M. ; Savignac, J.C. and Sourzat, P. 2002. Truffe et trufficulture. Ed. Fanlac. Périgueux. France. 263 pp. ISBN 2-86577-228-4.
- » Palenzona, L. 1969. Mycorrhizal synthesis between *Tuber aestivum* Vitt., *Tuber brumale* Vitt., *Tuber melanosporum* Vitt. and seedlings of *Corylus avellana* L. *Allionia*, 15: 121-132.
- » Parladé, J., De la Varga, H., De Miguel, A. M., Sáez, R., & Pera, J. (2013). Quantification of extraradical mycelium of *Tuber melanosporum* in soils from truffle orchards in northern Spain. *Mycorrhiza*, 23(2), 99–106. doi.org/10.1007/s00572-012-0454-y.
- » Poitou, N. 1987. Le sol. Cas particulier des sols truffiers. In: Congrès de la trufficulture. 27-28 november 1987, Saintes, France. Pp. 11-16.
- » Poitou, N. 1988. Les sols truffiers. Choix du sol: prélèvement, analyse, correction, oligo-éléments. In: Journées Nationales de la Truffe, St. Paul Trois Châteaux, Drome, France.
- » Poitou, N. 1990. Les sols truffiers français. Atti del Secondo Congresso Internazionale sul Tartufo, 24-27 november 1988, Spoleto, Italy. Pp. 391-396.
- » Pérez-Sierra, A., López-García, C., León, M., García-Jiménez, J., Abad-Campos, P., & Jung, T. (2013). Previously unrecorded low-temperature Phytophthora species associated with *Quercus* decline in a Mediterranean forest in eastern Spain. *Forest Pathology*, 43(4), 331–339. doi.org/10.1111/efp.12037.
- » Raglione, M. ; Spadoni, M. ; Cavelli, S. ; Lorenzoni, P. and De Simone, C. 2001. Les sols des truffières naturelles de *Tuber melanosporum* Vitt. dans l'Apennin Central (Italie). In: Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe, 4-6 marzo 1999, Aix-en-Provence, France. Pp. 5276-5280. ISBN 2-9517296-0-X.
- » Reyna, S. 1992. La trufa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 115 pp. ISBN84-7114-369-0.

- » Reyna, S. 2000. La trufa, truficultura y selvicultura trufera. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 229 pp. ISBN 84-7114-891-9.
- » Reyna, S. 2007. Truficultura. Fundamentos y Técnicas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 686p. ISBN 10: 84-8476-305-6; ISBN 13: 978-84-8476-305-5.
- » Reyna, S., & Garcia-barreda, S. (2014). Black truffle cultivation : a global reality, 23(2), 317–328.
- » Ricard, J.M. 2003. La truffe. Guide technique de trufficulture. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris. 268 pp. ISBN 28-791-1125-0.
- » Rubini, A., Belfiori, B., Riccioni, C., Tisserant, E., Arcioni, S., Martin, F., & Paolocci, F. (2011). Isolation and characterization of MAT genes in the symbiotic ascomycete *Tuber melanosporum*. *The New Phytologist*, 189(3), 710–22. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03492.x
- » Sáez, R. and De Miguel, A. 1995. Guía práctica de truficultura. Ed. I.T.G. Agrícola S.A. and Universidad de Navarra. Pamplona. 94 pp. ISBN 84-235-1388-2.
- » Samils, N., Olivera, A., Danell, E., Alexander, S. J., Fischer, C., & Colinas, C. (2008). The socio-economic impact of truffle cultivation in rural Spain. *Economic Botany*, 62(3), 331–340. doi.org/10.1007/s12231-008-9030-y
- » Serrano-Notivoli, R., Martín-Santafé, M., Sánchez, S., & Barriuso, J. J. (2015). Cultivation potentiality of black truffle in {Zaragoza} province ({Northeast} {Spain}). *Journal of Maps*, 0(0), 1–5. doi.org/10.1080/17445647.2015.1113392.
- » Sourzat, P. 1997. Guide pratique de trufficulture. Ed. Station d'expérimentations sur la truffe. Le Montat. France. 96 pp.
- » Sourzat, P. 2000. Trufficulture. Résultats techniques d'expérimentations: à l'usage pratique des trufficulteurs. Ed. Lycée professionnel agricole et viticole de Cahors-Le Montat. Le Montat. France.
- » Sourzat, P. 2001. Les limites des critères agronomiques dans l'analyse de terre en trufficulture. In: Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe, 4-6 march 1999, Aix-en-Provence, France. Pp. 5281-5286. ISBN 2-9517296-0-X.
- » Sourzat, P. 2002. Guide pratique de trufficulture. Ed. Station d'expérimentations sur la truffe. Le Montat. France. 119 pp.
- » Sourzat, P. 2003. Les écosystèmes truffiers naturels: quels enseignements en tirer?. En: Résumés des interventions, Journée Nationale de la trufficulture, 28 march 2003, Cuzance, France.
- » Streiblová, E., Gryndlerová, H., & Gryndler, M. (2012). Truffle brûlé: an efficient fungal life strategy. *FEMS Microbiology Ecology*, 80(1), 1–8. doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01283.x
- » Suz, L.M. ; Martin, M.P. and Colinas, C. 2005. Detection of *Tuber melanosporum* DNA in soil. *FEMS Microbiol Lett*, 254 : 251-257.
- » Trappe, J.M. 1979. The orders, families, and genera of hypogeous Ascomycotina (truffles and their relatives). *Mycotaxon*. 9(1):297-340.
- » Verlhac, A. ; Giraud, M. and Leteinturier, J. 1990. La truffe, guide pratique. Ed. CTIFL. Paris. 108 pp. ISBN 2-901002-80-3.

## 8. *Tuber melanosporum, Tuber brumale, Tuber aestivum ve T. indicum* Mikorizalarının Tanımı

Çeşitli makroskopik ve mikroskopik özelliklerini inceleyerek, bitki köklerinde farklı *Tuber* türlerinin ektomikoriza özellikleri gözlemlenebilir. Birçok mantar türünün ektomikorizaları benzer olmasına rağmen, *T. melanosporum*, *T. brumale*, *T. aestivum* ve *T. indicum* mikorizalarını belirlemeye yardım etmek için kullanılacak bazı açıkça gözlemlenebilir özellikler vardır. Tür tanımı sekanslama ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) moleküler teknikleri aracılığıyla daha fazla doğrulanabilir.

Bu bölümün amacı, trüf mantarı bahçesi kurma amacıyla hazırlanan aşılınmış fidelerde karşılaşılabilecek dört *Tuber* türünün mikorizalarının kısa açıklamasını sunmaktır. Bu açıklamalar ve fotoğraflar, teknisyenlere, fidanlık bahçıvanlarına ve öğrencilere ağaç köklerinde bu *Tuber* türünün mikorizalarını tanıma konusunda yardımcı olabilir. İyi gelişmiş bir *Tuber* mikorizal sisteminin kesin boyutları ve dallanma düzenlemeleri, konak bitki türüne göre değişiklik gösterecektir.

Bu *Tuber* türlerinin mikorizaları aynı renk ve şekle sahiptir: Altın ila kırmızımsı kahverengi ve koyu kahverengi arası renk ve uç kısmında daha geniş olmaya meyilli silindirik bir form. *T. melanosporum*, *T. brumale* ve *T. indicum* için manto morfolojisi, sıkıca bağlı bir "yapboz paterni" ile iç manto için hemen hemen aynıdır. *T. aestivum* poligonal bir yapıda düzenlenmiş hücrelerden oluşan bir iç manto sergiler.

Bu nedenle, farklı mikorizaların sistidyumlarını gözlemlemek de önemlidir.

*T. melanosporum* ve *T. indicum* arasındaki farkları mikroskopik olarak ayırt etmek zordur ve bu iki tür bu amaç için tasarlanmış PCR öncülleri kullanılarak tanımlanabilir (Paolocci ve ark. 1999).

### 8.1 *Tuber melanosporum*

*T. melanosporum* ektomikorizası altın ila kırmızımsı kahverengi arasındır ve yaşla birlikte koyu kahverengi olur. Ayrı bir mikorizal kök, uç kısmında silindirik veya şiş olarak görünür (Şekil 8a). Olgunlaşma ile birlikte, mikorizalar morfolojisi konak ağaca bağlı olan çoklu dallanma geliştirir. *Quercus ilex* ile piramid şeklinde veya bir üzüm salkımına benzer bir görünüme sahiptir. (Şekil 8b).

Manto anatomisi: "Yapboz paterni" olarak da adlandırılan psödoparenkimal epidermoid (Agerer 1987). Sistidyumların kaynaklandığı uzun hücreleri içeren dış manto. İç manto hücreleri sarı-bejdir ve olgunlaştıkça koyulaşan kalın duvarları vardır.

Sistidyumlar: Sistidyumlar (mikorizaların yüzeyinden çıkan dış iplikçik) saydamdır ve yaklaşık olarak dik açıda çatallanma vardır. Sistidyumlar, mikorizanın yüzeyinde düzensiz olarak dağılır ve bazen hiç yoktur ve çoğunlukla çok fazladır. Uzunluğu 100-200µm'dir, çap tabanda 3,0-3,5µm'dir ve uç kısmında 2,2-2,8µm'ye düşer (Şekil 8d).

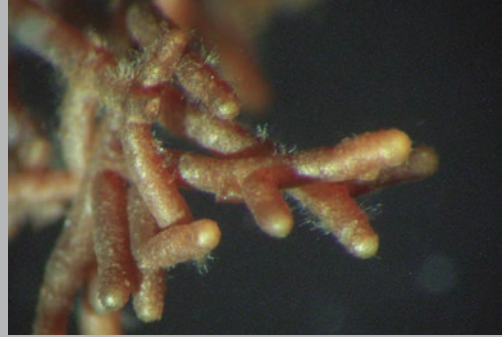
*T. melanosporum* mikorizalarının ayrıntılı açıklamaları aşağıdaki kaynaklarda bulunabilir:

Rauscher, T., Agerer, R., & Chevalier, G. (1995).

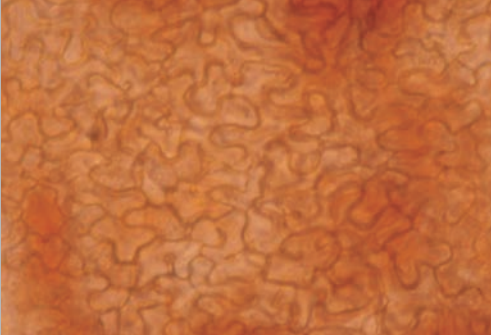
Pérez, F., Palfner, G., Brunel, N., & Santelices, R. (2007).



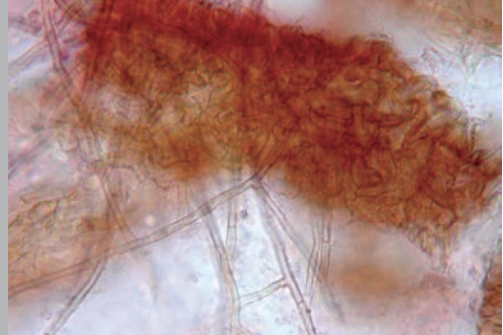
8A



8B



8C



8D

**Şekiller:** 8a. Altın kahverengi renk ve pürüzsüz yüzeye sahip *Tuber melanosporum* mikorizaları; 8b: yüzeyden çıkan sistidyumlar ile çatallanma sistemi. **Şek. 8c:** Sıkıca bağlı iç manto hücrelerinin "yapboz" tasarımı ile *Tuber melanosporum* mantosu ve **Şek. 8d:** karakteristik çatallanmaya sahip sistidyumlar.

## 8.2 *Tuber brumale*

*T. brumale* mikorizaları düz kahverengi, silindirik ve *T. melanosporum* türüne benzer şekilde uç kısmı tabandan daha geniştir. Yüzeiden çıkan birçok ince sistidyum nedeniyle "şişe fırçası" veya "hale" görünüşleri sayesinde tanımlanır. Bu dış iplikçik veya sistidyumlar saydamdır ve genellikle uzunluk bakımından çok düzenli ve eşit dağılımlıdır. Tabandaki basit bir septum ile birlikte iğne şeklinde morfolojiye sahiptir.

Manto anatomisi: *T. melanosporum*'a çok benzer psödoparenkimal epidermoid (Agerer 1987). Sistidyumların kaynaklandığı uzun hücreleri içeren dış manto. İç manto hücreleri sarı-bejdir ve soluk ila koyu kahverengi kalın duvarlar vardır.

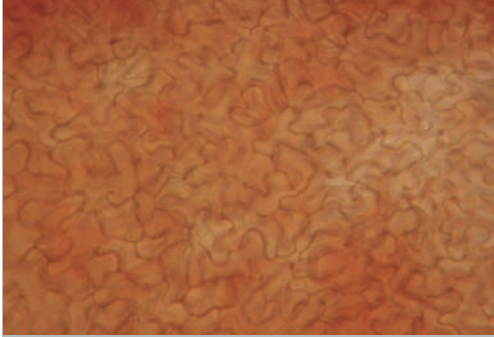
Sistidyumlar: Saydam iğne şeklinde, düz veya hafif eğri ve uç kısmı keskindir. Uzunluğu 50-90  $\mu\text{m}$ 'dir, çatallanma yoktur. Çap tabanda 4,5-10 $\mu\text{m}$ 'dir ve uç kısmında 0,8-2,0 $\mu\text{m}$ 'ye düşer. Sistidyumların tabanı şişkindir ve genellikle bazal septum içerir.



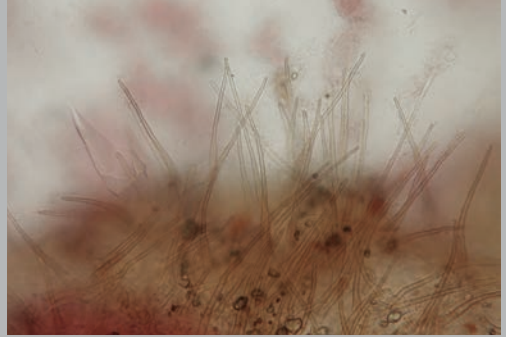
8E



8F



8G



8H

**Şekil 8e ve 8f:** Kısa, keskin, eşit dağılımlı sistidyum düzenine sahip *Tuber brumale* mikorizası. **Şek. 8g:** "Yapboz" tasarımı ile *T. melanosporum*'a benzer *T. brumale* manto hücreleri. **Şek. 8h:** Gittikçe incelen ve keskin uçlara sahip *T. brumale* sistidyumları.

*T. brumale* mikorizalarının ayrıntılı açıklamaları aşağıdaki kaynakta bulunabilir:

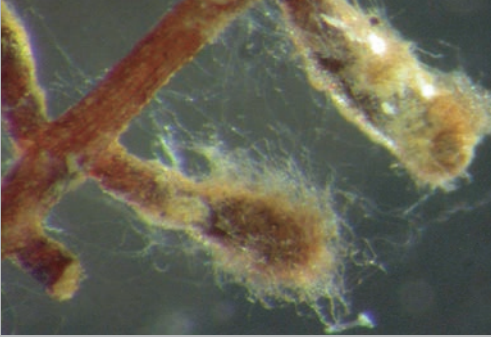
Fischer, C., Suz, L.M., Martín, M.P. and Colinas, C. (2004).

### 8.3 *Tuber aestivum*

Siyah yaz mantarının (*T. aestivum*) ektomikorizaları açık ile koyu kahverengi arasındır, silindriktir ve olgunlaştıkça sistemlere ayrılır. Yüzeyden çıkan ve toprak parçacıklarını yakalamaya meyilli bol, uzun ve sistidyumların varlığı sayesinde tanımlanır. Bu sistidyumlar saydamdır, çeşitli uzunluklardadır ve septum içermez.

Manto anatomisi: Psödoparenkimal poligonal (Agerer 1987). Bu poligonal patern sıkı bir şekilde geliştirilir ve dikdörtgen, kare ve üçgen şeklinde ortaya çıkar. Mantonun iç bölgesindeki hücreler soluk bej ile kırmızı arasındır ve 0,5-1,0 µm'lik kalın kahverengi hücre duvarlarına sahiptir.

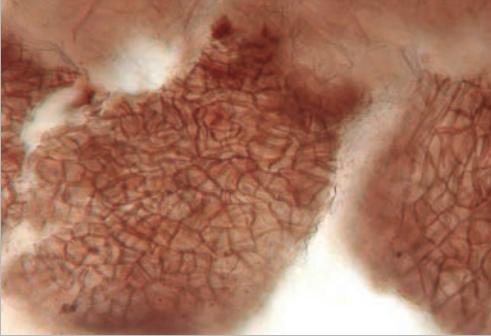
Sistidyumlar: Saydam ve septumsuz, çok eğri ve eşit çaplıdır; ektomikorizaların yüzeyinde yoğun bir düzende çok uzun olma eğilimindedir.



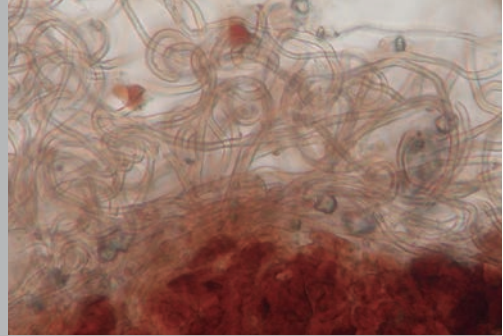
8I



8J



8K



8L

**Şekil 8i ve 8j:** Uzun, kıvrık sistidyumların bol olması nedeniyle çok tüylü bir görünüme sahip *Tuber aestivum* mikorizaları. **Şek. 8k:** "Poligonal" tasarımlı *T. aestivum* manto hücreleri ve **Şek. 8l** bol, eşit çaplı, uzun, kıvrık sistidyumlar.

*T. aestivum* mikorizalarının ayrıntılı açıklamaları aşağıdaki kaynakta bulunabilir:

Müller, W. R., Rauscher, T., Agerer, R., & Chevalier, G. (1996).

#### 8.4 *Tuber indicum*

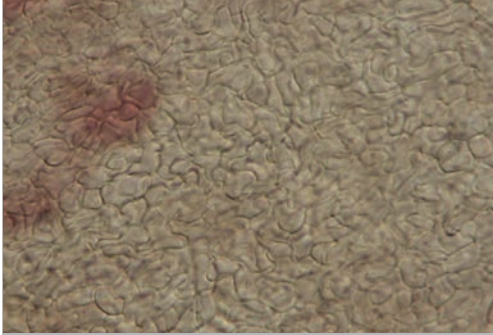
*T. indicum* mikorizaları görünüş ve morfoloji bakımından *T. melanosporum* mikorizalarına çok benzer. Yaşlarına bağlı olarak açık ila koyu kırmızimsı kahverengidir. Ayrı mikorizal kök uçları pürüzsüz, silindirik ve çoğunlukla uç kısmı şişkin olarak görünür. Olgunlaşma ile birlikte, mikorizalar şekli konak ağaca bağlı olan çoklu dallanma geliştirir. Sistidyumlar mikoriza yüzeyi boyunca düzensiz olarak dağılır, sık olabilir veya bulunmayabilir.



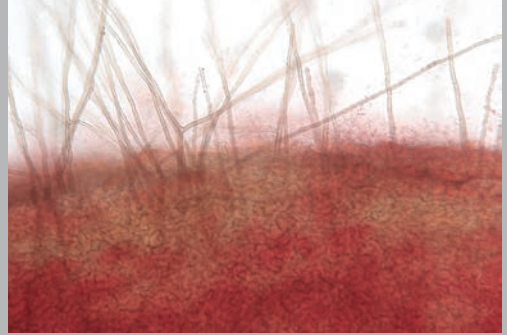
8M



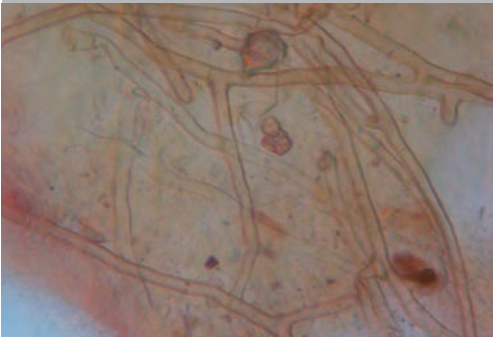
8N



8O



8P



8Q

Manto anatomisi: "Yapboz paterni" olarak da adlandırılan psödoparenkimal epidermoid iç manto. Sistidyumların kaynaklandığı uzun hücreleri içeren dış manto. İç manto hücreleri sıkı bir şekilde düzenlenmiştir, sarı-bej ila koyu kahverengi arasındır ve ince-kalın duvarları vardır.

Sistidyumlar: Dış iplikçik veya sistidyumlar saydamdır ve yaklaşık olarak dik bir açıda çatallanma vardır. Basit septumlar içerir ve uzunluk açısından düzensizdir. Uzunluğu tipik olarak 100-300µm'dir, çap tabanda 3,0-4,0µm'dir ve uç kısmında genişlik azalır ve keskinleşir.

*T. indicum* mikorizalarının ayrıntılı açıklamaları aşağıdaki kaynaklarda bulunabilir:

García-Montero, L. G., Di Massimo, G., Manjón, J. L., & García-Abril, A. (2008).

Geng, L. Y., Wang, X. H., Yu, F. Q., Deng, X. J., Tian, X. F., Shi, X. F., Shen, Y. Y. (2009).

**Şekil 8m ve 8n:** Açık kahverengi, şişkin uçlu ve yüzeyden çıkan ince sistidyumlar içeren *Tuber indicum* (Şek. 8m) mikorizaları; (Şek. 8n) *Q. ilex* ile dallanmış mikorizal sistemdeki mikorizalar. **Şek. 8o:** Sıkıca bağlı iç manto hücrelerinin "yapboz" tasarımı ile *Tuber indicum* mantosu ve Şek. **8p ve 8q:** Manto yüzeyinde karakteristik 90°'de çatallanmaya sahip sistidyumlar.

## 8.5 Kaynakça

- » Agerer R (ed) (1987-2006). Colour Atlas of ectomycorrhizae. Einhorn, Schwäbisch Gmünd, Germany
- » Fischer, C., Suz, L.M., Martín, M.P. and Colinas, C. (2004). *Tuber brumale* Vitt. +*Quercus ilex*. En "Descriptions of ectomycorrhizae 1". Agerer, Danielson, Egli, Ingleby, Luoma & Treu (eds.). 7/8:135-141.
- » García-Montero, L. G., Di Massimo, G., Manjón, J. L., and García-Abril, A. (2008). New data on ectomycorrhizae and soils of the Chinese truffles *Tuber pseudoexcavatum* and *Tuber indicum*, and their impact on truffle cultivation. *Mycorrhiza*, 19(1), 7–14. doi.org/10.1007/s00572-008-0198-x
- » Geng, L. Y., Wang, X. H., Yu, F. Q., Deng, X. J., Tian, X. F., Shi, X. F., ... Shen, Y. Y. (2009). Mycorrhizal synthesis of *Tuber indicum* with two indigenous hosts, *Castanea mollissima* and *Pinus armandii*. *Mycorrhiza*, 19(7), 461–467. doi.org/10.1007/s00572-009-0247-0
- » Müller, W. R., Rauscher, T., Agerer, R., and Chevalier, G. (1996). *Tuber aestivum* Vitt.+ *Corylus avellana* L. *Descr Ectomyc*, 1, 167-172.
- » Paolocci, F., Rubini, A., Granetti, B., and Arcioni, S. (1999). Rapid molecular approach for a reliable identification of *Tuber* spp. ectomycorrhizae. *FEMS Micro Ecol* 28, 23–30.
- » Pérez, F., Palfner, G., Brunel, N., & Santelices, R. (2007). Synthesis and establishment of *Tuber melanosporum* Vitt. ectomycorrhizae on two *Nothofagus* species in Chile. *Mycorrhiza*, 17(7), 627–632. http://doi.org/10.1007/s00572-007-0140-7
- » Rauscher, T., Agerer, R., and Chevalier, G. (1995). Ektomykorrhizen von *Tuber melanosporum*, *Tuber mesentericum* und *Tuber rufum* (Tuberales) an *Corylus avellana*. *Nova Hedwigia*, 61(3), 281-322.



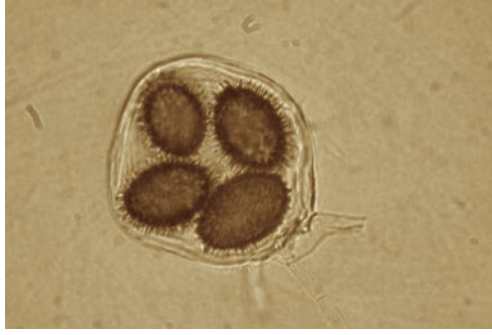
## 9. Trüf mantarı yetiştiriciliğinde kullanılan araştırma ilerlemeleri

### 9.1 *Tuber melanosporum* trüfleri nasıl oluşur?

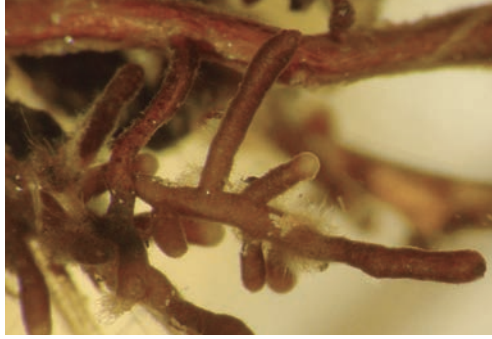
Son 10 yılda *Tuber melanosporum*'un yaşam döngüsünü anlamaya yönelik çalışmalar, trüf mantarlarının yer altında nasıl gelişip ürediğine dair yeni bir anlayış düzeyi sağlamıştır. Dünya çapında siyah kış trüfü yetiştiriciliğine olan ilgi, trüf mantarı ekolojisini anlamak için önemli bir güdü sağlamıştır ve gelişmiş moleküler araçların kullanılabilir olması bilim adamlarının birçok soruya yaklaşma şeklini kökten değiştirmiştir (Kües ve Martin 2011). Burada trüf mantarı yetiştiriciliği, doğal trüf mantarı habitatlarının korunması ve kaliteli trüf mantarlarının desteklenmesine yönelik sonuçlar sunan en önemli bulgulardan bazıları sunulmuştur.

En önemli sorulardan biri, primordiyumların başlatılması ile ilgilidir. Başka bir deyişle: "Trüf mantarları nasıl doğar?" Şimdiye kadar yeni bir trüf mantarının (sporokarp) oluşma şekliyle ilgili birçok hipotez olmuştur. Uzun yıllar boyunca trüf mantarlarının kendiliğinden üreyen mantarlar (kendi soyu dışında üreyen mantarların aksine) olduğuna inanılmıştır, ancak *T. melanosporum* ve *T. magnatum*'un heterotallik olduğu açıkça kanıtlanmıştır. Heterotallik organizmalar farklı bireylerde bulunan cinsiyetlere sahiptir. Trüf mantarı, tamamlayıcı çiftleşme tipi genlere (MAT1-1 ve MAT1-2) sahip iki ayrı tallinin (bitkisel iplikçik) birleşmesinden oluşan meyvedir (Paolocci ve ark. 2006; Riccioni ve ark. 2008; Martin ve ark. 2010; Rubini ve ark. 2011a).

Olgun bir siyah kış trüfü, bir spor kesesinde sıkıca kapatılmış milyonlarca spor taşır (Şekil 3a.). Her sporda 2 çiftleşme tipinden sadece biri bulunur, ancak tek bir spor kesesinde iki çiftleşme tipi de bulunacaktır. Ektomikorizalarda (konak ağacın köklerine bağlı simbiyotik organ, Şekil 3b) da 2 çiftleşme tipinden sadece biri bulunur. Döllenmenin meydana gelmesi ve yeni trüf mantarlarının oluşması için, canlı ağaca bağlı bir ektomikorizadaki miselyumlar ("maternal miselyum") toprakta bulunan zıt çiftleşme tipinden *T. melanosporum* miselyumları ile birleşmelidir (Rubini ve ark. 2014). Bizi zorlamaya devam eden gizem "paternal miselyum"dur. Birkaç olası ancak açıkça kanıtlanmamış kaynaktan gelebilir: Komşu bir ağacın ektomikorizalarından gelen miselyum, toprakta kalan trüf mantarlarının çimlenen sporları (Şekil 3c), trüf mantarlarından beslenen hayvanların ve böceklerin aktiviteleri aracılığıyla yayılan sporlar ve muhtemelen serbest yaşayan *T. melanosporum* spermatoziti (Healy ve ark. 2012; Selosse ve ark. 2013).



**Şekil 3a:** 4 diken süslü sporu saklayan *Tuber melanosporum* spor kesesi.



**Şekil 3b:** *Tuber melanosporum* ektomikorizaları



**Şekil 3c:** *Tuber melanosporum*'un çimlenen sporu

Trüf mantarlarının oluşması için iki çiftleşme tipi genin de bulunması gerektiğinin kabul edilmesi, saha araştırmalarını ektomikorizalarda, doğal trüf mantarı yataklarındaki miselyumlarda ve üretici ve üretici olmayan trüf mantarı tesislerinde bulunan çiftleşme tiplerinin dağılımını incelemeye teşvik etmiştir (Rubini ve ark. 2011b; Zampeieri ve ark. 2012). Bir trüf mantarı tesisindeki belirli bir ağacın ve komşu ağaçların *T. melanosporum* mikorizalarının tek bir çiftleşme tipi ve benzer bir genotip tarafından bastırılma eğilimi olduğu

(Murat ve ark. 2013) ve dolayısıyla zıt çiftleşme tipini sağlamak için konak ağaçta bulunan mikorizaların ötesinden genetik bilgi gerektiği görülmektedir. Tek bir ağaçta iki çiftleşme tipi de gözlemlenmiştir (Linde ve Selmes 2012) ve bu durumun önemli olabileceğini, ancak başarılı yer mantarı üretimi için tek sınırlayıcı faktör olamayacağını göstermektedir.

Çiftleşme tipleri üzerindeki bu araştırma, trüf mantarlarının biyolojisinde açıklandığı gibi sporların hayvanlar ve böcekler tarafından dağıtılmasının önemini vurgulamaktadır (Trappe ve ark. 2010). Trüf mantarlarının doğal habitati, toprakların doğal düzensizliklerini ve diğer organizmalar ile etkileşimleri içerir. Toprak işleme ve olası sporların getirilmesi gibi dikkatli ve hazırlıklı bölge yönetimi aracılığıyla, trüf mantarı bahçelerinde yeni trüf mantarlarının oluşması desteklenebilir.

### **9.2 *Tuber melanosporum* genom çalışmaları simbiyotik yaşam tarzını doğrulamaktadır.**

2010 yılında, *T. melanosporum*'un bütün genomunun sekanslanmasının sonuçları yayınlanmış ve birçok bilim adamının ortak çabasıyla mantar genetiği ile ilgili araştırmada büyük bir başarıyı temsil etmiştir (Martin ve ark. 2010). Bu çalışma, çiftleşme tipi genlerin tanımlanması açısından önemlidir ve simbiyotik ektomikorizal mantarların konak bitkileriyle nasıl etkileşime girdiği hakkında yeni bilgiler sağlamıştır. Çalışma, milyonlarca yıldır bitkiler ve mantarlar arasındaki mutualizm evriminin uygunluğunu ortaya koymaktadır. Birçok trüf mantarı el kitabı, siyah kış trüfleri için "saprotroik aşama" açıklamasına rağmen, en güncel araştırma *T. melanosporum* türünün yaşam döngüsünü tamamlamak üzere karbonunun çoğunu karşılamak için canlı bir konak ağaca ihtiyaç duyduğunu ileri sürmekte ve bu mantarın açık bir şekilde simbiyotik bir organizma olduğunu doğrulamaktadır (Zeller ve ark. 2008). Gelişen trüf mantarı bazı besinleri ve suyu topraktan emmek için kısıtlı kapasiteye sahip olmasına rağmen, siyah kış trüfü saprotrofik mantar olarak yaşamak için uygun genetik yapıya sahip değildir.

Karbon izotop etiketi ( $^{13}\text{CO}_2$ ) kullanarak, Le Tacon ve ark. (2013) karbonun konak bir fındık ağacından gelişen siyah kış trüfü mikorizasına ve yer altındaki sporokarplara iletilmesini incelemiştir. Araştırmacılar, siyah kış trüflerinin bütün gelişim ve olgunlaşma dönemleri boyunca konak ağaçtan gelen karbona bağlı olduğunu göstermiştir. Trüf mantarlarında saptanan karbon, ağacın üreme mevsimi sırasında fotosentez aracılığıyla özümsemiştir.

Bu sonuçlar, iyi fotosentez kapasitesine ve karbon deposuna sahip sağlıklı bir konak ağacın trüf mantarı üretimi için önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yer altındaki trüf mantarının konak ağacın köklerine bağlı mikorizalar ile bağlantısı, olgunlaşma boyunca karbon iletimi açısından çok önemlidir. Ot kontrolü ve kökleri ve toprağı bozan çapalama gibi trüf mantarı yetiştirme faaliyetleri, bu bağlantıyı koruyacak şekilde planlanmalıdır.

### **9.3 Tomurcuktan üreme ve habitat egemenliği, "brülé"de gözlemlendiği gibi iyi olmuş *Tuber melanosporum* türünün karakteristik özellikleridir.**

Başka bir araştırma alanı, yanma veya "brülé" incelemesidir. Bu fitotoksik aktivite olayı, çimlerin ve diğer bitkilerin siyah kış trüfü miselyumları tarafından azaltıldığı veya ortadan kaldırıldığı çıplak yerlerin gelişmesine neden olur. Yanma, birinci görülebilir sinyali (*T. melanosporum* miselyumlarının yer altına çoğalması) verir. Bilim adamları, yanma alanının içindeki ve dışındaki topraktan alınan mantarların DNA'sını inceleyerek, *T. melanosporum*'un büyüme düzenini gözlemleyebilmiş ve bu bölgedeki mantar çeşitliliğini

tanımlayabilmiştir. Bulgular, bu mantarın genel mantar çeşitliliğini azaltarak (Napoli ve ark. 2010; Belfiori ve ark. 2012) ve kuruluştan sonra 5-7 yıl içinde maksimum miselyum miktarına ulaşarak (Liu ve ark. 2014) mantar topluluğuna baskın olma eğiliminde olduğunu belirtmektedir.

Bu bulgular, başarılı bir şekilde oluşturduğunda bu mantarın rekabetçi gücünü vurgulamaktadır. Bu nedenle, bir trüf mantarı tesisi için planlama yaparken kuruluş aşaması son derece önemlidir. *T. melanosporum*'un başarılı kolonileşme ve genişlemesi için optimal koşulların sağlanması, önemli uzun vadeli sonuçlar sağlayabilir.

### **9.4 Trüf mantarı aromaları ve uçucu organik bileşikler, yer altı sinyalleşmesi ve ürün kalitesi için önemlidir.**

Trüf mantarlarının ürettiği aromatik bileşikler ile ilgili güncel araştırma, bu mantarın topluluğundaki diğer birçok organizma ile yer altında nasıl etkileşime geçtiğine dair çok ilginç bir bakış açısı sağlamıştır. Trüf mantarlarının yaşam döngüleri boyunca ürettiği 200'den fazla uçucu organik bileşik tanımlanmıştır (Culleré 2010; Splivallo 2011). Uçucu organik bileşiklerin bitkiler, bakteriler ve diğer mantarlar ile etkileşimde bulunmak ve spor yayılmasında yer alan böcekleri ve hayvanları çekmek için kimyasal sinyal görevi gördüğüne dair bir varsayımda bulunulmuştur. Bu aromalar, farklı trüf mantarı türleri arasında, mantarın yaşam evresine göre ve hatta aynı türün farklı genotipleri arasında bile değişiklik göstermektedir (Splivallo 2012).

Olgunlaşan *T. melanosporum* trüfündeki aromalar yaş ve sıcaklık ile birlikte değişir ve dolayısıyla mutfakta kullanılma kalitesinin kontrolü için bu faktörlerin izlenmesini önemli kılar. Taze trüf mantarlarının kalitesi ve değeri, aromalara son derece bağlıdır. İstenen aromaların tanımlanması ve korunması, trüf mantarı yetiştiriciliği ve pazarlamasının önemli bir konusu olabilir. Örneğin, gaz kromatografisi-olfaktometri kullanılarak, siyah kış trüflerinin kullanımında sahteciliği önleme yolu olarak üretilen aromalara (Culleré 2013) göre *T. indicum* türü *T. melanosporum*'dan ayırt edilebilir.

### **9.5 Kaynakça**

- » Belfiori, B., Riccioni, C., Tempesta, S., Pasqualetti, M., Paolocci, F., & Rubini, A. (2012). Comparison of ectomycorrhizal communities in natural and cultivated *Tuber melanosporum* truffle grounds. *FEMS Microbiology Ecology*, 81(3), 547–61. doi:10.1111/j.1574-6941.2012.01379.x
- » Culleré, L., Ferreira, V., Chevret, B., Venturini, M. E., Sánchez-Gimeno, A. C., & Blanco, D. (2010). Characterisation of aroma active compounds in black truffles (*Tuber melanosporum*) and summer truffles (*Tuber aestivum*) by gas chromatography–olfactometry. *Food Chemistry*, 122(1), 300–306. doi:10.1016/j.foodchem.2010.02.024
- » Culleré, L., Ferreira, V., Venturini, M. E., Marco, P., & Blanco, D. (2013). Potential aromatic compounds as markers to differentiate between *Tuber melanosporum* and *Tuber indicum* truffles. *Food Chemistry*, 141(1), 105–110. doi:10.1016/j.foodchem.2013.03.027
- » Healy, R. A., Smith, M. E., Bonito, G. M., Pfister, D. H., Ge, Z. W., Guevara, G. G., ... McLaughlin, D. J. (2013). High diversity and widespread occurrence of mitotic spore mats in ectomycorrhizal Pezizales. *Molecular Ecology*, 22(6), 1717–1732. <http://doi.org/10.1111/mec.12135>

- » Kües, U., & Martin, F. (2011). On the road to understanding truffles in the underground. *Fungal Genetics and Biology* : FG & B, 48(6), 555–60. doi:10.1016/j.fgb.2011.02.002
- » Le Tacon, F., Zeller, B., Plain, C., Hossann, C., Bréchet, C., & Robin, C. (2013). Carbon transfer from the host to *Tuber melanosporum* mycorrhizas and ascocarps followed using a <sup>13</sup>C pulse-labeling technique. *PLoS One*, 8(5), e64626. doi:10.1371/journal.pone.0064626
- » Linde, C. C., & Selmes, H. (2012). Genetic diversity and mating type distribution of *Tuber melanosporum* and their significance to truffle cultivation in artificially planted truffleries in Australia. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(18), 6534–9. doi:10.1128/AEM.01558-12
- » Liu, B., Fischer, C., Bonet, J. A., Olivera, A., Inchusta, A., & Colinas, C. (2014). Pattern of *Tuber melanosporum* extramatrical mycelium expansion over a 20-year chronosequence in *Quercus ilex*-truffle orchards. *Mycorrhiza*, 24 Suppl 1, S47–54. doi:10.1007/s00572-014-0559-6
- » Martin, F., Kohler, A., Murat, C., Balestrini, R., Coutinho, P. M., Jaillon, O., ... Wincker, P. (2010). Périgord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis. *Nature*, 464(7291), 1033–8. doi:10.1038/nature08867
- » Murat, C., Rubini, A., Riccioni, C., De la Varga, H., Akroume, E., Belfiori, B., ... Paolocci, F. (2013). Fine-scale spatial genetic structure of the black truffle (*Tuber melanosporum*) investigated with neutral microsatellites and functional mating type genes. *The New Phytologist*, 199(1), 176–87. doi:10.1111/nph.12264
- » Napoli, C., Mello, A., Borra, A., Vizzini, A., Sourzat, P., & Bonfante, P. (2010). *Tuber melanosporum*, when dominant, affects fungal dynamics in truffle grounds. *The New Phytologist*, 185(1), 237–47. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03053.x>
- » Paolocci, F., Rubini, A., Riccioni, C., & Arcioni, S. (2006). Reevaluation of the life cycle of *Tuber magnatum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(4), 2390–2393. <http://doi.org/10.1128/AEM.72.4.2390-2393.2006>
- » Riccioni, C., Belfiori, B., Rubini, A., Passeri, V., Arcioni, S., & Paolocci, F. (2008). *Tuber melanosporum* outcrosses: analysis of the genetic diversity within and among its natural populations under this new scenario. *The New Phytologist*, 180(2), 466–78. doi:10.1111/j.1469-8137.2008.02560.x
- » Rubini, A., Belfiori, B., Riccioni, C., Tisserant, E., Arcioni, S., Martin, F., & Paolocci, F. (2011a). Isolation and characterization of MAT genes in the symbiotic ascomycete *Tuber melanosporum*. *The New Phytologist*, 189(3), 710–22. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03492.x
- » Rubini, A., Belfiori, B., Riccioni, C., Arcioni, S., Martin, F., & Paolocci, F. (2011b). *Tuber melanosporum*: mating type distribution in a natural plantation and dynamics of strains of different mating types on the roots of nursery-inoculated host plants. *The New Phytologist*, 189(3), 723–35. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03493.x
- » Rubini, A., Riccioni, C., Belfiori, B., & Paolocci, F. (2014). Impact of the competition between mating types on the cultivation of *Tuber melanosporum*: Romeo and Juliet and the matter of space and time. *Mycorrhiza*, 24 Suppl 1, S19–27. <http://doi.org/10.1007/s00572-013-0551-6>
- » Selosse, M. A., Taschen, E., & Giraud, T. (2013). Do black truffles avoid sexual harassment by linking mating type and vegetative incompatibility? *New Phytologist*. <http://doi.org/10.1111/nph.12329>

- » Splivallo, R., Fischer, U., Göbel, C., Feussner, I., & Karlovsky, P. (2009). Truffles regulate plant root morphogenesis via the production of auxin and ethylene. *Plant Physiology*, 150(4), 2018–29. doi:10.1104/pp.109.141325
- » Splivallo, R., Ottonello, S., Mello, A., & Karlovsky, P. (2011). Truffle volatiles: from chemical ecology to aroma biosynthesis. *New Phytologist*, 189(3), 688–699. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03523.x
- » Splivallo, R., Valdez, N., Kirchoff, N., Ona, M. C., Schmidt, J.-P., Feussner, I., & Karlovsky, P. (2012). Intraspecific genotypic variability determines concentrations of key truffle volatiles. *The New Phytologist*, 194(3), 823–35. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04077.x>
- » Trappe, B. J. M., & Claridge, A. W. (2010). The Hidden Life of Truffles. *Scientific America*. April 2010, pp 78-84.
- » Zampieri, E., Rizzello, R., Bonfante, P., & Mello, A. (2012). The detection of mating type genes of *Tuber melanosporum* in productive and non productive soils. *Applied Soil Ecology*, 57, 9–15. doi:10.1016/j.apsoil.2012.02.013
- » Zeller, B., Bréchet, C., Maurices, JP, y Le Tacon, F. 2008. Saprotrophic versus symbiotic strategy during truffle ascocarp development under holm oak . A response based on 13 C and 15 N natural abundance, *Ann. For. Sci.* 65, 607. DOI: 10.1051/forest:2008037

## 10. Trüf Mantarı Ürünleri

Trüf mantarı dayanıksız ve mevsimlik bir üründür. Siyah kış trüfleri (*T. melanosporum*) için hasat mevsimi, 15 Kasım ile 15 Mart arasındadır ve trüf mantarının olgunlaşması kış mevsimi boyunca aşamalı olarak gerçekleşir. Trüf mantarı üretimi 3 aylık mevsim boyunca değişkendir ve miktar ve kalite bir önceki yılın hava koşullarına bağlıdır.

Trüf mantarları taze, konserve veya dondurulmuş olarak satılmaktadır. Ayrıca, trüf mantarları çorba, ezme ve sos gibi daha ayrıntılı ürünlerde önemli malzemeler olarak bulunur.

### **10.1 Bütün taze trüf mantarları:**

Bu, en fazla ekonomik değere sahip üründür. Bu ürün için kategoriye bağlı olarak farklı fiyatlar vardır. Kategoriler büyüklük, aroma ve görünüş özelliklerine bağlıdır. Örneğin, 5-15 gram büyüklüğündeki veya yumrulu şekillere sahip trüf mantarları, bir trüf mantarı üretim şirketine daha düşük fiyata satılabilirken, daha büyük, bütün ve daha tekdüze şekilli, kaliteli taze trüf mantarları restoranlara daha yüksek fiyatlara satılacaktır.

### **10.2 Trüf mantarı ürünleri:**

Siyah kış trüfleriyle yapılan ürünler, dünya genelinde trüf mantarlı sızma zeytinyağı, siyah kış trüflü pilav, trüf mantarlı kaz ciğeri ve ezmesi, peynirler ve trüf mantarı likörleri gibi ürünler halinde satılmaktadır.

#### ***Konserve ürünler***

Yakın zamana kadar, konserve trüf mantarlarını muhafaza etmek için tek yol olmuştur. Konserve trüf mantarları kontrollü yüksek sıcaklık ve basınç otoklavlarında hazırlanır ve %10-%15 arası tuzlu su yüzdesine sahip kavanozlara yerleştirilir.

#### ***Dondurulmuş ürünler***

Dondurma işlemi, hızlı dondurma tünellerinde gerçekleştirildiği sürece trüf mantarlarını muhafaza etmek için en iyi işlem olarak kabul edilir. Dezavantajı ekipmanın yüksek maliyetli olmasıdır, bu nedenle hızlı dondurulmuş konserve trüf mantarları sağlayabilenler öncelikli olarak bütün yıl boyunca trüf mantarları ve diğer mantarlar ile ilgilenen büyük şirketlerdir.

#### ***Taze trüf mantarlarından türetilen ürünler***

Mantar Suyu: Yoğunluğa bağlı olarak (işlemden geçirme için daha fazla veya az miktarda tuzlu su içeren) farklı kalitelerde trüf mantarı suları vardır. Kalite ve fiyat yoğunluğa bağlıdır.

Trüf mantarı parçaları: Çeşitli nedenlerle yıkama işlemi, taşıma veya hasat zamanında kırılmış taze trüf mantarlarıdır. Fransa'da taze *T. melanosporum* ve *T. brumale* mantarının bütün ve parçalı olarak satılmasına izin verilir. Soyulmuş kabuklara kıyasla avantajı, ne satın aldığınızı görebilmenizdir. Parçalar, tat ve aroma bakımından bütün ve taze trüf mantarlarından farklı olmamalıdır. Bütün trüf mantarlarına kıyasla dezavantajları ise görünüşleridir.

15 gramdan az trüf mantarı kabukları veya parçaları: Bunlar böcek hasarı, donma, olgunlaşmama ve/veya işlem temizliğinde kopan küçük parçalar nedeniyle kabul edilemez veya çürümüş parçaları giderilmiş trüf mantarlarından elde edilir. Bu en ucuz trüf mantarı ürünüdür ve taze servis edilmek yerine korunmuş ürün olarak kullanılır. Doğrudan pişirme veya trüf mantarı ile yapılmış soslar, peynirler ve sosisler hazırlamada kullanılır. Problemlerden biri izlenebilirlik ve daha düşük kaliteli trüf mantarları ile karışma olasılığıdır.

İspanya'da konserve için en yaygın kullanılan türler *T. melanosporum*, *T. aestivum* ve *T. indicum*'dur.



## 11. Türkiye'de Gelişen Trüf Mantarı Sektörü

### 11.1 Türkiye'deki trüf mantarı türleri

Türkiye'nin sınırları dahilindeki 3 farklı fitocoğrafik bölgeyi kapsayan benzersiz konumu nedeniyle zengin bir botanik mirasa sahip olduğu bilinmektedir: Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan. Türkiye'de geniş ormanlık dağlar ve Alpin bölgelerle birlikte çok sayıda kurak ile sulak ova vardır. Bunlar son derece çeşitli orman tiplerine ve habitatlara ve bitki ve mantar türü zenginliğine katkıda bulunmaktadır (Castellano and Türkoğlu 2012).

Türkiye'deki ilk mikolojik çalışmalar 1915'e kadar gitmektedir ve 26 trüf mantarı ve trüf mantarı benzeri mantar dahil 2000'den fazla takson (Sesli and Denchev 2009) içermektedir. Bu türlerin çoğu gastronomik kaliteleri açısından değerlidir, ancak Türkiye'nin farklı bölgelerinde tüketilen trüf mantarlarının kapsamlı bir listesi yoktur. Türkiye'nin güneybatı bölgesinden bildirilen trüf mantarı türleri aşağıdakilerdir:

- Tuber aestivum* Vitt.
- Tuber borchii* Vitt. (= *Tuber albidum* Pico)
- Tuber brumale* Vitt.
- Tuber magnatum* Pico.
- Tuber melanosporum* Vitt.
- Tuber mesentericum* Vitt.
- Tuber rufum* Pico
- Tuber uncinatum* Chat.

### 11.2 Güneybatı Türkiye'de *Tuber aestivum* (syn. *Tuber uncinatum*) toplama ve yetiştirme

Günümüzde Güneybatı Türkiye'de mutfakta kullanılan en önemli trüf mantarı, Mayıs ve Aralık arasında yerli meşe ve karışık meşe-çam ormanlarından (*Quercus ithaburensis* subsp. *macrolepis*, *Q. robur*, *Q. infectoria*, *Q. coccifera*, *Pinus nigra*, *P. brutia*) toplanan *T. aestivum*'dur. Trüf mantarları eğitilmiş köpeklerin yardımıyla toplanır ve gastronomik kalitedeki mantarlar öncelikli olarak yerel restoranlara satılır.

*T. aestivum*, doğal ağaçlık alanlardaki yüksek genetik çeşitlilik ile Avrupa'da toplanan ve en yaygın olarak dağıtılan mutfakta kullanılan trüf mantarıdır (Molinier ve ark. 2016). Bu trüf mantarının Fas'tan İsveç'e ve Portekiz'den Rusya'ya kadar uzanan bir coğrafik alan ile hem Akdeniz hem de karasal iklimlerde büyüdüğü bilinmektedir. Rakım aralığı, 50m ile 1600 m (Stobbe ve ark. 2013) arasında değişebilir. Bu trüf mantarı, yeterli nem ve sıcaklık koşullarında sürekli olarak üretilebilir ve Almanya'dan bütün yıl boyunca *T. aestivum* üretimi raporları vardır (Stobbe ve ark. 2012). Bununla birlikte, olgun *T. aestivum* askokarpları Akdeniz ortamlarındaki yaz kuraklığı ve daha yüksek rakımlı yerler ve daha kuzey enlemlerindeki dondurucu kış nedeniyle kısıtlanabilir (Le Tacon 2016).

*T. aestivum* (soluk beyaz iç kısım) türünün yazın ve *T. uncinatum* (bej ile kahverengi arası iç kısım) türünün sonbaharda olgunlaşması nedeniyle, *T. aestivum* (siyah yaz mantarı) ve *T. uncinatum* (Burgonya mantarı) ekolojik ve morfolojik özelliklerine dayanarak daha önce ayrı türler olarak kabul edilmiştir. İkisi de uluslararası pazara sahip, mutfakta kullanılan kaliteli trüf mantarıdır. Günümüzde birçok alt popülasyon ve ekotip ile birlikte tek bir monofiletik gruba ait oldukları kabul edilir (Wedén ve ark. 2005; Molinier ve ark. 2013).

Alt popülasyonlar arasında aroma profilleri (Splivallo ve ark. 2012) ve özel çevresel koşullara adaptasyon (Wedén ve ark. 2004) bakımından önemli farklar saptanmıştır. Başarı bir ekotipten gelen trüf mantarı aşısının seçilmesi, belirli bir iklim bölgesinde trüf mantarı yetiştiriciliği için ekolojik olarak mantıklı bir yaklaşım olabilir.

### **11.3 Güneybatı Türkiye’de doğal olarak bulunan *T. aestivum* türünün ticari üretimini artırma imkanları**

#### ***Mevcut habitatın haritalanması***

Güneybatı Türkiye’deki siyah yaz mantarları için potansiyel habitat alanı tam olarak keşfedilmemiştir. Mevcut doğal *T. aestivum* bölgelerinin iyi planlanmış bir haritalanması, trüf mantarı sektörünü geliştirmek için değerli ekolojik ve ekonomik faydalar sağlayabilir. Eğitimli trüf mantarı köpekleri ve taksonomi uzmanlarını görevlendirerek, *T. aestivum* türünün doğal olarak yetiştiği alanlar tanımlanabilir. Bu haritalama, trüf mantarı sektörünün daha fazla keşif, yönetim ve koruma için potansiyel alanları tahmin etmesini sağlayacaktır.

İlk adım coğrafya, jeoloji, toprak dokusu, toprak yapısı, pH ve yıllık yağış, yağış biçimleri ve yıllık sıcaklık aralıkları gibi iklim faktörlerine yönelik parametreler ile birlikte, *T. melanosporum* için bu belgedeki Bölüm 1’de tanımlanan özelliklere benzer habitat özelliklerinin belirlenmesidir. Stobbe ve ark. (2013), “*True Truffle (Tuber spp.) in the World*” (Zambonelli, Iotti, & Murat, 2016) Bölüm 3, 10 ve 13 ve Angelini ve ark.’nın (2016) çalışmalarından yapılan ek araştırmalar, belgelenmiş habitat bilgileri ve bu trüf mantarının ve *Tuber* cinsinden diğer mantarların askokarp özelliklerini sağlayabilir.

#### ***Konak ağaç türlerinin belirlenmesi***

Başka bir önemli görev de en verimli doğal trüf mantarı bölgelerinde *T. aestivum* ile mikorizal simbiyoz konakçı olan farklı ağaç türlerinin belirlenmesidir. *Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Pinus*, *Ostrya* ve *Corylus* (Stobbe ve ark. 2013) cinslerinden olan türler dahil olmak üzere çok sayıda konak gözlemlenmiştir, ancak bunlar *T. aestivum*’un doğal aralığında değişiklik göstermektedir. En uygun ağaç türleri, habitat gereklilikleri bölgeye uygun olan ağaçlardır. Farklı ağaç türlerinin bu trüf mantarının farklı alt popülasyonlarını desteklemesi mümkündür ve trüf mantarı yetiştiriciliği projeleri için aşı seçimi bakımından faydalı bir bilgi olabilir.

#### ***Doğal habitatın yönetilmesi ve korunması***

İyi doğal trüf mantarı üretimine sahip alanların yeri tespit edildiğinde, genellikle olgun trüf mantarlarının kalitesini ve miktarını sınırlayan yaz kuraklığının etkilerini azaltmaya yardım etmek için yönetim faaliyetleri belirtilebilir. Bunlar malçlama, ağaç yoğunluğunun azaltılması, ağaç budama, toprağın nem tutmasını artırmak için toprağı işleme ve otsu rekabetin ortadan kaldırılmasını içerebilir.

Doğal trüf mantarı alanlarının trüf mantarının yaşam döngüsünü bozacak bozulma veya geliştirme projelerinden korunması önemlidir. Trüf mantarlarının aromatik kalitelerini optimize etmek ve daha beğenilen bir son ürün elde etmek amacıyla, toplama işlemi için uygun zamanlama ve yöntemler kullanılabilir.

## 11.4 Güneybatı Türkiye'de *T. aestivum* türünün yetiştirilmesi için imkanlar

### Planlanan bahçelerde trüf mantarı yetiştiriciliği: Kuruluş aşaması

Günümüzde, bahçelerde başarılı trüf mantarı yetiştiriciliği istenen *Tuber* türü ile aşılınmış fidelerin kullanılmasına bağlıdır. Kuruluş aşaması sırasında, bahçelerin yeri istenen trüf mantarı için belirtilen ekolojik parametrelere ve toprak koşullarına uyacak şekilde seçilir. Derin sürme, kireçleme, sulama sistemlerinin kurulması ve fide seçimi gibi gerekli dikim öncesi faaliyetler gerçekleştirilmelidir. Kurulan bahçelerde yaz veya Burgonya mantarlarının yönetimi ve üretimi hakkında sınırlı bilgi olmasına rağmen (Stobbe, 2013), aşılınmış fideler kullanılan bahçelerden başarılı bir şekilde *T. aestivum* türü toplandığı bildirilmiştir (Salerni ve ark. 2014; Benucci 2011).

### *T. aestivum* ile aşılınmış kaliteli fideler

Ağaç kök sistemini kolonileştirmesi istenen *Tuber* türünün mikorizalarına sahip fidelerin seçilmesi, bahçe kurmanın kritik bir ilk adımıdır. Trüf mantarı ile aşılınmış fideleri satın alırken, mevcut mikoriza kimliğini doğrulamak için mikroskopik ve moleküler araçlar gerekmesi nedeniyle, çiftçiler kök sistemlerini trüf mantarı varlığı açısından görüntüleyemez veya denetleyemez. Yeni bahçelerin başarılı bir şekilde kurulmasını desteklemek üzere, aşılınmış fidelerin trüf mantarı yetiştiriciliğine yönelik standartları karşıladığından emin olmaya yönelik programlar ve protokoller geliştirilmiştir (Bencivenga ve ark. 1987; Donnini ve ark. 2014; Fischer ve Colinas 1996; Fischer ve Colinas 2014).

Hem fide kalitesi (sağlıklı kök yapısı, bitki canlılığı) hem de mikorizal durum başarılı bahçe kuruluşuna katkı sağlayan önemli faktörlerdir. "J kök" gibi kök deformitesine sahip fideler veya trüf mantarı mikorizası bakımından yetersiz fideler, bahçenin başarısız olmasına ve zaman ve ekonomik kaynaklar bakımından önemli yatırım kaybına yol açabilir. Trüf mantarı fidelerine yönelik kalite standartlarını karşılamak için, bitkiler bağımsız uzmanlar tarafından değerlendirilmelidir.

**Şu anda** Güneybatı Türkiye'de trüf mantarı yetiştiriciliği için *T. aestivum* ile aşılınmış fidelerin üretiminde uzmanlaşmış dört fidanlık bulunmaktadır:

- 1 özel fidanlık: Demirsoy Tarım Hayvancılık LTD ŞTİ Şekil 5a.
- 1 üniversite fidanlığı: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Trüf Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- 2 Orman Bölge Müdürlüğü, Fidanlık Müdürlüğü:  
Denizli Orman Bölge Müdürlüğü – Denizli Orman Fidanlık Müdürlüğü  
Muğla Orman Bölge Müdürlüğü – Muğla Orman Fidanlık Müdürlüğü



Şekil 5a: *Tuber aestivum* ile aşılansız *Quercus robur* fidelerinin fidanlık üretimi

### **Planlanan bahçelerde trüf mantarı yetiştiriciliği: Yönetim aşaması**

Trüf mantarı yetiştirme teknolojisi mısır, buğday, badem veya zeytin gibi ürünlere kıyasla nispeten yeni bir girişimdir. Toprak üstünde yetişen ürünler görülebilir ve izlenebilir. Ancak, trüf mantarları söz konusu olduğunda çiftçiler doğrudan gözlemlenemeyen bir ürünü destekleyen ağaçlara önem vermeyi öğrenmelidir. Bu nedenle, yeni teknolojileri uygularken uzmanların rehberliği, izleme programları ve iyi tasarlanmış çalışmalar önemlidir.

Trüf mantarı yetiştiriciliği, uzun vadeli bir yatırımdır ve kırsal topluluklara önemli ekolojik ve ekonomik faydalar sağlayabilir (Samils ve ark. 2008). Bu faydalar, kuruluşun 8-10 yıl sonra başlayan ticari üretime kadar gerçekleştirilemez. *T. melanosporum* yetiştiriciliğine özel birçok deney tesisi ve çalışma sayesinde, kısa vadeli ve uzun vadeli başarı için kritik önem taşıyan üç yönetim faktörü vardır: Ot yönetimi, toprak yönetimi ve su yönetimi.

Bahçe yönetimi ilkeleri, bahçenin yaşam süresi boyunca değişecek ve bölge koşulları ve trüf mantarı bahçesi için seçilen konak ağaç bakımından değişiklik gösterecektir. Örneğin, sulama zamanı ve miktarı hava koşulları, toprak özellikleri ve bahçenin aşamasına bağlı olacaktır: yeni kurulmuş, üretim öncesi veya üretim aşaması. Başarılı trüf mantarı üretimi, işlemin her aşamasında bu ilkelerin anlaşılmasını gerektirir.

Yerel çiftçilere ve trüf mantarı yetiştiricilerine yardım etmek için bir tarımsal yayım hizmeti veya özel tarımsal ormancılık programı, yer altında yetişen bu yeni ürün için son derecede değerlidir. Bu özel hizmet, belirli bölgelerin ihtiyaçlarını ve zorluklarını tahmin etmeye ve devam eden problemlerin üzerine gitmeye yardımcı olabilir. Trüf mantarı yetiştiriciliği alanında tarımsal yayım uzmanları, trüf mantarı yetiştirme sektörünü büyük ölçüde geliştirebilir ve trüf mantarlarının biyolojisi hakkında bilgi eksikliğinden kaynaklanan hatalar sonucu meydana gelen yatırım zararını önleyebilir.

### **11.5 Tavsiyeler: Uzun vadeli başarı için trüf mantarı yetiştiriciliği**

Sonuç olarak, bir trüf mantarı sektörünün başarısı, bireysel üreticilere ve topluluklarına ekonomik fayda sağlayan kaliteli trüf mantarlarının üretilmesi ve pazarlanmasıdır. Bu, taze ve konserve trüf mantarı ürünlerinin pazarlanması ve yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası pazarlar hakkında bilgi sahibi olunmasını içerir. Ayrıca, ekoturizm ve gastronomi işbirliğini de kapsayabilir.

Yeni bir tarımsal ormancılık sektörünün geliştirilmesi, ilgili bütün paydaşlar (orman teşkilatı, şehir planlamacıları, fidanlıklar, araştırma kurumları ve bölgesel kalkınma liderleri) arasında işbirliğini gerektirir. Zamanında ekonomik yardım, teknik yardım ve pazarlama stratejileri bu yeni sektörün başarısına katkı sağlayabilir.

Bu belgede Güneybatı Türkiye'de kaliteli trüf mantarlarının üretim ve pazarlamasına katkı sağlamak için sıradaki adımlar hakkında tavsiyeler sunulmuştur. Bu tavsiyeler, İspanya ve Güneybatı Türkiye'de trüf mantarı sektörlerinin tanısına ve TRUMAP Programı faaliyetleri A.1, A.2 ve A.4 sırasında Fethiye, Türkiye ve Solsona, İspanya'da gerçekleştirilen interaktif atölye çalışmalarına dayanmaktadır:

1. Yeni trüf mantarı bahçelerinin kaliteli fideler kullanılarak kurulduğundan emin olmak için eğitimli teknisyenler tarafından sağlanan fide kalitesi ve mikorizal durumu tasdik etmek için bir program geliştirilmesi
2. Trüf mantarı yetiştiricilerinden ve toplayıcılarından gelen teknik sorulara yanıt vermek için teknik destek sağlayabilen ve araştırma tesislerini denetleyebilen trüf mantarı uzmanlarından oluşan bir ekibin kurulması
3. Trüf mantarı yetiştiriciliği hakkında temel bir kursu tamamlayan trüf mantarı yetiştiricileri için bir ekonomik destek programı oluşturulması
4. Bu türlerin yetiştirilmesi için ideal habitatları ve kısıtlamaları tanımlamak üzere Türkiye'nin güneybatı bölgesinde *T. aestivum* ve *T. melanosporum* için yaşamaları uygunluk haritalarının hazırlanması.

## 11.6 Kaynakça

- » Angelini, P., Bricchi, E., Akhtar, M. S., Properzi, A., Fleming, J.-L. E., Tirillini, B., & Venanzoni, R. (2016). Isolation and Identification of Allelochemicals from Ascocarp of *Tuber Species*. In K. R. Hakeem & M. S. Akhtar (Eds.), *Plant, Soil and Microbes: Volume 2: Mechanisms and Molecular Interactions* (pp. 225–252). Cham: Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-29573-2\\_11](http://doi.org/10.1007/978-3-319-29573-2_11)
- » Bencivenga, M., Ferrara, A. M., Fontana, A., Granetti, B., Gregorti, G., Lo Bue, G., ... Zabonelli, A. (1987). Evaluation of mycorrhizal status in truffle inoculated seedlings. Method proposal. Valutazione dello stato di micorrizzazione in piantine tartufigene. Proposta di un metodo. *Ministerio dell'Agricoltura E Foreste, Pp. 16*.
- » Benucci, G. M. N., Raggi, L., Albertini, E., Grebenc, T., Bencivenga, M., Falcinelli, M., & Di Massimo, G. (2011). Ectomycorrhizal communities in a productive *Tuber aestivum* Vitad. orchard: Composition, host influence and species replacement. *FEMS Microbiology Ecology, 76*(1), 170–184. doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.01039.x
- » Castellano, M. A., & Türkoğlu, A. (2012). N E R R O D E Ct, 36, 1–4. doi.org/10.3906/bot-1106-10
- » Donnini, D., Benucci, G. M. N., Bencivenga, M., & Baciarelli-Falini, L. (2014). Quality assessment of truffle-inoculated seedlings in Italy: Proposing revised parameters for certification. *Forest Systems, 23*(2), 385–393. doi.org/10.5424/fs/2014232-05029
- » Fischer, C.R. and Colinas, C. (1996). Methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum* for commercial application. In: Proceedings of the 1st International Conference in Mycorrhizae. Berkeley, California, USA.
- » Fischer, C.R. and Colinas, C. (2014). Method for the evaluation of plant quality and mycorrhizal status of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum*. Fischer and Colinas (1996), revision January 2014. <https://tinyurl.com/gpc94yk>
- » Le Tacon, F. (2016). Influence of Climate on Natural Distribution of *Tuber* Species and Truffle Production. In A. Zambonelli, M. Iotti, & C. Murat (Eds.), *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry* (pp. 49–68). Cham: Springer International Publishing.
- » Molinier, V., Murat, C., Baltensweiler, A., Buntgen, U., Martin, F., Meier, B., ... Peter, M. (2016). Fine-scale genetic structure of natural *Tuber aestivum* sites in southern Germany. *Mycorrhiza, 26*(8), 895–907. doi.org/10.1007/s00572-016-0719-y
- » Molinier, V., Van Tuinen, D., Chevalier, G., Gollotte, A., Wipf, D., & Redecker, D. (2013). A multigene phylogeny demonstrates that *Tuber aestivum* and *Tuber uncinatum* are conspecific. *Organisms Diversity and Evolution, 13*(4), 503–512. doi.org/10.1007/s13127-013-0146-2
- » Salerni, E., D'Aguanno, M., Leonardi, P., & Perini, C. (2014). Ectomycorrhizal communities above and below ground and truffle productivity in a *Tuber aestivum* orchard. *Forest Systems, 23*(2), 329–338. doi.org/10.5424/fs/2014232-04777
- » Samils, N., Olivera, A., Danell, E., Alexander, S. J., Fischer, C., & Colinas, C. (2008). The socio-economic impact of truffle cultivation in rural Spain. *Economic Botany, 62*(3), 331–340. <http://doi.org/10.1007/s12231-008-9030-y>
- » Sesli, E., & Denchev, C. M. (2009). Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon, 106*(January), 65–68.

- » Splivallo, R., Valdez, N., Kirchhoff, N., Ona, M. C., Schmidt, J.-P., Feussner, I., & Karlovsky, P. (2012). Intraspecific genotypic variability determines concentrations of key truffle volatiles. *The New Phytologist*, *194*(3), 823–35. doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04077.x
- » Stobbe, U., Büntgen, U., Sproll, L., Tegel, W., Egli, S., & Fink, S. (2012). Spatial distribution and ecological variation of re-discovered German truffle habitats. *Fungal Ecology*, *5*(5), 591–599. doi.org/10.1016/j.funeco.2012.02.001
- » Stobbe, U., Egli, S., Tegel, W., Peter, M., Sproll, L., & Büntgen, U. (2013). Potential and limitations of Burgundy truffle cultivation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *97*(12), 5215–24. doi.org/10.1007/s00253-013-4956-0
- » Wedén, C., Chevalier, G., Danell, E., Weden, C., Chevalier, G., & Danell, E. (2004). Tuber aestivum (syn. T-uncinatum) biotopes and their history on Gotland, Sweden. *Mycological Research*, *108*(March), 304–310. doi.org/10.1017/S0953756204009256
- » Wedén, C., Danell, E., & Tibell, L. (2005). Species recognition in the truffle genus Tuber - The synonyms Tuber aestivum and Tuber uncinatum. *Environmental Microbiology*, *7*(10), 1535–1546. doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00837.x
- » Zambonelli, A., Iotti, M., & Murat, C. (2016). *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry* (Vol. 47). doi.org/10.1007/978-3-319-31436-5





## 12. Güneybatı Türkiye'de Trüf Mantarı Sektörü Paydaşları

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü

Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü

Demirsoy Tarım Hayvancılık LTD ŞTİ

Denizli Orman Bölge Müdürlüğü

Kybele Fine Foods A.Ş.

Muğla Orman Bölge Müdürlüğü

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Trüf Uygulama ve Araştırma Merkezi

Orman Genel Müdürlüğü

Set LTD ŞTİ

Sultan Pastaneleri

Trüf Mantarı Tanıtım ve Araştırma Derneği

