



Akdeniz ekosistem koşulları altında oluşmuş toprakların sınıflaması ve dağılımlarının belirlenmesi: Kemalpaşa Havzası örneği

Yunus Barış ODABAŞI¹, Gafur GÖZÜKARA², Bahar YALÇIN^{1*},
Orhan DENGİZ³

¹T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Öz

Bu çalışma, Gediz Havzası'nın Kemalpaşa Alt Havzası'ndaki toprakların haritalanması, sınıflandırılması ve özelliklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışma alanı, İzmir ve Manisa illeri sınırları içerisinde yer almakta olup, yaklaşık 673.5 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu havzada, Newhall simülasyon modeline göre toprak sıcaklık rejimi termic ve toprak nem rejimi ise xeric olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, 1:25.000 ölçekli topografik harita, uydu görüntüleri, jeolojik haritalar ve arazi gözlemleri kullanılarak 50 adet toprak profili tanımlanmış ve horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve verimlilik analizleri sonucunda elde edilen veriler, Toprak Taksonomisi ve Dünya Referans Sistemi (WRB) kullanılarak değerlendirilmiş ve topraklar sınıflandırılmıştır. Toprak Taksonomisine göre havzada 13 alt grup, WRB sistemine göre ise 7 referans toprak grubu belirlenmiştir. Haritalama çalışmaları sonucunda, havzanın %79.3'ünde Entisol, %11.3'ünde Alfisol iken toplam alanın yaklaşık %0.2'si ile de en az alan ise Vertisol'ler olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu detaylı sayısal toprak haritası ve toprak özellikleri bilgisi, havzanın toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve arazi kullanım planlamaları için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kemalpaşa Havzası, toprak etüt ve haritalama, toprak sınıflandırması.

Classification and distribution of soils formed under mediterranean ecosystem conditions: The case study; Kemalpaşa Basin

Abstract

The present study aims to map, classify, and determine the properties of soils in the Kemalpaşa sub-basin of the Gediz Basin. The study area is located within the boundaries of İzmir and Manisa provinces, covering an area of approximately 673.5 km². In the basin dominated by the Mediterranean climate, the soil temperature regime is identified as thermic, and the soil moisture regime as xeric according to the Newhall simulation model. In this study, a total of 50 soil profiles were described and soil samples were taken based on horizons using a 1:25.000 scale topographic map, satellite images, geological maps, and field observations. The data obtained from the physical, chemical, and fertility analyses of the soil samples were evaluated using Soil Taxonomy (ST) and the World Reference Base for Soil Resources (WRB) systems and the soils were classified. According to ST, 13 subgroups were identified in the basin, while according to the WRB system, 7 reference soil groups were determined. Mapping studies revealed that Entisols cover 79.3% of the basin, Alfisols 11.3% and Vertisols, with only about 0.2%, occupy the smallest area. This detailed digital soil map and soil properties information obtained provide a significant resource for the sustainable management of soil resources and land use planning in the basin.

Keywords: Kemalpaşa Basin, soil survey and mapping, soil classification.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (506) 283 7292

E-posta : bhryalcin@ankara.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 31 Mayıs 2024

Kabul Tarihi : 23 Kasım 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1493513

Giriş

Toprak, bitki örtüsü ve su kaynakları, sürdürülebilir bir ekosistemin temel unsurlarıdır (Daily, 1997). Bu kaynakların korunması ve sürdürülebilir yönetimi, gelecek nesillerin refahı için hayati öneme sahiptir (WCED,S.W.S, 1987). Topraklar, tarım, ormancılık, hayvancılık ve diğer birçok insan faaliyetinin temelini oluşturan yenilenemeyen bir doğal kaynaktır. Ancak, yanlış arazi kullanımı, iklim değişikliği, erozyon ve bunun gibi diğer faktörler toprakların bozulmasına ve fonksiyonunu yitirmesine neden olmaktadır (Montgomery, 2007).

Toprakların sürdürülebilir yönetimi, toprakların özelliklerini ve dağılımlarını anlamak, doğru arazi kullanım planlamaları yapmak ve toprak koruma tedbirlerini uygulamak ile mümkündür (Lal, 2015). Dolayısıyla, toprak ve arazi kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin ulusal planlamaların en önemli yararlarından birisi, kaynaklara ilişkin envanterlerin çıkarılmasıdır. Bu nedenle, Ülke toprakları üzerinde yapılacak gerek tarımsal, gerek tarım dışı uygulamaların doğru yapılması, yapılacak yatırım ve stratejik planlama sonuçlarının hedefe yakın olması, konuma dayalı, niteliksel ve niceliksel özellikleri içeren toprak veri tabanının varlığına bağlıdır. Bu bağlamda, toprak etüt ve haritalama çalışmaları, toprakların özelliklerini, konumsal dağılımlarını ve potansiyel kullanım alanlarını belirlemek için hayati önem taşımaktadır (Brevik ve ark., 2015) Dolayısıyla, bu çalışmalara yönelik üretilen toprak haritaları ve beraberindeki raporlar, toprak kaynaklarının yönetimi, arazi kullanım planlaması, tarım, ormancılık, hayvancılık, mühendislik ve diğer birçok alanda karar vericiler için önemli bir veri tabanı oluşturur (Dent ve Young, 1981).

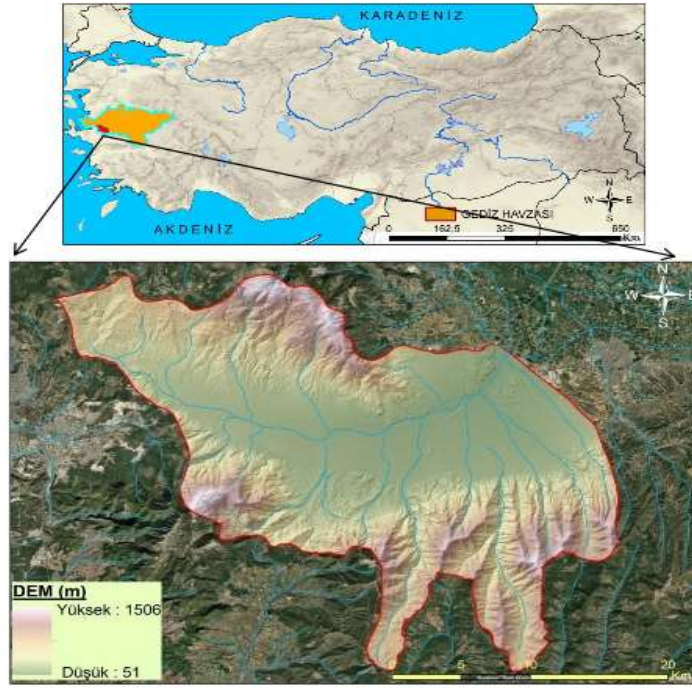
Toprak haritaları, mevcut kaynakların amacına uygun bir şekilde kullanımı ve yönetimi açısından ele alınan önemli materyaldir (Coşkun ve Dengiz, 2016). Detaylı olarak yürütülen toprak etüt ve haritalama çalışmaları topraklara yönelik sorunların belirlenerek çözüm önerilerinin getirilmesi ile yönetilmesinde kolaylıklar sağlamanın yanında sürdürülebilir toprak yönetimine de imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada, Gediz Havzası, Kemalpaşa Havzası'nda dağılım gösteren Akdeniz ekosistem koşulları altında, farklı ana materyal ve farklı fizyografik üniteler üzerinde farklı toprakların detaylı bir şekilde incelenerek, sınıflandırılması ve haritalanmasını amaçlanmıştır. Bu kapsamlı çalışma ile Kemalpaşa alt Havzası topraklarının sayısal olarak detaylı bir envanteri çıkarılmış, toprakların özellikleri, dağılımları ve yetenek sınıfları ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile elde edilen bilgiler, havzanın toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, arazi kullanım planlamaları ve gelecekteki araştırmalar için önemli bir temel oluşturacaktır. Aynı zamanda, benzer coğrafi ve iklimsel özellikler gösteren diğer havzaların toprak etüdü ve haritalama çalışmaları için de bir model teşkil edecektir.

Materyal ve Yöntem

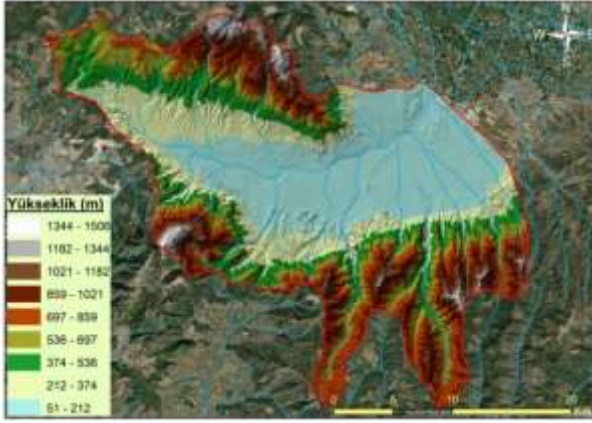
Araştırma Alanı Genel Özellikleri

Çalışma alanı, İzmir ve Manisa illeri sınırları içerisinde yer alan ve Gediz Havzası'nın bir alt havzası olan Kemalpaşa Havzası'dır. 520000–565000 m doğu ve 4240000–4268000 m kuzey (WGS-84, Zone 35, UTM-m) arasında bir konumdadır (Şekil 1). Havza, yaklaşık 673.5 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 51–1506 m arasında değişmektedir (Şekil 2 a-b). Havzanın kuzeybatı ve güney kesimlerinde %30 üzerinde dik eğimlere sahip alanlar bulunmakla birlikte, havzanın orta kesimleri büyük çoğunlukla işlemeli tarıma elverişli düz düze yakın, hafif ve orta eğimlerden (%0-12) oluşmaktadır (Şekil 2c). Ayrıca, çalışma alanının büyük çoğunluğu güney, güneydoğu ve kuzeybatı bakıya sahiptir (Şekil 2d).

Havza, Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. İzmir İli'ne ait meteorolojik istasyonlardan elde edilen 1991-2020 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama sıcaklık değerleri 16.2 °C – 17.3 °C, yıllık ortalama yağış ise 470 –771.2 mm arasında değişmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2024). Newhall simülasyon modeli (Van Wambeke, A.R, 2000)'ne göre, toprak sıcaklık rejimi thermic ve toprak nem rejimi ise xeric olarak belirlenmiştir. Havza topraklarının ana materyalleri, volkanitler (bazalt-aglomera), kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ardalanması, aluviyal depozitler, kireç taşı, çakıltası-kumtaşı-çamur taşı, şist ve metamorfik kayalar, melanj ve yamaç molozlarıdır (Şekil 3).



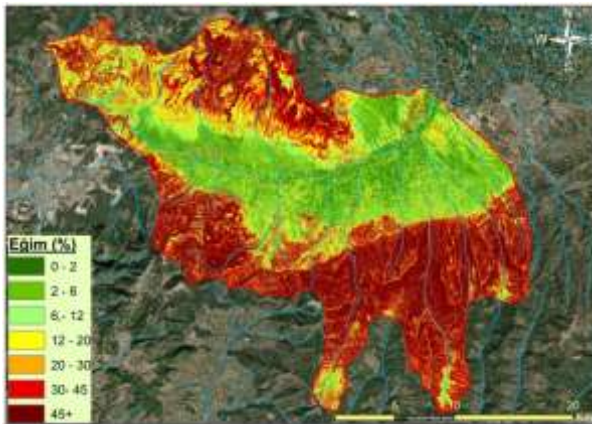
Şekil 1. Kemalpaşa Alt Havzası lokasyon haritası ve Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)



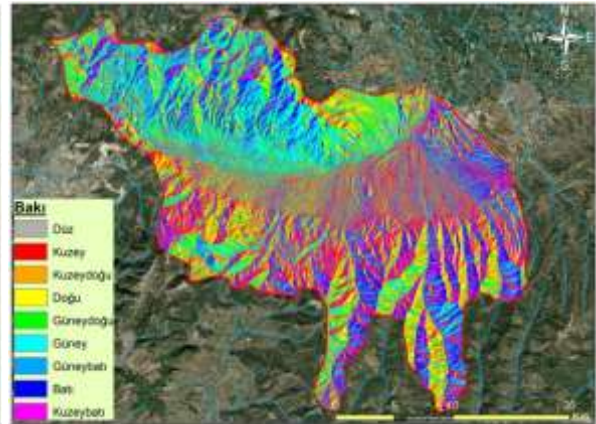
Şekil 2a. Kemalpaşa Alt Havzası Yükseklik Haritası



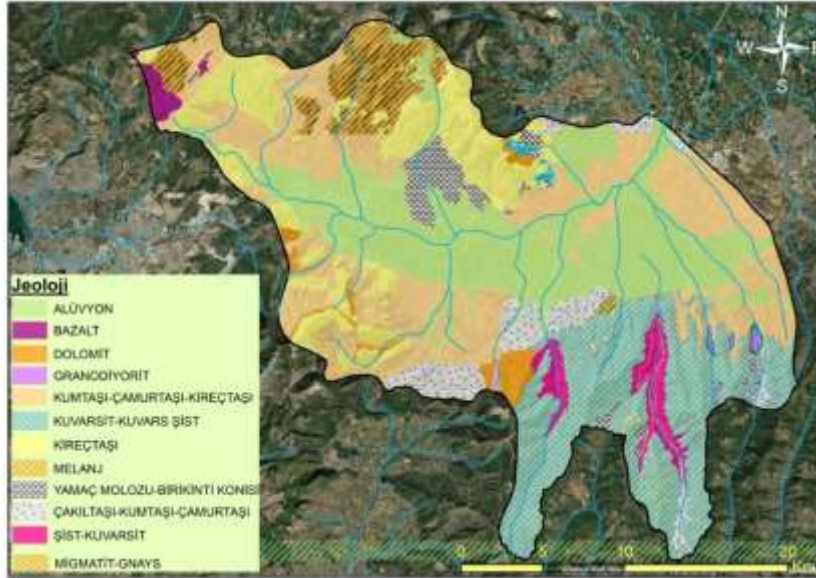
Şekil 2b. Kemalpaşa Alt Havzası Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) Haritası



Şekil 2c. Kemalpaşa Alt Havzası Haritası Eğim



Şekil 2d. Kemalpaşa Alt Havzası Bakı Haritası



Şekil 3. Çalışma alanındaki jeolojik ünitelerin dağılımı. (MTA, 2024)

Yöntem

Kemalpaşa Havzası topraklarının sınıflandırılması ve haritalanması çalışması, büro, arazi çalışmaları (profil ve sondalama) ve laboratuvar analizleri olmak üzere üç ana aşamada gerçekleştirilmiştir.

Büro ve Ön Arazi Çalışması

Çalışma alanına ait ön bilgiler ve yardımcı materyallerin derlenmesi, büro çalışmasının ilk adımını oluşturmaktadır. Bu kapsamda, 1:25.000 ölçekli topografik haritalar, uydu görüntüleri, jeolojik haritalar, arazi örtüsü/arazi kullanımı haritaları ve iklim verileri temin edilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcGIS 10.2.2 ve uzaktan algılama programı ENVI 5.0v kullanılarak, bu veriler dijital ortama aktarılmış ve analiz edilmiştir (ESRI, 2011). CBS ve uzaktan algılama teknolojileri, toprak etüdü ve haritalama çalışmalarında, farklı veri katmanlarını bir araya getirerek, toprak özelliklerinin ve dağılımlarının analiz edilmesine ve görselleştirilmesine olanak sağlayan güçlü bir araçtır. Bu çalışmada, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), topografik haritalardan elde edilen yükselti verileri kullanılarak oluşturulmuştur. SYM, toprak oluşumunu etkileyen faktörlerden olan arazinin topografik özelliklerini (eğim, bakı, yükselti) analiz etmek ve belirlemek için kullanılmıştır. Ayrıca, farklı ana materyaller ve fizyografik üniteler üzerinde oluşmuş toprakların olası dağılımları, CBS ortamında hazırlanan ön toprak haritası ile belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında açılacak toprak profillerinin yerleri de bu aşamada belirlenmiş ve koordinatları topografik harita ve GPS cihazına aktarılmış ve ön arazi keşfi ile bu profil yerleri sahada belirlenmiştir.

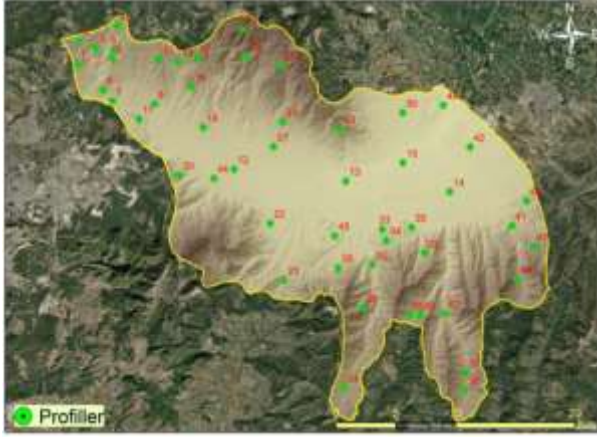
Arazi Çalışmaları

Ön arazi çalışmasında belirlenen noktalarda 50 adet toprak profili açılmıştır (Şekil 4a). Toprak horizonlarının net bir şekilde gözlemlenebilmesi için profil çukurları yeterli derinlikte kazılmıştır (Şekil 4c). Her bir profilde, (Soil Survey Staff, 2014) tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda morfolojik tanımlamalar yapılmıştır. Her horizonttan alınan bozulmuş toprak örnekleri, fiziksel, kimyasal ve verimlilik analizleri için etiketlenerek laboratuvara taşınmıştır. Ayrıca, çalışma alanında 231 adet sondalama (kontrol noktası) yapılarak toprakların yüzey özellikleri ve dağılımları hakkında veriler elde edilmiştir (Şekil 4b).

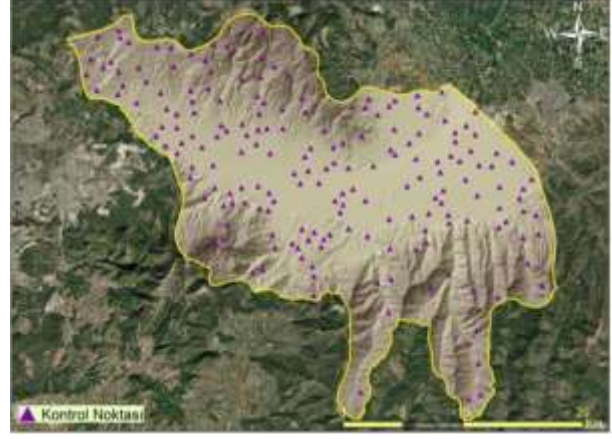
Laboratuvar Çalışmaları

Toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra hava kurusu hale getirilerek ve gerekli fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır:

Fiziksel Analizler: Bünye: Topraktaki kum, silt ve kil oranları hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951). Hacim Ağırlığı: Bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak, standart yöntemlerle hacim ağırlığı ölçülmüştür (Blake ve Hartge, 1986). Hidrolik İletkenlik: Bozulmuş toprak örnekleri kullanılarak, doymuş hidrolik iletkenlik ölçülmüştür (Oosterbaan, 1994). Tarla Kapasitesi: Seramik gözenekler kullanılarak, 1/3 atmosfer basınç altında toprakların su tutma kapasiteleri belirlenmiştir (Richards, 1954). Daimi Solma Noktası: Seramik gözenekler kullanılarak, 15 atmosfer basınç altında toprakların solma noktaları belirlenmiştir (Rhoades, 1982). Yarayışlı Su Miktarı: Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri arasındaki fark, yarayışlı su miktarını vermektedir.



Şekil 4a. Toprak Profili açılan noktalar.



Şekil 4b. Toprak Profili etrafında açılan kontrol noktaları.



Şekil 4c. Çalışma sahasından toprak profili açılması ve toprak örneği alınması



Şekil 4d. Toprak burgusu ile üst toprak örneği alınması

Kimyasal Analizler: Değişebilir Katyonlar: Topraktaki değişebilir katyonlar (Ca, Mg, K ve Na), sodyum asetat (NaOAc) ekstraksiyonu ile elde edilmiş ve atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçülmüştür (Jackson, 1958). Kireç: Serbest kalsiyum karbonat (CaCO_3) miktarı, Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 2014). pH: Toprak pH'sı, 1:5 toprak-su süspansiyonunda, cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Soil Survey Laboratory Staff, 1992). Elektriksel İletkenlik (EC): Doymun toprak özütünün elektriksel iletkenliği, kondüktivimetre ile ölçülmüştür (Soil Survey Laboratory Staff, 1992). Organik Madde: Topraktaki organik madde miktarı, Walkley-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

2.2.4. Toprak Sınıflandırması

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler, Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve Dünya Referans Bazı Toprak Kaynakları (IUSS Working Group WRB, 2022) sınıflandırma sistemleri kullanılarak değerlendirilmiş ve topraklar sınıflandırılmıştır. Toprak Taksonomisi, toprakları genetik horizonları, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri, toprak nemi ve sıcaklık rejimleri gibi faktörlere dayanarak sınıflandıran bir sistemdir (Soil Survey Staff, 2014). Bu sistemde, topraklar Ordo, Alt Ordo, Büyük Grup, Alt Grup, Aile ve Seri olmak üzere 6 kategorik seviyede sınıflandırılmaktadır. WRB, toprakları morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerine göre sınıflandıran uluslararası bir sistemdir (IUSS Working Group WRB, 2022). Bu sistem, toprakların oluşumunu ve özelliklerini daha iyi anlamak ve toprakların sürdürülebilir yönetimi için bilgi sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. WRB'de 32 referans toprak grubu bulunmaktadır.

2.4.5. Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Deseninin Belirlenmesi

Kemalpaşa Havzası'nın arazi örtüsü/arazi kullanımı dağılımını belirlemek için en uygun vejetasyon dönemine sahip ve aynı zamanda yapılan çalışmayı en iyi şekilde temsil edecek verilerin elde edildiği Mayıs 2023 tarihli Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kontrollü sınıflandırma yöntemi, ENVI 5.0v görüntü analiz programı kullanılarak uygulanmıştır (ENVI, 2013). Kontrollü sınıflandırma yönteminde, kullanıcı

tarafından belirlenen örnek alanların (eğitim alanları) spektral özellikleri, uydu görüntüsü üzerindeki diğer piksellerin sınıflandırılması için kullanılır. Sınıflandırma doğruluğunu değerlendirmek için hata matrisi ve kappa katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca, Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) hesaplanarak yoğun vejetasyon alanları belirlenmiştir (Lillesand ve ark., 2008).

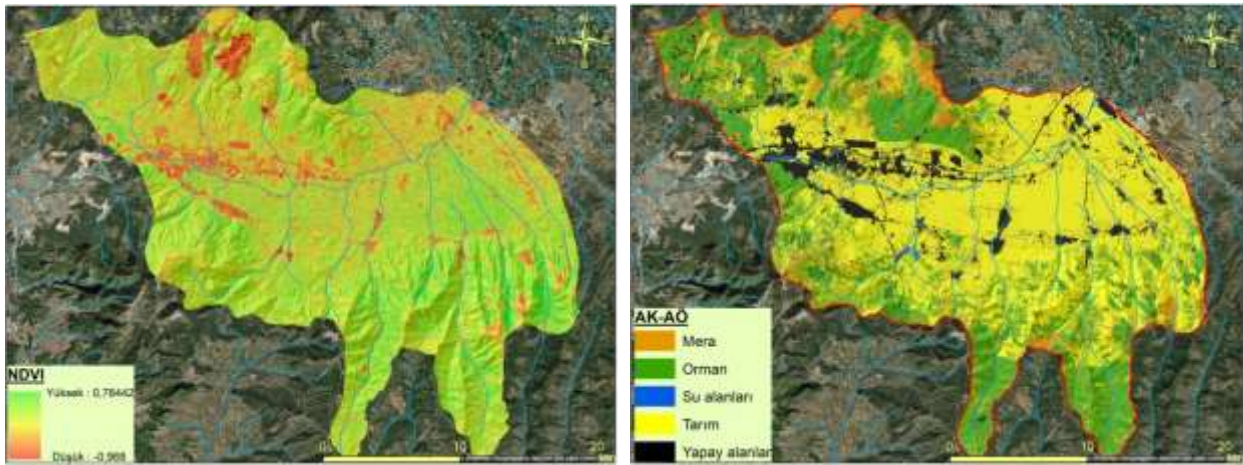
Bulgular ve Tartışma

Bitki Örtüsü Yoğunluğu ve Arazi Kullanım Arazi Örtüsü Dağılımı

Bu çalışma da görüntü zenginleştirme algoritmalarından olan bitki örtüsü indekslerinden en yaygın kullanıma sahip Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) kullanılmıştır. Bitki örtüsü indeksi, bitki örtüsünün yakın kızılötesi ve görünür kırmızı bantlarda oldukça farklı yansıtımına dayanmaktadır (Baker, 1987). Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi'nin algoritması yakın kızılötesi band ile kırmızı bandın farkının toplamına oranıdır. Bu işlemle elde edilen çalışma alanına ait NDVI haritası Şekil 5 de verilmiştir. Ayrıca, kontrollü sınıflandırma sonucunda, Kemalpaşa Havzası'nda 5 arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 1). Havzanın yaklaşık yarısını (%49.7) tarım alanları oluştururken, bunu orman alanları (%30) ve meralar (%10.4) takip etmektedir. Su yüzeyleri ise havzanın sadece %0.3'ünü kaplamaktadır. Sınıflandırma doğruluğu %91.98 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Çalışma alanına ait Sentinel uydu görüntüsü ile sınıflandırma

Arazi kullanım sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Orman alanı	19660,8	30,0
Yapay alanlar	6256,8	9,6
Mera	6837,6	10,4
Tarım	32505,6	49,7
Su yüzeyleri	200,0	0,3
Toplam	65460,8	100,0



Şekil 5. Çalışma alanına ait NDVI ve arazi kullanım haritaları

Uzaktan algılama çalışmalarında farklı birçok doğruluk analizi yöntemleri bulunmaktadır. Yapılan sınıflamaya göre alanda 5 sınıf (Tarım, Orman, Mera, Su Yüzeyleri ve Yapay alanlar) belirlenmiştir. Belirlenen bu beş farklı sınıfta 231 adet kontrol noktasından toprak örneği alınmıştır. Tarım, Orman, Mera, Su Yüzeyleri ve Yapay alanlara yönelik olarak görüntü üzerinde referans noktalar belirlenerek hesaplanan doğruluk analizleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Kappa değeri 0.84 olarak belirlenmiştir.

Kappa katsayısı kategorik maddelerin değerlendirilmesinde iki gözlemci arasındaki uyumu ölçen istatistiktir. Kappa değeri +1 olduğunda iki gözlemci arasında mükemmel uyum olduğunu gösterirken, -1 değeri iki gözlemci arasındaki uyumsuzluğun mükemmel olduğunu belirtir. Eğer kappa değeri 0 bulunursa, bu iki gözlemci arasındaki uyumun şansa bağlı olabileceğini gösterir.

Çizelge 2. Hata matrisi

AK Sınıfı	Orman	Yapay alanlar	Mera	Tarım	Su alanlar	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Orman	73.25	2	5.12	1.93	0.00	97.2	78.14
Yapay alanlar	0	72.16	4.3	2.42	0.00	95.41	76.95
Mera	4.9	11.16	81	2.95	0.00	87.01	95.21
Tarım	21.85	14.68	9.58	92.7	0.00	88.53	87.83
Su alanları	0	0	0	0	100.00	98.28	99.83
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

27.05.2023 Sentinel 2A, (%) Genel Doğruluk = % 91.98, Kappa Katsayısı = 0.84

Kemalpaşa Havzası Topraklarının Sınıflandırılması

Kemalpaşa Havzası toprakları, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler kullanılarak Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve Dünya Referans Bazı Toprak Kaynakları (IUSS Working Group WRB, 2022) sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Toprakların toprak taksonomisi dikkate alınarak yapılan sınıflandırmada, toprakların oluşum süreçleri (pedogenetik) ve özellikleri ile epipedon (üst tanı horizonları) ve bunların altında bulunan endo pedonların (yüzey altı tanı horizonların) varlığı veya yokluğu ile horizonlara ait morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonucunda, havzada 5 ordo, 6 alt ordo, 8 büyük grup ve 13 alt grup olmak üzere toplam 13 farklı toprak belirlenmiştir. Bu toprakların havzadaki alansal ve oransal dağılımları Çizelge 3'de verilmiştir. Entisoller çalışma alanının büyük bir kısmında dağılım gösterirken (%79.8), Alfisol ordosuna ait alt ordoların dağılımı ise % 11.3'nü oluşturmaktadır. 129 ha alan ile havza içerisinde en az Vertisol ordosuna ait topraklar dağılım göstermektedir. Ayrıca, havzada en yaygın alt grubu topraklar, %41.8 ile Lithic Xerorthent (LXo) olarak belirlenmiştir. Bu topraklar, genellikle yamaç arazilerde bulunan sığ ve taşlı topraklardır. İkinci en yaygın alt grubu topraklar ise %19.5 ile Typic Xerofluvent (TXf) olup, alüvyal düzlüklerde yayılım göstermektedir. FAO/WRB (2022) sistemine göre değerlendirildiğinde ise Regosol, Leptosol, Fluvisol, Cambisol, Vertisol, Kastnozom ve Luvisol ile 7 referans toprak grubu içerisine yerleştirilmiştir. En yaygın olanları %44.5 ile Lithic Leptosol iken alanda en az dağılım gösteren topraklar ise Vertic Cambisol dır.

Çizelge 3. Toprak sınıflarının alansal ve oransal dağılımları

Toprak Taksonomisi (2014)	Sembol	Alan (ha)	Oran (%)	FAO/WRB (2022)	Sembol	Alan (ha)	Oran (%)
Typic Xerorthent	TXo	11747.8	17.2	Fulvic Regosol	FRe	930.0	1.4
Lithic Xerorthent	LXo	28542.6	41.8	Calcaric Regosol	CaRe	2132.3	3.1
Typic Xerofluvent	TXf	13349.5	19.54	Sleletic Regosol	SRe	4456.1	6.5
Vertic Xerofluvent	VXf	876.8	1.28	Clayic Regosol	ClRe	3972.4	5.8
Vertic Haploxerept	VHi	574	0.84	Lithic Leptosol	LLp	30382.9	44.5
Typic Haploxerept	THi	2482.1	3.63	Ochric Fluvisol	OFv	11509.4	16.9
Calcic Haploxerept	CHi	1364.0	2.00	Clayic Fluvisol	CFv	876.8	1.3
Lithic Calcixerept	LCi	428.8	0.63	Vertic Cambisol	VCm	574.0	0.8
Vertic Haploxeralf	VHaf	6689.2	9.79	Eutric Cambisol	ECm	2482.1	3.6
Calcic Haploxeralf	CHaf	1028.8	1.51	Calcaric Cambisol	CaCm	1621.1	2.4
Calcic Haploxeroll	CHxo	170.7	0.25	Chromic Cambisol	ChCm	428.8	0.6
Vertic Haploxeroll	VCxo	933.3	1.37	Vertic Luvisol	VLv	6674.2	9.8
Typic Haploxerept	THv	129.0	0.19	Calcic Luvisol	CLv	1028.8	1.5
				Calcic Kastnozom	CKm	170.7	0.2
				Vertic Kastnozom	VKm	933.3	1.4
				Haplic Vertisol	HVe	129.	0.2

Bazı toprak profilleri (12, 13, 14, 44 ve 49 nolu) akarsuların getirdiği genç alüvyal sediment birikintileri üzerinde oluşmaları ve %0.2'den fazla organik madde içermeleri, bölgenin xeric toprak rutubet rejiminde olmasından dolayı, xerofluvent büyük grubuna dahil edilmişlerdir. 12, 13, 15 ve 44 nolu toprak profilleri büyük grubun tüm özelliklerini taşımaları nedeniyle Typic Xerofluvent alt grubunda sınıflandırılmıştır. 49 nolu toprak profili ise yüzeyde çatlaklık ve oldukça fazla kil içeriği özelliklerini taşıması nedeniyle Vertic Xerofluvent alt grubuna yerleştirilmiştir. Bu topraklar yaklaşık olarak 876.8 ha alanda dağılım göstermektedir (Şekil 5). Ayrıca, FAO-WRB sistemine göre ise 49 nolu toprak profili Clayic Fulvisol olarak diğerleri ise Ochric Fluvisol olarak sınıflandırılmıştır.

Jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin oldukça farklılık sergileyen ayrıca özellikle yerçekimi kuvvetinin etkisinin yanı sıra buldukları arazi dik eğimlere (%30' dan fazla) sahip yamaç arazili olmaları ve yeterince yer yer bitki örtüsünce kaplı olmayan yerlerinde yağmurun ve eriyen kar sularının yamaçlardan aşağı toprak

erozyonuna maruz kalmaları nedeniyle, yeterince pedogenetik sürece sahip olamayan sığ derinliğe sahip topraklar 4, 9, 10, 12, 19, 25, 26, 27, 33, 42, 16, 48, 2, 5, 11, 17, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43 ve 47 nolu profiller ile temsil edilmişlerdir. Bu toprakların yüzeyde genellikle bir ochric epipedon ve yüzey altında 50 cm derinlik içerisinde bir lithic kontak dışında herhangi bir tanı horizonu bulunmamaktadır. Topraklar yamaç arazi özellikleri üzerinde yer almaları nedeniyle Orthent alt ordosuna toprak nem rejiminden dolayı Xerorthent büyük grubunda sınıflandırılmıştır. Fakat 9, 10, 12, 19, 25, 26, 27, 33, 42, 16 ve 48 nolu toprak profilleri büyük grubun özelliklerini yansıtılmaları nedeniyle Typic Orthent alt grubunda, diğerleri ise 50 cm toprak derinliğindeki özelliklerine bağlı olarak Lithic Xerorthent alt ordosunda sınıflandırılmışlardır. Bu sınıf topraklar çalışma alanında yaklaşık olarak 28542.6 ha'lık kısmı kaplamaktadırlar. FAO-WRB sistemine göre ise tümü genç topraklar olmalarına karşın bu topraklar arasında özellikle 9 ve 12 nolu toprak profilleri Fluvisol Regosol, 10 ve 19 Calcaric Regosol, 25, 26 ve 33 nolu profiller Skeletic Regosol, 42, 46 ve 48 nolu toprak profilleri ise Clayic Regosol olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 5). İçerdikleri tanı horizonu ile (Cambic), Entisollerden daha ileri bir toprak oluşumu süreci göstermeleri nedeniyle 1, 3, 15, 18, 35, ve 50 nolu toprak profilleri Inceptisol ordosuna ve toprak nem rejiminin Xeric olması sonucu topraklar Xerept alt ordolarına ve 1, 15, 35, 18 ve 50 nolu toprak profilleri Haploxerept, 3 nolu toprak profili ise Calcixerept büyük grup içerisine yerleştirilmişlerdir. 15 ve 35 nolu toprak profilleri büyük grubun tüm özelliklerini yansıtılmaları nedeniyle Typic Haploxerept, 3 nolu toprak profili 50 cm derinlik içerisinde lithic kontak içermesi nedeniyle Lithic Calcixerept olarak sınıflandırılmıştır. Buna karşılık, 1 nolu toprak profili yüzeyde vertic özellikler göstermeleri nedeniyle Vertic Haploxerept ve 18 ve 50 nolu toprak profilleri ise kalsifikasyon sonucu meydana gelen kalsik horizon nedeniyle Calcic Haploxerept olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıf topraklar alanda yaklaşık olarak 1364.0 ha'lık kısmı kaplamaktadırlar. FAO-WRB sistemde ise, fazla kil içermeleri yüzeyde ve profil içerisinde çatlakların oluşması ve vertikal özellikler göstermesi nedeniyle 1 nolu toprak profili Vertic Cambisol sınıfında iken 15 ve 35 nolu toprak profilleri eutric (pH değeri nötr veya üzeri) özelliğinden dolayı Eutric Cambisol olarak sınıflandırılmıştır. Vertic Cambisol olarak sınıflandırılmıştır. 18 ve 50 nolu toprak profilleri ise 50 cm toprak derinliğinde kalısik horizon içermeleri nedeniyle Calcaric Cambisol sınıfında değerlendirilmiştir. Ayrıca 3 nolu toprak profili ise Chromic Cambisol olarak sınıflandırılmıştır. Argillik horizon oluşturacak kadar ileri düzeyde profil gelişimi gösteren ve baz doyumluklarının yüksek seviyelerde (%35 den fazla) olması nedeniyle 22 ve 45 nolu toprak profilleri Alfisol ordosuna, toprak nem rejiminden dolayı Xeralf alt ordosuna ve diğer büyük gruplara girmedikleri için Haploxeralf büyük grubuna dahil edilmişlerdir. Alt grupta ise 45 nolu toprak profili bir Calcic horizonun olması ve 22 nolu toprak profili ise vertic özellik içermeleri nedeniyle sırasıyla Calcic Haploxeralf ve Vertic Haploxeralf alt gruplarına dahil edilmişlerdir. FAO-WRB sınıflama sistemde ise, her iki profilde baz doyumluğu yüksek ve argillik horizon içermeleri nedeniyle Livisol büyük toprak grubuna ayrıca 22 nolu toprak profili Vertic Livisol ile 45 nolu toprak profili Calcic Luvisol sınıfına dahil edilmişlerdir.

Value değeri düşük (3'den az) koyu renkli, organik maddece zengin, baz saturasyonları bakımından zengin ve yumuşak bir strüktüre-yapıya sahip olan mollic epipedon içermeleri nedeniyle 6 ve 8 nolu toprak profilleri Mollisol'ler ordosuna ve toprak nem rejiminden dolayı Xeroll alt ordosuna dahil edilmişlerdir. 8 nolu toprak profili kalsiyum karbonatın yıkanıp birikmesinden ve bu birikimin ana materyalden %5 daha fazla olmasından dolayı Calcixeroll ve 6 nolu toprak profili ise Haploxeroll büyük grubuna yerleştirilmişlerdir. 6 nolu toprak profili Calcic Haploxeroll alt grubuna ve 8 nolu toprak profili ise vertic özellik Vertic Haploxeroll alt grubuna yerleştirilmiştir. FAO-WRB sınıflama sisteme göre ise, mollic epipedon içermeleri nedeniyle Kastonozem referans toprak grubunda ve 6 ile 8 nolu toprak profilleri sırasıyla Calcic Kastonozem ve Vertic Kastonozem olarak sınıflandırılmışlardır. Profil boyunca %35 den fazla kil içermesi ve şişme büzülme aktivasyonu nedeniyle strüktürel yapıların birbirleri üzerinde yapmış oldukları basınç kutanları veya kayma yüzeylerinin oluşmasının yanı sıra gerek yüzeyde gerekse de profil boyunca derin çatlakların görülmesi sonucu 7 nolu toprak profili Vertisol ordosunda ve toprak nem rejiminden dolayı Xerert alt ordosunda sınıflandırılmıştır. Profil gelişim süreçlerinin zayıflığı olması nedeniyle Haploxerept büyük grubunda ve büyük grubun tüm özelliklerini içermeleri nedeniyle de Typic Haploxerept alt grubunda değerlendirilmiştir FAO-WRB sistemde ise, Haplic Vertisol olarak sınıflandırılmıştır.

Havzada Dağılım Gösteren Alt Gurup Düzeyindeki Toprakların Fiziko-Kimyasal ve Morfolojik Özellikleri

Çalışma alanında açılan farklı arazi kullanım-arazi örtüsü, fizyografya ve ana materyal üzerinde 50 profilin gerek Toprak Taksonomisinde alt gurup düzeyinde gerekse de FAO-WRB sınıflamasını temsil edecek toprakların bazı morfolojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4 ve Çizelge 5'de dağılım haritaları ise Şekil 6a ve Şekil 6b'de verilmiştir.

Çizelge 4. Alt gurup düzeyde sınıflandırılmış toprakları temsil eden toprakların morfolojik tanımlamalar

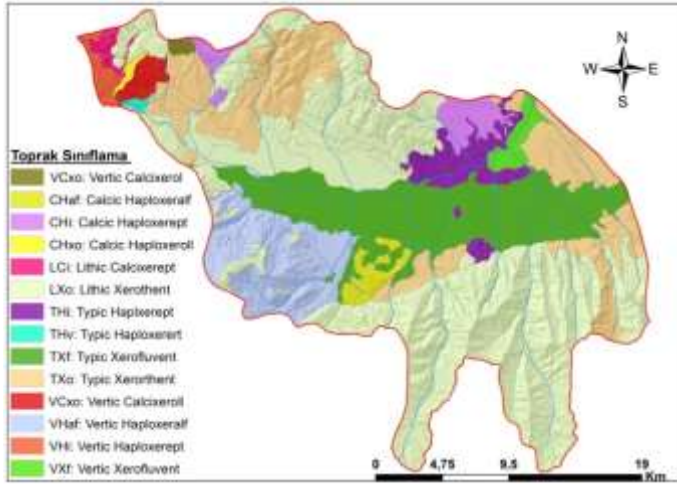
Horizon	Derinlik-cm	Renk Kuru/ Nemli	Strüktür	Sınır	Kıvam	Özel Görünümler
Typic Xerorthent - Regosol						
Ap	0-10	10 YR 5/3	10 YR 4/3	2.or.gr	az	hs-yp-pa -
A2	10-20	10 YR 6/4	10 YR 4/3	1.kü.gr	cw	hs-yd-pd -
C1	20-52	10 YR 6/4	10 YR 3/4	tk	gw	dg-yd-pd -
C2	52+	10 YR 5/4	10 YR 4/4	tk	-	dg-yd-pd -
Lithic Xerorthent - Leptosol						
A	0-11	10 YR 4/3	10 YR 2/2	2.ka.gr	az	as-çy-çp Köpürme yok
AC	11-28	10 YR 3/3	10 YR 2/2	2.ka.gr ve ms	cw	as-çy-çp Köpürme yok
Typic Xerofluvent - Fluvisol						
A	0-18	7,5 YR 5/4	7,5 YR 3/4	1.kü.gr	az	ym-az-pd Ochric layer
C1	18-33	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/3	tk	gw	dg-yd-pd Bol, küçük çakıllar
C2	33-65	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/3	tk	gw	dg-yd-pd Bol, küçük çakıllar
C3	65 +	7,5 YR 4/3	7,5 YR 3/2	tk	-	dg-yd-pd Bol, küçük çakıllar
Vertic Xerofluvent - Fluvisol						
A1	0-16	5 YR 4/2	5 YR 3/1	2.or.gr	aw	st-yp-pa Çatlaklar
AC	16-32	5 YR 4/2	5 YR 3/2	2.or.gr ve ms	cw	st-yp-pa -
Vertic Haploxerept - Cambisol						
A	0-15	5 YR 3/2	5 YR 2.5/1	3.ka.gr	aw	st-yp-pa Çatlaklar
Bw1	15-47	5 YR 3/2	5 YR 2.5/1	3.or.ykb	cw	as-çy-çp Strüktürel gelişim
Bw2	47-75	5 YR 4/3	5 YR 3/2	3.ka.ykb	cw	as-çy-çp Strüktürel gelişim
Ck	75+	-	-	-	-	- Yer yer kireç mislleri
Typic Haploxerept - Cambisol						
Ap	0-18	10 YR 5/4	10 YR 3/4	2.ka.gr	az	st-yp-pa -
A2	18-29	10 YR 4/6	10 YR 4/6	2.ka.gr	cw	st-yp-pa -
Bw	29-67	10 YR 4/6	10 YR 3/4	2.or.ykb	cw	st-yp-pa Strüktürel gelişim
C	67+	10 YR 6/6	10 YR 4/6	tk	-	dg-yd-pd -
Calcic Haploxerept - Cambisol						
A	0-18	10 YR 4/3	10 YR 3/2	3.ka.gr	aw	st-yp-çp -
Bw	18-38	10 YR 3/2	10 YR 2/2	3.or.ykb	cw	as-yp-çp Strüktürel gelişim
Ck	38 +	10 YR 4/2	10 YR 3/2	ms	-	as-yp-çp Yer yer kireç mislleri
Lithic Calcixerept - Cambisol						
A	0-23	5 YR 2.5/2	5 YR 2.5/1	2.ka.gr	aw	st-yp-çp -
Bw	23-48	5 YR 3/2	7.5 YR 2.5/1	3.or.ykb	cs	st-yp-çp Bol iri kök
R	48+	-	-	-	-	- Bol kireç taşı
Vertic Haploxeralf - Luvisol						
A	0-30	10 YR 5/2	10 YR 4/2	3.or.gr	cw	st-yp-pa -
Bt	30-60	10 YR 5/3	10 YR 4/3	3.or.ykb	az	as-yp-çp Kutan oluşumu
C1k	60+	10 YR 5/4	10 YR 4/4	ma	-	- Bol kireç paketçikleri
Calcic Haploxeralf - Luvisol						
A1	0-23	10 YR 6/4	10 YR 4/4	2.or.gr	az	hs-yp-pa -
A2	23-40	10 YR 5/4	10 YR 4/3	2.or.gr	cw	hs-yp-pa -
Bt	40-70	10 YR 4/6	10 YR 3/6	3.or.ykb	cw	as-yp-çp Kutan oluşumu
Ck	70+	10 YR 8/4	10 YR 5/3	3.or.ykb	ms	as-yp-çp Bol kireç paketçikleri
Calcic Haploxeroll - Kastonozem						
A	0-24	10 YR 3/3	10 YR 3/2	3.or.gr	cw	hs-yp-pa -
AC	24-47	2.5 Y 6/3	2.5 Y 5/3	2.or.gr ve tk	aw	hs-yp-pa -
Ck	47+	2.5 Y 7/3	2.5 Y 6/3	tk	-	dg-yd-pd Bol kireç paketçikleri
Typic Haploxerept - Vertisol						
Ap	0-21	10 YR 3/2	10 YR 3/2	3.ka.gr	aw	as-çy-çp -
AB	21-41	10 YR 4/3	10 YR 3/2	3.or.gr ve ykb	cw	as-çy-çp -
Bss1	41-70	10 YR 4/2	10 YR 4/2	3.ka.pr	cw	as-çy-çp Kayma yüzeyleri
Bss2	71+	10 YR 3/3	10 YR 3/2	3.ka.pr	-	as-çy-çp Kayma yüzeyleri

Kısaltmalar: **Horizon Sınır:** a=kesin, c= belirgin, g= geçişli, d= yaygın; z= düz, w= dalgalı, s= düzensiz, i= kırıklı. **Strüktür:** 1= zayıf, 2= orta, 3= kuvvetli; tk= teksel, ms= masif, gr= granüler, ykb= yarı köşeli blok, kb= köşeli blok, pr= prizmatik; kü=küçük, or= orta, ka= kaba. **Kıvam:** Kuru: dg=dağılgan, ym=yumuşak, hs= hafif sert, st= sert, as= aşırı sert, Islak: yd= yapışkan değil, ay= az yapışkan, yp= yapışkan, çy= çok yapışkan Plastik: pd= plastik değil, pa= plastik, çp= çok plastik

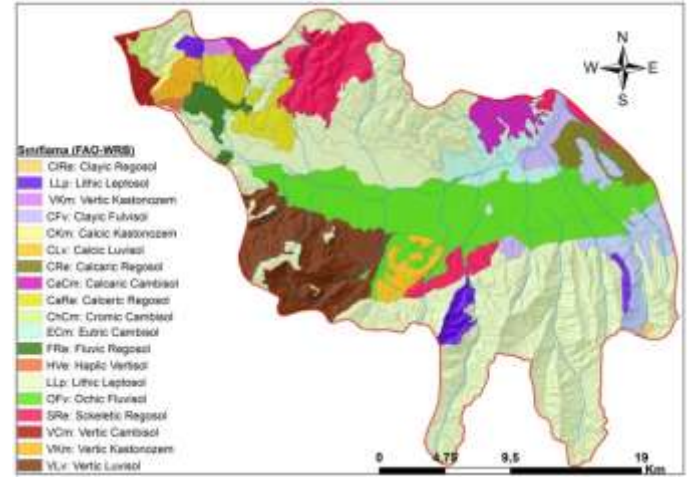
Çizelge 5. Alt gurup düzeyde sınıflandırılmış toprakları temsil eden toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik, cm	pH	EC, dS/m	CaCO ₃ , %	OM, %	Değişebilir Katyonlar, me/100 gr				T.K, %	S.N, %	Y.S, %	HA, gr/cm ³	Bünye Sınıfı
						K	Na	Ca	Mg					
Typic Xerorthent - Regosol														
Ap	0-10	6,57	0,44	1,4	1,27	0,79	0,6	9,96	1,74	28,62	14,6	14,02	1,29	CL
A2	10-20	6,65	0,15	1,8	1,16	0,42	0,17	4,34	1,00	23,47	14,4	9,00	1,37	SL
C1	20-52	6,69	0,12	1,6	0,97	0,25	0,15	4,51	1,11	22,30	12,8	9,42	1,39	SL
C2	52+	6,41	0,05	1,8	0,85	0,22	0,19	4,63	1,24	24,63	15,5	9,09	1,39	SL
Lithic Xerorthent - Leptosol														
A	0-11	6,74	0,89	2,2	5,11	0,88	0,71	29,57	5,99	35,92	23,03	12,89	6,82	C
AC	11-28	6,81	1,35	2,2	2,14	0,59	1,13	39,03	10,13	38,11	26,91	11,20	5,76	C
Typic Xerofluvent - Fluvisol														
A	0-18	7,49	0,35	4,0	1,84	0,67	0,32	12,4	1,39	21,37	12,18	9,19	9,54	SL
C1	18-33	7,89	0,41	2,4	1,02	1,02	0,7	11,99	1,6	22,71	12,93	9,78	9,76	SL
C2	33-65	8,10	0,25	5,0	0,49	0,82	0,42	16,61	1,56	24,37	15,19	9,18	9,51	SL
C3	65 +	8,20	0,26	3,400	0,45	0,41	0,26	13,85	1,65	23,47	14,47	9,00	9,37	SL
Vertic Xerofluvent - Fluvisol														
A1	0-16	8,12	0,64	13,0	0,89	1,97	1,33	23,49	2,94	27,49	18,13	9,36	1,29	CL
AC	16-32	7,94	0,87	13,4	0,71	1,78	1,59	25,25	3,23	28,62	19,61	9,01	1,29	CL
Vertic Haploxerept - Cambisol														
A	0-15	6,80	1,01	1,43	2,15	0,57	0,79	27,88	7,35	35,92	23,03	12,89	3,33	C
Bw1	15-47	6,93	1,17	0,95	1,42	0,41	0,68	25,71	10,24	41,16	30,75	10,41	1,96	C
Bw2	47-75	6,50	1,15	0,95	1,05	0,34	0,63	20,15	10,04	38,64	25,74	12,90	1,12	C
Ck	75+	8,07	0,38	7,78	0,13	0,29	0,11	34,81	10,95	32,83	22,23	10,60	7,87	CL
Typic Haploxerept - Cambisol														
Ap	0-18	7,55	0,54	17,0	1,53	0,41	0,63	20,91	0,95	28,53	19,48	9,05	1,29	CL
A2	18-29	7,77	0,39	9,85	0,47	0,32	0,37	19,73	0,97	28,38	18,24	10,14	1,49	CL
Bw	29-67	7,83	0,42	11,2	0,33	0,37	0,28	21,0	0,96	27,49	18,13	9,36	1,31	CL
C	67+	7,91	0,32	32,2	0,29	0,2	0,27	19,33	0,93	28,62	19,61	9,01	1,35	CL
Calcic Haploxerept - Cambisol														
A	0-18	7,54	0,72	60,0	4,31	1,81	1,29	29,81	2,66	34,61	22,62	11,99	1,19	C
Bw	18-38	7,77	0,61	44,0	1,61	1,12	0,87	32,75	1,89	34,38	22,61	11,77	1,29	C
Ck	38 +	7,92	0,46	63,2	1,21	0,71	0,56	38,37	1,74	34,02	21,84	12,18	1,27	C
Lithic Calcixerept - Cambisol														
A	0-23	7,28	0,93	13,2	5,50	2,54	1,76	69,08	6,56	37,96	26,71	11,25	5,97	C
Bw	23-48	7,71	0,89	24,0	5,45	0,98	1,12	58,47	9,44	37,48	26,82	10,66	6,03	C
R	48+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vertic Haploxeralf - Luvisol														
A	0-30	7,88	0,53	16,2	1,87	0,53	0,37	21,04	3,97	33,12	18,79	14,33	1,28	CL
Bt	30-60	8,01	0,46	14,2	0,89	0,37	0,19	19,28	6,66	30,74	17,51	13,23	1,28	C
C1k	60+	8,21	0,36	27,4	0,69	0,34	0,15	18,12	3,93	32,83	17,13	15,70	1,27	CL
Calcic Haploxeralf - Luvisol														
A1	0-23	7,67	0,60	21,2	0,67	0,71	0,83	21,27	6,39	33,09	22,16	10,93	1,29	CL
A2	23-40	7,93	0,49	25,2	0,57	0,25	0,34	22,52	4,59	32,27	22,86	9,41	1,28	CL
Bt	40-70	8,08	0,38	16,2	0,55	0,52	0,41	22,29	6,73	38,46	26,24	12,22	1,21	C
Ck	70+	8,20	0,33	31,8	0,45	0,36	0,28	21,87	6,39	34,56	23,81	10,75	1,25	C
Calcic Haploxeroll - Kastonozem														
A	0-24	7,07	1,27	3,2	5,27	1,95	2,29	44,0	3,08	38,64	25,74	12,90	1,25	C
AC	24-47	7,16	1,10	4,0	1,96	2,98	2,66	42,21	1,99	34,61	22,62	11,99	1,29	C
Ck	47+	7,63	0,62	28,0	0,66	1,87	0,58	38,73	1,21	21,92	11,98	9,94	1,32	L
Typic Haploxerept - Vertisol														
Ap	0-21	7,65	0,83	32,0	3,07	1,08	1,61	43,45	3,73	34,10	22,69	11,41	1,29	C
AB	21-41	7,82	0,68	32,8	1,25	0,65	0,43	40,87	4,35	34,38	22,16	12,22	1,29	C
Bss1	41-70	7,94	0,72	27,0	1,09	0,68	0,59	39,37	5,98	34,56	24,24	10,32	1,29	C
Bss2	71+	7,99	0,66	27,8	0,71	0,74	0,51	36,57	8,14	34,96	24,24	10,72	1,28	C

EC: Elektriksel iletkenli, OM: Organik madde, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YA: Yarıyışlı su, HA: Hacim ağılığı



Şekil 6a. Kemalpaşa Havzası Toprak Taksonomisine göre sınıflandırılmış toprak haritası.



Şekil 6b. Kemalpaşa Havzası FAO-WRB (2022) göre sınıflandırılmış (2014) toprak haritası.

Typic Xerorthent-Regosol Topraklar

Havza içerisinde dağılım gösteren kumtaşı ve çamur taşı ana materyal üzerinde oluşmuş Typic Xerorthent topraklar (Şekil 6a). Bu topraklara ait morfolojik ve fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4 ve Çizelge 5 de verilmiştir. Buldukları topoğrafik konum ve pedolojik süreç çerçevesinde fiziko-kimyasal olarak farklı karakterler taşımalarına karşın genellikle A/C/R dizilimi horizonlara sahiptirler (Çizelge 4). Özellikle genç topraklar oluşum süreçlerinde halen ana materyal etkisi altında bulunmakta olup, ana materyalin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taşıdıkları görülmektedir. Özellikle toprakların kireç içerikleri ve bünyeleri üzerine ana materyalin yansımaları oldukça fazladır. Gerek ana materyalin az karbonat içermesi gerekse de karbonatın profilden yıkanması sonrasında topraklar hafif asitleme (pH 6.57-6.41) sürecinde oldukları belirlenmiştir. Toprakların kil ve organik maddedeki değişim, strüktürel gelişimi etkileyerek yüzeyde orta irilikte granüler (2.or.gr) yapı oluştururken, yüzey altı horizonlarda küçük granüler buna karşın ana materyalde ise teksel yapı belirlenmiştir. Toprakların hacim ağırlıkları 1.29 gr/cm³ ile 1.39 gr/cm³ arasında dağılım göstermektedir. Toprakların profil içerisindeki derinlik artışına bağlı olarak organik madstrüktürde oranı azalmakta ve %0.85 ile %1.27 arasında değişmektedir. Fakat bu oran diğer Typic Xerorthent sınıfı içerisinde yer alan profillerde daha fazla değişkenlik gösterebilmektedir. Organik maddenin bu kadar fazla değişkenlik göstermesinin en önemli nedeni, toprakları üzerinde bulunan bitki örtüsünün çeşidi, yoğunluğu ve ayrıca toprakların erozyona maruz kalma durumlarıdır. Kalsiyum iyonu topraklarda farklı konsantrasyonlarda olmasına karşın dominant değişebilir katyondur. Toprakların su tutma kapasiteleri organik madde ve bünyeleri doğru orantılı olup, killi tın bir bünyede %14.02 iken, kumlu tında %9.00' a inebilmektedir (Çizelge 5).

Lithic Xerorthent-Leptosol Topraklar

Çalışma alanının çoğunlukla kuzey batı ve güney doğu yönünde, yamaç araziler üzerinde dağılım gösteren Lithic Xerorthent topraklar, çalışma alanı içerisinde 28542.6 ha dağılım alanına sahip olup, alanın %41.8'ini kaplamaktadırlar (Çizelge 3) (Şekil 6a). Lithic Xerorthent topraklar horizon dağılımları A/R, Ap/A2/R veya A/Cr şeklinde olup, volkanit (bazalt-aglomera) ana materyal üzerinde oluşmuş, yamaç eğimlerde yer alan çok sığ topraklardır (Çizelge 4). Bu topraklar düşük kil ve organik madde içeriği nedeniyle zayıf, küçük, granüler strüktüre (2.ka.gr) sahiptirler (Çizelge 4). Yüzey toprakları genellikle seyrek bitkilerle kaplı olmasının yanı sıra, ayrıca eğim birçok yerlerde dik (%30 dolaylarında) olması nedeniyle taşınmalarına neden olmaktadır. Bu durum da toprakların gelişimini olumsuz yönde etkileyerek pedolojik sürecin engellenmesine yol açmaktadır. Yüzey toprakları killi ve orta bünyeli olup, tın ile kil tın arasında değişmektedir. Toprakların kireç içerikleri %2.2 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 5). Normalde karbonat üretmeyen bazalt, andezit, aglomera gibi volkanitler üzerindeki toprakların karbonat içermeleri gerek yağışlarla bazik katyonların yıkanması gerekse de volkanitler içerisinde yer alan minerallerin kalsiyum elementini içermeleri ve ayrışma sonucunda açığa çıkmaları sonucu ortamdaki su ve karbondioksit ile reaksiyona girerek karbonatlaşmanın olması neticesinde birikebilmektedir. Bu nedenle topraklarda kalsiyum başat iyondur. Toprakların yüzeylerinde fazla organik madde (%5.11) içerirken, derinlere doğru bu oran azalmaktadır. Hacim ağırlıkları 6.82 ile 5.76 gr/cm³ arasında değişmektedir. Toprakların tuzluluk problemleri bulunmamaktadır (Çizelge 5).

Typic Xerofluvent ve Vertic Xerofluvent- Fluvisol Topraklar

Aluviyal arazilerde ve akarsuların getirmiş olduğu sedimentler üzerinde dağılım gösteren Typic ve Vertic Xerofluvent topraklar, havza alınının çoğunlukla orta kesiminde yer almakta olup, çalışma alanının %20.82'in de (14226.3 ha) yayılım göstermektedir (Çizelge 3) (Şekil 6a). Düz düze yakın eğimli genellikle derin topraklardır. Toprakların bünyeleri kumlu tın ve kil tın arasında değişmektedir. pH değerleri ise gerek yüzey gerekse de derinlik içerisinde 7.49 ile 8.20 arasında değişmekte ve hafif alkalin reaksiyon özelliği göstermektedir. Organik madde değerleri yüzey topraklarında oldukça düşük olup %0.89 ile %1.84 arasında değişmekte profil içerisinde ise, fulventik toprakların temel özelliklerinden birisi olan organik maddenin derinlik artışıyla beraber düzensiz azalışı bu toprakta da görmek mümkündür (Çizelge 5).

Vertic Haploxerept-Cambisol Topraklar

Havzanın bastında ve alanın %0.84 kaplayan Vertic Haploxerept Orman örtüsü altında yer alan Vertic Haploxerept topraklar, yüzey de hafif asitlik özelliğine sahip iken özellikle 75 cm'den sonra ana materyalde karbonat birikimi belirlenmiştir. Bu nedenle, yüzey ve yüzey altı topraklarda kireç 0.95 ile 1.43 arasında değişim gösterirken birikim katında %7.78'lere çıkmaktadır (Çizelge 5). Profil içerisinde yapısal değişkenlikleri (strüktür oluşumu) ve kalsifikasyon yapan toprak oluşumları sonucunda daha ileri düzeyde toprak gelişimine sahip A/Bw1/Bw2/Ck horizon dizilimine sahiptirler (Çizelge 4). Genetik horizonları killi bir bünyeye sahip olmaları strüktürel olarak daha iri, ve dayanıklı yüzeyde granüler (3.ka.gr) yüzey altında yarı köşeli blok yapılar (3.ka.ykb) oluşmasına neden olmaktadır (Çizelge 4). Yüzey topraklarında orta düzeyde organik madde içerirken, profil içerisinde bu oran azalmaktadır. Ayrıca toprakların tuzluluk problemleri bulunmamaktadır (Çizelge 5).

Typic Haploxerept - Cambisol Topraklar

Yamaç arazilerden yerçekimi etkisiyle dik eğimli arazilerden gelen farklı malzemelerin etek arazilerde birikmesi sonucu üzerinde oluşmakta olan Typic Haploxerept topraklar havzanın yaygın olarak kuzey doğusunda ve 2482.1 ha alan kaplamaktadır (Çizelge 3) (Şekil 6a). Özellikle 29-67 cm derinlikler içerisinde yapısal değişkenlikler sonucu meydana gelen strüktürel gelişmeler nedeniyle kambik horizon oluşumu belirlenmiştir. Tarım arazileri olarak kullanılan bu topraklarda profil boyunca bünye orta olup, kil tın'dır. Fakat hacim ağırlıklarında yüzey sürüm katı olması ve pulluk basıncı nedeniyle bünye değişmemesine karşılık yüzey altındaki topraklarda hacim ağırlığı 1.29 gr/cm³ den 1.49 gr/cm³'e artmaktadır. Bu durum taban taşı ve sıkışmanın olduğunu göstermektedir (Çizelge 5). Ayrıca bu sıkışma toprakların geçirgenliklerini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Profilde kireç %9.85 ile %17.0 arasında değişmesine karşın bu oran ana materyalde %32.2'lere yükselmektedir (Çizelge 5). Bu nedenle renk yüzeyde 10 YR 5/4 iken derinlerde açılmakta ve 10 YR 6/6 olmaktadır (Çizelge 4).

Calcic Haploxerept - Cambisol Topraklar

Kumtaşı, çamur taşı ve kireç taşı ana materyal üzerinde oluşmuş Calcic Haploxerept topraklar, havzanın genellikle kuzey doğu kesiminde yer almakta olup, 1364,0 ha ile alanın %2.0 sini kaplamaktadır (Çizelge 3) (Şekil 6a). A/Bw/Ck horizon dizilimine sahip bu toprakların bünyeleri killidir. Özellikle kireç taşları üzerinde oluşmaları nedeniyle kireç içerikleri oldukça yüksektir. Bu nedenle profildeki kireç miktarı diğer topraklarla karşılaştırıldığında kireç içeriği en yüksek bu topraklarda olduğu görülmektedir. Kireç içeriklerinin oldukça yüksek oluşları özellikle kalsiyum iyonunun diğer topraklara karşın oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Organik madde içerikleri yüksek ve pH 7.54 ile 7.92 arasında değişmekte olup, hafif alkali reaksiyonludur. Özellikle çamur taşının hızlı ayrışması ve kil üretmesi nedeniyle tüm profil killi bünyeye sahip olup, özellikle profil içerisinde geçirgenlikleri düşüktür. Yüzeyde organik madde ve kil içeriği nedeniyle hacim ağırlığı 1.19 gr/cm³ iken bu oran derinlere doğru artmaktadır (Çizelge 5).

Lithic Calcixerept - Cambisol Topraklar

Havzanın kuzey batısında dağılım gösteren ve 428.8 ha (%0.63) alan kaplayan Lithic Calcixerept topraklar, kristalize kireç taşları üzerinde oluşmuşlardır (Çizelge 3) (Şekil 6a). Kırmızımsı kahverengi 5 YR 2.5/2 (Kuru), Siyah 5 YR 2.5/1 (Nemli) renk özelliği ile kırmızı akdeniz toprak özelliği taşımaktadır. Ayrıca, strüktürel bir gelişime sahip olan bu topraklar, diğer kireç taşı üzerinde oluşmuş olan profillerden (genç topraklardan) önemli bir ayırım göstermektedir (Çizelge 4). Orman örtüsü altında bulunan bu topraklar organik maddece zengin killi topraklardır. Orta derinliğe sahip olan toprakların pH'sı 7.28-7.71 arasında değişmektedir (Çizelge 5).

Vertic ve Calcic Haploxeralf -Luvisol Topraklar

Toplam havza alanını %11.3'nü oluşturan Vertic ve Calcic Haploxeralf topraklar, havzanın güney batısında dağılım göstermektedirler (Çizelge 3) (Şekil 6a). Orman örtüsü altında ve çamur taşı üzerinde oluşmuş olan Haploxeralfler önemli bir toprak oluşum süreci olan kilin yıkanıp birikmesi sonucu meydana gelen argillik horizon belirlenmiştir. Üst horizonlarda kil %33 ile 36 arasında değişirken, 30 ile 70 cm derinlikler içerisinde %40 ile 48'lere ulaşabilmektedir. Bu nedenle bünye üst topraklarda kil tın iken argillik horizonunda killi bünye dönüşmektedir. Ayrıca, ana materyal üzerinde sekonder kireç oluşumu sonucu olan karbonat birikim belirlenmiş ve yüzeyde kireç %16 ile %21 iken ana materyalde bu oran yaklaşık %27 ile 32'lere ulaşmaktadır (Çizelge 5). Bu durum horizonların renk değişiminde de yansiyarak yüzeyde 10YR 5/2 kırmızımsı kahverenginde iken value değeri yükselerek daha açık renk olan 10YR 8/4 olmaktadır (Çizelge 4). Tüm profil hafif alkali özellikte olup, pH 7.67 ile 8.20 arasında değişmektedir. Bu toprağın organik maddesi oluşukça düşük olup %2' den azdır (Çizelge 5).

Vertic ve Calcic Haploxeroll -Kastozem Topraklar

Havza içerisinde 1104 ha (%1.62) alanda ve havzanın batısında yer alan Vertic ve Calcic Haploxeroll topraklar, A/C, A/C/R veya A/R dizilimli horizonlara sahiptirler (Çizelge 3) (Şekil 6a). Özellikle genç topraklar oluşum süreçlerinde halen ana materyal etkisi altında bulunmakta olup, ana materyalin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taşıdıkları görülmektedir. Örneğin kireçli kum taşı üzerinde oluşmuş Calcic Haploxeroll kireç oranı %28'e kadar çıkabilmekte iken çamur taşı üzerinde oluşmuş Vertic Haploxeroll topraklarda kil içeriği %28'lere kadar ulaşabilmektedir. Organik madde içerikleri diğer topraklara göre oldukça yüksek olup %5.27 ile yüksek düzeydedir (Çizelge 5). Organik maddenin yüksek olması özellikle toprakları üst horizonlarının oldukça koyu renkli (10 YR 3/3) ve yüksek kil içeriklerine rağmen kıvamlarının hafif sert (hs-yp-pa) olmasına neden olmaktadır (Çizelge 4).

Typic Haploxerept -Vertisol Topraklar

Typic Haploxerept topraklar, havza içerisinde %0.19 ile en az alan kaplaya, derin topraklardır (Çizelge 3) (Şekil 6a). Profil boyunca ince bir bünyeye sahip olmaları sonucu özellikle 21 cm den sonra oluşan strüktürlerin şişme büzülme aktivasyonu nedeniyle meydana gelen kayma yüzeylerinin meydana gelmiş olmasıdır. Profilde kil %42.43 ile %46.22 arasında değişmekte olup killi bir bünyeye sahiptir (Çizelge 4). Ayrıca toprakların kireç içerikleri çok yüksek olup, kireçli topraklardır. Organik madde yüzeyde %3.07 iken derinlerde %0.71 e kadar düşmektedir (Çizelge 5). Tüm profil killi olması nedeniyle hacim ağırlıklarında, geçirgenliklerinde ve su tutma içeriklerinde çok fazla bir değişim bulunmamaktadır.

Sonuç

Bu çalışma, Kemalpaşa Havzası topraklarının genel özelliklerini, dağılımlarını belirlemek ve sınıflandırmak amacıyla yapılmıştır. Ülkemiz, çok farklı jeolojik ve jeomorfolojik özellikler göstermesinin yanı sıra arid'den perhumide kadar değişen çok farklı ekolojiye sahip olması nedeniyle çok çeşitli toprak oluşum veya farklı pedolojik gelişim süreçlerin meydana gelmesi nedeniyle zengin toprak tiplerinin meydana geldiği bir ülke konumundadır. Bu farklı toprakların olduğu havzalarımızdan birisi de Akdeniz iklim kuşağı altındaki çoğunlukla kireç taşı ana materyale sahip, farklı topografya ve bitki örtüsü ne sahip Gediz havzasının bir alt havzası olan Kemalpaşa havzasıdır.

Newhall simülasyon modeli kullanılarak uzun yıllar yıllık ortalama iklim verileri havza içerisinde dağılım gösteren arazilere ait toprakların xeric nem rejiminde (Akdeniz İklim Rejimi) olduğu belirlenmiştir. Alanın toprak gelişimini etkileyebilecek ana materyal, arazi kullanımı ve fizyografik ünitelerin incelenmesi sonrası saha, laboratuvar ve büro çalışmaları sonrası alanın 1:25.000 ölçekli detaylı sayısal toprak haritası üretilmiştir. Elde edilen bu veri doğrultusunda toprakların [Toprak Taksonomisi \(2022\)](#) ve [WRB \(2014\)](#) sınıflandırma sistemindeki yerleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunlara ait dağılım haritaları oluşturulmuştur. Toprak Taksonomisine göre havzada 13 alt grup, WRB sistemine göre ise 7 referans toprak grubu belirlenmiştir. Haritalama çalışmaları sonucunda, havzanın %79.3'ünde Entisol'ler, %11.3'ünde Alfisol'ler iken toplam alanın yaklaşık %0.2'si ile de en az alan ise Vertisol'ler olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, 1:25.000 ölçekli yapılan bu çalışma sonraları daha detaylı analiz ve ölçeklerde (1:5.000) ve araştırmalar ile havzanın toprak kaynakları hakkında daha kapsamlı bilgiler elde edilebilir. CBS ve uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı ile toprak özelliklerinin ve dağılımlarının daha detaylı ve hassas bir şekilde belirlenmesinde önemli katkı sağladığı görülmektedir. Böylece, Kemalpaşa Havzası'nın toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve gelecek nesiller için korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Baker JR, 1987. The vegetation index and the study of vegetation dynamics. *International Journal of Remote Sensing*, 8(11), 1603-1614.
- Blake GR, Hartge KH, 1986. Bulk density. In *Methods of soil analysis: Part 1—physical and mineralogical methods* (2nd ed., pp. 363-375). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43(9): 434-438.
- Brevik, EC., Calzolari C, Miller BA, Pereira P, Kabala C, Baumgarten A, Jordan A, 2016. Soil mapping, classification, and pedologic modelling: History and future directions. *Geoderma*, 264: 256-274.
- Coşkun, A , Dengiz O, 2016. Samsun terme havzası bazı temel fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 1-13.
- Daily GC, 1997. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Dent D, Young A, 1981. *Soil survey and land evaluation*. Allen & Unwin.
- ENVI. 2013. ENVI 5.0v. Exelis Visual Information Solutions.
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10.2.2. Environmental Systems Research Institute.
- IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources 2022. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Kılıç, S, 2015. Kappa testi. *Journal of mood disorders*, 5(3), 142-144
- Jackson ML, 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall.
- Lal R, 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5): 5875-5895.
- Lillesand T, Kiefer RW, Chipman J, 2008. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA). (2024).
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024). İllere Ait Mevsim Normalleri (1991-2020). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=IZMIR>
- Montgomery DR, 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33): 13268-13272.
- Oosterbaan RJ, 1994. *Agricultural Drainage: Principles and Applications*. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI).
- Richards LA, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. U.S. Department of Agriculture.
- Rhoades JD, 1982. Cation exchange capacity. In *Methods of soil analysis: Part 2—Chemical and microbiological properties* (2nd ed., pp. 149-157). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
- Soil Survey Laboratory Staff. (1992). *Soil survey laboratory methods manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42. USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Taxonomy, S (2014). *Keys to soil taxonomy*. USDA-Natural Resources Conservation Service.
- WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.
- Van Wambeke, A. R. (2000). *The Newhall Simulation Model for estimating soil moisture and temperature regimes*. Department of Crop and Soil Sciences. Cornell University, Ithaca, NY.