

Sürdürülebilir Limon Yetiştiriciliği Tarımında Dijital Toprak Veri Tabanı ve Konumsal Dağılım Haritası Hazırlanması: Mersin-Erdemli İlçesi Örnek Bir Çalışma, Türkiye

Emine ARSLAN¹, Orhan DENGİZ^{2*}, Fikret SAYGIN³, Tülay TUNÇAY⁴, Ali İMAMOĞLU⁵

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Tarsus-Mersin, TÜRKİYE

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

³Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, TÜRKİYE

⁴T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

⁵Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Sinop, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 31.01.2025

Kabul Tarihi/Accepted: 08.03.2025

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

 orcid.org/0000-0003-0352-0119  orcid.org/0000-0002-0458-6016  orcid.org/0000-0001-7771-806X

 orcid.org/0000-0001-5398-5497  orcid.org/0000-0001-9197-1029

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: odengiz@omu.edu.tr

Öz: Toprak, bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerini doğrudan etkileyen ve tarımsal üretimde verimliliği belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Mersin-Erdemli ilçesi sınırları içerisinde yer alan 1700.44 hektar alan üzerinde yürütülen bu çalışmanın amacı; limon yetiştiriciliği yapılan araziler üzerinde dağılım gösteren farklı toprak serilerinin belirlenmesi, dağılım alanlarının haritalanması ile uygunluklarını değerlendirerek, toprak verimliliğini artırmaya yönelik gerekli iyileştirme önerileri sunmaktır. Çalışma alanının % 68.1'i limon, % 5.5'i mera, % 4.9'u orman ve geriye kalan % 21.5'i tarım dışı kullanılan arazilerden oluşmaktadır. Arazi gözlemleri ile topoğrafik, jeolojik ve arazi kullanım durumlarının incelenmesinden sonra, 8 adet toprak profil çukuru açılmış ve bunlardan 7 tanesinin farklı olduğu belirlenmiştir. Her bir profilden genetik horizon esasına göre alınmış toprak örneklerinin analiz sonuçları ile Toprak Taksonomisi'ne göre topraklar tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır. Topraklar 3 ordo, 4 altordo, 4 büyük grup ve 7 alt grup içerisine yerleştirilmiştir. İncelenen toprak profillerinden 3 tanesi genç toprak özellikleri taşıması nedeniyle Entisol, 3 tanesi Inceptisol, 1 tanesi ise Mollisol olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma alanı içerisinde; Zeytinlik Serisi (% 7.33) en küçük alana sahip iken Kargıcak Serisi (% 27.92) en fazla yayılım alanına sahiptir. Alata Serisi toprakları, yüksek taban suyu ve yetersiz drenaj koşulları nedeniyle limon yetiştiriciliği açısından olumsuz koşulları oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu topraklarda drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi ve taban suyu seviyesinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Kargıcak Serisi ise pH değeri ve organik madde içeriği açısından limon bitkisi için ideal koşullar sunmakla birlikte, bu seri topraklarında bahçe tesis edilirken toprak derinliğine dikkat edilmesi önerilmektedir. Menderes, Ahpaçbaşı, Zeytinlik, Barbaros ve Eskiköy Serisi toprakları ise pH, organik madde içeriği ve taşlılık gibi olumsuz faktörlerin düzenlenmesi ile limon yetiştiriciliği için daha uygun ve verimli hale getirilebileceği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toprak etüd haritalama, sınıflama, toprak karakteristikleri, arazi değerlendirme, limon yetiştiriciliği

Preparation of Digital Soil Database and Spatial Distribution Map in Sustainable Lemon Cultivation: A Sample Study in Mersin-Erdemli District, Türkiye

Abstract: Soil is one of the most important factors that directly affects the growth and development of plants and determines productivity in agricultural production. The aim of this study, conducted on an area of 1700.44 ha within the boundaries of Mersin-Erdemli district, is to determine distribution of different soil series and to evaluate their suitability for lemon cultivation

and to provide necessary improvement recommendations to enhance soil fertility. 68.1% of the study area consists of lemon, 5.5% pasture, 4.9% forest and the remaining 21.5% non-agricultural land. After field observations and examination of topographic, geological and land use situations, 8 soil profile pits were opened and 7 of them were determined to be different. Soils were defined and classified according to the analysis results of soil samples taken from each profile on the basis of genetic horizon and soil taxonomy. The soils were placed in 3 ordos, 4 subordos, 4 major groups and 7 subgroups. 3 of them were classified as Entisol, 3 as Inceptisol and 1 as Mollisol due to their young soil characteristics. Within the research area; the Zeytinlik series (7.33%) has the smallest area, while the Kargıcak series (27.92%) has the largest spread area. Alata series soils present challenges for lemon cultivation due to high groundwater levels and inadequate drainage. Therefore, improving drainage systems and controlling the groundwater level in these soils is essential. The Kargıcak series, on the other hand, provides ideal conditions for lemon plant in terms of pH and organic matter content; however, attention should be given to soil depth when establishing orchards in this series. The Menderes, Ahpaçbaşı, Zeytinlik, Barbaros, and Eskiköy series soils can become more suitable and productive for lemon cultivation by addressing negative factors such as pH, organic matter content, and stoniness.

Keywords: Soil survey mapping, land evaluation, classification, soil characteristics, lemon cultivation

1. Giriş

Günümüzde hızla artan nüfus ve çevresel değişikliklerin etkisiyle, tarımsal üretimde önemli sorunlarla karşılaşmaktadır (Ergün ve Bayram, 2023). Bu sorunların başında yer alan, su kaynaklarının tükenmesi, toprak erozyonu ve iklim değişikliği gibi faktörler, tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkiler yaratmakta; bu durum, tarımda sürdürülebilirlik açısından büyük riskler oluşturmaktadır (Kadioğlu ve ark., 2017; Savitz ve Gavriletea, 2019; Zhu ve ark., 2019; Yağanoğlu ve Arslan, 2023). Bu nedenle, tarım sektöründe, üretim sürecinde karşılaşılabilecek riskler dikkate alınarak sürdürülebilir yaklaşımlı stratejilerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir (Streimikis ve Baležentis, 2020).

Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların verimli kullanılması ve çevresel etkilerin azaltılması amacıyla toprak sağlığı ve biyolojik çeşitliliğin iyileştirilmesi, ekosistem zenginliğinin artırılması ve korunması gibi stratejileri içermektedir (Pretty, 2005a, b). Bu bağlamda, tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması için tarım arazilerinin verimli kullanımı oldukça önem arz etmektedir. Bu hedefler doğrultusunda, özellikle Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nin sulanan ve yüksek verim potansiyeli olan tarım arazilerinin sürdürülebilir kullanımı, tarımsal üretimin devamlılığının sağlanması ve dolayısıyla ülke ekonomisi açısından hayati önem taşımaktadır. Ancak Akdeniz Bölgesi’nde önemli bir liman kenti olan Mersin ilinin tarımsal üretim açısından büyük öneme sahip Erdemli ilçesi kıyı şeridi, nüfusun ve turizmin hızla artması nedeniyle gün geçtikçe hızla yapılaşmaktadır. Bu durum, bölgedeki tarım arazilerini daraltmakta, özellikle bölgede yaygın olan turunçgil ve sebze üretim alanlarını tehdit etmektedir (Alkan ve Uzun, 2016). Bu nedenle, bölgede tarımsal üretim kapasitesinin artırılması ve korunması için sürdürülebilir tarım uygulamalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Bunun yanı sıra, Mersin-Erdemli bölgesi, özellikle Türkiye’nin turunçgiller içerisinde önemli bir yeri olan limon üretiminin yaklaşık % 65’ini karşılamasıyla stratejik bir öneme sahiptir (Koca, 2011; Anonim, 2025). Ancak, bu bölgede limon yetiştiriciliği için verimli olan tarım arazilerinin plansız kullanılması, yerleşim alanları ve endüstri kuruluşları için ayrılmaları ve ayrıca kırsal kesimde yaşayan düşük gelirli insanların orman ve meraları tahrip ederek bahçe tesis etmeleri, bölgede limon üretiminde verim ve kalitede ciddi düşüslere neden olmaktadır (Demirağ Turan ve ark., 2024). Özellikle, limon yetiştiriciliği için toprak yapısı uygun olmayan arazilerde verim kayıpları yaşanmakta, giderek yapısı bozulan topraklar bu sorunun daha da derinleşmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, limon yetiştiriciliği için tarım arazilerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, verimliliğin artırılması ve uygun yeni alanların tespiti amacıyla toprak özelliklerinin belirlenmesi, dijital toprak veri tabanlarının oluşturularak bilimsel esaslara uygun şekilde toprak etütlerinin yapılması gerekmektedir.

Limon bitkisi; iyi drene olan, derin, nötr veya hafif asidik pH’ya sahip toprakları tercih etmektedir. Çok yüksek pH’ya sahip ve derinliği az olan topraklar, limonun büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, toprak derinliğinin 1.5-2 m, pH’sının ise 5.5-7.5 civarında hafif asidik, nötr veya hafif alkali olması istenilmektedir. Bunun yanı sıra, organik madde bakımından zengin, su tutma kapasitesi iyi, tınlı veya hafif kumlu topraklar, limon yetiştiriciliği için ideal ortam sunmaktadır. Toprağın kireç içeriğinin yüksek olması, bitkinin besin maddesi alımını olumsuz etkileyerek limon yetiştiriciliğini zorlaştırabilmektedir (Kaygısız, 2005; Demir, 2020). Bu bağlamda, limon yetiştiriciliği açısından tarım arazilerinin sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi için limon bahçesi tesis edilirken arazinin toprak özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Mersin-Erdemli bölgesindeki toprak özelliklerinin bilimsel açıdan analizlere dayalı olarak belirlenmesi ve toprakların sınıflandırılması, tarım arazilerinin limon yetiştiriciliği potansiyelini değerlendirilmesinde önemli katkı sağlayacaktır. Böylelikle, bölgedeki limon üretimi hem verimli hem de kaliteli bir şekilde sürdürülebilir hale getirilebilecektir. Zira, bitkisel üretim ortamı olan arazilerin, nicelik ve niteliklerine göre belirlenip tanımlanmadan sağlıklı bir şekilde kullanılması mümkün değildir. Yiğini ve Ekinci (2016) tarafından yapılan çalışmada, Bozcaada'nın toprak, iklim ve topoğrafya özellikleri incelenerek bağcılığa yönelik bir değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda, ada topraklarının detaylı etütleri yapılmış ve toprak haritası hazırlanmıştır. Toprak tipleri, erozyon riski ve tarım arazilerinin yanlış kullanımı gibi sorunlar ele alınarak bir arazi değerlendirme modeli oluşturulmuş; toprak ve iklim verileri kullanılarak, bağcılığa uygun anaç ve çeşitler belirlenmiştir. Bu modelin arazi denemeleri ve ekonomik analizlerle desteklenmesi gerektiği, fakat mevcut halinde esnek yapısıyla yeni çeşitlerin eklenmesini kolaylaştırdığı vurgulanmıştır.

Bölgedeki tarım arazilerinin doğal özellikleri ve bölge ihtiyaçları dikkate alınarak belli gruplara ayrılması ve grupların özelliklerine uygun olarak küçük birimler halinde değerlendirilmesi, yalnızca bölgede limon yetiştiriciliğinde etkili stratejilerin geliştirilmesi açısından değil bunun yanı sıra, bir bütünlük içerisinde yerel, bölgesel ve ülke çapında arazi kullanımı ve ürün planlamaları gibi makro planların yapılması ve tarım politikalarının doğru ve etkili bir şekilde uygulanması açısından da önemlidir. Bu aynı zamanda, bölgedeki tarımsal üretimi dar boğazlara sokacak yanlış arazi kullanım kararlarını pratik yoldan önlemeye yardımcı olacaktır (Topçu, 2012; Akça ve ark., 2015). Ayrıca tarım arazilerinin etüdünün yapılarak tanımlanması tarımsal ürünlere yönelik olarak geliştirilen arazi kullanım sınıflarının belirlenmesinde ihtiyaç duyulacak verilerin üretilmesinin temel altlığını oluşturmaktadır. Konya Ovası, Beşgözler Konya Ovası Sulama Projesi alanında, 5140 hektar büyüklüğündeki alanda yapılan detaylı toprak etüdü çalışması sonucunda, topraklar FAO (The Food and Agriculture Organization) Toprak Verimlilik İndeksi'ne göre değerlendirilmiş ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında haritalanmıştır. Arazi değerlendirmesi sonucu, toprakların % 60.50'sinin II. sınıf (S2) iyi nitelikli, % 39.32'sinin III. sınıf (S3) orta nitelikli ve % 0.18'inin IV. sınıf (S4) zayıf nitelikli tarım arazileri olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, kuru şartlarda buğday ve arpa, sulu şartlarda ise şeker pancarı, ayçiçeği, mısır veya fasulye gibi ürünlerin yetiştirilebileceği önerilmiştir (Dedeoğlu ve ark., 2020).

Bu çalışma, Mersin-Erdemli ilçesinde sürdürülebilir limon yetiştiriciliği kapsamında yürütülen detaylı toprak etüd çalışması sonucu dijital toprak veri tabanı oluşturmak ve bu verilerle hazırlanan toprak haritası ile bölgedeki toprak özelliklerinin anlık ve doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlayarak, limon yetiştiriciliği açısından toprak özelliklerinin değerlendirilmesinde bilimsel verilere dayalı bir yaklaşım sunmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda, limon yetiştiriciliği yapılan arazilere ait az sayıda bulunan detaylı etüd ve haritalama çalışmaları dikkate alındığında, bu çalışma bölgede limon yetiştiriciliği için sürdürülebilir arazi kullanımının önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanı ve bazı coğrafik özellikleri

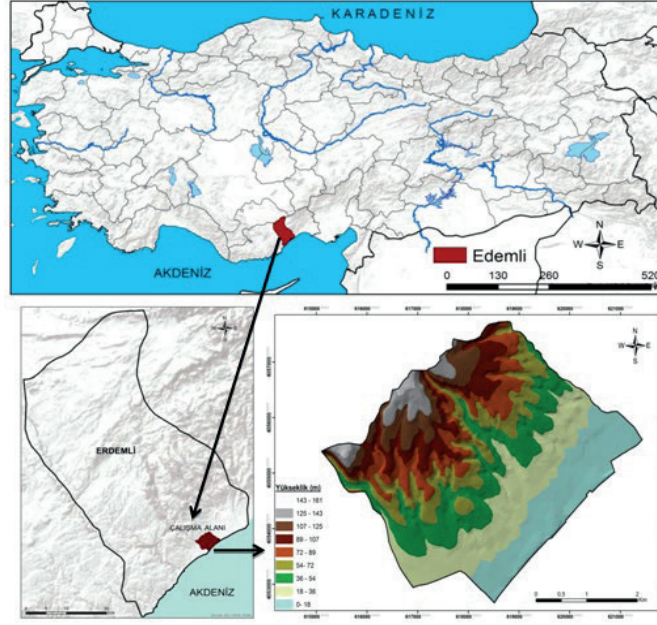
Çalışma alanı, 1700.44 hektar alan kaplamakta olup; 40°53'00"-40°57'00" K ve 61°50'00"-62°10'00" D (Zon 36-UTM-m) koordinatları arasında, Mersin iline bağlı Erdemli ilçe sınırları içerisinde ilçe merkezinin hemen doğu ve kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının yüksekliği, deniz seviyesinden 0 m ile 161 m arasında değişmektedir.

Bölge, güneyde Akdeniz sahilinin düz alanlarından, kuzeyde ise eğimin arttığı dağlık alanlardan oluşmaktadır. İlçede, astropikal iklim etkili olup; yazlar sıcak ve nemli, kışlar ise ılık ve yağışlıdır. Yüksek dağlık bölgelerde yazlar serin ve yağışlı, kışlar ise kar yağışlı geçmektedir. Bölgedeki yıllık ortalama sıcaklık 20-23 °C arasında değişmekte; en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Ocak ve Şubat ayları olup, ortalama sıcaklık 15.5 °C'dir. Yağışlar, özellikle kış ve ilkbahar aylarında yoğunlaşmakta olup, yıllık ortalama yağış 1480 mm'dir. Çalışma alanı; güneyde genç alüvyal depozitler, orta kesimlerde kalış yapılar ve kuzeybatıda kireç taşlarıyla kaplıdır. Çalışma alanında eski Amerikan toprak sınıflamasına göre Kırmızı Kahverengi Akdeniz toprak grubu yoğun dağılım göstermektedir (Topuz ve Karabulut, 2016).

Çalışma alanında en yoğun olarak % 68.1 ile limon yetiştiriciliği yapılan alanlar dağılım gösterirken, en az dağılımı ise % 4.9 ile ormanlık-fundalık alanlar oluşturmaktadır. Çalışma alanına ait arazi kullanımı/arazi örtüsünün alansal ve oransal dağılımı Tablo 1 ve Şekil 2'de verilmiştir (Demirağ Turan ve ark., 2024).

2.2. Alana ait detaylı sayısal toprak haritalama çalışması

Çalışma alanına ait detaylı sayısal toprak haritalama çalışması kapsamında; aşamalı olarak



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area

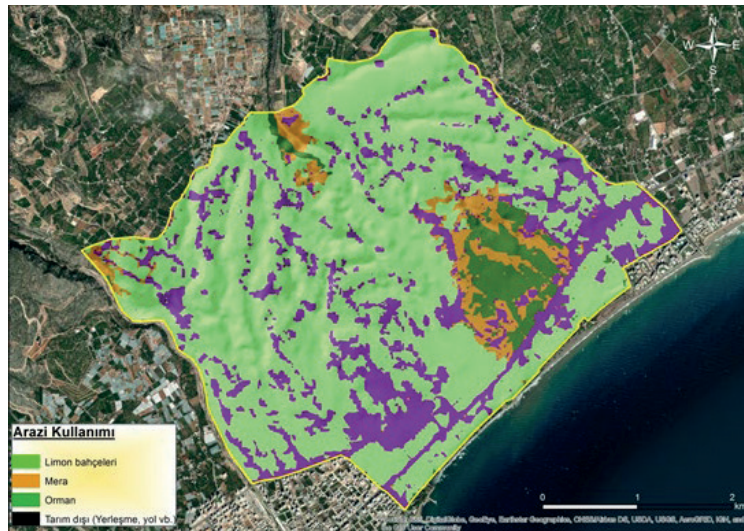
Tablo 1. Çalışma alanına ait arazi kullanım ve arazi örtüsünün alansal ve oransal dağılımı

Table 1. Spatial and proportional distribution of land use and land cover in the study area

Arazi türleri	ha	%
Limon bahçeleri	1159	68.1
Mera	93	5.5
Orman	83	4.9
Tarım dışı	366	21.5
Toplam	1701	100.0

büro ve ön arazi çalışmaları, arazi gözlemleri, laboratuvar analizleri, etüd ve haritalama

çalışmaları yürütülmüştür. Detaylı olarak yürütülen arazi gözlemlerinde burğu ile grit yöntemi ve serbest tarama yöntemleri kullanılmıştır. Her bir profilden genetik horizon esasına göre toprak örnekleri alınmış ve laboratuvar analizleri yapılmıştır. Laboratuvar analiz sonuçları ve toprak taksonomisine göre topraklar tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır. Ayrıca limonun toprak istekleri göz önünde bulundurularak limon yetiştiriciliği açısından toprak serileri değerlendirilmiş ve toprak serilerinin yer aldığı dağılım haritasına göre limon yetiştiriciliği için alan konumsal olarak da değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanı içerisinde dağılım gösteren arazi kullanımı/arazi örtüsü
Figure 2. Land use/land cover distribution within the study area

Çalışma alanındaki toprakların fiziksel, kimyasal, verimlilik ve morfolojik özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiş olup, haritalama ünitesi olarak toprak serileri ve önemli fazları dikkate alınmış; topraklar, Anonymous (2014a) ve FAO-WRB [World Reference Base for Soil Resources, Anonymous (2014b)] sınıflama sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerle oluşturulan toprak veri tabanı, alandaki farklı toprak serilerinin dağılımı ve konumsal özelliklerini gösteren haritaların hazırlanmasında altlık olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanına ait kartografik verilerin işlenmesi ve analizinde uzaktan algılama ile CBS yazılımları; topoğrafik haritaların dijitalleştirilmesi, hava fotoğraflarının incelenmesi, toprak veri tabanlarının oluşturulması ve dijital yükseklik modeli ve sayısal toprak haritalarının hazırlanmasında ArcGIS 10.2 programı kullanılmıştır. Çalışma alanındaki arazilerde gerçekleştirilen detaylı haritalama ve etüd çalışmalarında, haritalama ünitesi olarak toprak serileri ve önemli fazları dikkate alınmıştır (Anonymous, 1993).

Araziden alınan toprak örneklerinde; toprak bünyesi Bouyoucos (1951), toprak reaksiyonu (pH) Bayraklı (1987), elektriksel iletkenlik (EC) Richards (1954), kireç Anonymous (1993), organik madde (OM) Jackson (1958), toplam azot (N) Kacar (1994), alınabilir fosfor (P) Olsen ve ark. (1954), alınabilir bor (B) John ve ark. (1975), katyon değişim kapasitesi (KDK) Rhoades (1982) ve değişebilir katyonlar Tüzüner (1990) tarafından

bildirilen esaslara göre tespit edilmiştir. Toprakların tarla kapasitesi, solma noktası ve yarayışlı su yüzdesi Black (1965)'e göre tayin edilmiştir.

Limon yetiştiriciliği için toprak serilerinin özelliklerinin değerlendirilmesi açısından Kaygısız (2005), Demir (2020) ve Şahin (2022) referans kaynak olarak kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında; arazi gözlemleri ve topografik, jeolojik ve arazi kullanım durumlarının incelenmesinden sonra, 8 adet toprak profil çukuru açılmış olup, bu profillerden 7'sinin farklı olduğu belirlenmiştir.

3.1. Toprak serileri

3.1.1. Alata Serisi

Çalışma alanının güneyinde yer alan Alata Serisi toprakları, alüvyal materyal üzerinde oluşmuş olup, suyla doymun veya taban suyunun etkisi altında bulunmaktadır. Oldukça derin olan bu toprakların profil boyunca özellikle kil içeriğinin yüksek olması dikkat çekmektedir. Profil boyunca, toprağın pH'sı 7.77 ile 8.09 arasında değişmektedir. Yüzeysel toprağın organik madde içeriği % 3.94 iken, alt katmanlara doğru bu oran belirgin bir şekilde azalarak % 0.93'e düşmektedir (Şekil 3 ve Tablo 2). Topraklar tuzluluk açısından herhangi bir sorun oluşturmamakta ve bu serinin bulunduğu alanlarda erozyon görülmemektedir. Ancak bu tip topraklar, toprak derinliği ve tuzluluk açısından limon yetiştiriciliği için olumlu bir özellik gösterse de, yüksek taban suyu ve yetersiz drenaj nedeniyle

Horizon	Derinlik	Tanımlama
Ap1	0-22	Grimsi kahverengi 10 YR 5/2 (Kuru), koyu grimsi kahverengi 10 YR 4/2 (Nemli); killi tın; orta ve iri, kuvvetli, granüler strüktür; kuru çok sert, nemli çok sıkı, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; yağın, ince ve orta, saçak kökleri; taş yok; çok fazla kireçli; dalgalı belirgin sınır.
A2	22-60	Koyu gri 10 YR 4/1 (Nemli); killi tın; orta ve iri, kuvvetli, granüler strüktür; kuru çok sert, nemli çok sıkı, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; orta saçak kökleri; çok kireçli; derinlikle nemlilik artmakta; taş yok; dalgalı geçişli sınır.
Cg1	60-78	Gri 10 YR 5/1 (Nemli); killi tın; kuru çok sert, nemli çok sıkı, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; çok az saçak kökleri; çok kireçli; dalgalı, belirgin sınır; masif; 60 cm de taban suyu.
Cg2	78+	Koyu gri 10 YR 4/1 (Nemli); kil; kuru çok sert, nemli çok sıkı, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; masif; taban suyu.

Şekil 3. Alata Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 3. Morphological properties and profile appearance of the Alata Series soils

Tablo 2. Alata Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
 Table 2. Physical and chemical analysis results of the Alata Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)
						Na	K	Ca	Mg				
Ap	0-22	7.77	0.668	50.58	3.94	0.27	0.36	15.88	3.47	19.50	0.28	6.8	0.55
A2	22-60	8.01	0.611	51.60	2.31	0.36	0.16	14.66	4.40	19.03	0.22	1.6	0.30
Cg1	60-78	8.04	0.651	55.58	1.06	0.36	0.25	15.59	4.21	19.93	0.11	1.6	0.25
Cg2	78+	8.09	0.495	57.06	0.93	0.26	0.27	16.22	2.95	19.18	0.06	1.4	0.23
Renk				Bünye (%)									
Kuru-Nemli	Kil		Kum	Silt	Saturasyon (%)	Sınıf		Tarla kapasitesi (%)		Solma noktası (%)			Yarıyıtlı su (%)
Ap	10 YR 5/2 10 YR 4/2	33.52	40.46	26.02	61.4	CL		36.13		24.08			12.04
A2	10 YR 2/2	39.54	36.46	24.00	69.3	CL		38.06		25.86			12.20
Cg1	10 YR 5/1	37.51	40.46	22.03	68.6	CL		37.31		26.36			10.94
Cg2	10 YR 4/1	41.54	36.46	22.00	70.2	C		34.89		24.90			9.98

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, CL: Kil ün, C: Kil

olumsuz bir özellik taşımaktadır. Çünkü bu ortam, bitki köklerinin hava almaması nedeniyle kök çürüklüğüne neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra yüksek kil içeriği suyun hareketini engelleyebilmekte ve kök gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu tür topraklar, drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi ve taban suyu seviyesinin kontrol altına alınması durumunda, limon yetiştiriciliği için uygun hale getirilebilir.

3.1.2. Kargıcak Serisi

Bu topraklar, A/C/R horizonuna sahip olup, kireç taşı üzerinde gelişmiş, toprak derinliğinin yeterli olduğu alanlarda limon yetiştiriciliğine uygun sığ topraklardır. Toprağın pH değeri (profil boyunca 8.00-8.10 arasında), turunçgil bitkilerinin gelişimi için çok sorun olmamakla birlikte; bitkinin

hafif asidik koşullara olan uyumu da dikkate alındığında, asit karakterli gübrelerin kullanılması tavsiye edilir. Toprağın organik madde içeriği (% 2.14-2.15), limonun yetiştiriciliği için ideal seviyeyi karşılayacak düzeydedir (Şekil 4 ve Tablo 3). Topraklarda tuzluluk sorunu bulunmamakla birlikte, erozyon da görülmemektedir. Toprağın tınlı yapısı, suyun etkin bir şekilde tutulmasını sağlayarak kök çürümesini engellemektedir. Toprak verimliliği açısından iyi durumda olan bu seriye ait toprakların, genel olarak limon yetiştiriciliği için elverişli olduğunu söylemek mümkündür. Bu toprak serisindeki limon yetiştiriciliği sınırlandıran en önemli unsur toprak derinliğinin belirli alanlarda az olmasıdır. Bu nedenle, toprak derinliğinin yeterli olduğu alanlarda bahçe tesis edilmesi önerilmektedir.

Horizon	Derinlik	Tanımlama
A	0-21	Kahverengi 10 YR 4/3 (Kuru), kahverengi 10 YR 3/2 (Nemli); tın; orta ve iri, kuvvetli, granüler strüktür; kuru dağılgan, nemli gevşek, yaş iken az yapışkan ve plastik; yoğun ince, saçak kökler; küçük boyutta çok taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınır.
Ck	21-31	Koyu sarımsı kahverengi 10 YR 4/4 (Nemli); tın; kuru hafif sert, nemli sıkı, yaş iken yapışkan ve plastik; yoğun saçak kökler; çok taşlı; çok fazla kireçli; düz dalgalı sınır; masif.

Şekil 4. Kargıcak Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 4. Morphological properties and profile appearance of the Kargıcak Series soils

3.1.3. Menderes Serisi

Bu topraklar, kireçli ana materyal üzerinde gelişmiş olup, profil boyunca toprağın pH değeri 7.61 ile 8.28 arasında değişim göstererek alkali özellik taşımaktadır. Toprağın pH değerinin limon yetiştiriciliği için arzu edilen optimum seviyeden yüksek olması nedeniyle, gübreleme programlarında asidik gübrelerin yer verilmesi önerilir. Yüzeysel toprağın organik madde içeriği % 3.88 iken, derinlik arttıkça % 0.51'e düşmektedir (Tablo 4 ve Şekil 5). Bu nedenle söz konusu toprağın organik madde içeriğinin artırılması toprak verimliliğinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Taşlı yüzeysel toprağı (Şekil 5), bitkinin kök gelişimini zorlaştırabilir; bu nedenle, bu seriye ait tarlanın taşlardan temizlenmesinin yararlı

olacağı düşünülmektedir. Tuzluluk ve erozyon sorunu olmayan bu topraklar, limon yetiştiriciliği için genelde uygun olmakla birlikte uygun toprak yönetim sistemleri ile toprakların daha verimli olması sağlanabilir.

3.1.4. Ahpaçbahşiş Serisi

Bu seri toprakları, killi tınlı ve tınlı bünyeli olup, orta derinliktedir. Toprağın profil boyunca pH değeri 7.45 ile 8.16 arasında değişmektedir. Limon bitkisi hafif asidik pH ortamını tercih ederken, bu topraklar hafif alkali bir yapıya sahiptir. Bu durum, limon yetiştiriciliği için uygun olmayan bir ortam yaratabilir. Ancak, toprak pH'sını düşürmek için amonyum sülfat gibi asidik gübreler veya kükürt kullanılarak bu sorun giderilebilir. Zira limon,

Tablo 3. Kargıcak Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 3. Physical and chemical analysis results of the Kargıcak Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)			Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)	
						Na	K	Ca				
A	0-21	8.00	0.252	27.10	2.15	0.08	0.10	21.34	3.63	25.2	8.7	0.35
Ck	21-31	8.10	0.498	50.03	2.14	0.13	0.20	22.73	4.44	27.7	3.7	0.33
	Renk	Bünye (%)										
	Kuru-Nemli	Kil	Kum	Silt	Saturasyon (%)	Tarla kapasitesi (%)			Solma noktası (%)	Yarayışlı su (%)		
A	10 YR 4/3 10 YR 3/2	23.54	48.46	28.00	36.3	L	13.84			9.77	4.07	
Ck	10 YR 5/3 10 YR 4/4	25.52	44.46	30.02	45.1	L	25.65			17.07	8.58	

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, L: Tm

Tablo 4. Menderes Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 4. Physical and chemical analysis results of the Menderes Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)			Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)		
						Na	K	Ca					
A	0-17	7.61	0.595	41.76	3.88	0.34	1.04	25.51	2.26	29.34	0.22	52.5	0.79
Bw	17-30	8.06	0.286	41.21	1.09	0.26	0.73	23.05	2.30	27.18	0.11	4.5	0.32
Bk	30-51	8.11	0.22	48.53	0.83	0.12	0.29	23.14	1.45	25.01	0.09	4.3	0.30
Ck	51-71	8.28	0.399	53.97	0.51	0.15	0.4	22.54	2.27	25.08	0.05	2.6	0.30
	Renk	Bünye (%)											
	Kuru-Nemli	Kil	Kum	Silt	Saturasyon (%)	Tarla kapasitesi (%)			Solma noktası (%)	Yarayışlı su (%)			
A	10 YR 5/2 10 YR 4/2	25.44	40.46	34.10	49.4	L	28.15			18.29	9.86		
Bw	10 YR 5/2 10 YR 4/2	25.54	46.46	28.00	45.1	L	22.51			13.69	8.82		
Bk	10 YR 6/4 10 YR 6/3	21.52	50.46	28.02	36.3	L	22.36			11.35	11.01		
Ck	10 YR 7/3 10 YR 6/3	23.38	50.46	26.16	42.9	SCL	22.30			13.76	8.54		

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, L: Tm, SCL: Kumlu kil tın

Horizon	Derinlik	Tanımlama
A	0-17	Grimsi kahverengi 10 YR 5/2 (Kuru), koyu grimsi kahverengi 10 YR 4/2 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba granüler strüktür; kuru çok sert, nemli gevşek, yaş iken yapışkan ve plastik; ince, seyrek, saçak kökleri; çok taşlı; çok fazla kireçli; kesin düz sınıır.
Bw	17-30	Grimsi kahverengi 10 YR 5/2 (Kuru), koyu grimsi kahverengi 10 YR 4/2 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba granüler ve yarı köşeli blok strüktür; kuru çok sert, nemli gevşek, yaş iken yapışkan ve plastik; ince, seyrek, saçak kökleri; çok fazla kireçli; orta taşlı; belirli düz sınıır.
Bk	30-51	Açık sarımsı kahverengi 10 YR 6/4 (Kuru), soluk kahverengi 10 YR 6/3 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba yarı köşeli blok strüktür; kuru hafif sert, nemli çok gevşek, yaş iken az yapışkan ve plastik değil; ince, seyrek, saçak kökleri; çok fazla kireçli; orta taşlı; dalgalı geçişli sınıır.
Ck	51-71	Çok soluk kahverengi 10 YR 7/3 (Kuru), soluk kahverengi 10 YR 6/3 (Nemli); kumlu killi tın; kuru hafif sert, nemli gevşek, yaş iken az yapışkan ve plastik; yoğun kireç paketleri ve miselleri; az taşlı; dalgalı belirgin sınıır; masif.

Şekil 5. Menderes Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 5. Morphological properties and profile appearance of the Menderes Series soils

optimum koşullarda yetiştirilmesi için ortam reaksiyonunun nötr ve hafif alkali olmasını ister (Demir, 2020). Yüzey toprağının organik madde içeriği % 2.94 iken, derinlik arttıkça % 0.67'e düşmektedir (Şekil 6 ve Tablo 5). Limon bitkisi, organik madde içeriği yüksek olan topraklarda daha iyi gelişmektedir; bu nedenle, bu seri topraklarına organik materyallerin ilave edilmesi gerekebilir.

Topraklar, tuzluluk ve erozyon açısından sorun teşkil etmemektedir. Bu durum, limon yetiştiriciliği için avantaj sağlamaktadır. Genel olarak, bu topraklar limon yetiştiriciliği için uygun toprak yönetimi ile verimli hale getirilebilir. pH, organik madde içeriği ve taşlılık gibi faktörler dikkate alınarak gerekli iyileştirmeler yapıldığında, topraklar limon yetiştiriciliği için uygun bir ortam sunmaktadır.

Horizon	Derinlik	Tanımlama
Ap	0-26	Grimsi kahve 10 YR 5/2 (Kuru), koyu grimsi kahve 10 YR 4/2 (Nemli); killi tın; kuvvetli ve küçük, orta kaba granüler ve yarı köşeli blok strüktür; kuru sert, nemli dağılgan, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; orta, seyrek, saçak kökleri; taş yok; çok fazla kireçli; belirli düz sınıır.
Bw ₁	26-45	Kahverengi 10 YR 4/3 (Kuru), koyu kahverengi 10 YR 3/3 (Nemli); tın; kuvvetli ve küçük, orta kaba granüler ve yarı köşeli blok strüktür; kuru sert, nemli gevşek, yaş iken az yapışkan ve plastik; orta, seyrek, saçak kökleri; çok fazla kireçli; taş yok; belirli düz sınıır.
Bw ₂	45-65	Koyu sarımsı kahve 10 YR 4/4 (Kuru), koyu sarımsı kahve 10 YR 3/4 (Nemli); tın; kuvvetli ve orta kaba granüler ve yarı köşeli blok strüktür; kuru sert, nemli sıkı, yaş iken yapışkan ve plastik; renk B oluşumu (rubefikasyon); orta, seyrek, saçak kökleri; çok fazla kireçli; taş yok; sınıır yok.
C	65+	Sarımsı kırmızı 5 YR 4/6 (Kuru), sarımsı kırmızı 5 YR 4/6 (Nemli); tın; kuru çok sert, nemli sıkı, yaş iken az yapışkan ve plastik; çok fazla kireçli; taş yok; masif.

Şekil 6. Ahpaçbahşiş Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 6. Morphological properties and profile appearance of the Ahpaçbahşiş Series soils

Tablo 5. Ahpaçbahşiş Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
 Table 5. Physical and chemical analysis results of the Ahpaçbahşiş Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)																																																																																														
						Na	K	Ca	Mg																																																																																																		
Ap	0-26	7.45	0.911	43.02	2.94	0.38	0.98	24.26	3.72	29.34	0.24	71.0	0.63																																																																																														
Bw ₁	26-45	8.06	0.406	49.80	1.11	0.29	0.65	23.83	3.12	27.95	0.14	39.5	0.31																																																																																														
Bw ₂	45-65	8.10	0.273	51.21	0.85	0.33	0.70	23.64	3.08	27.75	0.08	38.5	0.31																																																																																														
C	65+	8.16	0.263	53.10	0.67	0.33	0.81	23.04	3.47	27.65	0.05	29.0	0.28																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Renk</th> <th colspan="3">Bünye (%)</th> <th rowspan="2">Silt</th> <th rowspan="2">Saturasyon (%)</th> <th rowspan="2">Sınıf</th> <th rowspan="2">Tarla kapasitesi (%)</th> <th rowspan="2">Solma noktası (%)</th> <th rowspan="2">Yarayışlı su (%)</th> </tr> <tr> <th>Kil</th> <th>Kum</th> <th>Silt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kuru-Nemli</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 YR 5/2</td> <td>33.50</td> <td>40.46</td> <td>26.04</td> <td>59.8</td> <td>CL</td> <td>32.47</td> <td>23.52</td> <td>8.95</td> </tr> <tr> <td>10 YR 4/2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 YR 4/3</td> <td>25.52</td> <td>44.36</td> <td>30.12</td> <td>45.1</td> <td>L</td> <td>28.10</td> <td>15.50</td> <td>12.60</td> </tr> <tr> <td>10 YR 3/3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 YR 4/4</td> <td>25.54</td> <td>46.46</td> <td>28.00</td> <td>42.2</td> <td>L</td> <td>28.04</td> <td>16.57</td> <td>11.47</td> </tr> <tr> <td>10 YR 3/4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 YR 4/6</td> <td>23.54</td> <td>44.40</td> <td>32.06</td> <td>38.5</td> <td>L</td> <td>25.25</td> <td>14.80</td> <td>10.45</td> </tr> <tr> <td>5 YR 4/6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Renk	Bünye (%)			Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Yarayışlı su (%)	Kil	Kum	Silt	Kuru-Nemli										10 YR 5/2	33.50	40.46	26.04	59.8	CL	32.47	23.52	8.95	10 YR 4/2									10 YR 4/3	25.52	44.36	30.12	45.1	L	28.10	15.50	12.60	10 YR 3/3									10 YR 4/4	25.54	46.46	28.00	42.2	L	28.04	16.57	11.47	10 YR 3/4									5 YR 4/6	23.54	44.40	32.06	38.5	L	25.25	14.80	10.45	5 YR 4/6								
Renk	Bünye (%)			Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Yarayışlı su (%)																																																																																																		
	Kil	Kum	Silt																																																																																																								
Kuru-Nemli																																																																																																											
10 YR 5/2	33.50	40.46	26.04	59.8	CL	32.47	23.52	8.95																																																																																																			
10 YR 4/2																																																																																																											
10 YR 4/3	25.52	44.36	30.12	45.1	L	28.10	15.50	12.60																																																																																																			
10 YR 3/3																																																																																																											
10 YR 4/4	25.54	46.46	28.00	42.2	L	28.04	16.57	11.47																																																																																																			
10 YR 3/4																																																																																																											
5 YR 4/6	23.54	44.40	32.06	38.5	L	25.25	14.80	10.45																																																																																																			
5 YR 4/6																																																																																																											

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, CL: Kil ün, L: Tın

3.1.5. Zeytinlik Serisi

Bu seri toprakları, marn ana materyali üzerinde oluşmuş olup, profil boyunca tınlı bir bünyeye sahiptir. Toprakta derinlik arttıkça kireç içeriği ile birlikte pH değeri de artış göstermektedir (7.66-8.11); bu durum, hafif alkali bir ortam oluşturmaktadır. Limon yetiştiriciliği için ideal pH değeri 5.5 ile 7.5 arasında olduğu için, bu toprakların pH'sı limon bitkisi için biraz yüksek olup, pH'nın düşürülmesi için asidik karakterli gübrelerin kullanılması önerilmektedir. Yüzeysel toprağın organik madde içeriği % 1.50 iken, derinlere indikçe bu oran % 0.09'a kadar düşmektedir (Şekil 7 ve Tablo 6). Limon bitkisi için organik madde içeriği önemli olduğundan, toprağa organik gübreler veya kompost eklenmesi önemlidir. Topraklarda tuzluluk açısından sorun bulunmamaktadır. Bu durum, limon yetiştiriciliği için uygun bir ortam sağlamaktadır. Ancak, pH'nın yüksek ve organik madde içeriğinin düşük olması nedeniyle limon bitkilerinin sağlıklı büyümesi için uygun toprak yönetimi gerekmektedir. Ayrıca, bu seri topraklarının yer aldığı eğimin fazla olduğu yamaç ve etek arazilerde erozyon riski olduğundan erozyona karşı önlemler de alınmalıdır.

3.1.6. Barbaros Serisi

Bu seri toprakları, sert kireç taşı üzerinde gelişmiş olup, tınlı ve killi tınlı bir bünyeye sahiptir. Profil boyunca pH değeri 7.55 ile 7.69 arasında değişen bu topraklar, hafif alkali özellik

göstermektedir. Bu nedenle toprakta pH'nın düşürülmesi limon yetiştiriciliği açısından daha uygun bir ortam sağlayacaktır. Yüzeysel toprağın organik madde içeriği % 2.66 iken, alt katmanlara doğru inildikçe bu oran % 1.91'e düşmektedir (Tablo 7 ve Şekil 8). Bu durum, toprakta organik madde eksikliği olduğunu ve bu nedenle toprağa organik madde ilave edilmesi gerektiğini göstermektedir. Topraklar, tuzluluk açısından sorun teşkil etmemektedir; ancak, eğimli yamaçlarda erozyon riski bulunabilmektedir. Bu topraklar, genel olarak organik madde ilavesi ve pH düzenlemeleri ile limon yetiştiriciliği için daha uygun ve verimli hale getirilebilir.

3.1.7. Eskiköy Serisi

Bu seri toprakları, kireçli ana materyal üzerinde, farklı eğimlere sahip yamaç ve etek arazilerde gelişmiştir. Yüzeysel 49 cm'den sonra tekstürel ve morfolojik değişimler görülmekte ve bu derinlikten sonra gömü toprağı oluşmaktadır. Yüzeysel tınlı, alt katmanlarda ise killi tınlı yapıya sahip bu topraklar, özellikle 59 cm'den sonra yüksek oranda kireç içermektedir (% 66) (Şekil 9 ve Tablo 8). Tuzluluk açısından sorunu bulunmayan toprakların, eğimli alanlarda erozyon riski söz konusu olabilir. Bu topraklarda, limon yetiştiriciliği için, toprak pH'sının düşürülmesi ve toprağa organik madde ilavesi gerekebilir. Ayrıca, erozyon riski bulunan alanlarda mutlaka toprak koruma önlemleri alınmalıdır.

Horizon	Derinlik	Tanımlama
Ap	0-10	Açık gri 10 YR 7/2 (Kuru), çok soluk kahverengi 10 YR 7/3 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba granüler strüktür; kuru dağılgan, nemli dağılgan, yaş iken yapışkan ve plastik; orta, ince, saçak kökleri; orta taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınırlar.
Ac	10-23	Açık gri 10 YR 7/2 (Kuru), çok soluk kahverengi 10 YR 7/3 (Nemli); tın; zayıf, orta kaba granüler strüktür; kuru dağılgan, nemli dağılgan, yaş iken az yapışkan ve plastik; orta, ince, saçak kökleri; orta taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınırlar.
C	23+	Çok soluk kahverengi 10 YR 8/3 (Kuru), çok soluk (uçuk) kahverengi 10 YR 7/3 (Nemli); tın; kuru dağılgan, nemli çok gevşek, yaş iken yapışkan ve plastik; çok taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınırlar, masif.

Şekil 7. Zeytinlik Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 7. Morphological properties and profile appearance of the Zeytinlik Series soils

Tablo 6. Zeytinlik Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 6. Physical and chemical analysis results of the Zeytinlik Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)
						Na	K	Ca	Mg				
Ap	0-10	7.66	0.518	73.59	1.50	0.15	19.25	1.65	22.42	0.11	27.5	0.45	
Ac	10-23	8.09	0.244	75.96	0.20	0.06	19.6	1.66	22.18	0.06	13.5	0.25	
C	23+	8.11	0.250	78.16	0.09	0.05	17.24	4.26	22.17	0.03	5.2	0.27	
	Renk	Bünye (%)											
	Kuru-Nemli	Kil	Kum	Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)				Solma noktası (%)	Yarıyışlı su (%)	
Ap	10 YR 7/2 10 YR 7/3	23.42	46.46	30.12	42.0	L	21.52				9.95	11.57	
Ac	10 YR 7/2 10 YR 7/3	25.54	44.40	30.06	41.8	L	21.80				9.61	12.19	
C	10 YR 8/3 10 YR 7/3	25.54	42.46	32.00	46.2	L	22.18				9.92	12.26	

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, L: Tm

Tablo 7. Barbaros Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 7. Physical and chemical analysis results of the Barbaros Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)
						Na	K	Ca	Mg				
Ap	0-17	7.55	0.635	31.83	2.66	0.47	18.56	4.58	25.72	0.17	60.5	1.45	
Bw	17-34	7.69	0.51	27.06	1.91	0.31	20.88	4.64	26.88	0.12	55.5	0.94	
R	34+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Renk	Bünye (%)											
	Kuru-Nemli	Kil	Kum	Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)				Solma noktası (%)	Yarıyışlı su (%)	
Ap	5 YR 4/4 5 YR 4/3	25.54	38.33	36.13	49.2	L	33.06				21.56	11.50	
Bw	2.5 YR 4/6 2.5 YR 4/4	31.54	38.46	30.00	65.3	CL	38.80				26.25	12.55	

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, L: Tm, CL: Kil tın

Horizon	Derinlik	Tanımlama
Ap	0-17	Kırmızımsı kahverengi 5 YR 4/4 (Kuru), kırmızımsı kahverengi 5 YR 4/3 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba granüler strüktür; kuru yumuşak, nemli gevşek, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; kaba, seyrek saçak kökleri; orta taşlı; çok fazla kireçli; geçişli dalgalı sınırlar.
Bw	17-34	Kırmızı 2.5 YR 4/6 (Kuru), kırmızımsı kahverengi 2.5 YR 4/4 (Nemli); killi tın; kuvvetli, küçük ve orta kaba granüler ve yarı köşeli blok strüktür; kuru hafif sert, nemli gevşek, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; renk B oluşumu (rubefikasyon) seyrek, kaba, saçak kökleri; çok taşlı ve çakıllı; çok fazla kireçli; dalgalı sınırlar.
R	34+	Kireç taşı

Şekil 8. Barbaros Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 8. Morphological properties and profile appearance of the Babaros Series soils

Horizon	Derinlik	Tanımlama
Ap	0-16	Sarımsı kahverengi 10 YR 5/4 (Kuru), koyu sarımsı kahverengi 10 YR 4/4 (Nemli); tın; orta kuvvetli ve kaba granüler strüktür; kuru dağılgan, nemli sıkı, yaş iken yapışkan ve plastik; yaygın, orta ve ince, saçak kökleri; çok taşlı; çok fazla kireçli; kesin düz sınırlar.
C ₁	16-29	Hafif kırmızı 10 YR 4/2 (Kuru), hafif kırmızı 10 YR 4/3 (Nemli); tın; kuru hafif sert, nemli gevşek, yaş iken yapışkan ve plastik; yaygın, orta ve ince, saçak kökleri; çok taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınırlar; masif.
C ₂	29-49	Soluk kahverengi 10 YR 6/3 (Kuru), açık kahverengimsi gri 10 YR 6/2 (Nemli); killi tın; kuru dağılgan, nemli gevşek, yaş iken çok yapışkan ve çok plastik; yaygın, orta ve ince, saçak kökleri; çok taşlı; çok fazla kireçli; belirli dalgalı sınırlar; masif.
2Ab	49-59	Kahverengi 10 YR 4/3 (Kuru), koyu kahverengi 10 YR 3/3 (Nemli); killi tın; kuvvetli ve orta kaba granüler strüktür; kuru hafif sert, nemli gevşek, yaş iken yapışkan ve plastik; yaygın, orta ve ince, saçak kökleri; çok taşlı; çok fazla kireçli; kesin dalgalı sınırlar.
2C	59+	Açık gri 10 YR 7/2 (Kuru), çok soluk kahverengi 10 YR 8/2 (Nemli); tın; kuru sert, nemli çok gevşek, yaş iken az yapışkan ve plastik değil; yaygın, ince, saçak kökleri; yoğun kireç taşları; çok fazla kireçli; çok taşlı; belirli dalgalı sınırlar; masif.

Şekil 9. Eskiköy Serisi topraklarının morfolojik özellikleri ve profil görünümü
Figure 9. Morphological properties and profile appearance of the Eskiköy Series soils

Tablo 8. Eskiiköy Serisi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
 Table 8. Physical and chemical analysis results of the Eskiiköy Series

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	OM (%)	Değişebilir katyonlar (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	Toplam N (%)	P (mg kg ⁻¹)	Bor (mg kg ⁻¹)																																																															
						Na	K	Ca	Mg																																																																			
Ap	0-16	7.57	0.763	29.47	2.87	0.45	1.34	20.03	6.65	28.99	0.22	57.5	1.27																																																															
C ₁	16-29	7.84	0.724	41.29	1.78	0.58	1.48	17.49	8.35	28.13	0.11	46.5	1.09																																																															
C ₂	29-49	8.17	0.421	58.62	0.44	0.29	0.62	13.34	4.45	19.04	0.04	3.8	0.74																																																															
2Ab	49-59	7.94	0.712	27.42	1.16	0.99	1.55	18.44	8.79	29.77	0.06	7.3	0.82																																																															
2C	59+	8.11	0.473	66.19	0.57	0.25	0.27	14.99	3.24	18.87	0.05	4.1	0.79																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Renk</th> <th colspan="3">Bünye (%)</th> <th rowspan="2">Silt</th> <th rowspan="2">Saturasyon (%)</th> <th rowspan="2">Sınıf</th> <th rowspan="2">Tarla kapasitesi (%)</th> <th rowspan="2">Solma noktası (%)</th> <th rowspan="2">Yarıyışlı su (%)</th> </tr> <tr> <th>Kuru-Nemli</th> <th>Kil</th> <th>Kum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ap</td> <td>10 YR 5/4</td> <td>25.54</td> <td>40.40</td> <td>34.06</td> <td>L</td> <td>48.2</td> <td>27.52</td> <td>19.50</td> <td>8.02</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td>10 YR 4/2</td> <td>23.42</td> <td>42.46</td> <td>34.12</td> <td>L</td> <td>49.8</td> <td>30.06</td> <td>18.88</td> <td>11.18</td> </tr> <tr> <td>C₂</td> <td>10 YR 6/3</td> <td>31.54</td> <td>40.46</td> <td>28.00</td> <td>CL</td> <td>57.2</td> <td>24.50</td> <td>12.50</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td>2Ab</td> <td>10 YR 4/3</td> <td>33.53</td> <td>36.32</td> <td>30.15</td> <td>CL</td> <td>69.3</td> <td>37.66</td> <td>24.32</td> <td>13.34</td> </tr> <tr> <td>2C</td> <td>10 YR 7/2</td> <td>23.54</td> <td>40.36</td> <td>36.10</td> <td>L</td> <td>44</td> <td>24.19</td> <td>10.93</td> <td>13.26</td> </tr> </tbody> </table>														Renk	Bünye (%)			Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Yarıyışlı su (%)	Kuru-Nemli	Kil	Kum	Ap	10 YR 5/4	25.54	40.40	34.06	L	48.2	27.52	19.50	8.02	C ₁	10 YR 4/2	23.42	42.46	34.12	L	49.8	30.06	18.88	11.18	C ₂	10 YR 6/3	31.54	40.46	28.00	CL	57.2	24.50	12.50	12.00	2Ab	10 YR 4/3	33.53	36.32	30.15	CL	69.3	37.66	24.32	13.34	2C	10 YR 7/2	23.54	40.36	36.10	L	44	24.19	10.93	13.26
Renk	Bünye (%)			Silt	Saturasyon (%)	Sınıf	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Yarıyışlı su (%)																																																																			
	Kuru-Nemli	Kil	Kum																																																																									
Ap	10 YR 5/4	25.54	40.40	34.06	L	48.2	27.52	19.50	8.02																																																																			
C ₁	10 YR 4/2	23.42	42.46	34.12	L	49.8	30.06	18.88	11.18																																																																			
C ₂	10 YR 6/3	31.54	40.46	28.00	CL	57.2	24.50	12.50	12.00																																																																			
2Ab	10 YR 4/3	33.53	36.32	30.15	CL	69.3	37.66	24.32	13.34																																																																			
2C	10 YR 7/2	23.54	40.36	36.10	L	44	24.19	10.93	13.26																																																																			

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, N: Azot, P: Fosfor, L: Tın, CL: Kil tın

3.2. Çalışma alanı topraklarının Toprak Taksonomisi ve FAO/WRB'e göre sınıflandırılması

Çalışma alanındaki topraklar, morfolojik gözlemler ve laboratuvar analizlerine dayanarak, Toprak Taksonomisi (Anonymous, 2014a)'ne göre 3 ordo, 4 altordo, 4 büyük grup ve 7 alt grup olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 9). Toprakların nem rejimleri *xeric*, sıcaklık rejimleri ise *mesic* olup, topraklar Entisol, Inceptisol ve Mollisol ordolarına yerleştirilmiştir. Çalışma alanında en yaygın ordo % 46.5 ile Entisol, ardından % 28.2 ile Inceptisol ve % 25.3 ile Mollisol toprakları gelmektedir. FAO/WRB (Anonymous, 2014b) sınıflandırmasına göre ise topraklar Fulvisol, Cambisol, Phaeozem ve Regosol olarak tanımlanmıştır (Tablo 9).

Alata Serisi, genç ve yüzey altı tanı horizonları oluşmamış topraklar olup, Entisol ordosunda yer almaktadır. Bu topraklar fluventik özellik gösterdiğinden Fluvent alt ordosuna, büyük grup düzeyinde Xerofluvent ve 100 cm derinlik içerisinde taban suyu bulunması nedeniyle de Aquic Xerofluvent alt grubuna yerleştirilmiştir. FAO/WRB sistemine göre ise Gleyic Fluvisol olarak sınıflandırılmıştır. Eskiköy ve Zeytinlik serileri, erozyon nedeniyle horizon oluşumunun engellenmesi ve yeterli pedogenetik sürecin olmaması nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. Her iki seri de Xerorthent büyük grubuna, Eskiköy serisi Typic Xerorthent alt

grubuna, Zeytinlik serisi ise Lithic Xerorthent alt grubuna yerleştirilmiştir. FAO/WRB sistemine göre, her iki seri de Calcaric Regosol olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 9).

Menderes, Arpaçbahşiş ve Barbaros serileri cambik yüzey altı tanı horizon oluşumu nedeniyle Entisol ordolarından daha ileri düzeyde bir toprak oluşum süreci içerisinde olup, Inceptisol ordosunda; *xeric* nem rejimi nedeniyle, Xerept alt ordosuna sınıflandırılmışlardır. Menderes serisi 100 cm derinlik içerisinde bir calcic horizon içermesi nedeniyle Typic Calcixerept alt grubunda, Barbaros ve Arpaçbahşiş serileri ise Haploxerept büyük grubunda olmalarına karşın, Barbaros serisi 50 cm derinlik içerisinde bir lithic kontak içermesinden dolayı Lithic Haploxerept alt grubunda sınıflandırılırken, Arpaçbahşiş seri ise büyük grubun tüm özelliklerini içermeleri nedeniyle Typic Haploxerept alt grupta sınıflandırılmışlardır. FAO/WRB sistemine göre ise Menderes, Barbaros ve Arpaçbahşiş serileri sırasıyla Calcaric Cambisol, Chromic Cambisol ve Eutric Cambisol şeklinde sınıflandırılmışlardır (Tablo 9).

Kargıcak Serisi ise, mollic horizon içermesi ile Mollisol ordosuna ve *xeric* nem rejimi nedeniyle Xeroll alt ordosuna yerleştirilmiştir. Sekonder kireç birikimleri nedeniyle de Calcixeroll büyük grubuna ve Lithic Calcixeroll alt grubuna yerleştirilmiştir. FAO/WRB sınıflamasına göre bu topraklar, Calcaric Phaeozem olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Çalışma alanı toprak serilerinin Toprak Taksonomisi (Anonymous, 2014a) ve FAO/WRB (Anonymous, 2014b)'ye göre sınıflandırılması

Table 9. Classification of the soil series in the study area according to Soil Taxonomy (Anonymous, 2014a) and FAO/WRB (Anonymous, 2014b)

Profil no	Seri adı	Toprak Taksonomisi				FAO/WRB
		Ordo	Alt Ordo	Büyük Grup	Alt Grup	
1	Alata	Entisol	Fluvent	Xerofluvent	Aquic Xerofluvent	Gleyic Fulvisol
2	Kargıcak	Mollisol	Xeroll	Calcixeroll	Lithic Calcixeroll	Calcaric Phaeozem
3	Menderes	Inceptisol	Xerept	Calcixerept	Typic Calcixerept	Calcaric Cambisol
4-5	Arpaçbahşiş	Inceptisol	Xerept	Haploxerept	Typic Haploxerept	Eutric Cambisol
6	Zeytinlik	Entisol	Orthent	Xerorthent	Lithic Xerorthent	Calcaric Regosol
7	Barbaros	Inceptisol	Xerept	Haploxerept	Lithic Haploxerept	Chromic Cambisol
8	Eskiköy	Entisol	Orthent	Xerorthent	Typic Xerorthent	Calcaric Regosol

3.3. Havzaya ait temel toprak haritası ve veri tabanı

Toprakların dağılım alanlarının belirlenmesine yönelik üst toprak tekstürü, eğim, taşlılık, kireç içeriği ve derinlik özellikleri dikkate alınarak detaylı toprak haritası hazırlanmıştır. Ele alınan parametreler ve bunlara ait haritalama birimlerinin faz değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde açılan 8 toprak profilinden 2 tanesinin birbirine benzerlik göstermesi nedeniyle topraklar 7 seri ve 58 faz (Haritalama Birimi) altında sınıflandırılarak toprak haritası oluşturulmuştur. Faz sınırlarını gösteren toprak haritası Şekil 10'da sunulmuştur. Toprak serileri içerisinde benzerlik gösteren 4 ve 5 numaralı profiller Arpaçbaşı Serisi içerisinde sınıflandırılmıştır. Toprakların serilerinin konumsal dağılımını gösteren harita Şekil 10'da; serilerin sembolleri, alansal ve oransal dağılımları Tablo 11'de verilmiştir.

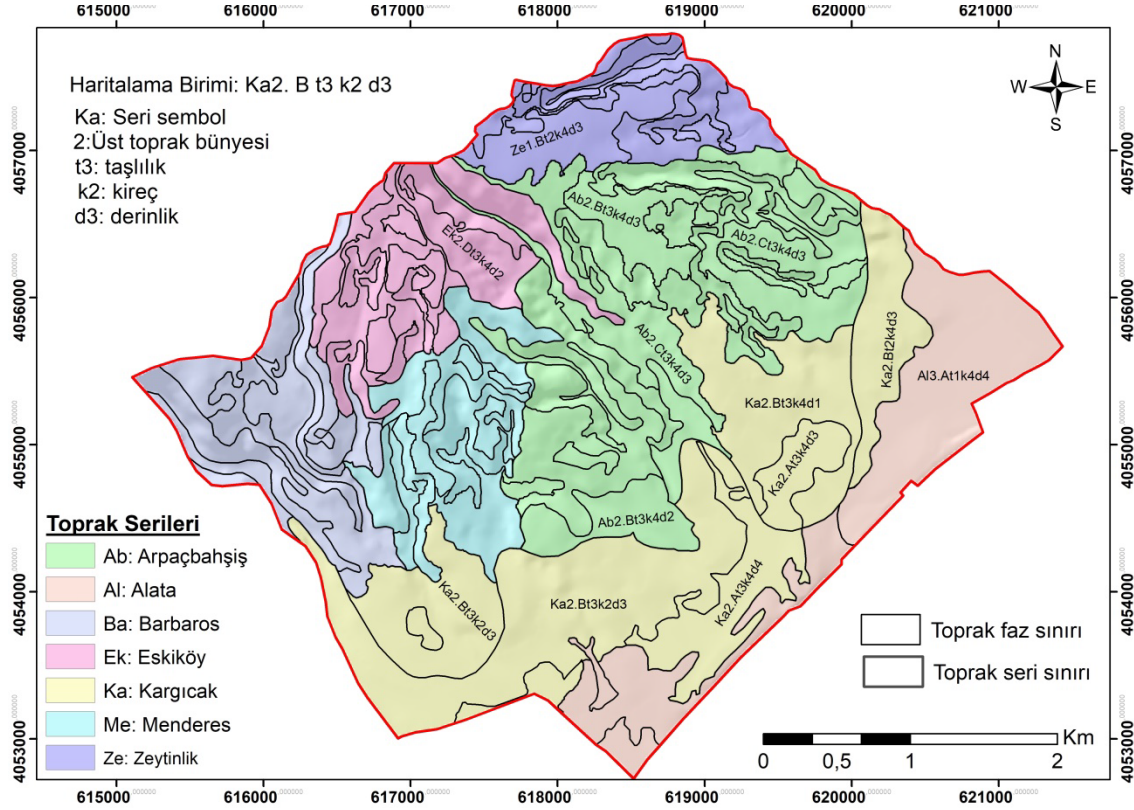
Toplam 1700.44 ha çalışma alanında Kargıcak (Ka) Serisi 27.92'lik oran ile 474.79 ha alan ile en fazla alanı kaplamaktadır. Bunun yanında

% 7.33'lük oran ile 124.71 ha alan kaplayan Zeytinlik (Ze) Serisi en düşük yayılım alanına sahiptir (Tablo 11). Çalışma alanının güney kesimlerinden başlayarak kuzeye doğru yayılım gösteren Kargıcak Serisi toprakları, limon yetiştiriciliği açısından uygundur. Bu alanlarda yetiştiriciliği sınırlandıran en önemli faktör ise toprak derinliğidir. Toprak derinliğinin fazla ve kireç içeriğinin nispeten düşük olduğu çalışma alanının batı kısmında Kargıcak Serisi içerisinde bulunan alan limon yetiştiriciliği açısından en uygun koşullara sahiptir. Limon yetiştiriciliği açısından en uygun olmayan alanlar, çalışma alanının orta kısmında yer alan Arpaçbaşı Serisi ile kuzeyde bulunan Zeytinlik Serisi'nin kuzey kesimlerinde ve güneyde bulunan Alata Serisi'nin kıyı şeridinde, toprakta taban suyu seviyesinin ve kil içeriğinin fazla olduğu bölgelerdir. Bu alanlarda, toprağın pH'sı, organik madde içeriği, derinliği ve taşlılık durumu limon bitkisinin sağlıklı gelişimi olumsuz etkilemektedir. Bu alanlarda, limon yetiştiriciliğinin verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi için, uygun toprak yönetim stratejilerinin titizlikle belirlenip uygulanması büyük önem arz etmektedir.

Tablo 10. Toprakların serilere ve fazlara ayrılmasında ele alınan parametreler ve sınır değerleri

Table 10. Parameters and threshold values considered in the subdivision of soils into series and phases

Üst toprak tekstürü sınıfları					
Sembol	Genel sınıflar	İkincil sınıflar	Tekstür fraksiyonu		Tekstür sınıfı
1	Killi topraklar (Ağır)	İnce tekstürlü	Kil	Siltli kil	C
			Kumlu kil		SiC
2	Tınlı topraklar (Orta)	Orta ince tekstürlü	Killi tın	Kumlu killi tın	CL
			Siltli killi tın		SCL
3	Tınlı topraklar (Orta)	Orta tekstürlü	Silt	Siltli tın	Si
			Tın		SiL
			Çok ince kumlu tın		L
4	Kumlu topraklar (Hafif)	Orta kaba tekstürlü	Kumlu tın	İnce kumlu tın	VFSL
					SL
5	Kumlu topraklar (Hafif)	Kaba tekstürlü	Tınlı kum		FSL
			Kum		LS
					S
Eğim			Kireç		
Eğim sınıfı	Eğim derecesi	Açıklaması	Sembol	Sınıfı	Derecesi (%)
A	0-2	Düz-düze yakın	k1	Kireçsiz	0-5
B	2-6	Hafif eğimli	k2	Az kireçli	5-10
C	6-12	Orta eğimli	k3	Orta kireçli	10-15
D	12-20	Dik eğimli	k4	Çok fazla kireçli	15-30
E	20-30	Çok dik eğimli	k5	Marn	30+
F	30+	Sarp			
Derinlik			Taşlılık		
Sembol	cm	Açıklaması	Sembol	Açıklaması	Derecesi (%)
d1	0-20	Çok sığ	t1	Taşsız-az taşlı	2-10
d2	20-50	Sığ derin	t2	Orta taşlı	10-50
d3	50-90	Orta derin	t3	Aşırı taşlı	50-90
d4	90+	Derin			



Şekil 10. Çalışma alanı temel toprak haritası
Figure 10. Basic soil map of the study area

Tablo 11. Çalışma alanı toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları
Table 11. Spatial and proportional distribution of the soil series in the study area

Seri adı	Sembol	Alan (ha)	Oran (%)
Alata	Al	190.65	11.21
Arpaçbahşiş	Ab	431.11	25.35
Barbaros	Ba	167.13	9.83
Eskiköy	Ek	167.28	9.84
Kargıcak	Ka	474.79	27.92
Menderes	Me	144.77	8.51
Zeytinlik	Ze	124.71	7.33
Toplam		1700.44	100.00

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanı toprakları, toprak özellikleri açısından detaylı bir şekilde incelenmiş, belirlenen farklı toprak serilerinin morfolojik özelliklerinin yanı sıra; toprakların tekstürü, pH değeri, organik madde, kireç içeriği ve tuzluluk düzeyi gibi önemli özellikleri göz önünde bulundurularak ve aynı zamanda hazırlanan alansal dağılım haritaları ile her bir serinin limon yetiştiriciliği açısından potansiyeli değerlendirilmiştir. Buna göre çalışma alanında yedi farklı toprak serisi tanımlanmış ve toprak sınıflama sistemlerine (Toprak taksonomisi ve FAO-WRB) göre sınıflandırılmıştır. Toplam çalışma alanının % 27.92'lik kısmını oluşturan Kargıcak Serisi en fazla yayılıma sahip toprak serisidir.

Genel olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular ile limon yetiştiriciliği için çalışma alanı içerisinde yer alan her bir toprak serilerine ait haritalama birimlerinde uygunluk gösteren alanlar olmasına karşın, bazı haritalama birimlerinde yer alan faz parametreleri (kireçlilik, toprak derinliği vb.) dikkate alındığında, çeşitli düzenlemeler ve iyileştirmelerle daha uygun hale getirilebileceği sonucuna varılmıştır. Bunlardan örneğin Alata Serisi'nde yer alan haritalama birimlerinde drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi, Barbaros, Eskiköy ve Zeytinlik Serisi topraklarında pH düzenlemeleri, organik madde takviyesi ve erozyon kontrolü gibi önlemler ve toprakta verimliliği artırılarak, başarılı bir limon yetiştiriciliği yapılmasını mümkün kılacaktır.

Etik Beyan

Yazarlar, bu araştırma için etik onay gerekmediğini beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/TSKAD/B/20/A9/P2/1612 nolu "Limon Yetiştiriciliği İçin Arazi Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi, Verim ve Kalite Değerleri İle Ekonomik Özelliklerinin İncelenmesi" isimli proje ile desteklenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Akça, E., Aydın, G., Bayramın, İ., Çullu, A., Dengiz, O., Dingil, M., Ekinci, H., Gündoğan, K., Kapur, S., Kılıç, Ş., Kurucu, Y., Sarı, M., Şenol, Ş., Özcan, H., Öztekin, M.E., Demirel, B.C., 2015. Toprak Etüt Haritalama El Kitabı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Alkan, Y., Uzun, G., 2016. Erdemli kenti mücavir alanı içinde ekolojik kapsamlı alan kullanımı üzerine bir araştırma. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(1): 35-50.
- Anonim, 2025. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Sayfalar/Detay.aspx?OgId=3&Liste=Slogan>), (Erişim Tarihi: 12.02.2025).
- Anonymous, 1993. Soil Survey Manual. USDA, Handbook No: 18, Washington D.C.
- Anonymous, 2014a. Keys to Soil Taxonomy. 12th Edition, USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington D.C.
- Anonymous, 2014b. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Reference Base for Soil Resources, Report No: 106, Rome, Italy.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 17, Samsun.
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis: Part 2. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 1372-1376.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43(9): 434-438.
- Dedeoğlu, M., Özaytekin, H., Başayığıt, L., 2020. Orta Anadolu Bölgesi aridisol topraklarının özellikleri ve arazi değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3): 419-429.
- Demir, G., 2020. Limon Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Antalya.
- Demirağ Turan, İ., Dengiz, O., Arslan, E., 2024. Mersin-Erdemli ilçesi limon bahçelerinin zamansal ve alansal değişimlerin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Agriculture Faculty*, 12(2): 240-252.
- Ergün F., Bayram B., 2023. Küresel iklim değişikliği ile tarımsal kuraklığın hayvancılık sektörüne etkisi ve hayvancılıkta su sürdürülebilirliği. Z. Dumlu Gül (Editör), *Tarımsal Üretimde Güncel Gelişmeler*, İksad Yayınevi, Ankara, s. 47-79.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- John, M.K., Chuah, H.H., Neufeld, J.H., 1975. Application of improved azomethine-h method to the determination of boron in soil and plants. *Analytical Letters*, 8(8): 559-568.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.
- Kadioğlu, M., Ünal, Y., İlhan, A., Yürük, C., 2017. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. (<https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf>), (Erişim Tarihi: 12.02.2025).
- Kaygısız, A., 2005. Narenciye Yetiştiriciliği (Yetiştiricilik ve Hastalıkları). Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Koca, H., 2011. Erdemli'de turuncuğil tarımının coğrafi esasları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 3(2): 305-336.
- Olsen, R.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, H.C., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular No. 939, US Government Printing Office, Washington DC.
- Pretty, J., 2005a. The Earthscan Reader in Sustainable Agriculture. London, UK: Earthscan.
- Pretty, J., 2005b. The Pesticide Detox. London, UK: Earthscan.
- Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. In: A.L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*, 2nd Ed., American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, p. 149-157.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Agriculture Hand Book 60: 159.
- Savitz, R., Gavriletea, M.D., 2019. Climate change and insurance. *Transformations in Business & Economics*, 18(1): 21-43.
- Streimikis, J., Baležentis, T., 2020. Agricultural sustainability assessment framework integrating

- sustainable development goals and interlinked priorities of environmental, climate and agriculture policies. *Sustainable Development*, 28(6): 1702-1712.
- Şahin, G., 2022. Türkiye limon yetiştiriciliğinin ziraat coğrafyası perspektifinde analizi. *Ahi Evran Akademi*, 3(2): 54-78.
- Topçu, P., 2012. Tarım arazilerinin korunması ve etkin kullanımına yönelik politikalar. Uzmanlık Tezi, Kalkınma Bakanlığı, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Yayın No: 2836, Ankara.
- Topuz, M., Karabulut M., 2016. Limonlu ve Alata havzalarının (Mersin-Erdemli) jeomorfometrik analizi. *Electronic Turkish Studies*, 11(2): 1231-1250.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yağanoğlu, A.M., Arslan, G., 2023. Yapay zekâ ve tarım alanında kullanımı. Z. Dumlu Gül (Editör), *Tarımsal Üretimde Güncel Gelişmeler*, İksad Yayınevi, Ankara, s. 241-262.
- Yiğini, Y., Ekinci, H., 2016. Bozcaada'nın uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak detaylı toprak etüdü ve toprak-iklim coğrafi konum özelliklerine göre bağcılığa yönelik arazi değerlendirmesi. 6. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016)*, 5-7 Ekim, Adana, s. 287-294.
- Zhu, J., Sun, X., He, Z., Zhao, M., 2019. Are SDGs suitable for China's sustainable development assessment? An application and amendment of the SDGs indicators in China. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 17(1): 25-38.

ALINTI: Arslan, E., Dengiz, O., Saygın, F., Tunçay, T., İmamoğlu, A., 2025. Sürdürülebilir Limon Yetiştiriciliği Tarımında Dijital Toprak Veri Tabanı ve Konumsal Dağılım Haritası Hazırlanması: Mersin-Erdemli İlçesi Örnek Bir Çalışma, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 12(1): 72-90.

CITATION: Arslan, E., Dengiz, O., Saygın, F., Tunçay, T., İmamoğlu, A., 2025. Preparation of Digital Soil Database and Spatial Distribution Map in Sustainable Lemon Cultivation: A Sample Study in Mersin-Erdemli District, Türkiye. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 12(1): 72-90. (In Turkish).