



## Land Selection in Truffle Cultivation

İsmail Şen<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Demirsoy Agriculture Company, R&D Department, Seydikemer, Muğla, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Review Article</p> <p>Received : 27/03/2022 Accepted : 26/07/2022</p> <p>Keywords: Tuber Ecology Soil parameter Climate Cultivation</p>	<p>Truffles are a highly valued fungi group because of their gastronomic and economic importance. Even though the demands for truffles, particularly <i>Tuber melanosporum</i> and <i>T. aestivum</i>, has been increased year by year, the natural production of these valued fungi has decreased. So, truffle cultivation is becoming an agricultural alternative in Europe, and the rural economy was supported by cultivating truffle. In Turkey, truffle cultivation was becoming popular in recent years. However, there is not enough literature for understanding the basics of truffle cultivation in Turkey. Hence, it is aimed to discuss the selection of suitable truffle land. Because land selection can be considered as the first step of truffle cultivation and unsuitable land can be limited truffle cultivation success. So, the ecological features of economically important truffles, <i>T. aestivum</i>, <i>T. borchii</i>, <i>T. magnatum</i>, and <i>T. melanosporum</i>, are given in this study based on current literature and field experience.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(7): 1258-1263, 2022

## Trüf Kültivasyonunda Arazi Seçimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Derleme Makalesi</p> <p>Geliş : 27/03/2022 Kabul : 26/07/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tuber Ekoloji Toprak parametreleri İklim Kültivasyon</p>	<p>Trüfler, gastronomik ve ekonomik önemi nedeniyle oldukça değerli bir mantar grubudur. Özellikle, <i>Tuber melanosporum</i> ve <i>T. aestivum</i> olmak üzere trüflere olan talebin yıldan yıla artmasına rağmen, bu değerli mantarların doğal üretimi azalmaktadır. Bu yüzden, trüf kültivasyonu Avrupa’da bir tarımsal alternatif haline gelmiştir ve kırsal ekonomi trüf kültivasyonu ile desteklenmektedir. Son yıllarda Türkiye’de trüf kültivasyonu popüler hale gelmiştir. Ancak, Türkiye’de trüf kültivasyonunun temellerinin anlaşılması için yeterli literatür bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, uygun trüf arazilerinin seçiminin irdelenmesi amaçlanmıştır. Çünkü arazi seçimi trüf kültivasyonunun ilk adımı olarak değerlendirilebilir ve uygun olmayan araziler trüf kültivasyon başarısını sınırlandırabilir. Bu nedenle, ekonomik olarak önemli <i>T. aestivum</i>, <i>T. borchii</i>, <i>T. magnatum</i> ve <i>T. melanosporum</i>’un ekolojik özellikleri mevcut literatür ve arazi deneyimlerine bağlı olarak bu çalışmada sunulmuştur.</p>

[frapesle@gmail.com](mailto:frapesle@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-5760-5535>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Gerçek trüfler olarak bilinen *Tuber P. Micheli ex F.H. Wigg.* cinsi üyeleri eşsiz aromaları ve gastronomik özellikleri bakımından dünyanın en popüler mantarları arasındadır (Boa, 2004; Hall ve ark., 2007). *Tuber* cinsinin dünya üzerinde 180’den fazla türü bulunmaktadır (Bonito ve ark., 2010) ve *T. melanosporum* Vittad. (Périgord Black Truffle), *T. magnatum* Picco (Italian White Truffle), *T. aestivum* (Wulfen) Spreng. (Burgundy Truffle) ve *T. borchii* Vittad. (Bianchetto Truffle) gibi türleri gastronomik özellikleri nedeniyle ekonomik olarak oldukça değerlidir (Boa, 2004; Hall ve ark., 2007). Bu nedenle, trüflere olan talep gün geçtikçe artarken “mutfağın kara elması” olarak bilinen *T. melanosporum*’un (Bonet ve ark., 2009) kilogram fiyatı 2000 – 4000 €’ya ulaşabilmektedir (Reyna ve García-Barreda, 2014). Nitekim, küresel iklim değişimi, sosyolojik değişimler veya habitatlarının tahribatı gibi nedenlerle trüflerin doğal alanlardaki miktarı gün geçtikçe azalmaktadır (Samils ve ark., 2008; Le Tacon ve ark., 2014). Trüflerin doğal alanlardaki miktarının azalmasıyla birlikte, artan talebe arz oluşturabilmek için kurulan bahçelerde uzun yıllardır trüf kültürasyonu yapılmaktadır. Özellikle, trüf kültürasyonu Fransa, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde marjinal alanlar için karlı bir tarımsal alternatif haline gelmiştir (Bonet ve ark., 2009). Günümüzde ise trüf sektörü birkaç milyar Euro’luk değere ulaşmıştır (Samils ve ark., 2008; Reyna ve García-Barreda, 2014; Büntgen ve ark., 2017; Lovrić ve ark., 2020) ve gün geçtikçe de büyümektedir.

Trüf kültürasyonu, XIX. yy.’da trüflerin doğal olarak yetiştiği alanlarındaki *Quercus L.* fidanlarının başka alanlara aktarılmasıyla yeni bahçelerin oluşturulmasıyla başlamıştır ve “Talon metodu” olarak bilinen bu yöntem uzun yıllar boyunca trüf üreticileri tarafından kullanılmıştır (Callot, 1999; Reyna ve García-Barreda, 2014). Fakat bu metodun üretim başarısındaki belirsizliği nedeniyle yeni teknikler üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır (Hall ve ark., 2007). Mikoloji ve ormancılık alanlarındaki gelişimin bir sonucu olarak (Bye, 2000), 1970’li yıllarda trüf aşılı fidanların üretilmesiyle modern trüf kültürasyon teknikleri geliştirilmiştir (Hall ve ark., 2007; Murat, 2015). Modern trüf kültürasyonu temel olarak; trüf mikorizalı fidanların sera koşullarında üretimi (I), arazi seçimi (II), trüf bahçelerinin kurulumu ve bakımı (III) ve trüflerin hasat edilmesi (IV) adımlarından oluşmaktadır. Belirtilen bu adımlar trüf üretiminin başarısıyla doğrudan ilişkili olup, trüf üretmek isteyen yatırımcıların dikkat etmesi gereken kritik parametreleri içermektedir. Trüf kültürasyonu, sertifikalandırılmış trüf mikorizalı fidanların özel seralardan temin edilip bahçelerin kurulmasından sonra ilk hasada kadar 8-10 yıllık uzun bir yolculuktur ve bu süreçte yapılan uygulamalar trüf kültürasyonu başarısını kritik ölçüde belirlemektedir.

Ülkemiz, Akdeniz iklim kuşağında olması nedeniyle trüflerin doğal olarak gelişimi için uygun ekolojik özelliklere sahiptir. Günümüze kadar ülkemizde yüze yakın toprak altında yetişen mantar tespit edilmiş ve bunlardan 12 tanesi *Tuber* cinsi üyesidir (Şen ve ark., 2016; Akata ve ark., 2020; Sesli ve ark., 2020; Doğan, 2021). Ekonomik olarak değerli *Tuber aestivum* ve *T. borchii* gibi trüflerin ülkemizde doğal olarak tespit edilmesi, ülkemizin trüf kültürasyonu için büyük bir potansiyele sahip

olduğunu göstermektedir. Ayrıca, son yıllarda ülkemizde trüflere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır ve artan bu ilginin bir sonucu olarak özellikle Muğla, Denizli ve Burdur gibi çeşitli bölgelerde trüf bahçeleri kurulmuştur. Nitekim, sertifikalı fidanlar temin edildikten sonra trüf üretimindeki en kritik aşama olan uygun arazi seçimiyle ilgili olarak potansiyel yatırımcılara yol gösterebilecek nitelikte ülkemizde yeterli literatür bilgileri mevcut değildir. Bu amaçla, sunulan bu çalışma kapsamında ülkemizdeki yatırımcıların trüf kültürasyonu için uygun toprak ve iklim koşulları değerlendirilerek arazi seçiminde dikkat etmesi gereken hususlar irdelenmiştir.

Trüf kültürasyonu için arazi seçilirken, üretilmek istenilen trüf türünün ekolojik isteklerine uygun olarak arazinin toprak ve iklim özellikleri tespit edilmelidir. Bu nedenle, sunulan bu çalışmada ticari olarak değerli olan *Tuber aestivum*, *T. borchii*, *T. magnatum* ve *T. melanosporum*’un ekolojik özellikleri ve arazi seçiminde dikkat edilmesi gereken parametreler mevcut literatür bilgileri ve saha gözlemleri ile birlikte derlenmiştir. Böylece, trüf kültürasyonu yapmak isteyen potansiyel yatırımcılara yol göstermek ve sonraki bilimsel çalışmalar için altyapı oluşturmak amaçlanmıştır.

## Trüflerin ekolojik istekleri

### Toprak Özellikleri

Trüfler, hypogeous (toprak altında yetişen) özellikleri nedeniyle yaşam döngülerinin tamamını toprak altında geçirmektedirler (Şekil 1). Trüf kültürasyonu yapılacak arazilerin, trüflerin ve seçilen konukçu bitkilerin her ikisinin de gelişimini desteklemesi gerekmektedir. Bu nedenle, toprak özellikleri trüf kültürasyonu başarısı ile yakından ilişkilidir ve anahtar parametrelerinden birisi olarak değerlendirilmelidir. Uygun iklim koşulları olan alanlarda yoğun mikoriza içeren fidanlar kullanılarak trüf bahçeleri kurulsun bile, toprak parametreleri uygun olmadığı takdirde trüf üretilmeyebilir (Hilszczańska ve ark., 2019). Bu nedenle, trüf bahçesi kurulması planlanan alanların, öncelikli olarak toprak özellikleri belirlenmeli ve bu özelliklerin uygun olması durumunda trüf bahçeleri kurulmalıdır.



Şekil 1. *Tuber melanosporum*’un askokarp yapısı  
Figure 1. The ascomycete structure of *Tuber melanosporum*

Günümüze kadar, en çok kültivasyonu yapılan trüfün *Tuber melanosporum* olması nedeniyle ekolojik özellikleri iyi tasvir edilmiştir. Fakat, son yıllarda *Tuber aestivum*'a olan ilgi günden güne artmakta (Stobbe ve ark., 2013) ve kültivasyonu üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Bununla beraber, sunulan bu çalışmada, *Tuber magnatum* ve *T. borchii*'nin geliştiği toprak özellikleri ile ilgili mevcut literatür bilgileri de derlenmiştir. Temel olarak, trüfler iyi havalanabilir, drenaj kabiliyeti yüksek, kalkerli toprakları tercih etmektedir (Colinas ve ark., 2007; Jaillard ve ark., 2016; Robin ve ark., 2016). Fakat, daha detaylı olarak toprak parametrelerinin irdelenmesi gerekmektedir.

### Toprak Tekstürü

Toprak tekstürü, toprağın mineral partiküllerinin dağılımı ile büyüklüklerini ifade etmektedir. Topraktaki mineral partiküller; kil (<0,002 mm), silt (0,002 – 0,05 mm aralığında) ve kum (0,06 – 2 mm aralığında) olmak üzere 3 farklı yapıdadır (Hall ve ark., 2007). Toprak tekstürü, trüf kültivasyonunda toprağın su tutma kapasitesi üzerindeki etkisi nedeniyle önemlidir. Örneğin, yüksek oranda kil içeren topraklar görece daha yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle kolaylıkla agregat oluştururken, kumlu topraklar suyu daha az tutma kapasitesine sahiptirler. Trüfler, genellikle dengeli toprak tekstürlerini tercih etmektedirler. Bununla beraber, *Tuber aestivum*, *T. melanosporum*'a göre daha yüksek oranda kil içeren toprakları tolere edebilmekteyken, *T. borchii* yüksek oranda kum içeren topraklarda yetişebilmektedir (Şekil 2, Hall ve ark., 2007). Nitekim, toprak tekstürü oldukça stabil bir parametredir ve laboratuvar koşullarında kolaylıkla belirlenebilmektedir (Jaillard ve ark., 2016).

Bach ve ark. (2021), ilk defa başarılı sonuçlar elde edilen *Tuber magnatum* bahçesindeki üretken ağaçların altından alınan toprak örneklerinin tekstürünü killi tın olarak rapor etmiş ve toprak partiküllerinin dengeli dağıldığını göstermiştir.

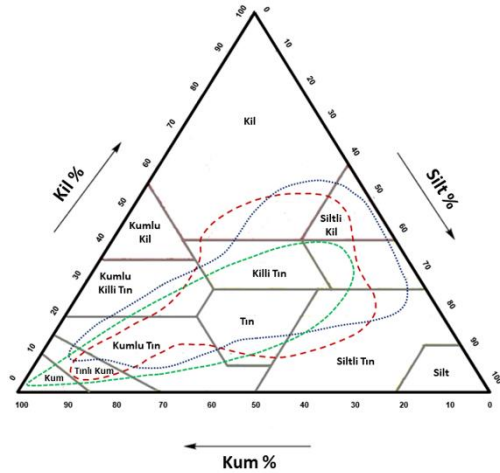
### Toprak Asitliği

Arazi seçiminde en önemli faktör toprak pH'ıdır (Bonet ve ark., 2009) ve trüf bahçesi kurulmadan önce belirlenmesi oldukça önemlidir. Trüfler genel olarak, nötral veya hafif alkali toprakları tercih etmektedirler (Çizelge 1). *Tuber melanosporum* 7-8,5 pH aralığında gelişirken, optimal pH derecesi 7,9'dur (Colinas ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Jaillard ve ark., 2016). *Tuber aestivum*, *Tuber melanosporum* ile benzer pH aralığında gelişmesine rağmen, hafif asidik toprakları tolere edebilmektedir ve optimal pH derecesi 7,4'tür (Hall ve ark., 2007; Oliach ve ark., 2020). *Tuber borchii* daha asidik toprakları tercih etmektedir ve (5,2) 6 – 7 pH aralığında geliştiği bilinmektedir (Hall ve ark., 2007). Bununla birlikte, Morcillo ve ark. (2015), *Tuber borchii*'nin geliştiği pH aralığının çok geniş olduğunu belirtmiş ve pH aralığını 4,5 – 8,5 olarak rapor etmişlerdir.

*Tuber magnatum*'un geliştiği pH aralığı 6,8 – 8,4 olarak belirtilmiştir (Tablo 1). Fakat, günümüzde ilk defa başarılı sonuç veren *T. magnatum* bahçesindeki üretken ağaçların altlarından alınan toprak örneklerinin pH derecesi 8,15 – 8,18 aralığındadır (Bach ve ark., 2021).

Trüf bahçesi kurulması planlanan alanlarda ilk dikkat edilmesi gereken toprak özelliğinin toprak pH'ı olmasına rağmen, pH derecesi daha düşük olan topraklar, yapılacak

bazı müdahalelerle uygun hale getirilebilmektedir. Örneğin, Yeni Zelanda'da toprak pH'ı kireç uygulamasıyla birlikte 5,3'ten 7,6'a yükseltilerek *Tuber melanosporum* bahçeleri kurulmuş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Hall ve ark., 2007). Bu uygulamada, toprağın 10 cm'lik üst katmanının pH derecesinin 0,1 derece artırılması için hektar başına 1 – 1,5 ton kireç uygulanması gerekmektedir (Hall ve ark., 2007). Ayrıca, bu uygulama sonucunda toprak pH'ının stabil olarak istenilen seviyede kalabilmesi için düzenli olarak analiz yapılmalı ve iki yılda bir (analiz sonuçlarına bağlı olarak) kireç uygulamasına devam edilmelidir.



Şekil 2. Trüflerin geliştiği toprak tekstürü. *Tuber aestivum* lacivert çizgiyle, *T. borchii* yeşil çizgiyle ve *T. melanosporum* kırmızı çizgiyle gösterilmiştir (Hall ve ark., 2007; Jaillard ve ark., 2016; Robin ve ark., 2016)  
Figure 2. Soil texture for truffle development. *Tuber aestivum* is shown with the dark blue line, *T. borchii* with the green line, and *T. melanosporum* with the red line (Hall et al., 2007; Jaillard et al., 2016; Robin et al., 2016).

Çizelge 1. Trüflerin geliştiği pH değerleri

Table 1. pH values for truffle development

Tür	pH değeri	Referans
<i>T. aestivum</i>	6,8 – 7,9	Weden ve ark. (2004)
	6,36 – 8,18	Weden ve ark. (2009)
	5,9 – 9,4	Stobbe ve ark. (2013)
	6 – 8,5	Morcillo ve ark. (2015)
	5,9 – 8,4	Robin ve ark. (2016)
	7,3 – 7,6	Hilszczańska ve ark. (2018)
<i>T. borchii</i>	4,5 – 8,5	Morcillo ve ark. (2015)
	8 – 8,3	Salerni ve ark. (2014)
	(5,2) 6 – 7	Hall ve ark. (2007)
<i>T. magnatum</i>	6,8 – 8,4	Leonardi ve ark. (2013)
	7,3 – 8,2	Iotti ve ark. (2014)
	7,3 – 7,5	Vasquez ve ark. (2014)
	8,15 – 8,18	Bach ve ark. (2021)
<i>T. melanosporum</i>	7,5 – 8,5	Colinas ve ark. (2007)
	7,10 – 8,80	Valverde-Asenjo ve ark. (2009)
	7,5 – 8,4	Morcillo ve ark. (2015)
	7 – 8,9	Jaillard ve ark. (2016)

### Organik Madde

Trüf bahçelerindeki organik madde miktarı, pH düzenlenmesi, su tutma kapasitesini artırması ve biyolojik aktiviteyi artırıcı etkilerinden dolayı önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Bonet ve ark., 2009). Genel olarak, trüf bahçelerindeki organik madde miktarı

değişkenlik göstermektedir. *Tuber melanosporum* bahçelerinde organik madde miktarı %0,8 – 17,4 aralığında rapor edilmesine rağmen, optimal aralığın %1-8 aralığında olduğu belirtilmektedir (Colinas ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Jaillard ve ark., 2016; Oliach ve ark., 2020).

*Tuber aestivum*, genellikle %1 – 22 aralığında organik madde aralığını ihtiyaç duymaktadır (Weden ve ark., 2004; Robin ve ark., 2016; Hilszczańska ve ark., 2018; Oliach ve ark., 2020). Iotti ve ark. (2014), *Tuber magnatum*'un doğal olarak yetiştiği alanların organik madde miktarını %3,53 – 4,44 aralığında belirtmesine rağmen, başarılı olarak kültürü alındığı bahçenin organik madde miktarı %23,8 – 25,7 aralığındadır (Bach ve ark. 2021).

#### **Karbon-Azot Oranı**

Karbon/Azot (C/N) oranı, topraktaki biyolojik aktivite seviyesini göstermektedir (Bonet ve ark., 2009). *Tuber aestivum* için tavsiye edilen C/N oranı 10 – 25 (Weden ve ark., 2004; Hilszczańska ve ark., 2018) olmasına rağmen, optimal aralık 10 -12 civarındadır (Robin ve ark., 2016). Benzer şekilde, *Tuber melanosporum*'un geliştiği toprakların C/N oranı 0,1 – 20 olmasına rağmen, optimal oranın 10 – 14 olduğu belirtilmektedir (Colinas ve ark., 2007).

#### **Kalsiyum ve Diğer Makrobesin Elementleri (Sodyum, Potasyum ve Fosfor)**

Toprağın kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) miktarı, trüf kültürasyonunda temel faktörlerden birisi olarak değerlendirilmektedir (Bonet ve ark., 2009). Kalsiyum karbonatın toprağın pH'nın dengelenmesi, agregat oluşumunu etkileyerek su ve hava sirkülasyonuna önemli katkı sağlamaktadır (Colinas ve ark., 2007). Toprağın kalsiyum oranı önemli bir parametre olmasına rağmen, doğal alanlarda ve bahçelerdeki oranları büyük farklılık göstermektedir. *Tuber aestivum*'un doğal olarak yetiştiği alanların kalsiyum karbonat oranı %0 – 55 aralığında olsa da bu alanların kalsiyum karbonat oranının genellikle %20'den fazla değildir (Robin ve ark., 2016). *Tuber aestivum* bahçelerinin kalsiyum karbonat oranı, genel olarak daha fazladır ve %3 ile %80 aralığında değişmektedir (Robin ve ark., 2016). Nitekim, Weden ve ark. (2004), *Tuber aestivum* bahçelerindeki kalsiyum karbonat oranının %0,1'den daha az olabileceğini belirtmektedir. Benzer şekilde, *Tuber melanosporum* bahçelerindeki kalsiyum karbonat oranı genel olarak, %1 – 83,7 aralığındadır (Bonet ve ark., 2009).

Trüf bahçelerinde genellikle makrobesin elementleri, önemli olarak dikkate alınmamaktadır. Toprakta çok ekstrem bir element eksikliği olmadığı takdirde, trüflerin ve konukçu bitkinin birlikte gelişmesini sağlamaktadır (Bonet ve ark., 2009). Bununla birlikte, konukçu bitki topraktaki besin elementlerinin yüksek seviyede olması durumunda, mikorizal partnere ihtiyaç duymadan besin elementlerini absorbe edebilecektir (Bonet ve ark., 2009) ve bu durum kültürü yapılması amaçlanan trüfün, mikoriza gelişimi üzerinde olumsuz etki oluşturabilir.

#### **İklim Verileri**

##### **Yağış**

Trüf bahçesi kurulması planlanan alanlarda, toprakta suya erişim önemli bir parametredir. Özellikle, *Tuber melanosporum* gelişimi yaz yağmurlarıyla ilişkilidir (Büntgen ve ark., 2012, 2015, 2017, 2019; Thomas ve

Büntgen, 2019). *Tuber melanosporum* için yıllık yağış miktarının 400 – 1500 mm aralığında, yaz yağmurlarının ise 75 – 185 mm olması gereklidir (Oliach ve ark., 2020). Bununla birlikte, *Tuber aestivum* için gereken yıllık yağış miktarı 400 – 1550 mm'dir (Oliach ve ark., 2020). Fakat, belirtilen bu yağış miktarlarının yıl boyunca dengeli olması gerekmektedir. Özellikle, yaz kuraklığının olduğu alanlarda kontrollü sulama ile kuraklığın yıkıcı etkileri azaltılmalı ve trüf gelişimi desteklenmelidir.

*Tuber borchii*'nin gelişimi için gerekli yağış miktarı yıllık 600 ile 1600 mm aralığındadır (Hall ve ark., 2007). Nitekim, Salerni ve ark. (2014) *Tuber borchii*'nin doğal alanlardaki yağış miktarının 40 yıllık periyotta sürekli olarak düştüğünü ve araştırmanın yapıldığı 1996 – 1999 yılları arasındaki yıllık ortalama yağış miktarının 564 mm civarında olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, *Tuber borchii*'nin ürün miktarının, fruktifikasyon sezonundan 3 ay önceki yağışlarla (eylül-aralık ayları) pozitif korelasyona sahip olduğunu belirtilmektedir.

*Tuber magnatum* diğer trüflere göre daha fazla yağış istemektedir ve yıllık ortalama 500 ile 2000 mm aralığında yağışa gereksinim duymaktadır (Hall ve ark., 2007). Bach ve ark. (2021) *Tuber magnatum*'un üretildiği bahçede yıllık ortalama yağışın 800 mm olduğunu belirtirken, ocak ayından ağustos ayına kadarki süreçte 329 mm yağış aldığını kaydetmiştir. Nitekim, *Tuber magnatum* kuraklığa karşı daha hassas olması nedeniyle, yaz aylarında daha fazla neme ihtiyaç duymaktadır (Hall ve ark., 2007; Bach ve ark., 2021).

##### **Sıcaklık**

Akdeniz elementi olan trüflerin toprak altında gelişmesi nedeniyle günlük atmosferik olaylardan fazla etkilenmemesine rağmen, ekstrem sıcaklıklar veya toprağın trüf üreten üst tabakasının tamamının donması gibi olaylar trüf gelişimini yavaşlatabilmekte veya durdurabilmektedir. Mevcut literatüre göre, *Tuber aestivum* gelişimi için gereken yıllık ortalama sıcaklıklar 6,8 – 11,5°C iken, *Tuber melanosporum* için 8 – 15°C'dir (Oliach ve ark., 2020). *Tuber borchii* için yıllık ortalama sıcaklıkların 14,50 – 14,70 aralığındadır (Salerni ve ark., 2014). Ancak, *T. borchii*'nin sıcaklık istekleri ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Verilen bu sıcaklık değerlerinin, trüflerin gelişebilmesi için gereken ortalama sıcaklık değerlerini belirttiği unutulmamalıdır. Trüfler, çok geniş sıcaklık aralığında gelişebilmektedir. Özellikle, yaz aylarında yüksek sıcaklıklarda uygun miktarda su bulunduğu takdirde, trüf gelişimi desteklenebilmektedir. Örneğin, Suudi Arabistan'da yaz aylarında optimal hava sıcaklıklarından 10-15°C daha yüksek olan çöl ikliminde *Tuber melanosporum* bahçesi kurulmuş ve uygun sulama ile trüf mikorizalarının bahçe kurulumundan 1,5 yıl sonra geliştiği gözlemlenmiştir (Bajaj ve ark., 2021). Fakat, bu tarz ekstrem hava sıcaklıkları, sonraki süreçlerde bahçelerin bakım çalışmalarında daha fazla dikkatli olmayı gerektirmektedir. Trüf bahçesi kurulacak alanlar seçilirken, ekstrem sıcaklıklardan kaçınılması tavsiye edilmektedir (Bonet ve ark., 2009). Bununla beraber, yılın en soğuk aylarındaki hava sıcaklıklarının genellikle 0°C'den yüksek olması gerekliliği vurgulanmasına rağmen, trüfler -25°C'ye kadar düşük sıcaklıklarda da gelişebilmektedirler (Morcillo ve ark., 2015). Stobbe ve ark. (2012) trüflerin gelişimini

sınırlayan en önemli faktörlerden birisi olarak toprağın trüflerin geliştiği katmanın donması olduğunu belirtmektedir ve bölgelerdeki kar yağışının toprağın donmasını engelleyerek trüflerin gelişim sürecini uzatabileceğini vurgulamaktadır.

Bach ve ark., (2021) *Tuber magnatum*'un geliştiği toprakların yaz aylarındaki sıcaklığının yaklaşık olarak 20 °C olduğunu belirtmektedir. *Tuber magnatum*'un doğal olarak geliştiği alanların bir karakteristik özelliğinin, kış aylarında toprağın en üst katmanının donma-çözünme döngüsüne sahip olduğu ve bu döngünün mantar gelişimini tetiklediği belirtilmektedir (Hall ve ark., 2007). Bu döngü sayesinde, toprak daha iyi havalanabilir hale gelmektedir.

### Trüf Arazisi Seçimi

Arazi seçimi, trüf kültüründe maksimum başarı ve verim elde edilmesi için kritik aşamalardan birisidir (Reyna ve Colinas, 2012). Üretilmesi planlanan trüf türünün ekolojik isteklerine uygun arazilerde trüf bahçesi kurulması önerilmektedir. Benzer şekilde, trüflerin ektomikorizal partnerleri olan konukçu bitkinin de seçilen arazide gelişmesi gerekmektedir. Bu nedenle, arazi seçimi trüf kültürü başarılarında sınırlayıcı olabilmektedir.

Arazi seçiminde öncelikli olarak, arazinin tamamını temsil edecek şekilde 0 – 30 cm'den örneklerin alınması ve belirtilen parametreler bakımından analizinin yapılması gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarına uygun olarak, iklim parametrelerinin de derlenerek yatırım planı yapılması tavsiye edilmektedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere, pH, kireç oranı gibi bazı toprak parametreleri yapılacak müdahalelerle trüf kültürü için uygun hale getirilebilir. Ancak, bu tarz uygulamaların ekstra maliyet oluşturduğu ve bahçeler kurulduktan sonra bakım çalışmalarının da bu uygulamaları destekler nitelikte olması gerekliliği göz önüne alınmalıdır.

Arazinin eğimi, toprağın mekanik olarak işlenmesine izin verecek ölçüde olmalıdır ve genel olarak %12'den fazla olmaması önerilmektedir (Reyna ve Colinas, 2012). Eğim oranının %12'den fazla olması trüflerin gelişimi için önemli olmamasına rağmen, arazilerin bakım çalışmalarında gereken bazı uygulamalar için üreticilere zorluk çıkartabilmektedir. Benzer şekilde, arazilerin denizden yüksekliği genellikle türe özgü olarak değişebilmektedir. Oliach ve ark. (2020), *T. aestivum*'un 0 – 1600 m rakım aralığında, *T. melanosporum*'un ise 400 – 1600 m rakımda geliştiğini belirtmektedir.

Arazinin önceki yıllardaki kullanımı, trüf kültürü başarıları için sınırlayıcı bir faktör olabilmektedir. Trüf bahçeleri kurulumu için genellikle marjinal tahıl tarlaları, meyve bahçeleri, üzüm bahçeleri tavsiye edilmektedir (Hall ve ark., 2007; Reyna ve Colinas, 2012). Çünkü meyve ağaçları ve tahıllar ektomikorizal olmamasından dolayı trüfler için rekabetçi mantarların arazide doğal olarak bulunmamasını garanti etmektedir. Ormanlık alanlar veya ektomikorizal diğer mantarları doğal olarak barındıran alanlarda trüf bahçesi kurulması durumunda arazideki tüm kök parçaları temizlenmeli ve birkaç sezon boyunca ektomikorizal olmayan ürün yetiştirilmesi genellikle tavsiye edilen uygulamalar arasındadır (Reyna ve Colinas, 2012). Yine, arazinin önceki kullanımında ağır zirai gübreleme ve ilaçlama yapılmış olması, trüf üretimi konusunda sınırlayıcı olabilmesi bakımından dikkat edilmesi gereken bir diğer husustur.

Sonuç olarak, ülkemiz trüf kültürünü için oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle, sunulan bu çalışma kapsamında trüf bahçesi kurmak isteyen potansiyel yatırımcılara bu konudaki en önemli parametrelerden birisi olan uygun arazi seçimi için dikkat edilmesi gereken kriterler irdelenmiştir. Trüf kültürünün modern tekniklerle ülke çapında yaygınlaştırılmasının, kırsal kalkınmaya ve ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlayacağı aşikardır.

### Teşekkürler

Finansal desteğinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK, 2219 – Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı) teşekkür ederim.

### Kaynaklar

- Akata I, Sevindik M, Şahin E. 2020. *Tuber fulgens* Quél., a new record for Turkish truffles. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology, 8 (11): 2472 – 2475.
- Bach C, Beacco P, Cammaletti P, Babel-Chen Z, Levesque E, Todesco F, Cotton C, Robin B, Murat C. 2021. First production of Italian white truffle (*Tuber magnatum* Pico) ascocarps in an orchard outside its natural range distribution in France. Mycorrhiza, 31: 383 – 388.
- Bajaj SR, Marathe SJ, Grebenc T, Zambonelli A, Shamekh S. 2021. First report of European truffle ectomycorrhiza in the semi-arid climate of Saudi Arabia. 3 Biotech, 11: 24.
- Boa E. 2004. Wild Edible Fungi; A Global Overview of Their Use and Importance to People. Rome: FAO Non-Wood Forest Products 17.
- Bonet JA, Oliach D, Fischer CR, Olivera C, Martinez de Aragon J, Colinas C. 2009. Cultivation methods of the black truffle, the most profitable Mediterranean non-wood forest product; a state of the art review. EFI proceedings, 57: modelling, valuing and managing Mediterranean forest ecosystems for nontimber goods and services, pp. 57-71.
- Bonito GM, Gryganskiy AP, Trappe JM, Vilgalys R. 2010. A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. Mol. Ecol. 19:4994–5008.
- Büntgen U, Egli S, Camarero JJ, Fischer EM, Stobbe U, Kausarud H, Tegel W, Sproll L, Stenseth N. 2012. Drought-induced decline in Mediterranean truffle harvest. Nature Climate Change, 2: 827 – 829.
- Büntgen U, Egli S, Schneider L, von Arx G, Rigling A, Camarero JJ, Sangüesa-Barreda G, Fischer CR, Oliach D, Bonet JA, Colinas C, Tegel W, Barbarin JIR, Martínez-Peña F. 2015. Long-term irrigation effects on Spanish holm oak growth and its black truffle symbiont. Agriculture, Ecosystems and Environment, 202: 148 – 159.
- Büntgen U, Latorre J, Egli S, Martínez-Peña F. 2017. Socio-economic, scientific and political benefits of mycotourism. Ecosphere, 8 (7): e01870.
- Büntgen U, Oliach D, Martínez-Peña F, Latorre J, Egli S, Krusic PJ. 2019. Black truffle winter production depends on Mediterranean summer precipitation. Environ Res Lett., 14: 074004.
- Bye P. 2000. Truffle cultivation, 1860 – 1960: the limits of domestication. Food and Foodways, 9 (1): 1 – 20.
- Callot G. 1999. La Truffe, la Terre, la Vie. Paris: INRA.
- Colinas C, Capdevila JM, Oliach D, Fischer CR, Bonet JA. 2007. Mapa de Aptitud para el Cultivo de Trufa Negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Cataluña. Solsona: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. ISBN 978-84-611-7637-3.

- Doğan HH. 2021. A new truffle species addition, *Tuber macrosporum* Vittad., to Turkish mycota. Trakya University Journal of Natural Sciences, 22 (2): 139 – 146.
- Hall IR, Brown GT, Zambonelli A. 2007. Taming the Truffle, the History, Lore, and Science of the Ultimate Mushroom. Oregon: Timber Press, Inc. ISBN 13: 978-0-88192-860-0.
- Hilszczańska D, Rosa-Gruszecka A, Gawryś, Horak J. 2018. Effect of soil properties and vegetation characteristics in determining the frequency of Burgundy truffle fruiting bodies in Southern Poland. Ecoscience, 26 (2): 113 – 122.
- Hilszczańska D, Szmidla H, Sikora K, Rosa-Gruszecka A. 2019. Soil properties conducive to the formation of *Tuber aestivum* vitt. Fruiting bodies. Pol. J. Environ. Stud., 28 (3): 1713 – 1718.
- Iotti M, Leonardi M, Lancellotti E, Salerni E, Oddis M, Leonardi P, Perini C, Pacioni G, Zambonelli A. 2014. Spatio-temporal dynamic of *Tuber magnatum* mycelium in natural truffle grounds. Plos One, 9 (12): e115921.
- Jaillard B, Oliach D, Sourzat P, Colinas C. 2016. Soil Characteristics of *Tuber melanosporum* Habitat. In: Zambonelli A, Iotti M, Murat C (editors). True Truffle (*Tuber* spp.) in the World, Soil Ecology, Systematics and Biochemistry. Switzerland: Springer, pp. 211 – 231. ISBN 978-3-319-31434-1.
- Le Tacon F, Marçais B, Courvoisier M, Murat C, Montpied P, Becker M. 2014. Climatic variations explain annual fluctuations in French Périgord black truffle wholesale markets but do not explain the decrease in black truffle production over the last 48 years. Mycorrhiza, 24: 115 – 125.
- Leonardi M, Iotti M, Oddis M, Lalli G, Pacioni G, Leonardi P, Maccherini S, Perini C, Salerni E, Zambonelli A. 2013. Assessment of ectomycorrhizal fungal communities in the natural habitats of *Tuber magnatum* (Ascomycota, Pezizales). Mycorrhiza, 23: 349 – 358.
- Lovrić M, Da Re R, Vidale E, Prokofieva I, Wong J, Pettenella D, Verkerk PJ, Mavsar R. 2020. Non-wood forest products in Europe- A quantitative overview. Forest Policy and Economics, 116: 102175.
- Murat C. 2015. Forty years of inoculating seedlings with truffle fungi: past and future perspectives. Mycorrhiza, 25: 77 – 81.
- Morcillo M, Sánchez M, Vilanova X. 2015. Cultivar Trufas, Una Realidad en Expansión. Barcelona: Micología Forestal & Aplicada. ISBN 978-84-617-3654-6.
- Oliach D, Morte A, Sánchez S, Navarro-Ródenas A, Marco P, Gutiérrez A, Martín-Santefé M, Fischer C, Albisu LM, García-Barreda S, Colinas C. 2020. Las Trufas y Las Turmas. In: Sánchez-González M, Calama R, Bonet JA (Editörler). Los Productos Forastales No Madereros en España: Del Monte a la Industria. Madrid: Monografías INIA: Serie Forestal, No:31-2020. ISBN: 978-84-7498-584-9
- Reyna S, Colinas C. 2012. Truficultura. In: Reyna S (Editör). Truficultura, Fundamentos y Técnicas, 2nd Edition. Madrid: Ediciones Mundi – Prensa. pp. 237 - 274. ISBN: 978-84-8476-517-2.
- Reyna S, García-Barreda S. 2014. Black truffle cultivation: a global reality. For Syst, 23(2):317–328.
- Robin C, Goutal-Pousse N, Le Tacon F. 2016. Soil Characteristics for *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*). In: Zambonelli A, Iotti M, Murat C (editors). True Truffle (*Tuber* spp.) in the World, Soil Ecology, Systematics and Biochemistry. Switzerland: Springer, pp. 211 – 231. ISBN 978-3-319-31434-1.
- Salerni E, Perini C, Gardin L. 2014. Linking climate variables with *Tuber borchii* sporocarps production. Natural Resources, 5: 408 – 418.
- Samils N, Olivera A, Danell E, Alexander SJ, Fischer C, Colinas C. 2008. The socioeconomic impact of truffle cultivation in rural Spain. Economic Botany, 62(3): 331 – 340.
- Sesli E, Asan A, Selçuk F, Arabacı Günyar Ö, Akata I, Akgül H, Aktaş S, Alkan S, Allı H, Aydoğdu H, Berikten D, Demirel K, Demirel R, Doğan HH, Erdoğan M, Ergül CC, Eroğlu G, Giray G, Halik Uztan A, Kabaktepe Ş, Kadaifçiler D, Kalyoncu F, Karaltı İ, Kaşık G, Kaya A, Keleş A, Kırbağ S, Kıvanç M, Ocak İ, Ökten S, Özkale E, Öztürk C, Sevindik M, Şen B, Şen İ, Türkekul İ, Ulukapı M, Uzun Ya, Uzun Yu, Yoltaş A. 2020. Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. ISBN: 978-605-70004-2-2.
- 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: 591 – 599.
- Stobbe U, Egli S, Tegel W, Peter M, Sproll L, Büntgen U. 2013. Potential and limitations of Burgundy truffle cultivation. Appl. Microbiol. Biotechnol., 97: 5215 – 5224.
- Şen İ, Allı H, Civelek HS. 2016. Checklist of Turkish Truffles. Turkish Journal of Life Sciences. 1 (2): 103 – 109.
- Thomas P, Büntgen U. 2019. A risk assessment of Europe's black truffle sector under predicted climate change. Science of Total Environment, 655: 27 – 34.
- Valverde-Asenjo I, Garcá-Montero LG, Quintana A, Velázquez J. 2009. Calcareous amendments to soils to eradicate *Tuber brumale* from *T. melanosporum* cultivations: a multivariate statistical approach. Mycorrhiza, 19: 159 – 165.
- Vazquez G, Gargano ML, Zambonelli A, Venturella G. 2014. New distributive and ecological data on *Tuber magnatum* (*Tuberaceae*) in Italy. Fl. Medit., 24: 239 – 245.
- Weden C, Chevalier G, Danell E. 2004. *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*) biotopes and their history on Gotland, Sweden. Mycol. Res., 108 (3): 304 – 310.
- Weden C, Petterson L, Danell E. 2009. Truffle cultivation in Sweden: results from *Quercus robur* and *Corylus avellana* field trials on the island of Gotland. Scandinavian Journal of Forest Research, 24: 37 – 53.