



2024

Cilt/Volume : **12**

Sayı/Number : **1**

eISSN : 2146 - 8141

www.toprak.org.tr

Türkiye Toprak Bilimi
Derneği Yayınıdır

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Journal of Soil Science and Plant Nutrition)





TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



SAHİBİ

Dr. Ayten NAMLI, Ankara Üniversitesi, Ankara

EDİTÖRLER KURULU BAŞKANLARI

Dr. Coşkun GÜLSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

BÖLÜM EDİTÖRLERİ

Dr. Füsun GÜLSER, Toprak Kirliliği ve Islahı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van
Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK, Toprak Fiziği, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr. İlhami BAYRAMİN, Toprak Etüd ve Haritalama, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr. Kadir SALTALI, Toprak Kimyası, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş
Dr. Mehmet ZENGİN, Gübreler ve Gübreleme, Selçuk Üniversitesi, Konya
Dr. Nur OKUR, Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. Orhan DENGİZ, Toprak Oluşumu ve Sınıflandırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
Dr. Sait GEZGİN, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Selçuk Üniversitesi, Konya
Dr. Taşkın ÖZTAŞ, Arazi Yönetimi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Dr. Tayfun AŞKIN, Toprak ve Su Koruma, Ordu Üniversitesi, Ordu

EDİTÖRLER KURULU

Dr. Alexandre F. D'ANDREA, Federal Institute of Education, Science & Technology of Paraíba, Brazil
Dr. Amrakh I. MAMEDOV, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan
Dr. Bülent OKUR, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. David PINSKY, Institute of Physico-chemical & Biological Problems in Soil Science, Russia
Dr. Evgeny SHEIN, Lomonosov Moscow State University, Russia
Dr. Guguli DUMBADZE, Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia
Dr. Günay ERPUL, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr. Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. İbrahim ERDAL, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
Dr. İbrahim ORTAŞ, Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr. İmanverdi EKBERLİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
Dr. Mustafa BOLCA, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. Markéta MIHALIKOVA, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic
Dr. Mustafa BAŞARAN, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Dr. Oğuz Can TURGAY, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr. Ömer Lütfü ELMACI, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. Sezai DELİBACAK, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. Suat ŞENOL, Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr. Svetlana SUSHKOVA, Southern Federal University, Russia
Dr. Tomasz ZALESKI, University of Agriculture in Krakow, Poland
Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat
Dr. Valentina VOICU, National Research-Development, Institute for Soil Sci., Agro-Chemistry & Environment, Romania
Dr. Yasemin KAVDİR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale

DERGİ HAKKINDA

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneğinin hakemli açık erişimli resmi dergisi olup, toprak, bitki ve çevreyle ilişkili temel ve uygulamalı çalışmalara ait araştırma makalelerinin yanı sıra bu alandaki güncel derlemeleri de yayınlamaktadır. Derginin kapsamı; toprak fiziği ve mekaniği, toprak kimyası, toprak biyolojisi ve biyokimyası, toprak su ve koruma, toprak verimliliği, toprak oluşumu, sınıflandırma ve haritalama, toprak sağlığı ve kalitesi, toprak hidrolojisi, toprak yönetimi ve ıslahı, toprak mineralojisi ve mikromorfolojisi, toprak kirliliği ve ıslahı, toprak kaynaklı patojenler, bitki besleme ve gübreleme, jeostatistik, uzaktan algılama ve CBS gibi toprak bilimi alanındaki konuları içermektedir.

TARANDIĞI İNDEKSLER : TR Dizin, CABI, EBSCOHOST, Google Akademik



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



YIL: 2024

CİLT : 12

SAYI : 1

SAYFA : 1 - 95

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

- CBS uygulamaları ile güncel toprak veri bankasının oluşturulmasının gerekliliği: Türkgeldi Tarım İşletmesi örneği (Kırklareli)** 1
Yakup Kenan Koca, Yavuz Şahin Turgut, Halil Aytop
- Bakteri uygulamalarının tuz stresinde çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'in tohum fizyolojisi, morfolojisi ve verim üzerine etkisi** 12
Banu Kadioğlu
- Arazi kullanım şekli ve bazı toprak özelliklerinin organik madde içeriğine etkileri** 20
Nutullah Özdemir, Elif Bülbül Desti
- Bafra Delta Ovası sol sahil alüviyal arazilerde yetiştirilen lahana bitkisinin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri, besin element içerikleri ve konumsal dağılımları** 27
Ayşe Ertaş Peker, Orhan Dengiz
- Van Organize Sanayi Bölgesi çevresindeki topraklarda ağır metal kirliliğinin araştırılması** 46
Güler Dilbilir, Füsun Gülser
- Fındık atık kompostunun fındıkta verim ve yaprak makro besin elementi içeriğine etkisi** 59
Yasemin Yavuzkılıç, Coşkun Gülser
- Karlılık endeks değerleri dikkate alınarak tarımsal arazi uygunluk sınıflarının değerlendirilmesinde ekonomik ve ekolojik yaklaşım** 67
Güneren Çiçek, Fikret Saygın
- Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin değerlendirilmesi** 79
Ayhan Horuz, Ümit Serdar, Fagan Aghayev, Burak Akyüz



CBS uygulamaları ile güncel toprak veri bankasının oluşturulmasının gerekliliği: Türkgeldi Tarım İşletmesi örneği (Kırklareli)

Yakup Kenan KOCA^{1*}, Yavuz Şahin TURGUT¹, Halil AYTOP²

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

²Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş

Öz

Türkiye'nin en önemli tarımsal üretim alanlarından birisi de Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı tarımsal işletmelerdir. Bu alanlarda yoğun bir tarımsal üretim devam etmektedir. Mevcut toprak özelliklerini anlamak, sürdürülebilir arazi yönetimi için hayati öneme sahiptir. Çalışma, Türkgeldi Tarım İşletmesi (Kırklareli) için 1986 tarihli bir toprak haritası ve raporuna dayanmaktadır. İşletmede Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak yedi toprak serisini tanımlanmıştır. İşletme topraklarının çoğunun kil tekstüre sahip olduğu belirtilmektedir. Çalışmada, eğim seviyelerini, drenaj sorunlarını ve değişen özellikler nedeniyle toprak verilerinin güncelleme ihtiyacı tartışılmıştır. Türkgeldi işletmesi gibi kamu işletmeleri için toprak etüdüleri yenilemenin/güncellenmenin önemi vurgulanmıştır. Yapılacak yeni çalışmalar ve oluşturulacak güncel toprak veritabanları için yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmalı ve raporlar daha fazla kullanıcıya ulaşması açısından sayısal halde hazırlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Toprak veri tabanı, toprak etüdüleri, toprak haritası, CBS, Türkgeldi TİGEM, Kırklareli.

The imperative of establishing a current soil database utilizing GIS: A case study of Türkgeldi Agriculture Enterprise (Kırklareli)

Abstract

One of the most important agricultural production areas of Turkey is the agricultural enterprises affiliated to the General Directorate of Agricultural Enterprises. Intensive agricultural production continues in these areas. Understanding current soil characteristics is crucial for sustainable land management. The study relies on a 1986 soil map and report for Türkgeldi Agricultural Enterprise (Kırklareli), identifying seven soil series using GIS. Most of the enterprise's soils have clay topsoil textures. The article discusses slope levels, drainage issues, and the need to update soil data due to changing properties. It emphasizes the importance of renewing soil surveys for like Türkgeldi Agriculture Enterprise and suggests using high-resolution satellite imagery and digitizing printed reports for up-to-date soil databases.

Keywords: Soil database, soil survey, soil maps, GIS, Türkgeldi GDAE, Kırklareli.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Tarımsal üretimin vazgeçilmez bir parçası olan topraklar, çeşitli kullanımlar sonucu değişikliğe uğramaktadırlar. Bu değişimler kimi zaman olumlu kimi zaman olumsuz bir şekilde toprak özelliklerine yansımaktadır. Toprakların mevcut özelliklerinin bilinmesi, onun sürdürülebilir bir şekilde kullanımına olanak sağlamaktadır. Planlamanın en önemli aşamalarından birisi mevcut durumun bilinmesi ve ortaya konmasıdır. Bunun yanı sıra sahip olduğu olumlu/olumsuz özellikler de topraklar üzerinde yapılacak planlama açısından önemlidir.

Arazi kullanım planlaması açısından toprakların sahip olduğu özelliklerin bilinmesi gereklidir. Bu özellikler planlamanın düzeyine bağlı olarak değişmekle birlikte genel arazi kullanımı açısından toprakların fiziksel ve

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (533) 656 9750

E-posta : ykkoca@cu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 18 Ekim 2023

Kabul Tarihi : 18 Nisan 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1378069

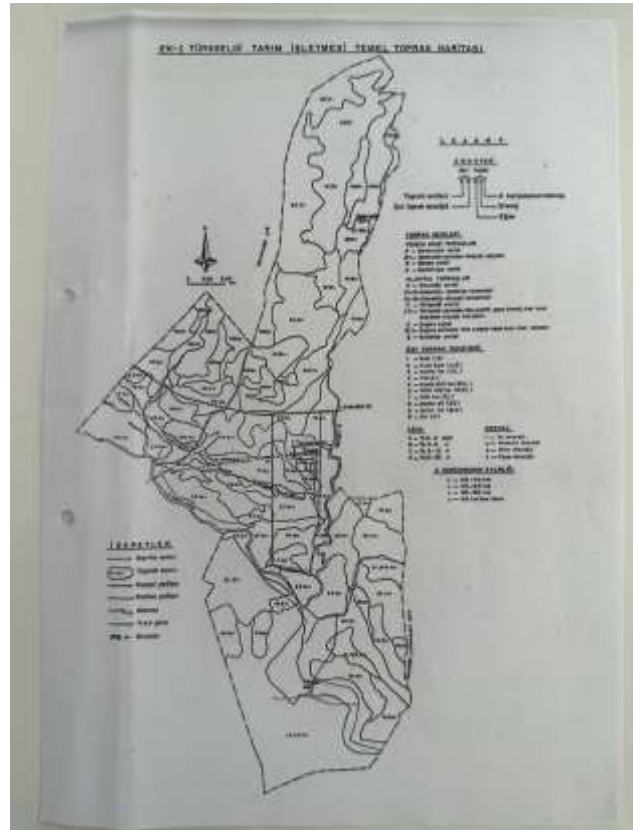
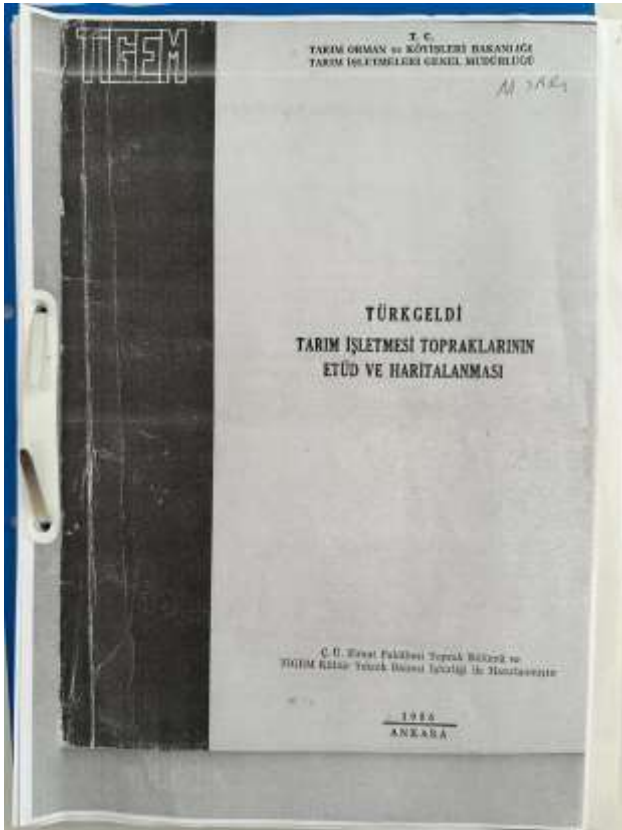
kimyasal özelliklerinin bilinmesi yeterlidir. Herhangi bir işletmede sürdürülebilir ve doğru bir üretim yapılabilmesi için, işletme içerisinde bulunan toprakların özelliklerinin bilinmesi önemlidir.

Detaylı toprak etüdü, toprakların tüm fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkartmaktadır. Bu etüdülerin kimi il ya da ova bazında yapılırken, kimisi ise çiftlik veya kampüs alanları gibi daha dar alanları kapsamaktadır. [Akgül ve Şimşek \(1996\)](#) ova düzeyinde yapılan çalışmaya bir örnektir ve çalışmada Daphan Ovası'nın detaylı toprak etüdü tamamlanmıştır. [Yorulmaz \(2014\)](#) tarafından yapılan çalışmada da, Denizli ili Hanbat Ovası topraklarının detaylı etüdü yapılmıştır. Kimi çalışmalar da ([Dingil ve ark., 2010; Rad ve ark., 2014](#)) revizyon toprak etüdüleri olarak yapılmıştır. Türkiye'de en kapsamlı toprak etüdüleri Güneydoğu Anadolu Projesi içerisinde yer alan ovaların ve Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı işletmelerin topraklarının etüdüleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda yapılan toprak etüdülerinde ise yardımcı materyal olarak uzaktan algılama verileri sıklıkla kullanılmaktadır ([Fajardo ve ark., 2016; Zhang ve Hartemink, 2019; De Mello ve ark., 2023](#))

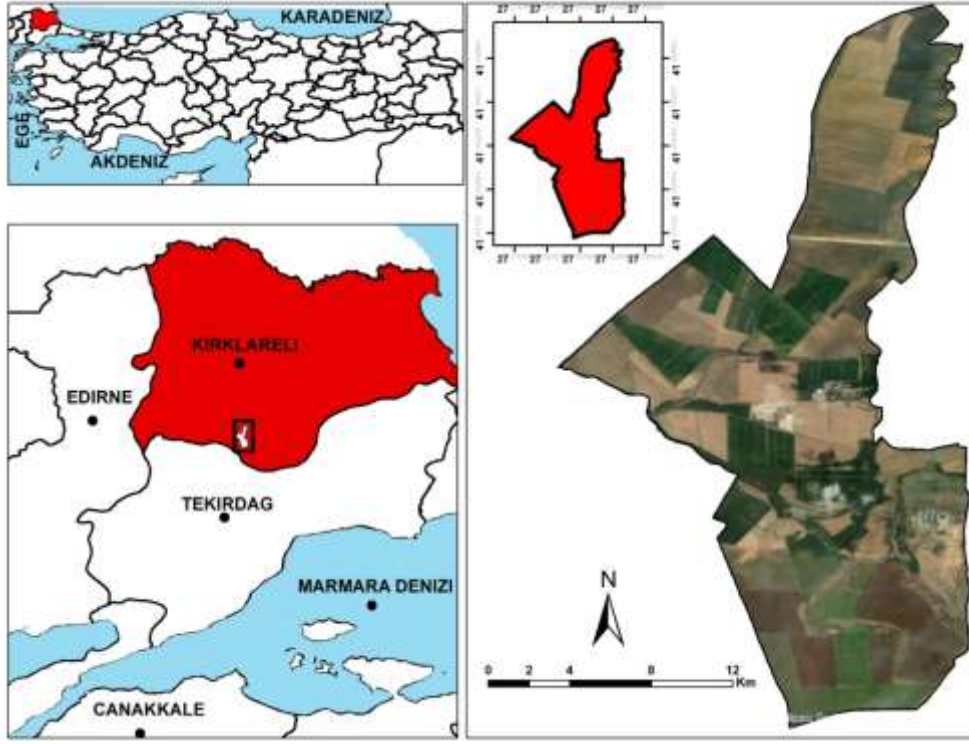
Bu kapsamda bu çalışmada Türkiye'nin önemli tarımsal işletmelerinden biri olan Türkgeldi Tarım İşletmesinin topraklarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında toprak özellikleri sayısal olarak ortaya konmuş ve çeşitli tematik haritalar oluşturulmuştur. Tematik haritalar özellikle toprak bilimi başta olmak üzere diğer kullanıcılara bir altlık olarak kullanılabilir şekilde hazırlanmıştır. Yaklaşık 40 yıl önce hazırlanmış olan etüd raporuna vurgu yapılarak dinamik toprak özellikleri başta olmak üzere raporda bulunmayan ancak işletme için önemli olan bitki besin elementlerinin de dâhil olması gereken güncel toprak veri bankasının oluşturulması gerekliliği ortaya konmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada temel olarak kullanılan en önemli materyal Türkgeldi Tarım İşletmesi topraklarının haritası olmuştur ([Anonim, 1986](#)). Çalışma o dönemki şartlara uygun olarak basılı rapor ve harita şeklinde hazırlanmıştır (Şekil 1). Sözkonusu işletme Marmara Bölgesi'nde yer almakta olup, Kırklareli İli, Lüleburgaz ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. 523756 D 4573821 K ve 527705 D 4582970 K koordinatları içerisinde bulunan işletmenin doğusunda Burgaz Deresi ve batısında Ergene Çayı gibi su kaynakları bulunmaktadır (Şekil 2). İşletmenin toplam alanı 18.244 da'dır.



Şekil 1. Türkgeldi tarım işletmesine ait 1986 tarihli etüd raporu ve toprak haritası.



Şekil 2. Çalışma alanı lokasyon haritası.

Toplam 18.244 da alana sahip olan işletme arazisinde 2022 yılında 14.409 da tarla tarımı, 1800 da otlakiye, 225 da bahçe tarımı yapılırken 1810 da arazide tarım dışı amaçlarla kullanılmıştır (Anonim, 2023a). 2022 yılı verilerine göre işletmede 1639 ton buğday, 920 ton ayçiçeği, 1450 ton yonca üretimi gerçekleştirilmiştir.

İşletmede hayvancılık da önemli bir yer tutmaktadır. 2200 büyükbaş hayvan kapasitesine sahip işletmede, 2022 yılı verilerine göre 1349 adet siyah alaca, 466 adet simental olmak üzere 1815 adet büyükbaş bulunmaktadır. Buzağı üretiminde de iyi düzeyde olan işletmede 2022 yılında 892 ana ve 735 doğan buzağı bulunmaktadır. İşletmede 1800 da alan otlak amacıyla kullanılmaktadır. İşletmede toplam 26 traktör bulunmaktadır. İşletmede toplam 45 personel istihdam edilmektedir.

Çalışma alanı iklimi Meteoroloji Genel Müdürlüğü (Anonim, 2023b) verilerine göre Erinç İklim Sınıflaması'na göre yarı nemli; DeMartonne İklim Sınıflaması'na göre yarı kurak-nemli arasındadır. Thornthwaite İklim Sınıflaması'na göre iklim sınıfı C1, B2, s, b3 (C1: yarı kurak-az nemli; B2: 2. Derece mezotermal; s: su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan; b3: Yaz buharlaşma oranı % 54) şeklindedir. İşletmenin yer aldığı Kırklareli ilinin uzun yıllar iklim verileri Çizelge 1'de yer almaktadır. İlin yıllık ortalama sıcaklığı 13.3 °C; yıllık toplam yağış miktarı ise 583.7 mm'dir. Dönem dönem sezonsal yüksek yağışlar işletmede problemleri de beraberinde getirmektedir. Nitekim 2021-2022 yılı üretim sezonunda ekiliş üzerine düşen yağış 632 mm, 2021 yılı Kasım ve Aralık aylarında toplam 302 mm yağış alınmıştır. Uzun yıllar ortalamasının üzerinde alınan yağış parsellerde lokal göllenmelere ve su birikintilerine sebep olmuş, bitki çıkışlarını olumsuz etkilemiş ve istenilen düzeyde verim alınamamıştır (Anonim, 2023a). İşletmede Miosen yaşlı kil çökellerinden ibaret yüksek arazilerin yanısıra Pleistosen ve Kuaterner dönemlerde depolanmış olan aluviyal kökenli araziler bulunmaktadır (Anonim, 1986). Bu iki ana fizyografik üniteye bağlı olarak çeşitli alt fizyografik üniteler yer almaktadır. Bundan dolayı işletme toprakları farklı özelliklere sahip serilerden oluşmuştur. İşletmede tanımlanan serilerden Sarmısaklı, Burgaz, Kartaltepe yüksek arazilerdeki fizyografik ünite; Ergene, Türkgeldi, Selimiye, Alacaköy serileri ise aluviyal araziler üzerinde yer almaktadır.

Çizelge 1. Kırklareli ili uzun yıllar (1959-2022) iklim verileri.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,9	4,1	6,9	12,0	17,2	21,4	23,8	23,6	19,3	14,0	9,3	5,1
Toplam Yağış (mm)	65,6	52,0	48,7	44,3	49,5	52,8	27,9	21,8	33,0	52,2	65,2	70,7

Toprak veri bankasının elde edilmesinde en önemli işlemlerden birisi mevcut verilerin sayısal halde olması ya da sayısal hale getirilmesidir. Türkgeldi Tarım İşletmesi'ne ait rapor elde edildikten sonra basılı halde bulunan detaylı toprak etüd haritası tarayıcıda tarandıktan sonra sayısal ortama aktarılmıştır. ArcMAP 10.4 yazılımı yardımıyla coğrafik düzeltmesi yapılmıştır. Basılı halde bulunan raporun sayısal hale getirilmesi ve coğrafik koordinatlarının bulunması amacıyla Google Earth Pro programı kullanılmıştır. Sayısal ortama aktarılan işletmenin haritasında yer alan her haritalama birimi poligon olarak sayısallaştırılmış ve attribute (öznitelik) tablosu oluşturulmuştur. ArcMAP 10.4 yazılımı sayesinde çeşitli tematik haritalar üretilmiş, işletmenin toprak özellikleri sayısal hale getirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

İşletmede yer alan toprak serileri ve kapladıkları alanlar

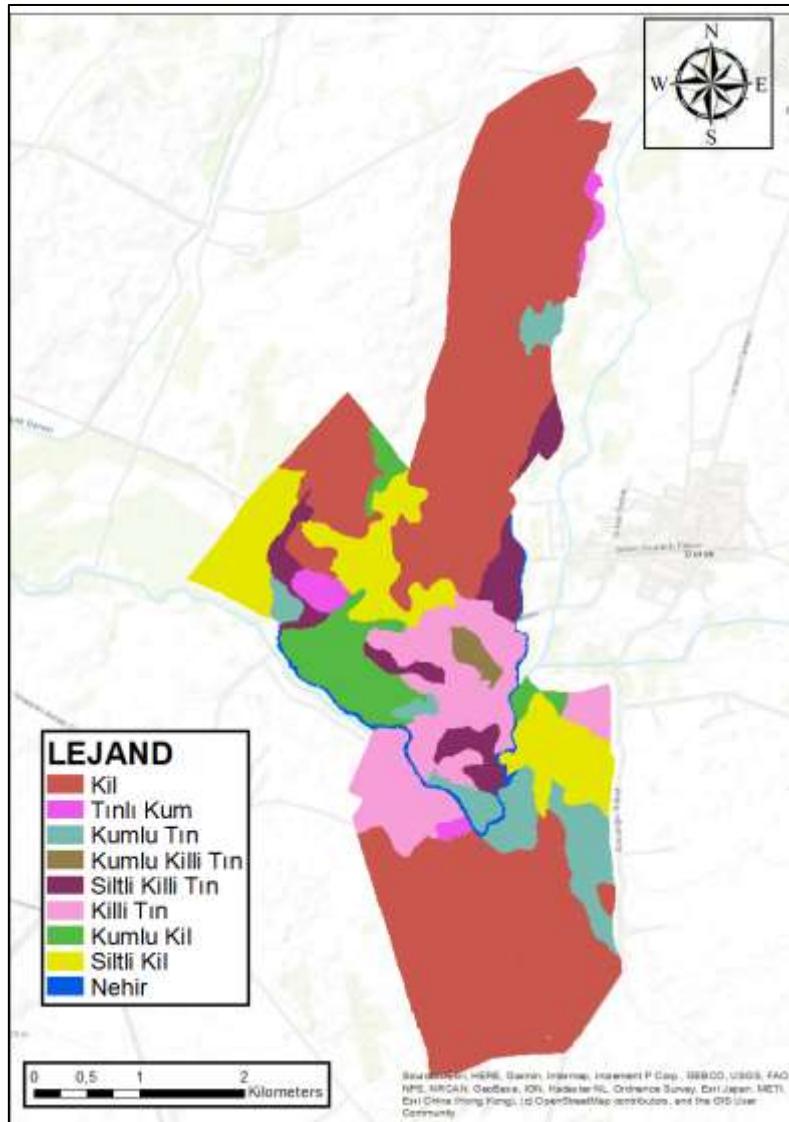
İşletmede 7 seri bulunmaktadır. Bu serilerin dağılımları CBS ortamında belirlenmiştir. Serilerin toplam alanları Çizelge 2'de; seri dağılım haritası ile Şekil 3'te yer almaktadır. Serilerin genel özellikleri önceki rapordan alınmış (Anonim, 1986); diğer hesaplamalar sözkonusu çalışmadaki haritanın sayısallaştırılması ile elde edilmiştir. İşletmede en fazla yayılım gösteren topraklar Sarmısaklı serisine aittir. İşletmenin % 29'unda (5367 da) yayılım göstermektedir. Sarmısaklı serisi kireçli kil depoları üzerinde oluşmuş derin topraklardır. Taksonomik olarak Vertisol ordosunda sınıflandırılan bu topraklar kalın A horizonuna sahiptir. Seri topraklar profil boyunca kil tekstür içermektedirler. İşletmede ikinci en fazla yayılım gösteren seri ise Ergene serisidir. Bu seri toprakları taksonomik olarak Mollisol olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanında yetersiz drenaja sahip olan toprakların önemli bir kısmı bu seriye aittir. AC horizon dizilimine sahip bu topraklarda kireç hemen hemen hiç bulunmamaktadır. Çalışma alanının % 19'unda (3411 da) yayılım göstermektedir. Kartaltepe serisi çalışma alanının % 16'sında (2988 da) yayılım göstermektedir. Bu seri toprakları genellikle denizsel kökenli kireçli kil depoları üzerinde oluşmuş, düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Profil boyunca kil tekstüre sahip olmasına karşın kayma yüzeyleri yetersiz olduğundan dolayı Entisol olarak sınıflandırılmıştır. 2324 da alan kaplayan Türkgeldi serisi, düzenli akan suyun (derelerin) depolaması sonucu oluşmuştur. Genellikle düz-düze yakın eğimlerde yayılım gösteren seri topraklarında yer yer yetersiz drenaj koşulları görülmektedir. Bundan dolayı profilde pas lekeleri de görülmektedir. Genellikle orta tekstüre sahip olan seri toprakları üst horizonlarda az kireçli iken, profilin derinliklerinde kireç miktarı artmaktadır. Burgaz serisi denizel kökenli kireçli kil depoları üzerinde oluşmuş, derin topraklardır. Bu seride Sarmısaklı serisi gibi Vertisol olarak sınıflandırılmıştır. Profil boyunca kil tekstüre sahip olan seri toprakları AC horizon dizilimine sahiptir. 2324 da arazide yayılım gösteren seri toprakları işletmenin % 13'ünde yayılım göstermektedir. Alacaköy serisi işletmede Inceptisol olarak tanımlanan tek seridir. Fizyoğrafik olarak teras üzerinde oluşmuş olan seri toprakları ABC horizon dizilimine sahiptir. İşletmede 1086 da alan kaplayan seri işletmenin % 6'sında dağılım göstermektedir. İşletmede en az alan kaplayan Selimiye serisi Alacaköy serisi gibi teraslar üzerinde oluşmuştur; ancak daha genç topraklardır. B horizonu bulunmayan bu topraklar Entisol olarak sınıflandırılmışlardır. Seri toprakları işletmenin yalnızca % 2'sinde (456 da) yayılım göstermektedir. Profil boyunca orta-kaba tekstüre sahip seri toprakları derin profile sahiptir.

Çizelge 2. Çalışma alanında yer alan seriler ve kapladıkları alan.

SERİ ADI	ALAN (da)	ALAN (%)
SARMISAKLI	5367	29
ERGENE	3411	19
KARTALTEPE	2988	16
TÜRKGELDİ	2324	13
BURGAZ	2285	13
ALACAKÖY	1086	6
SELİMİYE	456	2
DİĞER	327	2
TOPLAM	18244	100

Çizelge 3. Çalışma alanı topraklarının üst toprak tekstürleri ve kapladıkları alan.

UTT SEMBOL	Üst Toprak Tekstürü	ALAN (da)	ALAN (%)
0	Kil	10083	54
2	Tınlı Kum	285	2
3	Kumlu Tın	1178	6
5	Kumlu Killi Tın	136	1
6	Siltli Killi Tın	922	5
7	Killi Tın	2128	12
8	Kumlu Kil	1007	6
9	Siltli Kil	2178	12
DİĞER		327	2
TOPLAM		18244	100



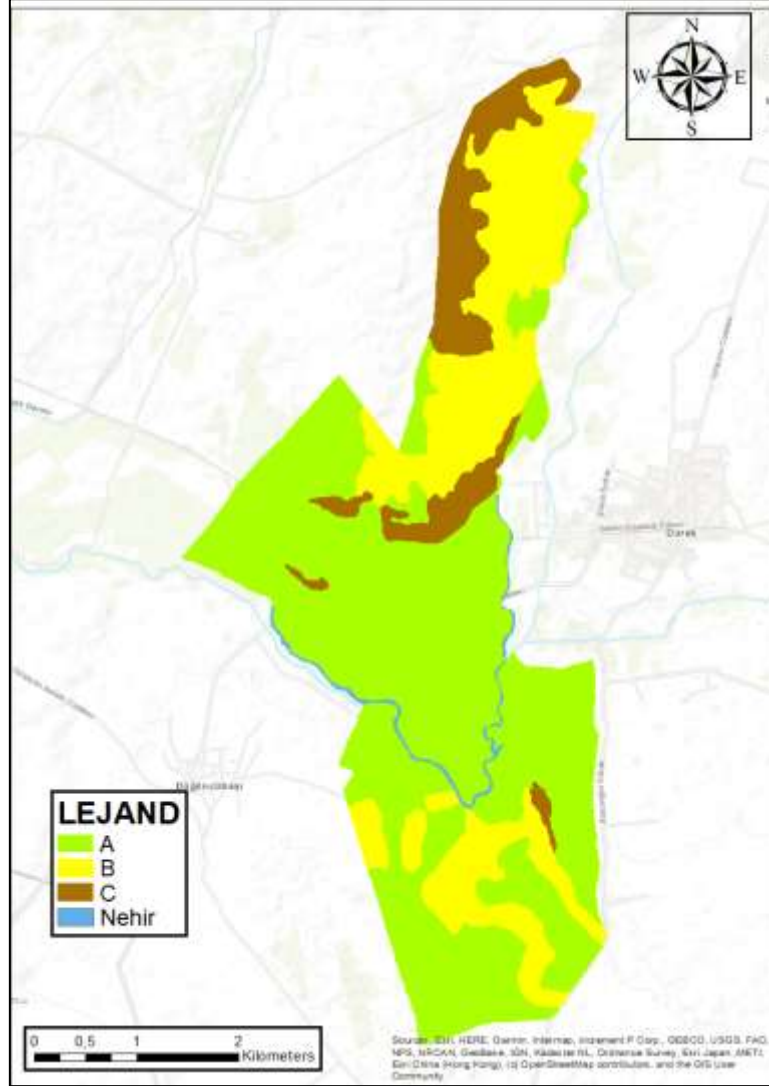
Şekil 4. İşletme alanı üst toprak tekstürü dağılım haritası.

İşletme arazilerinde eğim düzeyleri

CBS ortamında yapılan sorgulamalarda işletmenin önemli bir kısmının düz-düze yakın (%0-2 eğimli) arazilerden oluştuğu belirlenmiştir. 11321 da arazi (işletmenin % 62'si) A eğimlidir. Düz-düze yakın olan bu arazilerde Türkgeldi ve Ergene serileri önemli bir yer kaplamaktadır. Hafif eğimli topoğrafyaya (B eğim-% 2-6 eğim) sahip 4749 da arazide ise daha çok Sarmısaklı serisi yer almaktadır. B eğime sahip araziler işletme alanının % 26'sında yayılım göstermektedir. İşletmede çok dik eğimli araziler bulunmamaktadır. Eğim en fazla C eğimindedir. % 6-12 eğime sahip olan bu arazilerde daha çok Burgaz serisi toprakları yer almaktadır. C eğimli araziler işletmenin % 10'unda (1847 da) dağılım göstermektedir. CBS ortamında belirlenmiş olan işletmeye ait eğim dağılımları Çizelge 4 ve eğim haritası Şekil 5'te yer almaktadır.

Çizelge 4. Çalışma alanı eğim düzeyleri ve kapladıkları alanlar.

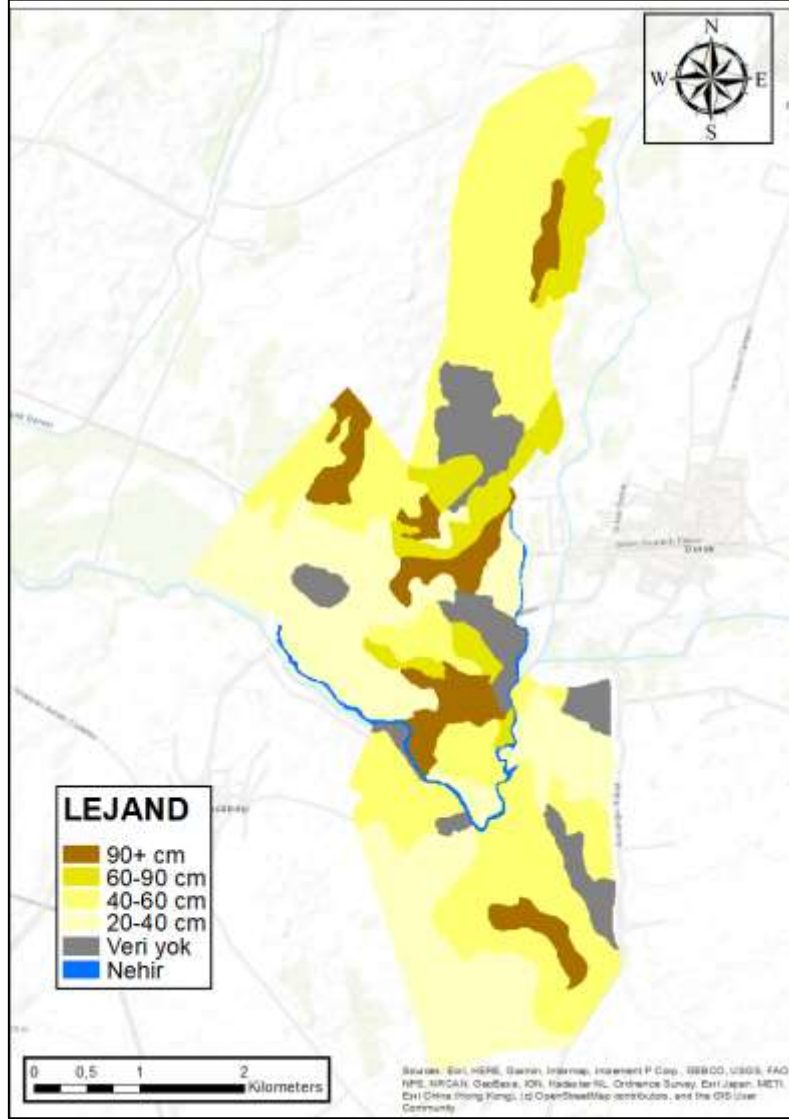
EĞİM SEMBOL	EĞİM ADI	ALAN (da)	ALAN (%)
A	Düz-düze yakın	11321	62
B	Hafif eğim	4749	26
C	Orta eğim	1847	10
DİĞER		327	2
TOPLAM		18244	100



Şekil 5. İşletmeye ait eğim haritası.

İşletme topraklarının yüzey horizonlarının ortalama kalınlıkları ve dağılımları

İşletmede yer alan topraklar genellikle derin profile sahiptir (Şekil 7). Buna karşın kimi serilerin yüzey horizonları diğer serilere oranla daha sığ olabilmektedir. Etüd raporunda yer alan verilere göre işletme alanında yer alan toprakların % 34'ü 20-40 cm arası kalınlıktaki yüzey horizonuna sahiptir. Toprakların % 41'i ise 40-60 cm yüzey horizon kalınlığına sahiptir. Geri kalan topraklar ise 40 cm'den daha kalın bir A horizonuna sahiptirler. Yüzey horizon kalınlığına ait veriler raporda kısıtlıdır. Bu durum tartışma kısmında toprak haritalarının güncellenmesi kısmında da ele alınacaktır.



Şekil 7. İşletme topraklarının A horizonunun kalınlığı ve dağılım haritası.

CBS uygulamaları ile güncel toprak veri bankasının oluşturulmasının gerekliliği

Bu çalışmada daha önceden toprak etüdü yapılmış olan Türkgeldi Tarım İşletmesi'nin toprakları, toprakların ve arazilerin sahip olduğu genel özellikler ele alınmıştır. Ancak kullanılan tüm veriler 1986 yılında yapılmış olan toprak etüdüne dayanmaktadır. İşletme alanını ele alan çalışmalar incelendiğinde işletme topraklarının bütünüyle ele alındığı tek çalışmanın bu çalışmaya da konu olan etüd raporu (Anonim, 1986) olduğu görülmüştür. Bu çalışma dışında işletme alanındaki büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığını ve bununla ilgili konuları ele alan çalışmalar (Kaya ve Kaya, 1996; Kaymakçı ve Taşkın, 2001; Kaymakçı ve Taşkın, 2008; Bulut, 2019) ve uzaktan algılama verileri ile işletmeye ait arazilerin konu olarak ele alındığı çalışmalar (Akkartal ve ark., 2005; Avcı ve Sunar, 2010; Avcı, 2011) literatürde yer almaktadır. Ancak bu çalışmaların hiçbirinde işletme arazisi toprakları ele alınmamıştır. Bundan dolayı işletme bütününe ele alan 1986 yılında yapılmış çalışma dışında bir veri bulunamamaktadır. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü ile Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) arasında yapılan protokol çerçevesinde

Türkgeldi Tarım İşletmesi dâhil Türkiye’de bulunan tüm işletmelerin toprak etüdleri tamamlanmış, toprak özellikleri ortaya konmuştur. Ancak bu çalışmalar yapıldığı dönemin bilgilerini içermektedir. Bu çalışmada da ele alınan Türkgeldi Tarım İşletmesi’ne ait bilgiler yaklaşık 40 yıl öncesine ait verileri kapsamaktadır. Toprak bilimi konusunda yapılan çalışmalar, kimi arazi/toprak özelliklerinin değişmez/zor değişir nitelikte olduğunu göstermektedir. Toprak tekstürü gibi, toprakların kimi özellikleri değişmez niteliktedir. Bu çalışmada da ele alınan toprak serileri özelliklerinin bir kısmı değişmediğinden bu özellikler günümüz şartlarında da benzer özelliktedir. Ancak kimi toprak/arazi özellikleri (tuzluluk, drenaj koşulları, organik madde düzeyi vb) ise değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin Türkgeldi Tarım İşletmesi’nde yer alan eğimli arazilerde koruma önlemleri almaksızın sürekli tarım yapılması, yüzey toprağının 40 yıllık sürede kaybına sebebiyet vermiş olabilir. Bu toprağın kaybı ile yüzeyde organik madde kaybı da meydana gelmiş olabilir. Bunun tam tersi de mümkündür. Eğimli yamaç arazilerinden gelen toprağın eğimin bittiği yerdeki arazilerde yüzey toprak derinliğinin artmasına etken olabilmesi de olasıdır. Toprak etüdünün yapıldığı dönemde kimi arazilerde drenaj sorunu olduğu belirtilmiş; çiftlikte çoğunlukla aluviyal arazilerde görülen drenaj sorunu yetersizden fenaya kadar değişmekte olduğu belirtilmiştir. Taşkınların geldiği kısımlara kuşaklama kanallarının açılması, uygun drenaj sistemlerinin oluşturulması gibi önlemler drenajı bozuk olan alanlar için öneri olarak sunulmuştur. Bu uygulamaların yapılıp yapılmadığı, sorunların hangi düzeyde çözüme kavuşturulduğu güncel çalışmalarla ortaya konması gerekmektedir. Toprakların uzun süreli tarımsal kullanımı toprak tuzluluğuna da sebebiyet vermektedir. Tuzluluk, toprakların en dinamik özelliklerinden birisidir. Tuzluluk özellikle gübrelerin hatalı kullanımı veya sulama sularının düşük kaliteli oluşundan kaynaklanmakta veya artmaktadır. İşletme topraklarının mevcut tuzluluğuna yönelik literatürde herhangi bir güncel kaynak bulunmamaktadır.

Toprak etüdüne yönelik çalışmalar genellikle toprakların genetik özelliklerini ele almaktadır. Son dönemdeki çalışmalar ise, bu özelliklerinin yanı sıra toprakların sahip olduğu tüm özellikleri kapsamaktadır. Türkgeldi Tarım İşletmesi’ne ait raporda da toprakların genetik özellikleri ve taksonomik sınıflamada önemli olan özellikler ele alınmıştır. Ancak işletme alanındaki toprakların makro ve mikro besin elementleri yönünden durumu raporda yer almamaktadır. Hâlbuki detaylı toprak etüdleri tamamlanmış alanlar ve bunlara ait raporlar, birçok araştırmacı için altlık olarak kullanılacak materyal niteliğindedir. Bundan dolayı bu raporlarda besin elementlerinin de yer alması toprakların bütünsel açıdan ele alınması için önemlidir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, son yıllarda birçok çalışmanın bilgisayar ortamında hazırlanması ve paylaşılmasını kolaylaştırmıştır. Geleneksel toprak etüdülerinde hava fotoğrafları ve topoğrafik haritalar sıklıkla kullanılmaktadır. Nitekim Türkgeldi Tarım İşletmesi’nin etüdülerinde kullanılan en önemli iki kartografik materyal 1/40.000 ölçekli siyah-beyaz hava fotoğrafları ve 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik harita olmuştur. Her ne kadar geleneksel çalışmalarda bu iki kartografik materyal kullanılıyor olsa da, son dönemlerde yapılan çalışmalarda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle kartografik materyallerin ölçeğinin 1/25.000’den daha küçük olması çalışmanın hassasiyetini büyük ölçüde etkilemektedir. Günümüz teknolojisinde metre altı düzeyinde uydu verilerinin elde ediliyor olması çalışmaların doğruluğunu arttırmaktadır.

İşletmeye ait rapor basılı halde hazırlanmış ve kullanıcılara sunulmuştur. Dönemin imkânları ölçeğinde basılı olan bu raporların haritaları da A4 boyutlarında basılmıştır. Ancak bu raporların bilgisayar ortamına aktarılmamış olması ve haritanın A4 boyutunda olacak şekilde kullanıcılara sunulmuş olması, raporda yer alan haritalama birimlerini neredeyse okunamayacak bir duruma getirmiştir. Çalışma kapsamında toprak haritasının sayısal ortama aktarılmasında ciddi zorluklarla karşılaşmıştır. Okunmakta zorluk çekilen kısımlarda monoskop, büyüteç vs. materyallerden yararlanılmıştır. Tüm bu uğraşlara rağmen çalışma alanında yer alan iki küçük poligona ait haritalama birimi okunamamış, bu iki küçük birim diğer kısmında değerlendirmeye alınmıştır.

Sonuç

Türkiye’nin devlet eliyle yönetilen işletmelerden biri olan Türkgeldi Tarım İşletmesi’nin yaklaşık 40 yıl önce yapılmış olan detaylı toprak etüdülerinin ele alındığı bu çalışmada, işletme topraklarının genel özellikleri ve sayısal verileri CBS ortamında yapılan sorgulamalar ile elde edilmiştir. Çalışmada da belirtildiği üzere sürdürülebilir bir üretim açısından başta toprakların dinamik özellikleri olmak üzere revizyon etüdüleri ile toprakların özellikleri ortaya konmaktadır. Son dönemde toprak kalitesine yönelik yapılan çalışmalarda da belirtildiği üzere, topraklarda kısa sürede meydana gelen olumlu ya da olumsuz değişiklikler uzun süreçte ciddi boyutlarda etkili olmaktadır. Bundan dolayı Türkgeldi Tarım İşletmesi de dâhil olmak üzere, kamusal

işletmelerin ve TİGEM'e bağlı tüm işletmelerin toprak etüdlerinin yenilenmesi gerekmektedir. Dönemin şartlarına bağlı olarak basılı halde bulunan raporlar, sayısal halde daha fazla kullanıcıya ulaştırılmalıdır. Türkgeldi Tarım İşletmesi'nde olduğu gibi, yapılacak olan detaylı toprak etüdülerinde kartografik materyal olarak hava fotoğrafı veya topoğrafik harita yerine yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmalıdır. Arazi çalışmalarında kâğıt çıktılar yerine tablet bilgisayarların kullanılması, hem çalışmanın kalitesini arttırmakta; hem de arazide yapılabilecek yazımsal hataların önüne geçilebilmektedir. Her ne kadar etüd açısından önemli olmasa da, tanımlanan serilerin genetik özellikleri dışındaki diğer toprak özellikleri de ortaya konmaktadır. Özellikle sürekli yoğun tarımın yapıldığı işletmelerde gübrelemeye bağlı olarak toprakların bitki besin elementleri düzeyleri de bu çalışmalara dâhil edilmelidir.

Kaynaklar

- Akgül M, Şimşek G, 1996. Daphan Ovası topraklarının temel toprak etüdüleri, III. detaylı temel toprak haritası ve raporu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 74-88
- Akkartal A, Türüdü O, Erbek FS, 2005. Çok zamanlı uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişim analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Anonim, 1986. Türkgeldi Tarım İşletmesi topraklarının etüd ve haritalanması. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2023a. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2022 Yılı İdari Faaliyet Raporu, Ankara.
- Anonim, 2023b. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İklim Sınıflandırmaları. İnternet erişim: <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=LULEBURGAZ>.
- Avcı Z, Sunar F, 2010. Çok-zamanlı optik veri setinin tarımsal haritalama amaçlı nesne-tabanlı sınıflandırılması; Türkgeldi örneği. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Gebze, Kocaeli.
- Avcı ZD, 2011. Process-based image analysis for agricultural mapping using medium resolution satellite data. Ph.D. Thesis, Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology,
- Bulut GZ, 2019. Siyah-alaca ırkı sığırların Türkgeldi Tarım İşletmesi şartlarında bazı döl ve süt verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Ana Bilim Dalı, Kırşehir.
- De Mello DC, Souza AB, Mello FA, Marques KP, Poppiel RR, Belinasso H, Demattê JA, 2023. Sensor-based field methods for pedology and soil surveys: Protocol suggestions for Brazilian tropical soils. Geoderma Regional, 33, e00651. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00651>
- Dingil M, Öztekin ME, Akça E, Senol S, 2010. Updating Soil Characteristics of Çukurova Region (Southern Turkey) Using Geographical Information Systems and Ilsen Software. Indian Journal of Agricultural Research, 44(4), 316-320.
- Fajardo M, McBratney A, Whelan B, 2016. Fuzzy clustering of VIS-NIR spectra for the objective recognition of soil morphological horizons in soil profiles. Geoderma, 263, 244-253.
- Kaya İ, Kaya A, 1996. Siyah alaca sığırlarda laktasyonun devamlılık düzeyine ait parametre tahminleri ve süt verimi ile ilgisi üzerinde araştırmalar I. laktasyonun devamlılık düzeyini etkileyen faktörler. Hayvansal Üretim, 44(1):76-94.
- Kaymakçı M, Taşkın T, 2001. Batı Anadolu ve Trakya' da melezleme ile elde edilen yeni koyun tipleri. Hayvansal Üretim, 42(2):45-52.
- Kaymakçı M, Taşkın T, 2008. Türkiye koyuncululuğunda melezleme çalışmaları. Hayvansal üretim, 49(2):43-51.
- Rad MRP, Toomanian N, Khormali F, Brungard CW, Komaki CB, Bogaert P, 2014. Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran. Geoderma, 232, 97-106.
- Yorulmaz A, 2014. Denizli ili Hanbat Ovası detaylı temel toprak etüdü, arazi değerlendirmesi ve toprak özelliklerinin spektrodijital ölçüm teknikleriyle belirlenebilirliği. Doktora Tezi, Adnan Menders Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.
- Zhang Y, Hartemink AE, 2019. Soil horizon delineation using Vis-NIR and pXRF data. Catena. 180:298-308. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.05.001>.



Bakteri uygulamalarının tuz stresinde çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'in tohum fizyolojisi, morfolojisi ve verim üzerine etkisi

 Banu KADIOĞLU*

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak Su Kaynakları Yerleşkesi Aziziye/Erzurum

Öz

Kapilariteyle toprak yüzeyinde biriken tuz toprağın verim ve kalitesini azaltarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemekte ve yetiştirilecek bitki türlerinin kısıtlanmasına neden olmaktadır. Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulan deneme 10 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Çalışmada altı farklı (0, 30, 60, 90, 120, 150 mM) NaCl tuz konsantrasyonu ve iki farklı bakteri suşu (*Bacillus* sp. ve *Arthrobacter agilis*) kullanılmıştır. Çalışmada tuz stresine maruz bırakılan çemen tohumlarında farklı bakteri suşlarının çimlenme, büyüme ve verim parametreleri ile bakteri sayısı, ham protein oranı ve toplam azot içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, tuz stresinde bakteri uygulamalarının parametrelerde istatistiki olarak önemli olduğu, *Bacillus* sp. suşunun *A. agilis* suşundan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. İncelenen parametrelerin 30 mM tuz + bakteri uygulamalarında daha iyi sonuç aldığı ve *Bacillus* sp. ve *Arthrobacter agilis* suşlarının tuz stresinde incelenen tüm parametreler üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çemen, çimlenme, PGPR, tuz stresi, toprak.

The effect of bacteria applications on seed physiology, morphology and yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under salt stress

Abstract

Salt accumulated on the soil surface due to capillarity reduces the fertility and quality of the soil, affects the physical, chemical and biological properties of the soil and causes restrictions on the types of plants that can be grown. The experiment, which was established according to the factorial experiment design in random plots, was carried out with 10 repetitions. Six different salt concentrations (0, 30, 60, 90, 120, 150 mM) and two different bacterial strains (*Bacillus* sp. and *Arthrobacter agilis*) were used in the study. In the study, the effects of different bacterial strains on germination, growth and yield parameters, as well as bacterial numbers, crude protein ratio and total nitrogen content in fenugreek seeds exposed to salt stress were examined. In the study, bacterial applications in salt stress were statistically significant in the parameters, *Bacillus* sp. It was found that the strain was more effective than the *A. agilis* strain. The examined parameters showed better results with 30 mM salt + bacterial applications and it was found that *Bacillus* sp. and *Arthrobacter agilis* strains had positive effects on all the parameters studied under salt stress.

Keywords: Fenugreek, germination, PGPR, salt stress, soil.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprak tuzluluğu tarımsal üretim alanlarında, toprak verimliliğini, bitki büyümesini, bitkisel verimi ve kalitesini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğuna genel olarak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde rastlanılmakla birlikte kıyı bölgelerinde de görülmektedir. Kıyı bölgelerinde tarımsal amaçlı taban suyunun veya yer altı suyunun kullanılması tuzluluk problemini artırmaktadır (Yeter ve Yurtsever, 2015). Tuz stresi bitkilerde fizyolojik kuraklığa neden olmakta (Kuşvuran, 2010) çimlenme, büyüme, gelişme gibi pek çok biyolojik olayı da etkilemektedir (Bressan, 2008). Toprakta tuz oranı arttıkça çimlenmede azalma ya da çimlenmenin gerçekleşmemesi, bitkide verim kaybı gibi sorunlar görülebilmektedir (Önal Aşçı, 2011). Gün geçtikçe tarım alanları toprak tuzluluğundan dolayı elden

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (535) 250 1807

E-posta : banu250@hotmail.com

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 25 Ekim 2023

Kabul Tarihi : 19 Nisan 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1380983

çıkılmaktadır. Tekrarlayan ve yıllar boyunca sorunlara neden olan toprak tuzluluğu toprak kalitesinde azalmaya neden olmakta bu sorun çölleşmeye kadar gidebilmektedir. Tuzlu toprakların ıslahı zordur ve ekonomik değildir. Bununla birlikte tuza dayanıklı bitki yetiştirilerek tuzlu topraklardan ve tuzlu sulardan yararlanılabilir. Tuzlu toprakların biyolojik aktivitesi oldukça önemlidir. Azot döngüsü başta olmak üzere birçok bitki besin maddesinin yarayışlı hale geçmesi ve bu ortamlarda bitki gelişimini teşvik açısından önemli bir toprak kalite göstergesidir.

Toprak mikro florasının en önemli işlevi, organik maddeyi parçalayıp ayrıştırmasıdır. Mikroorganizmalar organik maddeyi parçalayıp ayrıştırarak bitki besin elementlerinin açığa çıkmasını sağlarlar. Tuzlu topraklarda tuz konsantrasyonunun yüksek olması, pH, yetersiz nem gibi koşullar mikrobiyal faaliyeti olumsuz yönde etkiler. Karbondioksit (CO₂) çıkışı toprakta mikrobiyal aktivitenin önemli bir göstergesidir (Ergene, 1987). Toprakta oluşan CO₂ oranı toprağın ıslanma ve kuruma süreçlerinden de etkilenmektedir. Bitki dokularının en fazla bulunduğu toprak yüzeyinde daha fazla CO₂ çıkışı olmaktadır. Ozmotik basınç farklılığından bitki ihtiyaç duyduğu suyu alamadığından tuzlu suların bulunduğu topraklarda ve tuzlu ve alkali topraklarda tarımsal faaliyetler oldukça zordur (Kacar, 1996). Bu nedenle bu tip topraklarda tuza ve kuraklığa dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi hem toprak koşullarının düzeltilmesini hem de erozyon ve çölleşmenin önlenmesini sağlayabilecektir. Bu nedenle son zamanlarda PGPR bakterilerinin tuz stresine karşı bitkilerin toleransı üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, %0, %50, %100, %150, %200, %250 ve %300 tuz konsantrasyonu ve iki farklı bakteri suşu (*Bacillus* sp. ve *Arthrobacter agilis*) uygulanmış, yem bezelyesinde, çimlenme yüzdesi (%), çimlenme oranı (gün), ortalama günlük çimlenme (%), pik değeri (%) ve çimlenme değeri (%) incelenmiş, tuz stresinde bakteri uygulamalarının tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu *Bacillus* sp. ve *Arthrobacter agilis* suşlarının tuz stresi altında tohum çimlenme biyolojisi üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Kadioğlu, 2021).

Farklı tuz konsantrasyonlarında PGPR bakteri uygulamalarının çemen tohumlarında çimlenme, büyüme ve verim parametreleri, bakteri sayısı, ham protein oranı ve azot içeriği üzerine etkisini incelemeyi amaçladığımız çalışmamızda, kurağa ve yüksek sıcaklığa dayanıklı Fabales takımının, Fabaceae (Baklagiller) familyasında yer alan çemen tohumları kullanılmıştır. Çemenin vejetatif kısmının ve tohumlarının farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Çemenin yeşil kısmı, kuru otu ve tohumları yüksek yem verimi ve kalitesinden dolayı yem bitkisi olarak kullanıldığı gibi tohumları da öğütülerek gıdalara lezzet vermek ve gıdaları korumak için baharat olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde önemli bir yere sahip olan çemenin tohumları öğütülerek insan sağlığı için tüketilmektedir. Çemen tohumunun tedavi edici özelliği, embriyosunda bulunan, steroidal yapılı bir saponin olan diosgeninden kaynaklanmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016).

Materyal ve Yöntem

Çalışma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 10 tekrarlı olarak 2023 yılında kontrollü ortamda (25±1°C) yürütülmüştür. Denemede kullanılan çemen tohumlarına 6 farklı NaCl dozu, *Bacillus* sp. (kontrol (tuzsuz + bakterisiz), 30 mM NaCl, 60 mM NaCl, 90 mM NaCl, 120 mM NaCl, 150 mM NaCl, kontrol (tuzsuz + bakteri), 30 mM NaCl + *bacillus* sp. 10⁸ CFU, 60 mM NaCl + *bacillus* sp. 10⁸ CFU, 90 mM NaCl + *bacillus* sp. 10⁸ CFU, 120 mM NaCl + *bacillus* sp. 10⁸ CFU, 150 mM NaCl + *bacillus* sp. 10⁸ CFU ve *A. agilis* kontrol (tuzsuz + bakteri), 30 mM NaCl + *A. agilis* 10⁸ CFU, 60 mM NaCl + *A. agilis* 10⁸ CFU, 90 mM NaCl + *A. agilis* 10⁸ CFU, 120 mM NaCl + *A. agilis* 10⁸ CFU, 150 mM NaCl + *A. agilis* 10⁸ CFU) uygulanmıştır. Tohumların yüzey sterilizasyonu tohumların % 5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinde 10 dakika bekletilmesiyle sağlanmıştır. Sterilize edilen tohumlar; her petri (9 cm x 1.5 cm), kabında 50 adet tohum olacak şekilde, kapların tabanına konan 2 tabaka filtre kâğıdı (Whatman No:2) üzerine yerleştirilmiştir. Petrilere uygulama konularına göre, 10 ml tuzlu su ve tuzlu su + bakteri solüsyonları eklenmiştir (Prodo ve ark., 2000). Filtre kâğıtları tuz birikiminin engellenmesi amacı ile gün aşırı değiştirilmiştir (Kiremitçi ve ark., 2017). Denemede çemen tohumları 2 mm kökçük uzunluğuna sahip olduğunda çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA, 1996). Çalışmada, çimlenme oranı (%), çimlenme hızı (gün), günlük çimlenme ortalaması (%), pik değeri (%) ve çimlenme değeri (%) aşağıda verilen formül ve eşitliklerle belirlenmiştir (Czabator, 1962; Ellis ve Roberts, 1981; Matthews ve Khajeh-Hosseini, 2007; Gairola ve ark., 2011).

Çimlenme oranı % : $n/\Sigma n \times 100$

n = Çimlenen tohum sayısı

Σn= Toplam tohum sayısı

Çimlenme hızı: $n1/t1 + n2/t2 + \dots$

n1, n2,... çimlenen tohum sayısı t1, t2, ...gün

Ortalama günlük imlenme: Toplam imlenen tohum sayısı/ toplam gün sayısı

Pik değeri: En yüksek tohum sayısı/ en yüksek tohum veren gün

Çimlenme değeri: Ortalama günlük çimlenme x tepe değeri

Çimlenen emen tohumları deneme süresince hidroponik sistemde yetiştirilmiştir. Bu yetiştiricilik sisteminde bir litrelik saksılar kullanılmış olup yosunlaşmayı önlemek amacı ile saksılara deneme süresince siyah poşet geçirilmiştir. Saksı kapakları üzerinde açılan deliğe bir emen fidesi sünger parçacıkları yardımıyla tutturulmuştur. Fidelerin yetiştirildiği çözeltiye oksijeni sağlamak amacıyla havalandırma düzeneği kurulmuştur. Bu amaçla, saksı kapaklarının üzerine ek delikler açılarak bu deliklere cam kılcal borular geçirilmiştir. T borular kullanılarak cam kılcal borular plastik hortumlarla birbirlerine bağlanmışlardır. Son olarak T boru yardımıyla bütün hortumlar hava pompasına bağlanmıştır. Uygulama konularının hacim esasına göre hazırlanması ile elde edilen çözeltiler her gün 2 saatte bir 15dk havalandırılmıştır. Yrtlen çalışmada bitkiler 35 gün sonra hasat edilmiştir. Hasattan sonra oda sıcaklığında kurutulan bitkiler daha sonra 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri teflon bıçaklı öğütücüde ortalama 2 mm inceliğinde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008). H₂SO₄ karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle bitki örneklerinin toplam azot içeriği belirlenmiştir (AOAC, 1990). Toplam azot içeriğinin 6.25 ile çarpılması ile bitkilerin ham protein oranı belirlenmiştir. Hasat edilen bitki aksamı hassas terazide tartılarak bitki verimi (g/saksı), kök bölgesinden 1 cm yükseklikten hasat edilen çimler hassas terazide tartılarak çim verimi (g/saksı), ve hasat edilen bitki aksamı hassas terazide tartıldıktan sonra ekimde kullanılan tohum miktarına oranlanarak bitki verimi tohum oranı belirlenmiştir (Karaşahin, 2015). Bitki fideleri kök ve gövdelerinin birleşme yerlerinden jiletle kesilerek uzunlukları milimetrik bir cetvel yardımı ile llmştir. Hasat edilen bitkilerin kök ve gövde kısımları hassas terazide tartılarak kök ve gövde yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Bitki kök ve gövde aksamaları 70°C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutma fırınında kurutulduktan sonra bitkilerin kök ve gövde kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kadioğlu, 2020). Toplam bakteri sayısı dilüsyon-plak yöntemi ile belirlenmiştir (Clark, 1965; Wollum, 1982). Araştırmada, imlenme oranı (GP %) imlenme süresi (GS gün) ortalama günlük imlenme (MDG gün), pik değeri (PV %), imlenme değeri (GV %), kök kuru ve yaş ağırlığı (g/saksı), gövde kuru ve yaş ağırlığı (g/saksı), kök ve gövde uzunluğu (cm), bitki verimi (%), çim verimi (%) ve bitki verimi tohum oranı, bakteri sayısı CFU 10⁸, ham protein oranı % ve toplam azot içeriği % incelenmiştir (Akgün ve ark., 2018).

Varyans analizi ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD oklu karşılaştırma testi JMP 5.0.1 programında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çimlenme parametreleri

Kontrolde göre tuz (NaCl) uygulamasının çimlenme parametreleri üzerine olumsuz etkide bulunurken, bakteri uygulamalarının bu olumsuz etkiyi minimize ettiği belirlenmiştir. Çimlenme parametrelerinde en yüksek değerler kontrolden sonra 30 mM NaCl uygulamasında sırası ile %61.83, 5.52 gün, 3.47 gün, %1.30 ve %4.41 olarak belirlenmiştir. Bakteri uygulamasında *Bacillus* sp. suşunun *A. agilis* suşundan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bakteri + tuz interaksyonunda en düşük değerler 150 mM NaCl + 10⁸ *A. agilis* interaksyonundan alınmıştır. Tuz konsantrasyonu arttıķa çimlenme oranının azaldığı, çimlenme sresinin ve ortalama günlük çimlenme sresinin uzadığı, bakteri uygulamalarının tuz stresine karşı etkili olduğu ve incelenen çimlenme parametrelerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (izelge 1).

Büyüme parametreleri

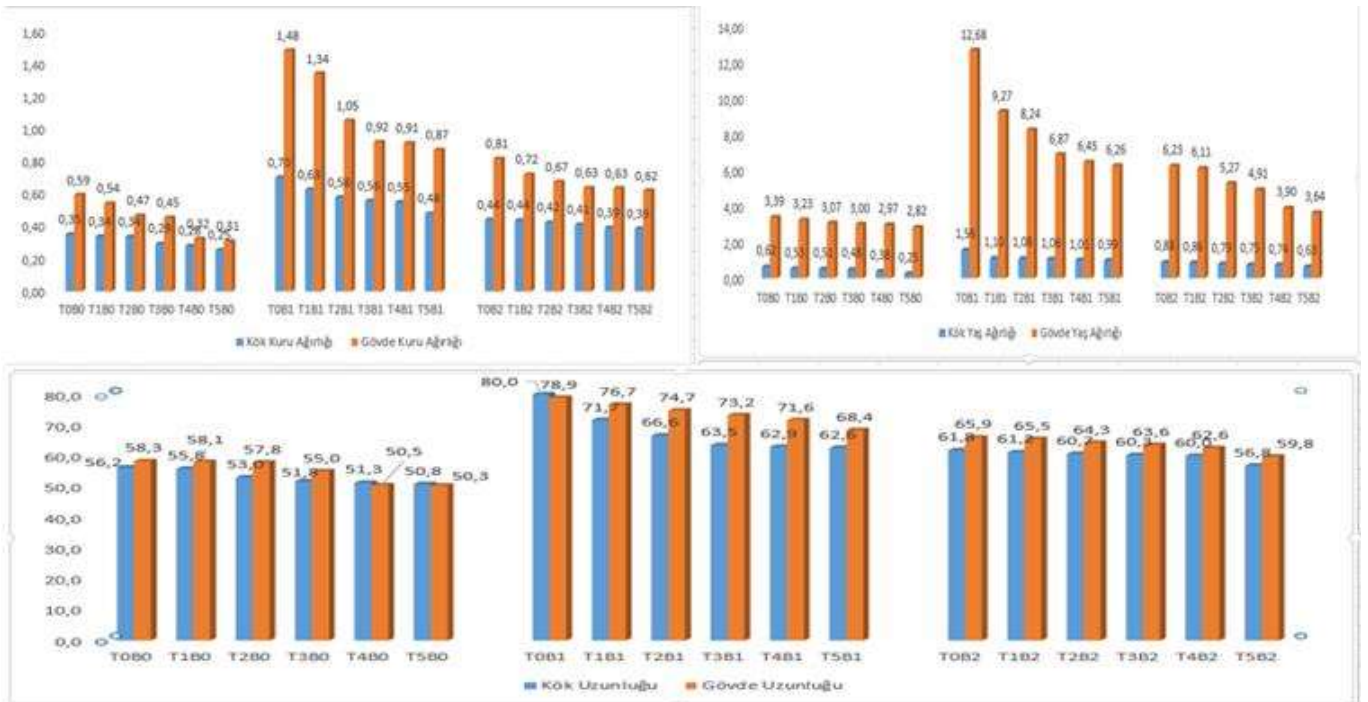
Farklı tuz dozlarında emen üzerine bakteri uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmamızda kök kuru ve yaş ağırlığı ve kök uzunluğu, gövde kuru ve yaş ağırlığı ve gövde uzunluğunu içeren büyüme parametreleri incelenmiştir. İncelenen parametreler sırası ile 0.32, 0.43, 55.92, 0.46, 2.93 ve 53.02 ile 150 mM NaCl uygulamasında en düşük değerleri almıştır. İncelenen tüm büyüme parametreleri *Bacillus* sp. > *A. agilis* > kontrol sıralamasını takip etmiştir. İncelenen büyüme parametrelerinde interaksyonda en yüksek değerleri kontrol uygulaması ve 30 mM NaCl + *Bacillus* sp. uygulaması vermiştir (şekil 1).

Çizelge 1. Farklı tuz dozlarında PGPR uygulamalarının çemen çimlenme parametrelerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı, %	Çimlenme Hızı, gün	Ort. Günlük Çimlenme, gün	Pik Değeri, %	Çimlenme Değeri, %
T0B0	76	6.93	3.31	1.18	2.30
T0B1	85	8.63	4.63	2.11	6.52
T1B0	62	4.66	3.05	0.93	3.59
T1B1	69	7.32	4.60	1.50	9.86
T2B0	52	4.03	2.08	0.92	2.43
T2B1	65	7.03	3.12	1.30	5.21
T3B0	48	3.87	1.83	0.76	1.63
T3B1	61	6.22	2.90	1.28	4.93
T4B0	8	2.07	1.36	0.72	1.28
T4B1	43	2.99	1.83	1.04	3.52
T5B0	31	1.17	0.57	0.64	0.75
T5B1	26	1.80	1.43	1.14	2.98
T0B0	76	6.93	3.31	1.18	2.30
T0B2	76	8.29	3.38	1.31	3.08
T1B0	62	4.66	3.05	0.93	3.59
T1B2	71	6.05	3.35	1.31	4.72
T2B0	52	4.03	2.08	0.92	2.43
T2B2	58	4.87	2.43	1.12	3.17
T3B0	48	3.87	1.83	0.76	1.63
T3B2	50	3.93	1.99	1.08	2.96
T4B0	48	2.07	1.36	0.72	1.28
T4B2	41	2.72	1.39	0.82	3.42
T5B0	21	1.17	0.57	0.64	0.75
T5B2	12	1.42	0.72	0.80	1.14
T0B0	76	6.93	3.31	1.18	2.30
Tuz	*	*	*	öd	öd
Bakteri	*	öd	öd	öd	**
Tuz+Bakteri	*	öd	öd	öd	*

** P < 0,01 düzeyinde, * P < 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

T0B0: Kontrol+Kontrol,T1B0: 30 mM NaCl+Kontrol,T2B0: 60 mM NaCl+Kontrol, T3B0: 90 mM NaCl+Kontrol, T4B0: 120 mM NaCl+Kontrol, T5B0: 150 mM NaCl+Kontrol, T0B1: Kontrol+*Basillus* sp.,T1B1: 30 mM NaCl+*Basillus* sp., T2B1: 60 mM NaCl+*Basillus* sp., T3B1: 90 mM NaCl+*Basillus* sp., T4B1: 120 mM NaCl+*Basillus* sp., T5B1: 150 mM NaCl+*Basillus* sp., T0B2: Kontrol+*A.agilis*, T1B2: 30 mM NaCl+*A.agilis*, T2B2: 60 mM NaCl+*A.agilis*,T3B2: 90 mM NaCl+*A.agilis*,T4B2: 120 mM NaCl+*A.agilis*,T5B2: 150 mM NaCl+*A.agilis*

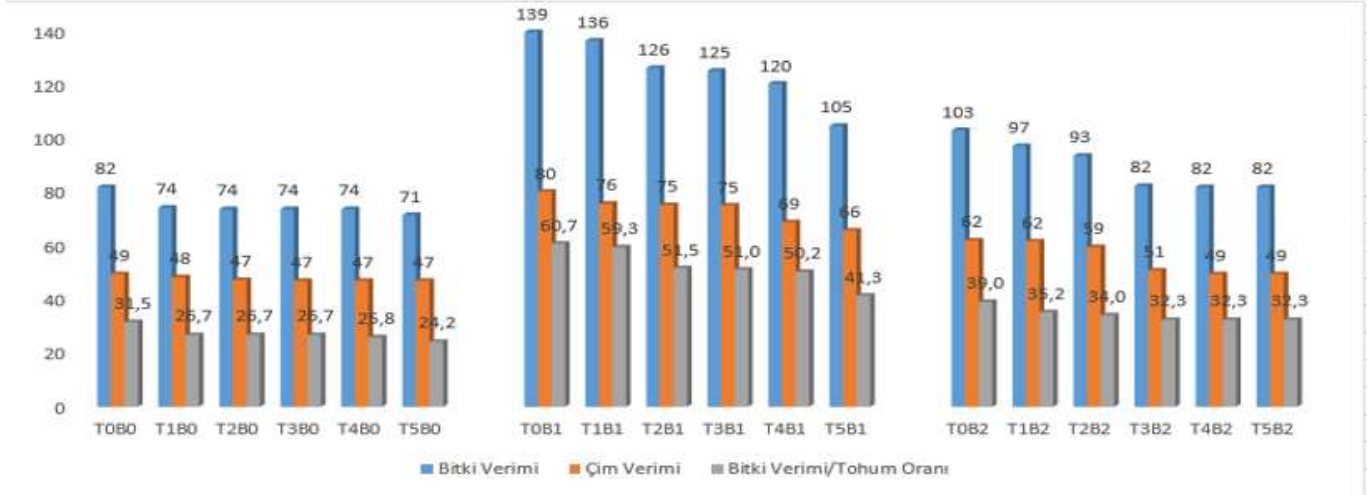


Şekil 1. Tuz × bakteri interaksiyonunun bitki büyüme parametrelerine etkisi

T0B0: Kontrol+Kontrol,T1B0: 30 mM NaCl+Kontrol,T2B0: 60 mM NaCl+Kontrol, T3B0: 90 mM NaCl+Kontrol, T4B0: 120 mM NaCl+Kontrol, T5B0: 150 mM NaCl+Kontrol, T0B1: Kontrol+*Basillus* sp.,T1B1: 30 mM NaCl+*Basillus* sp., T2B1: 60 mM NaCl+*Basillus* sp., T3B1: 90 mM NaCl+*Basillus* sp., T4B1: 120 mM NaCl+*Basillus* sp., T5B1: 150 mM NaCl+*Basillus* sp., T0B2: Kontrol+*A.agilis*, T1B2: 30 mM NaCl+*A.agilis*, T2B2: 60 mM NaCl+*A.agilis*,T3B2: 90 mM NaCl+*A.agilis*,T4B2: 120 mM NaCl+*A.agilis*,T5B2: 150 mM NaCl+*A.agilis*

Verim parametreleri

Verim parametreleri üzerine tuz dozlarının olumsuz etkiye sahip olduğu doz arttıkça verim parametrelerinin azaldığı belirlenmiştir. Verim parametreleri kontrol > 30 mM NaCl > 60 mM NaCl > 90 mM NaCl > 120 mM NaCl > 150 mM NaCl sırasını takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının parametreler üzerinde etkili olduğu kontrol > *Bacillus* sp. > *A. agilis* sırasını takip ettiği belirlenmiştir. İnteraksiyonda parametrelerin 60 mM tuz konsantrasyonundan sonra azalmaya başladığı *A. agilis* suşunun daha hassas olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

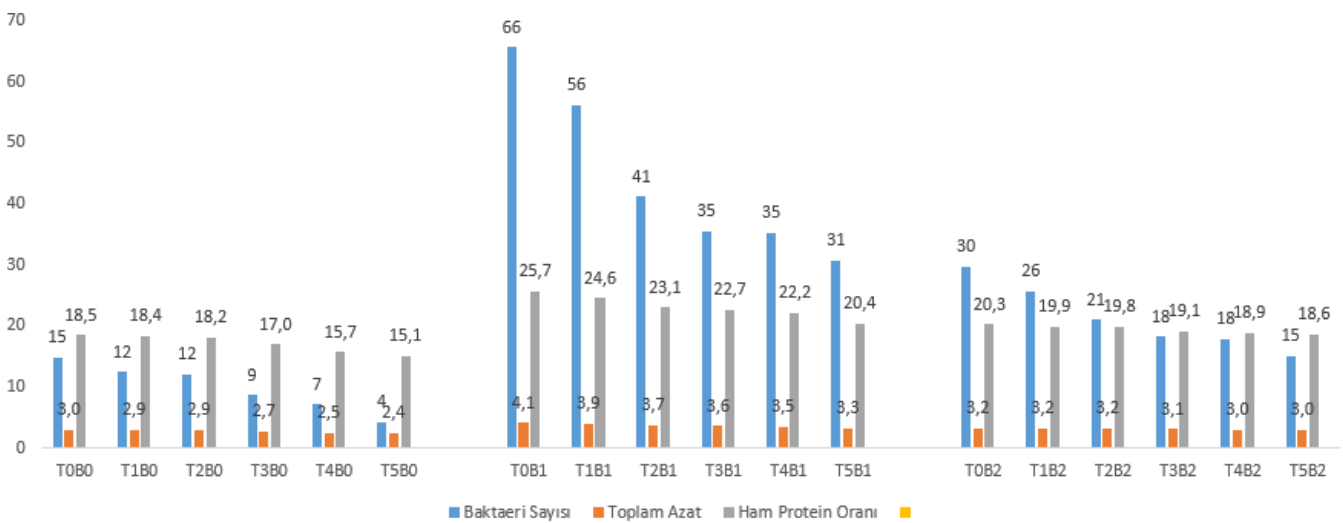


Şekil 2. Tuz x bakteri interaksiyonunun bitki verim parametrelerine etkisi

T0B0: Kontrol+Kontrol, T1B0: 30 mM NaCl+Kontrol, T2B0: 60 mM NaCl+Kontrol, T3B0: 90 mM NaCl+Kontrol, T4B0: 120 mM NaCl+Kontrol, T5B0: 150 mM NaCl+Kontrol, T0B1: Kontrol+*Bacillus* sp., T1B1: 30 mM NaCl+*Bacillus* sp., T2B1: 60 mM NaCl+*Bacillus* sp., T3B1: 90 mM NaCl+*Bacillus* sp., T4B1: 120 mM NaCl+*Bacillus* sp., T5B1: 150 mM NaCl+*Bacillus* sp., T0B2: Kontrol+*A.agilis*, T1B2: 30 mM NaCl+*A.agilis*, T2B2: 60 mM NaCl+*A.agilis*, T3B2: 90 mM NaCl+*A.agilis*, T4B2: 120 mM NaCl+*A.agilis*, T5B2: 150 mM NaCl+*A.agilis*

Bakteri sayısı, ham protein oranı ve azot içeriği

Çemen tohumlarında farklı tuz konsantrasyonlarında bakteri uygulamalarının bakteri sayısı, ham protein oranı ve azot içeriği üzerine etkileri incelenmiş; tuz uygulamasında en düşük değerler 10,52 CFU 10⁸, %16,54 ve %3,01 olarak 150 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. *Bacillus* sp. uygulamasının *A. agilis* suşundan daha etkili olduğu en yüksek değerleri *Bacillus* sp. suşunun verdiği belirlenmiştir. *A. agilis* + 150 mM NaCl interaksiyonunun tüm parametrelerde en düşük değerleri gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Tuz x bakteri interaksiyonunun bakteri sayısı ile bitkinin ham protein oranı ve azot içeriği

T0B0: Kontrol+Kontrol, T1B0: 30 mM NaCl+Kontrol, T2B0: 60 mM NaCl+Kontrol, T3B0: 90 mM NaCl+Kontrol, T4B0: 120 mM NaCl+Kontrol, T5B0: 150 mM NaCl+Kontrol, T0B1: Kontrol+*Bacillus* sp., T1B1: 30 mM NaCl+*Bacillus* sp., T2B1: 60 mM NaCl+*Bacillus* sp., T3B1: 90 mM NaCl+*Bacillus* sp., T4B1: 120 mM NaCl+*Bacillus* sp., T5B1: 150 mM NaCl+*Bacillus* sp., T0B2: Kontrol+*A.agilis*, T1B2: 30 mM NaCl+*A.agilis*, T2B2: 60 mM NaCl+*A.agilis*, T3B2: 90 mM NaCl+*A.agilis*, T4B2: 120 mM NaCl+*A.agilis*, T5B2: 150 mM NaCl+*A.agilis*

Yürütölen araştırmada incelenen tün parametrelerde çemen üzerine tuz stresinin negatif yönde etkili olduğu ve ayrıca bakteri uygulamalarının tuz stresinin etkisini minimize ettiği belirlenmiştir. Bitki gelişimi ve tohum çimlenmesinde toprak tuzluluğu oldukça önemlidir. Toprak tuzluluğu yavaş ve yetersiz çimlenmeye ve fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır. Bitki tohum çimlenmesinde fizyolojik ve biyokimyasal değişimlere neden olan toprak tuzluluğu tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini önemli derecede etkilemektedir (Kacar, 1996). Çemen tohumlarında farklı tuz seviyelerinde bakteri uygulamasının çimlenme parametreleri incelediğimiz çalışmamızda çimlenme oranı, çimlenme hızı, ortalama günlük çimlenme, pik ve tepe değerleri incelenmiş, tuz uygulamasının artmasına paralel olarak parametrelerde azalma olduğu, bakteri uygulamalarının tuz uygulamasının olumsuz etkisini azalttığı *A. agilis* bakteri suşunun tuza karşı daha hassas olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen araştırma sonuçları yapılan diğer araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Üç farklı ada çayı çeşidi üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı bir araştırmada, artan tuz konsantrasyonlarının tohum çimlenme parametreleri üzerine olumsuz etkide bulunduğu ifade edilmiştir (Kadioğlu, 2020). Domateste tuz stresi üzerine yapılan çalışmada da tuz konsantrasyonu arttıka çimlenme yüzdesinin azaldığı belirtilmiştir (Isık, 2022). Yonca üzerinde farklı tuz düzeylerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, çimlenme oranının tuz düzeyi arttıka azaldığı belirtilmiştir (Ercan, 2020). Yine 18 yonca çeşidinde yapılan diğer bir çalışmada; üç farklı tuz konsantrasyonu (100, 200, 300 mM) uygulanmış, tuz seviyesi arttıka fide gelişiminin kısıtladığı ve çimlenme oranlarının kontrole göre azaldığı ifade edilmiştir (Özkurt ve ark., 2018; Öztürk ve ark., 2018). Normal bitki gelişimi için toprak neminin yeterli olması gerekmektedir. Bitki kök bölgesinde suyun azalması bitkilerin su kullanımlarını etkilemekte su kullanımının azalmasına neden olmaktadır. Toprak tuzluluğu bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisidir. Zayıf çimlenme geçiren bitki vejetatif olarak iyi gelişmemekte ve verimde azalmaya neden olmaktadır. Bitkiler tohum çimlenmesi ya da fide oluşum devrelerinde tuzluluğa karşı oldukça hassastır (Bayraklı, 1998). Yürütölen araştırmada büyüme parametreleri incelenmiş incelenen parametrelerde en düşük değerlerin 150 mM tuz dozunda *A. agilis* bakterinin verdiği belirlenmiştir. Çok yıllık çimde yapılan bir çalışmada artan tuz konsantrasyonlarına paralel olarak çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuza karşı toleransın azaldığı belirtilmiştir (Türk ve Alagöz, 2020). Araştırmalar tuz stresine maruz kalan bitkilerde kök, gövde ve sürgün büyümesi gibi özelliklerin azaldığını buna paralel olarak verim gibi özelliklerin de azaldığını ifade etmişlerdir (Köşkeroğlu, 2006). Toprak tuzluluğunu ve kuraklığı azaltmak ve çimlenmeyi artırmak için biyogübreler, kullanılmaktadır. PGPR uygulamaları bitki metabolizmasını etkileyerek bitkilerin gelişimini, azot fiksasyonunu, çimlenme oranını, bitki verimini, kök gelişimini artırmakla birlikte bitkilerin stres koşullarına karşı hassasiyetlerini de artırmaktadır. Farklı tuz dozlarında keten üzerine bakteri uygulamasının yapıldığı araştırmada tuz dozları arttıka çimlenme parametrelerinin azaldığı bakteri uygulamasının tuz uygulamasının olumsuz etkisini minimize ettiği belirlenmiştir (Kadioğlu, 2022). Diğer bir araştırmada farklı tuz dozlarında yem bezelyesine PGPR bakterileri uygulanmış, PGPR uygulamalarının çimlenme biyolojisini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Kadioğlu, 2021). Araştırmamızda kullandığımız bio-gübrelerin kontrole göre etkili olduğu tuz stresinin etkilerini azalttığı görölmüştür. Kontrole göre bakteri uygulamasının çimlenme, verim ve büyüme parametrelerinde ve bakteri sayısı, ham protein oranı ve azot içeriği üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrolde sonra bakteri uygulamalarının en yüksek değerleri aldığı, çalışmada uygulanan bio-gübrelerin incelenen parametrelerde olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Araştırmada; farklı tuz dozlarında uygulanan PGPR'ların çimlenme, büyüme ve verim parametreleri ve bakteri sayısı, ham protein oranı, toplam azot içeriği incelenmiş, bakteri uygulamalarının incelenen tüm parametreler üzerine kontrole göre etkili olduğu, kullanılan bakteri suşlarının çemen tohumu üzerine tuz stresinin olumsuz etkisini en aza indirdiği, *Bacillus* sp. uygulamasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çemen üzerine 150 mM NaCl uygulamasında *A. agilis* uygulamasının daha hassas olduğu bulunmuştur. Toprak tuzluluğunun yüksek olduğu alanlarda, tuzu tolere edebilecek bitkilerin yetiştirilmesi, toprak tuzluluğunun etkilerini hafifletecek bio-gübreler gibi toprak düzenleyicilerin kullanılması elden çıkan tarım alanlarının geri kazanımını sağlayabilecektir. 150 mM NaCl tuz uygulamasında *Bacillus* sp. bakteri suşunun çemende tarımsal özelliklerin iyileştirilmesinde kullanılabileceği önerilmektedir.

Teşekkür

Araştırmada kullanılan bakteriler ticari olarak temin edilmiş, bakteri analizleri SYN BIO tarafından yapılmıştır.

Kaynaklar

- Akgun İ, Ayata R, Karaman R. 2018. Effect of wheat grass (*Triticum aestivum* L.) juice on seed germination. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(4), 19-24.
- AOAC, 1990. In: Helrich, K (Ed.), *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC.
- Bayraklı F. 1998. *Toprak Kimyası*. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Bressan RA. 2008. Stres Fizyolojisi 591-620. *Bitki Fizyolojisi* (Eds. L. Taiz & E. Zeiger; Çeviri Ed. İ. Türkan). Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Clark FE. 1965. Agar-Plate Metod for Total Microbial Count. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, C. A. Black, D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, F. E. Clark and R. C. Dinaver, Eds., , Madson, New York, 1965, pp. 1460-1466.
- Czabator FJ. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8, 386-395.
- Ercan MYİ. 2020. Yoncada (*Medicago sativa* L.) farklı klor tuzu ve dozlarının çimlenme ve fide gelişimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ergene A. *Toprak Biliminin Esasları*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 245.
- Ellis RH, Roberts ET. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science Technology*, 9, 373-409.
- Gairola KC, Nautiyal AR, Dwivedi AK. 2011. Effect of temperatures and germination media on seed germination of *Jatropha curcas* L. *Advances in Bioresearch*, 2(2), 66-71.
- Gholizadeh F, Manzari-Tavakkoli A, Pazoki A. 2016. Evaluation of salt tolerance on germination stage and morphological characteristics of some medicinal plants artichoke, flax, safflower and coneflower. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 5(3), 229-237.
- Gökçe Z, Efe L. 2016. Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin kullanım alanları ve tıbbi önemi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD, Özel Sayı*, 355-363.
- Isik G. 2022. Ecophysiological responses of *Solanum hycopersicum* L. to different levels of salt stress. *Pakistan Journal of Botany*, 54(1), 1-5.
- ISTA, 2003. *Handbook of Vigour Test Methods*. 2nd Edition. Zürich, Switzerland. pp. 49-56.
- Kacar B, İnal A. 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241. Fen Bilimleri. ISBN 97 J.H.
- Kacar B. 1996. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi No: 1447.
- Kadioğlu B. 2020. Determination of germination biology of some sage (*Salvia* ssp.) species under salinity stress. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(2), 359-367.
- Kadioğlu B. 2021. Effect of different bacterial strains on the germination forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) under salt stress. *Legume Research*, 44(11), 1333-1337.
- Kadioğlu B. 2022. Effects of the application *Bacillus* sp. on the germination of linen (*Linum usitatissimum*) seeds under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(07), 6782-6786.
- Karasahin M. 2015. Grass juice yield and nutritional values of some cereals in soilless culture. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 5(4), 57-64.
- Kiremitçi MS, Hacıkamiloğlu MS, Arslan H, Kurt O. 2017. The effects of different irrigation water salinity levels on germination and early seedling development of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Anadolu J. Agr Sci*, 32, 350-357.
- Köşkeroğlu S. 2006. Tuz ve su stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kuşvuran Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Matthews S, Khajeh-Hosseini M. 2007. Length of the lag perod of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 35(1), 200-212.
- Prodo FE, Boero C, Gallardo M, Gonzalez JA. 2000. Effect of NaCl on germination growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinao* (Wild) seeds. *Bot Bull Acad Sin*, 41, 27-34.
- Önal Ascı O. 2011. Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(44), 8774-8781.
- Özkurt M, Saygılı İ, Özdemir-Dirik K. 2018. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin erken gelişme dönemindeki tuz toleransının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 251-258.
- Öztürk Y, Tatar N, Budaklı-Çarpıcı E. 2018. Tuz stresi koşullarında polietilen glikol ön uygulamalarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergi*, 32(1), 141-149.

- Türk M, Alagöz M. 2020. Kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae* Schreb.) tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkileri. Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg, 34(2), 317-324.
- Wollum AG II, 1982. Cultural Methods for Soil Microorganisms Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Properties. AL Page (ed.) Amer. Soc. Agron., Inc., Madison, Wisconsin USA. Agron 9. Part 2. Second Edition. pp. 781-801.
- Yeter T, Yurtseven E. 2015. Sulama suyu tuzluluğu ve yıkama gereksinimi oranlarının yoncada çimlenme ve gelişmeye etkisi. Soil-Water Journal (Toprak Su Dergisi), 4(1), 36-42.



Arazi kullanım şekli ve bazı toprak özelliklerinin organik madde içeriğine etkileri

Nutullah ÖZDEMİR* Elif BÜLBÜL DESTİ

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

Öz

Bu çalışma Turhal'da ayçiçeği, buğday, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, çayır, mera ve yonca ekilen alanlarda toprak organik maddesinin bazı toprak özelliklerine ve arazi kullanım türüne bağlılığı araştırılmıştır. Toprak örnekleri sekiz farklı arazi kullanımı altındaki yirmi dört parselden ve 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Topraklar tekstür bakımından kabadan inceye doğru değişen bir aralıkta yer almakta olup organik madde içerikleri %1.13 ile %2.97 arasında değişmektedir. Elde edilen veriler parçacık büyüklüğü dağılımı, ürün yönetimi uygulamaları ve temel toprak özelliklerinin organik madde içeriği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. En düşük ortalama organik madde içeriği değeri şeker pancarı üretim alanlarında (%1.13), en yüksek organik madde içeriği değerleri ise yonca yetiştirilen topraklarda (%2.97) belirlenmiştir. Analiz edilen parametreler arasındaki korelasyonlar Pearson korelasyon yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Organik madde içeriği değerleri ile yapısal stabilite ve erozyona karşı duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılan bazı toprak parametreleri arasında önemli ilişkiler bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Organik madde, arazi kullanım şekli, toprak tekstürü, toprak özellikleri.

Effects of land use shape and some soil properties on organic matter content

Abstract

In this study, the dependence of soil organic matter on some soil properties and land use type was investigated in areas under sunflower, wheat, vegetable, orchard, sugar beet, meadow, pasture and alfalfa crops in Turhal Turkey. Soil samples were taken from twenty-four plots under eight different land uses and from 0-20 cm depth. Soils ranged from coarse to fine in texture and organic matter content ranged from 1.13% to 2.97%. The data obtained show that soil particle size distribution, crop management practices and basic soil properties have an effect on organic matter content. The lowest mean organic matter content value was determined in sugar beet production areas (1.13%) while the highest organic matter content values were determined in soils where alfalfa were grown (2.97%). Correlations between the analyzed parameters were tested using Pearson correlation method. Significant relationships were found between organic matter content values and some soil parameters used in the evaluation of structural stability and susceptibility to erosion.

Keywords: Organic matter, land use, soil particle size, soil properties

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Karasal yaşamın temelini oluşturan toprak katı, sıvı ve gaz fazlarından oluşan dinamik karaktere, üç boyutlu yapıya sahip doğal bir varlıktır. Gıda maddelerinin doğrudan veya dolaylı yoldan tedarikini sağlayan bu kaynak insan yaşamının devamı için esastır (Özdemir, 2013). Tarımsal üretkenliğin devamı ise toprak sağlığının korunması ve geliştirilmesine bağlıdır. Organik madde içerikleri toprak sağlığının ve sürdürülebilir yaşamın temel bileşenlerinden biri olup toprakların erozyona karşı dirençleri de organik madde içerikleri ile yakından ilişkilidir. Toprakların infiltrasyon kapasiteleri, gözeneklilikleri, mikroorganizma aktiviteleri, bitki besin elementleri miktarı ve elverişlilik durumları, strüktürel dayanıklılıkları, işlenebilirlik kolaylıkları ve yarayışlı su kapasiteleri organik madde içeriklerine bağlı olarak değişime uğramaktadır. Bitki gelişimine elverişli orta tekstürlü bir yüzey toprağında toplam hacmin yaklaşık %50'sini katı bileşenler (mineral parçacıklar ve toprak organik maddesi), yaklaşık %50'sini ise hava veya su

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (362) 312 1919

E-posta : nutullah@omu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 2 Şubat 2024

Kabul Tarihi : 18 Mayıs 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1430693

ile dolu gözenekler oluşturur. Toprakların organik madde içerikleri, toprak özellikleri, arazi kullanım şekilleri, toprak işleme, iklim koşulları ve tarımsal faaliyetlerden önemli ölçüde etkilenir (Ergene, 1993). İdeal bir toprakta, katı bileşenler bitkiler için kök büyüme ortamı ve besin sağlarken, gözenek boşlukları ihtiyaç duyulan hava ve suyu temin ederler (Aşkın ve Özdemir, 2003). Toprak kalitesinin temel göstergelerinden birini oluşturan organik madde içeriği (Abbott ve Manning, 2015) biokütle üretimi ve çevresel kalitesi ile de yakından ilişkilidir (Makovníková ve ark., 2017). Organik madde içeriği, mekan ve zamana göre değişen bir nitelik taşımaktadır. Arazi ve ürün yönetimine ilişkin uygulamaların (Singh ve ark., 2017; Çerçioğlu, 2020) yanı sıra yüzey toprak örtüsü, gözeneklilik veya toprak yapısını etkileyen iklim koşulları gibi farklı doğal süreçlerden de etkilenir (Makovníková ve ark., 2017).

Toprakların organik madde içerikleri zamansal olarak değişime uğramaktadırlar. Bu değişim, parçalanma ve oluşum süreçlerinin etkinliğine, tekstür (Demir ark., 2019; Demir ve Işık, 2019) ve strüktürel yapıya (Aşkın ve Özdemir, 2003; Makovníková ve ark., 2019) bağlı olarak şekillenir. Organik madde içeriği, toprak yönetimine ilişkin planlamada, yapısal stabilitede, toprak sıkışma düzeyi ve bitki kök gelişimine uygunlukta (Dexter, 2004; Abdoulave ve ark., 2012), toprak su ilişkilerinde ve gübre kullanım uygulamalarında, besin elementlerinin belirlenmesinde ve karbon stoklarının tespitinde (Ruehlmann ve Körschens, 2009; Ibrahim ve ark., 2012), toprak porozitesinin ortaya konmasında (Aşkın ve Özdemir, 2003) önemli bir parametredir.

Birçok çalışmada, arazi kullanım şekline ilişkin değişikliklerin toprak organik madde içeriği ve kalite parametrelerinde bozulmaya yol açabildiği ortaya konulmuştur (Rao ve Wagenet, 1985; Arshad ve Martin, 2002; Doran, 2002). Bu çalışmada, Türkiye'de Tokat ilinin Turhal ilçesinde farklı arazi kullanım koşulları altında toprak organik madde içeriği ve bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile ilişkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Tokat ili Turhal ilçesinde 8 farklı tarımsal kullanım altında olan 24 parselden (0-20 cm derinlikten, iki tekrarlmalı) alınan toplam 48 adet bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği kullanılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı arazi entisol toprak ordosu içerisinde yer almakta olup ilçenin toplam arazi varlığı 90920 ha büyüklüğe sahiptir. Örnekler söz konusu arazilerden rastgele örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Bölgede tarımsal üretimin ana ürünlerini tahıllar, domates, şeker pancarı, yağlık ayçiçeği, yem bitkileri (fiğ, yonca, silajlık mısır), her türlü meyve ve sebzeler oluşturmaktadır. Çalışma alanında ılıman-karasal iklim hüküm sürmektedir. Deniz seviyesinden ortalama yükseklik 550 m'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 12.9°C ve yağış kalınlığı ise 413.3 mm'dir (Anonim, 2020).

Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ve daimi solma noktasındaki nem içerikleri basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Black, 1965). Toprakların pH değerleri (1:2.5) pH metre (Bayraklı, 1987) ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri EC metre ile ölçülmüştür (Kacar, 1994). Toprak parçacık büyüklüğü dağılımı Bouyoucos hidrometre yöntemi ile analiz edilmiştir (Demiralay, 1993). Toprak organik madde içeriğinin belirlenmesinde modifiye Walkley-Black yöntemi kullanılmıştır (Kacar, 1994). Katyon değişim kapasitesi Shahid ve ark. (2018) tarafından önerilen yöntemle belirlenmiştir. Değiştirilebilir Na amonyak asetat ekstraksiyonu ile ölçülmüştür (Kacar, 2016). Toprağın kireç içeriğini belirlemek için Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Kacar, 1994). Kıvam limitleri (Demiralay, 1993) tarafından önerilen esaslara uygun olarak analiz edilmiştir. Agregat stabilitesini (AS) belirlemek için ıslak eleme yöntemi kullanılmıştır (Demiralay, 1993). Hacim ağırlığı değerleri (Db) bozulmamış örnek alma silindiri ile alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Elde edilen verilerin istatistiksel analiz ve yorumlanmasında SPSS 19.0 programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak Özellikleri

Sekiz farklı arazi kullanımı altındaki 24 parselden alınan 72 adet toprak örneğinde belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere topraklar tekstür bakımından kabadan inceye doğru değişen bir aralıkta yer almakta olup, kum içerikleri %20.2 ile %65.5, silt içerikleri %19.3 ile %45.1 ve kil içerikleri %3.4 ile %41.1 arasında değişmektedir. Toprakların pH değerleri 7.89 ile 8.06 arasında değişmekte olup hafif alkalin karakterdeki toprakların ortalama pH değeri 7.93'tür. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.178 dS m⁻¹ ile 0.780 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 0.436 dS m⁻¹'dir. Toprakların EC değerleri 2 dS m⁻¹'in altındadır ve topraklar tuzsuz sınıfta yer almaktadır (Hazelton ve Murphy, 2016). Toprakların CaCO₃ içeriği

%8.9 ile %39.5 arasında değişmekte olup ortalama değer %19.1'dir. Genel olarak topraklar CaCO₃ içeriği bakımından oldukça kireçli bir yapıya sahiptir (Soil Survey Staff, 1993). Toprak KDK (katyon değişim kapasitesi) değerleri 15.6 ile 51.2 me 100g⁻¹ arasında değişmektedir. Farklı arazi kullanım tipleri altında bulunan topraklarda tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Organik madde içeriği ile arazi kullanım şekli ve bazı toprak özellikleri

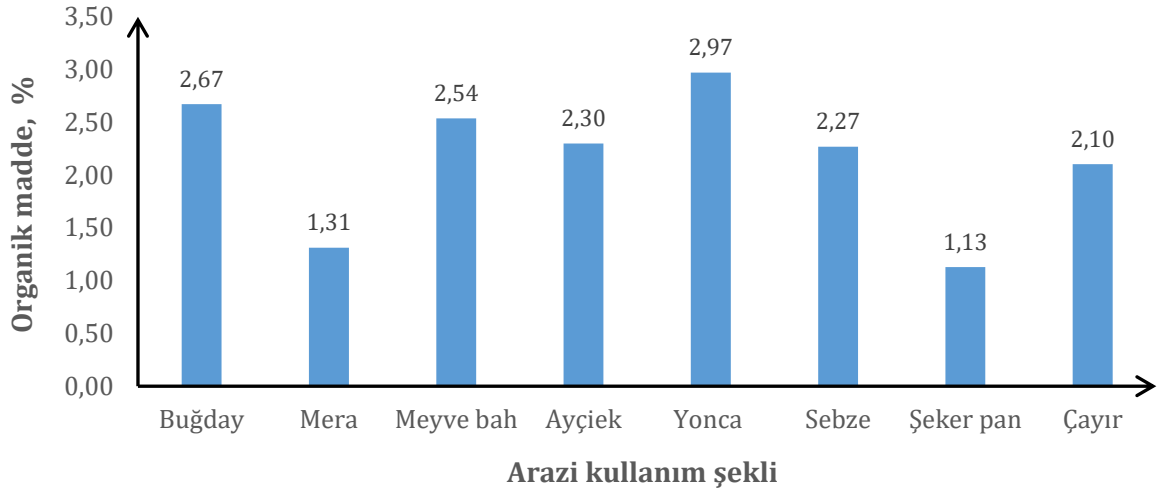
Turhal ilçesinde sekiz farklı arazi kullanımı altındaki 24 parselden alınan yüzey toprağı örneklerindeki ortalama organik madde içeriği değerleri ile arazi kullanım türü arasındaki ilişkiler Şekil 1'de ve silt+kil içeriği ilişkiler ise Şekil 2'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere en düşük organik madde içeriği değerleri (%1.13) şeker pancarı üretim yapılan parsellerden elde edilirken, en yüksek organik madde içeriği değerleri yonca üretimi yapılan alanlarından alınan topraklarda (%2.97) ölçülmüştür. Arazi kullanım şekline bağlı olarak topraklar sırasıyla şeker pancarı < mera < çayır < sebze < ayçiçek < meyve bahçe < buğday < yonca şeklinde sıralanmışlardır (Şekil 1). Organik madde içeriği değerlerinin temel toprak özellikleri ve arazi kullanımından etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (n = 72)

Arazi kullanım şekli	Toprak özl	Kum, %	Silt, %	Kil, %	Sil+Kil, %	Tekstür Sın.	pH _c (1:2.5)	EC. dS m ⁻¹	CaCO ₃ , %	KDK, me100 g ⁻¹	OM, %	DNa, %	TK, %	DSN, %	LL, %	PL, %	AS, %	Db, gcm ³
Buğday	Min.	20.2	36.4	37.5	73.9		7.90	0.313	12.3	23.5	2.0	4.58	37.4	17.4	50.7	28.1	30.2	1.26
	Max.	25.6	39.6	40.2	79.8	CL	7.90	0.504	15.5	29.1	3.0	11.2	49.3	25.5	61.1	32.2	48.6	1.43
	Ort.	23.6	37.7	38.5	76.2		7.91	0.409	14.1	27.0	2.6	8.17	40.8	21.9	56.1	30.5	41.0	1.33
Mera	Min.	28.0	19.3	7.5	26.8		7.80	0.178	11.7	15.6	0.6	4.24	17.6	10.7	32.0	18.8	17.2	1.28
	Max.	65.5	38.9	33.3	72.2	L	7.90	0.540	21.5	24.1	1.4	6.48	32.0	22.5	45.7	29.0	48.6	1.55
	Ort.	47.1	28.8	24.0	52.8		7.89	0.341	17.5	19.4	1.0	5.40	27.1	16.3	40.7	24.4	36.1	1.78
Meyve bah.	Min.	27.5	33.6	28.3	61.9		7.90	0.340	16.2	20.1	1.4	2.24	31.3	16.2	28.2	23.1	22.8	1.17
	Max.	33.7	38.2	37.1	75.3	CL	7.91	0.677	23.4	33.4	3.2	6.57	40.4	24.2	56.0	33.4	43.5	1.41
	Ort.	30.2	36.2	33.5	69.7		7.91	0.507	19.1	25.8	2.5	4.85	37.7	20	43.3	28.9	34.4	1.32
Ayçiçeği	Min.	44.2	29.8	5.5	35.3		7.99	0.282	11.2	30.1	2.3	1.68	21.4	8.11	12.5	23.2	12.9	1.06
	Max.	55.4	39.3	24.4	63.7	L	8.01	0.780	24.6	38.3	3.4	2.71	32.0	20.2	77.3	27.0	62.9	1.54
	Ort.	48.7	31.3	17.4	48.7		8.00	0.468	18.6	35.2	3.0	2.07	26.5	14.2	39.4	25.1	38.7	1.30
Yonca	Min.	23.7	42.2	7.4	49.6		7.89	0.474	15.3	33.0	2.6	1.33	26.2	7.12	33.9	20.4	13.9	1.29
	Max.	47.9	45.1	31.1	76.2	L	8.04	0.596	23.0	49.3	3.1	2.31	40.3	21.3	47.3	31.2	37.2	1.66
	Ort.	33.4	44.0	22.5	66.5		7.98	0.540	20.0	39.5	2.9	1.74	31.3	13.9	40.6	26.2	24.4	1.47
Sebze	Min.	45.1	34.7	3.4	38.1		7.89	0.332	8.9	32.3	1.7	1.41	17.4	6.26	18.2	23.0	9.16	1.40
	Max.	61.6	42.8	13.7	56.5	SL	8.06	0.459	12.7	42.2	2.8	1.73	31.1	116	37.7	33.3	17.6	1.50
	Ort.	54.5	39.2	6.2	45.4		7.95	0.388	11.1	37.1	2.2	1.59	23.2	32.2	28.3	26.8	13.2	1.46
Şeker pan.	Min.	32.8	33.3	11.5	44.8		7.89	0.285	16.8	40.2	0.5	1.14	18.1	11.8	29.6	5.27	9.44	1.60
	Max.	52.7	40.7	26.6	67.3	L	7.91	0.363	29.9	50.7	1.7	2.62	29.5	19.8	43.4	27.4	40.3	1.85
	Ort.	44.7	37.8	17.3	55.1		7.89	0.313	22.2	45.3	1.1	1.98	25.8	14.8	35.9	21.9	23.2	1.72
Çayır	Min.	32.8	25.4	30.4	55.8		7.89	0.432	23.2	43.4	1.8	1.13	27.3	19.2	45.4	30.6	46.2	0.96
	Max.	35.6	34.1	41.1	75.2	CL	7.89	0.636	39.5	51.2	2.8	3.91	36.5	20.1	49.7	31.9	63.0	1.03
	Ort.	33.3	30.6	35.4	66		7.89	0.518	29.7	46.7	2.2	2.33	33.4	19.8	47.7	31.4	56.9	1.02

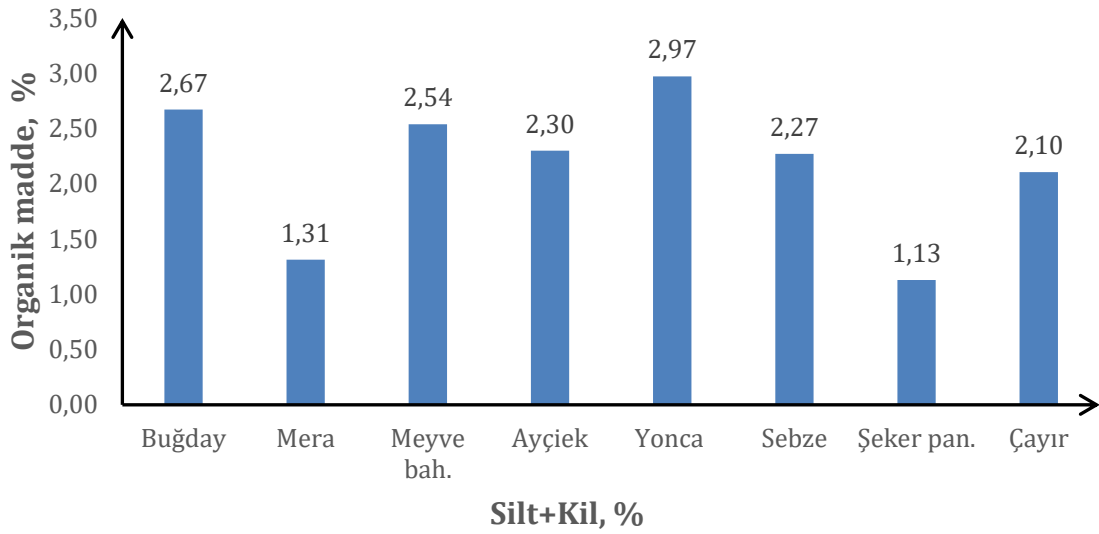
EC, elektriksel iletkenlik; OM, organik madde; DNa, değişebilir sodyum; KDK, katyon değişim kapasitesi; TK, tarla kapasitesi; DSN, daimi solma noktası; Si+C, silt+kil; LL, likit limit; PL, plastik limit; Db, hacim ağırlığı; AS, agregat stabilitesi; CL, killi tın; L, tın; SL, kumlu tın.

Arazi kullanım yoğunluğu arttıkça organik madde içeriği değerlerinin de azaldığı tespit edilmiştir. Organik madde içeriğindeki değişim, toprak tekstüründeki farklılıklar, yetiştirme süreci ve biyotik aktiviteler ile açıklanabilir (Rao ve ark, 2008). Krull ve ark. (2003) orta ve ince tekstürlü toprakların (tınlı ve killi) kaba tekstürlü (kumlu) topraklara göre daha fazla organik madde içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Rice (2006) kil partiküllerinin organik maddeyi koruduğunu ve organik madde kaybını önlediğini belirtmiştir.



Şekil 1. Organik madde içeriğinin arazi kullanım şekline bağlı olarak değişimi

Araştırma alanında, en düşük ortalama organik madde (%1.13) içeriğine sahip olan ve şeker pancarı üretimi yapılan parsellerin tınlı tekstür ile %22.2'lik bir agregat stabilitesi değerine sahip olduğu en yüksek ortalama toprak organik madde içeriğine sahip olan ve yonca yetiştirilen (%2.97) parsellerin ise yine tınlı tekstür ve %24.4'lük bir agregat stabilitesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu konuda bir araştırma yürüten [Helfrich ve ark. \(2006\)](#) yaptıkları çalışmada toprak organik madde içeriğinin arazi kullanım şekli ve temel toprak özelliklerinden önemli ölçüde etkilendiğini bulmuşlardır.



Şekil 2. Organik made içeriğinin silt+kil içeriğine bağlı olarak değişimi

Bazı toprak özellikleri arasındaki karşılıklı ilişkiler Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere toprakların kil içeriği ($r = 0.597^{**}$), silt +kil içeriği ($r = 0.607^{**}$), tarla kapasitesi ($r = 0.589^{**}$), solma noktası ($r = 0.538^{**}$), likit limit ($r=0.554$), plastik limit

($r = 0.442^{**}$), agregat stabilitesi ($r = 0.593^{**}$) değerleri ile toprak organik madde içeriği değerleri arasında %1 düzeyinde anlamlı pozitif; hacim ağırlığı değerleri ($r=-0.637^{**}$) ve kum içeriği ile ($r=-0.607^{**}$) ise negatif korelasyonlar bulunmuştur.

Çizelge 2. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin korelasyonlar (n = 72)

Özellikler	OM	S	Si	C	SiC	Krc	KDK	DNa	TK	DSY	LL	PL	AS
OM	1												
S	0.607**	1											
Si	0.036	-0.253	1										
C	0.597**	-0.892**	0.212	1									
SiC	0.607**	-10.00**	0.253	0.892**	1								
Krc	0.283	-0.185	0.379**	0.364*	0.185	1							
KDK	0.247	-0.055	0.216	-0.045	0.055	0.494**	1						
DNa	0.169	-0.449**	-0.119	0.509**	0.449**	-0.284	-0.680**	1					
TK	0.589**	-0.891**	0.021	0.891**	0.891**	0.182	-0.038	0.490**	1				
DSY	0.538**	-0.807**	-0.138	0.880**	0.807**	0.199	-0.158	0.540**	0.0881**	1			
LL	0.554**	-0.792**	-0.089	0.842**	0.792**	0.185	-0.144	0.621**	0.777**	0.810**	1		
PL	0.442**	-0.576**	-0.134	0.644**	0.576**	0.387**	0.168	0.376**	0.625**	0.689**	0.778**	1	
AS	0.593**	-0.577**	0.426**	0.782**	0.577**	0.456**	0.072	0.319*	0.586**	0.664**	0.640**	0.431**	1
Db	0.637**	0.414**	0.155	0.491**	0.414**	0.396**	-0.260	-0.040	0.494**	0.463**	-0.324*	0.370**	0.648**

*p<0.05 de önemli. **P<0.01'de önemli. OM, toprak organik maddesi; S, kum; Si, silt; C, kil; DNa, değiştirilebilir sodyum; KDK, katyon değişim kapasitesi; TK, tarla kapasitesi; DSN, kalıcı solma noktası; SiC, silt+kil; LL, likit limit; PL, plastik limit; AS, agregat stabilitesi, Db, hacim ağırlığı.

Bu bulgular toprak organik madde içeriğinin tarımsal uygulamalardan ve toprak özelliklerinden etkilendiğini göstermektedir. Organik madde içeriği azalan kültürasyon yoğunluğu ve artan kil, silt+kil içeriklerine bağlı olarak artarken bu değişimler sonucunda agregat stabilitesinde bir artış ve hacim ağırlığı değerlerinde ise bir azalma meydana gelmiştir. Diğer taraftan kum içeriğindeki artışlar ise organik madde içeriğine bir azalmaya neden olmuştur (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Organik madde içeriği ve agregat stabilitesinde meydana gelen artış ile hacim ağırlığı değerlerinde ortaya çıkan azalma toprak kalite parametrelerinde bir iyileşme ve toprağın erozyona karşı daha stabil bir yapıya kavuştuğunun bir göstergesidir (Hillel, 1998). Gülser (2006), Demir ve Işık (2019), Özdemir ve arkadaşları (2022) hacim ağırlığı değerleri ile toprak organik maddesi arasında negatif korelasyonlar bulunduğunu ifade etmişlerdir. Elde edilen ilişkilerin durumu toprak özelliklerinden (tekstür, organik madde içeriği), incelenen toprak örneği sayısından ve tarımsal faaliyet uygulamaları ile şekillerinden yapıardan kaynaklanmış olabilir. Memmedov ve ark. (2002) yüksek oranda değişebilir Na'un agregatlar içindeki yapışma kuvvetlerini zayıflattığını ve gevşemelerini arttırdığını, Ca ve Mg'un ise toprak yapısını koruyan iyonlar olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir. Agassi ve Bradford (1999) aşınabilirliğin agregat stabilitesi, toprak tekstürü, toprak strüktürü, toprak derinliği, sızma kapasitesi, organik madde içeriği ve hacim ağırlığına göre değiştiğini bulmuşlardır. Toprak organik maddesinin eşik düzeyine ve bunun diğer bağlayıcı maddelerle etkileşimine bağlı olarak toprağın dispersiyon veya kümeleşmesinde etkili olduğu ifade edilebilir.

Sonuç

Bu çalışmada, Tokat ili Turhal ilçesinde buğday, mera, meyve bahçesi, ayçiçeği, yonca, sebze, şeker pancarı ve çayırılık olarak kullanılan arazilerden alınan örnekler üzerinde organik madde içerik değerleri ile arazi kullanım şekli ve bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır. En düşük organik madde içeriği değerleri şeker pancarı tarımı yapılan ve düşük kil içeriğine sahip olan (ort., % 17.3) parsellerde, en yüksek organik madde içeriği değerleri ise yüksek kil içeriğine sahip yonca üretim parselleri (ort., %22.5) ile buğday üretim yapılan (ort., %38.5) parsellerde tespit edilmiştir. Organik madde içerik değerlerinin temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanım şekline göre etkilendiği tespit edilmiştir. Toprakların organik madde içerik değerleri ile yapısal stabilite ve erozyona yatkınlığın değerlendirilmesinde kullanılan parametreler arasında önemli ilişkiler tespit edilmiş olup bu konulardaki araştırmaların yaygınlaştırılması faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Abdoulaye B, Ndeye Yacine Badiane N, Fatou G, Saliou F, Ibrahima N, Dominique M, 2012. Effects of different inputs of organic matter on the response of plant production to a soil water stress in Sahelian region. Natural Science, 2012.
- Abbott LK, Manning DAC, 2015. Soil health and related ecosystem services in organic agriculture. Sustainable Agriculture Research, 4(3): 116-125.
- Agassi M, Bradford JM, 1999. Methodologies for interrill soil erosion studies. Soil and Tillage Research, 49(4): 277-287.

- Anonymous 2020. Tokat meteorology bulletin reports. Tokat, Turkey.
- Arshad MA, Martin S, 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture. Ecosystems and environment*, 88(2): 153-160.
- Aşkın T, Özdemir N, 2003. Soil bulk density as related to soil particle size distribution and organic matter content. *Poljoprivreda/Agriculture*, 9: 52-55.
- Bayraklı F, 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayın No:38. Samsun. 131-135.
- Black CA, 1965. Method of soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties. 9: 1387-1388.
- Çerçioğlu M, 2020. Changes in soil hydro-physical properties by cover crops relative to tillage management. *Eurasian Soil Science*, 53: 1446-1454.
- Demir Z, Işık D, 2019. Effects of cover crops on soil hydraulic properties and yield in a persimmon orchard. *Bragantia*, 78(4): 596-605.
- Demir Z, Tursun N, Işık D, 2019. Effects of different cover crops on soil quality parameters and yield in an apricot orchard. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21(2): 399-408.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Kitap No: 143. Erzurum.
- Doran JW, 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture. ecosystems and environment*, 88(2): 119-127.
- Demiralay İ, 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143. 131. Erzurum.
- Dexter AR, 2004. Soil physical quality. Part I. Theory. Effects of Soil Texture. Density. and Organic Matter. and Effects on Root Growth. *Geoderma*, 120: 201-214.
- Ergene A, 1993 Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Gülser C, 2006. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. *Geoderma*, 131(3): 3-44.
- Hazelton P, Murphy B, 2016. Interpreting soil test results: What do all the numbers mean. CSIRO Publishing.
- Helfrich M, Ludwig B, Buurman P, Flessa H, 2006. Effect of land use on the composition of soil organic matter in density and aggregate fractions as revealed by solid-state ¹³C NMR spectroscopy. *Geoderma*, 136(1-2): 331-341.
- Hillel D, 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press Limited. 24-28 Oval Road. London.
- Kacar B, 2016. Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri. Nobel Yayın. (1524).
- Kacar B, 1994. Chemical analyses of plant and soil: III. Soil Analyses. Publications of Agricultural Faculty of Ankara University. 3 Ankara, Turkey.
- Krull ES, Baldock JA, Skjemstad JO, 2003. Importance of mechanisms and processes of the stabilization of soil organic matter for modelling carbon turnover. *Functional Plant Biolog*, 30:207-222.
- Legout C, Leguedois S, Le Bissonnais Y, 2005. Aggregate breakdown dynamics under rainfall compared with aggregate stability measurements. *European Journal of Soil Science*, 56: 225-237.
- Lestariningsih ID, Hairiah K, 2013. Assessing soil compaction with two different methods of soil bulk density measurement in oil palm plantation soil. *Procedia Environmental Sciences*, 17: 172-178.
- Makovníková J, Pálka B, Siran M, Houskova B, Kanianska R, Kizeková M, 2019. An approach to the assessment of regulating agrecosystem services. *Polish Journal of Soil Science*, 52(1): 95-112.
- Mamedov AI, Shainberg I, Levy G J, 2002. Wetting rate and sodicity effects on interrill erosion from semi-arid Israeli soils. *Soil and Tillage Research*, 68: 121-132. [https://doi.org/10.1016/s0167-1987\(02\)00115-0](https://doi.org/10.1016/s0167-1987(02)00115-0)
- Özdemir N, 2013. Toprak ve Su Koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:22. 3. Baskı. Samsun.
- Özdemir N, Demir Z, Bülbül E, 2022. Relationships between some soil properties and bulk density under different land use. *Soil Studies*, 11(2): 43-50.
- Rao PSC, Wagenet RJ, 1985. Spatial variability of pesticides in field soils: Methods for data analysis and consequences. *Weed Science*, 33(S2): 18-24.
- Rao BR, Siddaramappa R, 2008. Evaluation of soil quality parameters in a tropical paddy soil amended with rice residues and tree litters. *European Journal of Soil Biology*, 44(3): 334-340.
- Rice CW 2006. Organic matter and nutrient dynamics. *Encyclopedia of Soil Science*, 2: 1180-1183.
- Ruehlmann J, Körschens M, 2009. Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal*, 73(3): 876-885.
- Shahid SA, Zaman M, Heng L, 2018. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem. In guideline for salinity assessment. mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. 1st ed.; Zaman M, Shahid, SA, Heng L, Eds.; Springer Nature: Cham. Switzerland, 1. 43-53.

Singh S, Dash P, Silwal S, Feng G, Adeli A, Moorhead RJ 2017. Influence of land use and land cover on the spatial variability of dissolved organic matter in multiple aquatic environments. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 14124-14141.

Soil Survey Staff. (1993). *Soil survey manual*. IICA CO 631.4 S6831s 1952



Bafra Delta Ovası sol sahil alüviyal arazilerde yetiştirilen lahanaya bitkisinin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri, besin element içerikleri ve konumsal dağılımları

Ayşe ERTAŞ PEKER^{1*} Orhan DENGİZ²

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun

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

Öz

Lahana, bölgede ekonomik değere sahip ürünlerin başında gelmektedir. Birim alandan istenilen verimin alınabilmesi için arazinin toprak özellikleri ve besin elementi düzeyi çok iyi bilinmesi gerekir. Bu çalışmanın amacı, Samsun ili Bafra Ovası sol sahilinde lahanaya yetiştirilen alüviyal arazilerde yayılım gösteren toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkileri belirlemek ve bu özelliklerin dağılım haritalarını üretmektir. Çalışma alanı içerisindeki yüzey topraklarında pH genellikle 7.49-8.38 değişmekte olup, EC değeri 0.16 dS m⁻¹, organik madde %2.31, kireç (CaCO₃) içeriği %4.99 ortalama değerlere sahiptir. Toprakların kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla %12.07-58.93, %12.11-50.73 ve %6.93-75.82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların %16.27'sinde yüksek toplam azot, %39.53'ünde çok yüksek yarıyışlı fosfor ve %51.16'sında düşük potasyum içerdiği belirlenmiştir. Yüzey altı topraklarında pH 8.03, EC değeri 0.16 dS m⁻¹, organik madde %2.31, kireç (CaCO₃) içeriği %4.99 ortalama değerlere sahiptir. Toprakların kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla %7.88-75.69, %14.27-52.49 ve %10.04-58.77 arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların %20.9' unun düşük düzeyde toplam azot, %39.53'ünde çok yüksek düzeyde yarıyışlı fosfor ve %51.16'sında düşük potasyum içerikli oldukları tespit edilmiştir. Gerek yüzey gerekse de yüzey altı topraklarda mikro besin element içeriklerinin yeterli düzeyde oldukları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, her bir toprak özelliğinin dağılım haritalarının oluşturulması için Ordinary Kriging üssel, küresel ve Gaussiam semivaryogram modelleri uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fiziko-kimyasal toprak özellikleri, enterplasyon, lahanaya, Bafra Ovası.

Some physico-chemical soil properties, nutrient element contents and spatial distribution of cabbage crops grown in left coast alluvial lands of Bafra Delta Plain

Abstract

Cabbage is a highly valuable crop in the Bafra region. To achieve optimal yield per unit area, it is crucial to have a thorough understanding of the soil properties and nutrient content of the land. The objective of the present study was to establish the correlation between the physico-chemical properties and nutrient content of soils in the alluvial lands where cabbage is cultivated on the left coast of Bafra Plain in Samsun province. Additionally, spatial distribution maps of these properties were produced. The surface soil pH in the study area ranges from 7.49 to 8.38, and mean values of EC, organic matter, lime (CaCO₃) are 0.16 dS m⁻¹, 2.31%, and 4.99%, respectively. Soil clay, silt, and sand contents vary between 12.07-58.93%, 12.11-50.73%, and 6.93-75.82%, respectively. Total nitrogen content is high in 16.27% of the soil samples, available phosphorus content is very high in 39.53% of soil samples, and potassium content is low in 51.16%. The subsurface soils were analyzed and found to have an average pH value of 8.03, an EC value of 0.16 dS m⁻¹, 2.31% organic matter, and 4.99% lime (CaCO₃) content. The soils had varying clay, silt, and sand contents, ranging from 7.88-75.69%, 14.27-52.49%, and 10.04-58.77%, respectively. Total nitrogen content was low in 20.9% of the soils, while 39.53% had very high levels of available phosphorus and 51.16% had low potassium content. Micro-nutrient element levels in both surface and subsurface soils were found to be adequate. In addition, the research determined that the exponential, spherical and Gaussian Semivariogram models of Ordinary Kriging interpolation technique were performed to create distribution maps of soil properties.

Keywords: Physico-chemical soil properties, interplacement, cabbage, Bafra Plain.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (546) 274 7081

E-posta : ertasaysee@gmail.com

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 2 Şubat 2024

Kabul Tarihi : 18 Mayıs 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1457533

Giriş

Türkiye yaklaşık 30.8 milyon tonluk sebze üretimi ile Dünya’da Çin, Hindistan ve ABD’den sonra 4. sırada yer almaktadır. Ülkemizde sebze tarımı için son 20 yılda; ekim alanlarında %36, üretim miktarında %85 ve verimde ise %38 artış olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2024). Lahana grubu sebzeleri içerisinde beyaz baş lahana, gerek ülkemizde ve gerekse Karadeniz Bölgesi’nde yoğun bir şekilde yetiştirilen bir sebze türüdür (Balkaya ve ark., 2005). TÜİK (2022) yılı verilerine göre, beyaz baş lahana üretim değeri, 597.910 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam sebze üretimi içerisinde beyaz baş lahana üretiminin payı yaklaşık %1.9’dur. Samsun ili 143.241 ton üretim miktarı ile ilk sırada yer almaktadır.

Toprak, tarımsal üretimin önemli dinamiklerinin başında gelmektedir. Toprakların gerek fiziko-kimyasal gerek de verimlilik düzeyi istenilen seviyede bulunduğu durumlarda, tarımsal üretim açısından alınacak ürünün verimi, kalitesi ve oranı yüksek düzeyde olacaktır. Toprakların üretkenliklerinin devam edebilmesi için verimlilik bakımından seviyelerinin sürdürülebilir şekilde artırılması oldukça önemlidir. Bu nedenle, toprakların istenilen düzeyde bitki besin elementi barındırmasına ek olarak, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de iyi durumda olması elbette bitkisel üretim ve verimlilik açısından oldukça önemlidir (Başar, 2001; Karaman ve ark., 2012; Yalçın ve ark., 2018).

Toprakların verimlilik düzeylerinin ve tarım ürünlerinin besin elementi ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla ülkemizde değişik bölge ve havzalarında birçok araştırma yapılmıştır. Çimrin ve Boysan (2006), Van ili ve çevresi tarım topraklarının bazı makro ve mikro besin maddesi içeriklerini ve bazı toprak özellikleri ile ilişkilerini saptamak amacı ile yaptıkları çalışmada, Heybeli köyü toprak örnekleri hariç tüm toprak örneklerinin değişebilir potasyum (K) içeriklerinin yüksek düzeyde, toprakların büyük çoğunluğunda fosfor (P) ve alınabilir çinkonun (Zn) yetersiz ancak alınabilir bakır (Cu), demir (Fe) ve mangan (Mn)’nın yeterli düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Özyazıcı ve ark. (2007), Çarşamba ve Bafra Ovalarında seralarda yetiştirilen hıyar bitkisinin demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) beslenme durumunun belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada ise toprakların büyük çoğunluğunun yarıyışlı fosfor (P) ve potasyum (K) bakımından zengin, DTPA+TEA ile ekstrakte edilen bitkiye yarıyışlı Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları iyi ve yeterli düzeyde olduğu bildirmişlerdir. Turan ve ark. (2010) alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada toprakların orta bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, az ve orta düzeyde kireç içerdiğini, toprakların %43.39’unda organik madde (OM), %46.66’sında azot (N), %10’unda P ve %20’sinde kükürt, %43.34’ünde Zn ve %90’nında Mn bakımından yetersiz olduğunu belirlemişlerdir. Sebze tarımı yapılan Karamenderes Havzası topraklarının verimlilik durumlarının araştırıldığı başka bir çalışmada ise araştırmacılar toprakların yarıyışlı Fe ve Mn yönünden yeterli seviyede, yarıyışlı Cu yönünden %92’lik kısmının yeterli, %8’lik kısmının ise yetersiz seviyede, yarıyışlı Zn bakımından büyük bir kısmında eksiklik olduğunu bildirmişlerdir (Çetinkaya ve Sümer, 2013). Hatay ili Arsuz ilçesi topraklarının verimlilik durumlarının incelendiği başka bir çalışmada ise toprakların alınabilir P, Zn ve Mn noksanlıklarının belirlendiği ve gübreleme ile mutlaka bu besin elementlerince desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir (Yalçın ve Çimrin, 2021). Pacci ve ark. (2022) aynı yörede çeltik alanlarında toprak özelliklerini belirledikleri çalışmada toprakların kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla %6.19-52.40, %5.64-45.80 ve %15.64-88.18 arasında değiştiğini, pH’ nın orta alkali-kuvvetli alkali arasında değişkenlik sergilediğini, EC değerleri açısından toprakların tuzlu olduğunu bildirmişlerdir.

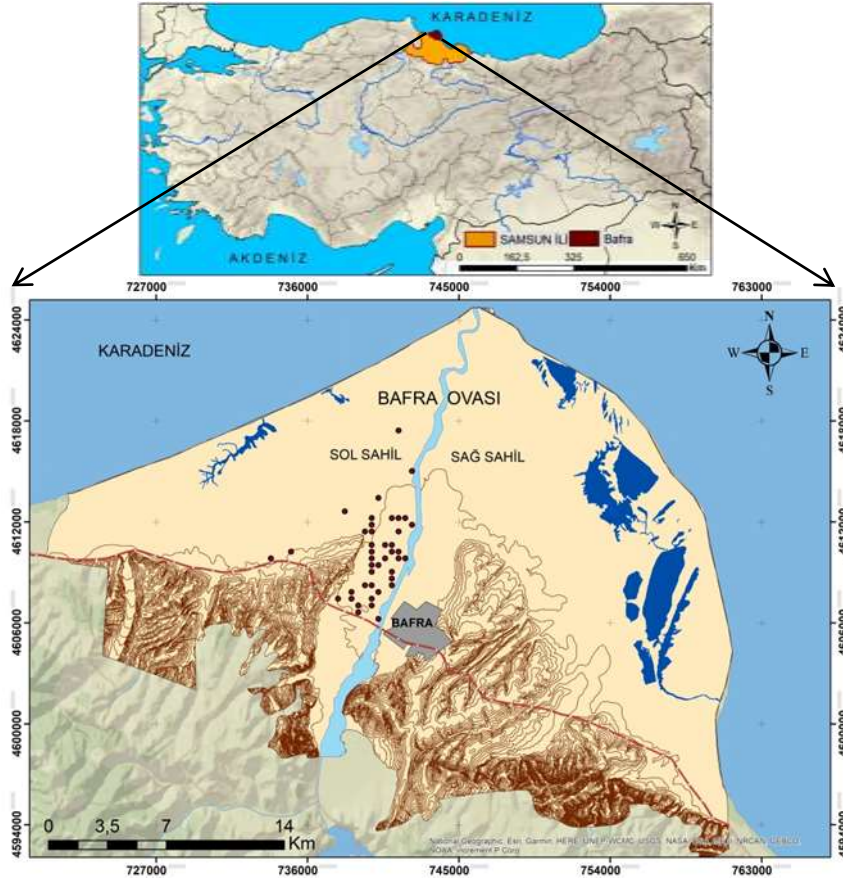
Lahana bitkisi besin elementlerince yeterli verimli toprakları seven, hafif ve kumlu topraklar dışında uygun toprak neminin olduğu tüm toprak bünye çeşitlerinde başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılabilen bir sebze türüdür. Orta-ağır topraklar, alüvyon topraklar, havalanması iyi, derin topraklar ve su özellikleri ve yeterli besin içeriği, lahana üretimi için en uygun olanıdır (Gvozdenović ve ark., 2011; Červenski ve Medić-Pap, 2018). Lahana bitkisi tuza dayanıklıdır bu nedenle tuzlu topraklarda yetiştirilen lahanaların yaprak kaliteleri bozuk olmaktadır (Kasap, 2010). Paranhos ve ark. (2016) lahana yetiştiriciliğinde eşit nem dağılımına sahip olmayan kaba bünyeli, kum bünyeye sahip topraklarda şiddetli yağışlarda çözünebilir besin elementlerinin toprak derinliğine doğru ilerleyerek kayba uğradığı ve lahanada verim azalmasına neden olabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Samsun ili Bafra Ovası sol sahilinde yayılım gösteren alüviyal araziler üzerinde lahana tarımı yapılan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkileri belirlemek ve belirlenen özelliklerin alan içerisinde dağılım haritalarını üretmektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanının genel özellikleri

Samsun ili, Bafra ilçesi Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz bölgesinde $41^{\circ} 28'$ - $41^{\circ} 45'$ kuzey enlemleri ve $35^{\circ} 43'$ - $35^{\circ} 58'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bafra Ovası Samsun ilinin 20 km batısında Çakırlar Altı mevkisinden başlayıp, batıda Yakakent İlçesine kadar devam etmekte ve kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Canik Dağları yer almaktadır. Ova doğu - batı yönünde 60 km, kuzey-güney yönünde 32 km uzunluktadır (Şekil 1). Araştırma alanı Kızılırmak Nehrinin farklı zamanlarda getirdiği alüviyal depozitler ile denizel etki sonucu meydana gelen sahil kumulları üzerinde yer alan arazilerden oluşmaktadır. Taban araziler genellikle, Kızılırmak Nehri'nin biriktirmiş olduğu eski ve yeni alüvyonlardan oluşmuş düz alanlar olup, eğimi % 0-2 arasında değişmektedir. Ayrıca Kızılırmak Nehrinin taşkın zamanlarında taşıdıkları materyalleri uzunlamasına sıralamak suretiyle farklı yer şekilleri olan nehir bankları, nehir terasları, yer yer çukur kil depozit alanlarda bulunmaktadır (Dengiz ve Özcan, 2006).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

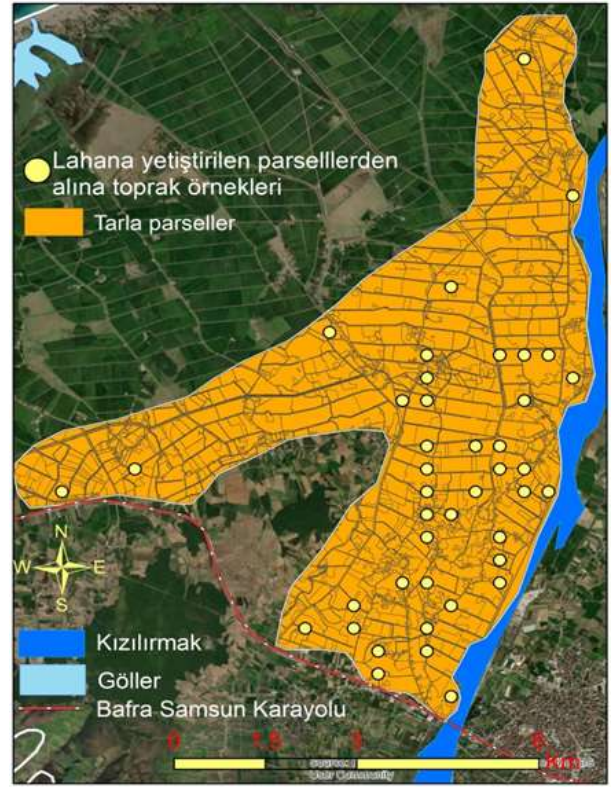
Bölgede Karadeniz iklimi hakim olup, yarı nemli iklim özelliği göstermektedir. Bölgenin uzun yıllar ortalama en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayında 23°C olup, ortalama en düşük sıcaklık değeri 5.7°C ile Şubat ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 794.2 mm 'dir (Taşan, 2018). Toprak sınıflamasına (Soil Survey Staff, 1999)'a göre çalışma alanının toprak sıcaklık rejimi mesic, nem rejimi ise ustic'tir (Saygın ve Dengiz, 2013). Bölgede yoğun olarak çeltik tarımı yapılmakla birlikte çeşitli yazlık (domates, biber, karpuz) ve kışlık (pırasa, kırmızı ve beyaz baş lahanaya) sebze ve buğday tarımı da yapılmaktadır.

Yöntem ve analizler

Çalışmada toprak örnekleri Bafra Ovası sol sahilinde dağılım gösteren lahanaya tarımı yapılan alanlardan alınmıştır. Çalışma alanından lahanaya tarımı yapılan arazileri temsilen; yüzey ve yüzey altı (0-20 ve 20-40 cm) şeklinde iki derinlikten 43 adet toplamda 86 adet toprak örneği alınmış, daha sonra örnekler laboratuvara getirilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinat bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Alınan toprak örnekleri hava kuru hale getirildikten sonra, 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklemesine ait desen ve parseller Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındığı noktalar

Örnek no	E (Doğu)	N (Kuzey)	Örnek no	E (Doğu)	N (Kuzey)
1	740220.62	4613432.14	23	740620.62	4609832.14
2	738220.62	4612632.14	24	741020.62	4610632.14
3	740620.62	4610632.14	25	741420.62	4612232.14
4	741420.62	4617432.14	26	738620.62	4607432.14
5	739820.62	4609832.14	27	741820.62	4609832.14
6	740220.62	4609432.14	28	739820.62	4609432.14
7	739820.62	4612232.14	29	741420.62	4609832.14
8	739820.62	4607432.14	30	739820.62	4607032.14
9	740220.62	4606232.14	31	739820.62	4610632.14
10	741020.62	4612232.14	32	739020.62	4606632.14
11	735020.62	4610232.14	33	738620.62	4607832.14
12	739820.62	4611432.14	34	742220.62	4615032.14
13	739420.62	4611432.14	35	741420.62	4610232.14
14	742220.62	4611832.14	36	739820.62	4609032.14
15	733820.62	4609832.14	37	741020.62	4608232.14
16	741820.62	4612232.14	38	737820.62	4607432.14
17	741020.62	4608632.14	39	741020.62	4609032.14
18	741020.62	4610232.14	40	739820.62	4611832.14
19	739020.62	4607032.14	41	739420.62	4608232.14
20	739820.62	4608232.14	42	741420.62	4611432.14
21	740220.62	4607832.14	43	739820.62	4610232.14
22	741020.62	4608232.14			



Şekil 2. Bafra Ovası sol sahili toprak örnekleme lokasyonu ve parseller

Alınan toprak örneklerinde, bünye Bouyoucos hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951), toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC 1:2.5'lik toprak-su karışımında (Anonymous, 1982), organik madde (OM), değiştirilmiş Walkey-Black metodu (Nelson ve Sommers, 1983), kireç (CaCO₃) içeriği ise Scheibler kalsimetresi yöntemine göre (Soil Survey Staff, 1993), toplam (N) Kjeldhal yaş yakma yöntemine göre (Kacar, 1994), değişebilir kasyonlar 1N amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile ekstrakte edilip elde edilen süzükte sodyum (Na) ve potasyum (K) atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) 0.01M EDTA ile titre edilerek, yarayışlı P mavi renk metoduna göre (Olsen ve ark., 1954), yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu ise Lindsay ve Norvell (1978)'e göre, yarayışlı bor (B) sıcak su ekstraksiyonunda Azometin-H yöntemine göre spektrofotometrede belirlenmiştir (John ve ark., 1975).

Toprak özelliklerinin entropolasyon yöntemi ile haritalandırılması

Araştırma alanında toplam 43 farklı noktadan alınan yüzey ve yüzey altı olmak üzere toplam 86 toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve verimlilik analiz sonuçlarının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmesi ve enterpolasyon yöntemi ile haritalandırılmasından önce EC, pH, kireç, OM, kum, silt, kil, N, P, K, B, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri ArcGIS 10.7v. yazılımında öznitelik verisi olarak eklenmiştir.

Tarımsal alanlarda toprak özelliklerinin mekansal ve zamansal değişkenliğini anlamak, doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanmanın anahtarıdır. Ayrıca, tek bir alanda yoğun toprak örnekleme uygun veya ekonomik bir yaklaşım değildir. Bu bağlamda, son araştırmalar toprakların mekansal değişkenliğini belirlemek için jeostatistiksel yöntemleri yaygın olarak kullanmaktadır. Jeostatistiksel teknikler, örnekleme konumları için özellikleri tahmin ederek, tahmin hatalarını ve maliyetleri azaltarak mekansal dağılımı belirlemek için çok yararlıdır (Nielsen ve Wendroth, 2003; Saito ve ark., 2005). Parametrelerin mekansal dağılımlarını tahmin etmek için birçok enterpolasyon yöntemi vardır. En yaygın kullanılan yöntemlerden biri Ordinary Kriging'dir (OK). Diğer Kriging varyantları arasında OK, tahmin hatalarının varyansını en aza indirmeye çalıştığı için en iyi örneğin en küçük kareler ile tanımlandığı örnekleme konumlarında bölgeselleştirilmiş bir değişkenin en iyi doğrusal ve yansız tahminini sağlar (Delbari ve ark., 2019). Yine de OK, yüksek oranda çarpık veri dağılımı durumunda optimum sonucu sağlamayabilir. Bu gibi durumlarda, önceden uygun bir dönüşüm fonksiyonu kullanmamız gerekir. Bazı araştırmacılar bu yaklaşımı kullanarak farklı mekansal ölçeklerde toprak parametrelerinin mekansal değişkenliğini incelemiştir (Tunçay ve ark., 2018; Delbari ve ark., 2019; Behera ve ark., 2020; Shukla ve ark., 2020; Wang ve ark., 2021). Jeostatistiksel analizdeki ana araç, komşu gözlemler veya örnekler arasındaki mekansal bağımlılık derecesini ifade eden ve bir 'h' gecikme vektörü ile ayrılan komşu gözlemleri tanımlayan yarı-variogramdır. Yarı-variogram modelindeki parametreler, bölgeselleştirilmiş değişken teorisinde yer alan tahmini optimize etmeye yönelik bir yöntem olan Kriging için gerekli bilgileri sağlar. Değişkenlerin mekansal yapısı aşağıdaki yarı-variogram fonksiyonu ile tanımlanmaktadır (Eşitlik 1).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Burada, $\gamma(h)$ yarı varyans, (x_i) ve $z(x_i + h)$ sırasıyla x_i ve $x_i + h$ konumlarındaki ilgilenilen değişkenler ve $N(h)$ 'h' mesafesiyle ayrılan konumlardaki deney çiftlerinin sayısıdır (Isaaks ve Srivastava, 1989).

Bu çalışmada yarı-variogramlar için üstel, Gauss ve küresel modeller kullanılmıştır. Değişkenlerin mekansal değişkenliğini belirlemek için izotropik yarı-variogram modeli olarak üstel model kullanılmıştır. İzotropik üstel model aşağıdaki formülle hesaplanır (Eşitlik 2).

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right) \right] \quad (2)$$

Burada, C_0 nugget varyansı ≥ 0 , C yapısal varyans $\geq C_0$, $(C_0 + C)$ eşik varyansı, h lag mesafesi ve a mekansal korelasyon aralığıdır (Eşitlik 3).

$$Z^*OK(X_0) = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Z(X_i) \quad (3)$$

Burada, $Z^*OK(X_0)$ X_0 'daki örnekleme konumundaki tahmini değeri, n arama alanındaki örnek sayısını, X_i noktalarındaki gözlemlenen değerleri ve W_i tahmin hatası varyansını en aza indirmek için seçilen Kriging ağırlıklarını göstermektedir.

Yaygın bir şekilde dağılım haritalarının üretilmesinde kullanılan Ordinary Kriging'e ait olan semivariogram (Üssel, Küresel ve Gaussian) modeller kullanılarak ele alınan yüzey ve yüzey altı toprakların fiziko-kimyasal

ve verimlilik parametrelerinin dağılım haritasını oluştururken, en uygun modeli belirlemek için aşağıdaki formülle hesaplanan Ortalama Hatanın Karekökü (RMSE) yöntemini kullanılmıştır (Eşitlik 4).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Z_i - Z)^2}{n}} \quad (4)$$

Burada, Z_i : tahmini değer, Z : gerçek değer, n : gözlem sayısı

Toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri ve yararılış besin element kapsamına ait verimlilik ilişkilerinin ortaya konulmasında yararlanılan bazı tanımsal istatistik ve korelasyon analizlerinde SPSS 20.0v kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin temel bazı istatistik değerleri

Çalışma alanından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örneklerine ait en küçük, en büyük, standart sapma, varyasyon katsayısı, ortalama, çarpıklık-basıklık gibi tanımlayıcı istatistiklerine ait analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Yüzey ve yüzel altı topraklarının fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri (n=86)

Parametreler	Derinlik	EDD	EYD	Ort	SS	VK*	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Kum, %	0-20	6.93	75.82	22.36	15.47	69.16	239.29	1.70	2.78
	20-40	7.88	75.69	22.78	15.38	67.51	236.51	1.66	2.55
Kil, %	0-20	12.07	58.93	40.32	11.81	29.29	139.55	-0.46	-0.44
	20-40	10.04	58.77	39.37	12.61	32.02	158.90	-0.39	-0.74
Silt, %	0-20	12.11	50.73	37.30	7.79	20.89	60.74	-1.20	2.69
	20-40	14.27	52.49	37.85	7.31	19.30	53.36	-0.67	1.52
pH (1:2.5)	0-20	7.49	8.38	8.08	0.20	2.44	0.04	-0.98	0.87
	20-40	7.32	8.41	8.03	0.22	2.73	0.05	-1.01	1.90
EC, dS m ⁻¹	0-20	0.16	0.87	0.38	0.15	38.55	0.02	1.27	1.57
	20-40	0.16	4.69	0.58	0.67	115.56	0.45	5.80	36.11
CaCO ₃ , %	0-20	0.87	10.78	4.99	2.38	47.60	5.64	0.13	-0.63
	20-40	0.87	9.03	5.09	2.04	40.10	4.17	-0.18	-0.86
OM,%	0-20	0.84	4.81	2.31	0.94	40.63	0.88	1.01	1.16
	20-40	0.57	4.64	2.16	0.87	40.07	0.75	0.65	0.91
Toplan N, %	0-20	0.08	0.41	0.20	0.06	30.55	0.00	0.99	2.15
	20-40	0.08	0.36	0.19	0.05	29.38	0.00	0.80	1.86
P, mg kg ⁻¹	0-20	2.45	132.91	31.37	32.92	104.94	1083.79	1.96	3.04
	20-40	2.59	129.74	26.75	27.26	100.90	742.87	2.35	6.04
Ca, meq 100 g ⁻¹	0-20	27.60	82.30	64.14	11.32	17.65	128.12	-1.03	1.56
	20-40	35.00	81.40	63.82	10.57	16.56	111.67	-0.77	0.42
Mg, meq 100 g ⁻¹	0-20	3.50	31.60	13.18	6.65	50.41	44.16	0.94	0.76
	20-40	2.30	31.20	13.07	6.38	48.82	40.68	0.68	0.49
Na, meq 100 g ⁻¹	0-20	0.33	3.99	1.39	0.71	51.23	0.51	1.12	2.79
	20-40	0.33	4.53	1.49	0.88	59.07	0.78	1.39	3.06
K, meq 100 g ⁻¹	0-20	0.15	4.14	0.95	0.80	83.56	0.63	2.48	6.59
	20-40	0.17	3.16	0.89	0.68	76.68	0.46	2.17	4.58
Fe, mg kg ⁻¹	0-20	8.05	56.56	23.06	12.96	56.18	167.93	1.18	0.37
	20-40	7.46	62.41	24.15	15.36	63.59	235.79	1.32	0.70
Cu, mg kg ⁻¹	0-20	1.80	9.82	4.70	1.71	36.37	2.93	0.86	0.62
	20-40	2.28	10.20	4.73	1.78	37.59	3.16	0.98	0.72
Zn, mg kg ⁻¹	0-20	0.36	5.87	1.68	1.27	75.33	1.61	1.86	3.64
	20-40	0.41	5.67	1.44	1.02	71.00	1.04	2.39	6.91
Mn, mg kg ⁻¹	0-20	9.46	26.67	18.57	3.96	21.33	15.69	-0.12	0.06
	20-40	9.74	42.67	19.24	5.54	28.79	30.69	1.73	6.57
B, mg kg ⁻¹	0-20	1.50	10.72	3.53	1.58	44.86	2.51	2.25	9.13
	20-40	1.33	5.12	2.92	0.98	33.54	0.96	0.35	-0.50

*Varyasyon Katsayısı: < 15=Düşük Değişkenlik, 15-35= Orta Değişkenlik, >35 = Yüksek Değişkenlik, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, EDD: En Düşük Değer, EYD: En Yüksek Değer,OM: Organik madde

Toprak özelliklerindeki değişimin değerlendirilmesinde kullanılan varyasyon katsayısı düşük ($\% < 15$), orta ($\% 15-35$) ve yüksek ($\% > 35$) olarak sınıflandırılmaktadır (Wilding, 1985). Bu sınıflandırmaya göre her iki derinlik için toprak verimlilik parametreleri içerisinde ortalamaya göre düşük seviyede değişkenlik gösteren özellikler pH iken, kil ve silt içeriği orta seviyede değişkenlik göstermiş ve diğer özellikler ise yüksek değişkenlik sergilemiştir. Ayrıca toprakların tekstürel fraksiyonlar içerisinde en yüksek değişkenlik sergileyen özellik kum içeriği olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Bunun sebebi, özellikle alüviyal alanlar üzerinde oluşmuş toprakların, akarsuların farklı taşkın zamanlarında getirmiş oldukları sedimentler üzerinde oluşmaları ve kısa mesafelerde göstermiş oldukları değişkenliklerdir (Dengiz, 2010; Pacci ve ark. 2022). Bunun yanı sıra, Moasheri ve Foroughifar (2013), pH için düşük değişkenlik katsayısının topraktaki ana madde bileşimi ile ilgili olabileceğini, yüksek değişkenlik katsayısının ise gübreleme ve arazi kullanım gibi yönetim faktörlerinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Taşan ve Demir (2019) Bafra Ovası'nda toprakların tuzluluk ve alkaliliğinin alansal ve zamansal değişiminin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, EC ve CaCO_3 özelliklerinin yüksek derecede değişkenlik gösterdiğini, pH'nın az değişkenlik göstermiş olduğunu belirtmişlerdir. Yine, pH'nın az değişkenlik gösterdiği aynı yörede yapılan benzer çalışmalarda belirtilmiştir (Sağlam ve Dengiz, 2013; Abakay ve Günal, 2023). Alınan yüzey altı toprak örneklerden ise özellikle bir noktadan alınan toprak örneğinin yüksek EC değeri (4.692 dS m^{-1}) olarak tespit edildiğinden, EC yüksek değişkenlik sergilemiştir. Çalışma alanı toprakları çoğunlukla ana materyalden (çoğunlukla kireçli sedimenter ana materyal) kaynaklanan kireç içeriği bakımından oldukça yüksek düzeyde bir varyasyona sahiptir. Ovada Günal ve ark. (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada, CaCO_3 'ün çalışılan toprak özellikleri içerisinde değişkenliği en yüksek (106.9) olan toprak özelliği olarak öne çıktığını bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışma topraklarının besin elementleri içerisinde yarıyıllık P içeriği yönünden yüksek değişkenliğe (104.9) sahip olduğu dikkat çekmektedir. Tarım yapılan arazilerde hayvan atıkları, gübre, sulama suyu ilavesi ve toprak işleme nedeniyle ilave değişkenlik kaynaklarına sahip olmaktadır (Sağlam, 2008). Toprakların incelenen mikro besin elementlerinden yarıyıllık Mn orta değişkenlik gösterirken incelenen diğer mikro besin elementleri yüksek değişkenlik göstermiştir (Çizelge 2). Özden ve ark. (2022) Manisa ili tarım topraklarının verimliliklerini araştırdıkları çalışmada, yarıyıllık P için değişkenlik katsayısı 108.6 olarak belirlenirken, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin mikro besin elementlerden Fe (191.15) olduğunu bildirmişlerdir.

Normal dağılımı test etmek için kullanılan çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde; her iki katsayının da normal dağılımdan anlamlı düzeyde farklılık göstermemesi ve -1 ile +1 aralığında olması beklenmektedir (Pearson, 1900). Çarpıklık katsayısının negatif olması sola, pozitif olması sağa çarpıklığı gösterirken; basıklık katsayısında ise negatif, eğrinin normale göre daha basık, pozitiflik daha dik olduğunun göstergesidir (Alaboz ve ark., 2020; 2021). Toprak verimlilik parametrelerinde kum içeriği, EC, P sağa çarpık diğer toprak özellikleri normal dağılıma yakın dağılım sergilemiştir. Toprakların kum içeriği, silt içeriği, toplam N ve yarıyıllık P dağılımlarında, eğri normale göre daha dik olarak belirlenmiştir. Toprak mikro besin elementlerinde ise Zn ve B'nin dağılımlarında eğri normale göre daha dik bir dağılım sergilemiştir (Çizelge 2).

Toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin sınıflandırılması ve dağılımları

Çalışma alanından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin sınıflandırılması ve dağılımları Çizelge 3'te verilmiştir. Toprak bünyesi, birim toprak kütlesi içerisinde kum, silt ve kil miktarlarının oransal durumunu ifade eden bir toprak özelliğidir. Çizelge 2'den görüldüğü gibi, yüzey topraklarının kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla $\% 12.07-58.93$, $\% 12.11-50.73$ ve $\% 6.93-75.82$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, bünye sınıflarına göre toprakların $\% 34.88$ 'inin killi, $\% 18.60$ 'ının killi tınlı, $\% 23.26$ 'sının ise siltli kil bünyede oldukları tespit edilmiştir. Topraktaki tüm kimyasal, biyolojik ve fiziksel süreçler ile toprak özellikleri üzerinde çok sayıda önemli role sahip olan (Brady ve Weil, 2008; Sağlam, 2008) pH 7.49 ile 8.38 arasında değişmekte olup, yüzeyde ortalama pH değeri 8.08'dir. Richards (1954)'e göre yüzey topraklarının $\% 9.30$ 'unun hafif alkaline ve alkali (7.4-7.9), $\% 81.40$ 'ünün ise orta derecede alkaline (7.9-8.4) reaksiyonlu oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, topraklar çoğunlukla tuzsuz olup, ortalama EC miktarı 0.16 dS m^{-1} 'dir. Richards (1954)'e göre toprakların $\% 97.67$ 'inin az tuzlu, $\% 2.32$ 'sinin çok hafif tuzlu sınıfına girdikleri tespit edilmiştir. Şendemirci ve ark. (2016) fasulye bitkisinin demirli gübrelemeye responsu ile toprakların kloroz indis değerleri ve bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesini amaçladıkları çalışma kapsamında, Bafra, Çarşamba ve Suluova'dan aldıkları topraklardan Bafra'dan alınan toprakların $\% 33$ 'ünü kil bünyeli olarak, $\% 5$ ile $\% 15$ aralığında kireç içeren toprakların ise $\% 44$ 'ünü, toprakların $\% 77.8$ 'inin pH değerlerinin 7 ile 8 aralığında olduğu ve orta düzeyde organik madde içerdiğini ve alınan toprakların $\% 55.6$ 'sını teşkil ettiğini bildirmişlerdir. Paranhos ve ark. (2016) lahanaya

yetiştiriciliğinde yeteri düzeylerde nem içeriğine sahip olmayan kumlu toprakların özellikle şiddetli yağışlarda veya aşırı sulamalarda çözünebilen besin elementlerinin toprak derinliğine doğru yıkanarak kaybına neden olduğunu, bu durumda lahanaya veriminin azaltılabileceğine dikkat çekmişlerdir. [Červenski ve Takač'ta \(2012\)](#) yaptıkları çalışmada ise, lahananın orta-ağır, alüvyonlu organik maddece zengin, kumlu kile kadar pH: 5.5-6.5 ile 6.5-7.5 olan derin topraklar ve orta-ağır, alüvyonlu organik maddece zengin kumlu kile kadar çeşitli toprak türlerinde yetiştirilebileceğini belirtmişlerdir. Asitli topraklarda (pH: 5.5'ten az) karşılaşılan gelişim problemlerinden dolayı yetiştiriciliği istenmemektedir. Eğer pH değeri daha düşük olan topraklarda yetiştiricilik yapılacaksa önce kireç uygulaması yapılması gerekmektedir ([Matotan, 2006](#)).

Çizelge 3. Toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Toprak özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Yüzey (0-20 cm) Ör. sayısı	%	Yüzey altı (20-40 cm) Ör. sayısı	%
Bünye (Bouyoucos, 1951)	-	Killi (C)	15	34.88	14	32.56
	-	Killi tın (CL)	8	18.60	7	16.28
	-	Siltli kil (SiC)	10	6.98	9	20.93
	-	Tınlı (L)	3	4.65	6	13.95
	-	Siltli killi tın (SiCL)	4	23.26	5	11.63
	-		2	9.30	1	2.33
	-	Kumlu killi tın (SCL)	1	2.33	1	2.33
pH (Richards, 1954)	<4.5	Fevkalade asit	-	-	-	-
	4.5-5.0	Çok kuvvetli asit	-	-	-	-
	5.1-5.5	Kuvvetli asit	-	-	-	-
	5.6-6.0	Orta derecede asit	-	-	-	-
	6.1-6.5	Hafif asit	-	-	-	-
	6.6-7.3	Nötr	-	-	1	2.32
	7.4-7.8	Hafif alkalın	4	9.30	6	14.80
	7.9-8.4	Orta derecede alkalın	39	81.40	34	79.80
8.5-9.0	Kuvvetli alkalın	-	-	2	4.7	
>9,1	Çok kuvvetli alkalın	-	-	-	-	
EC (dS m ⁻¹) (Richards, 1954)	<0.75	Tuzsuz	42	97.67	37	86.00
	0.75-2	Çok hafif tuzlu	1	2.32	5	11.60
	2-4	Hafif tuzlu	-	-	1	2.32
	4-8	Orta kuvvetli tuzlu	-	-	-	-
	8-16	Kuvvetli tuzlu	-	-	-	-
	>16	Aşırı tuzlu	-	-	-	-
Kireç (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1988))	0-1	Az kireçli	1	2.32	1	2.32
	1-5	Kireçli	22	51.16	18	41.90
	5-15	Orta kireçli	20	46.51	24	55.80
	15-25	Fazla kireçli	-	-	-	-
	> 25	Çok fazla kireçli	-	-	-	-
Organik madde (Horuz, 2002)	<1.39	Çok Az	7	16.27	7	16.27
	1.39-2.91	Az	29	67.44	30	69.80
	2.92-3.61	Orta	3	6.97	3	6.97
	3.62-4.22	Yüksek	1	2.32	2	4.70
	>4.22	Çok yüksek	2	4.65	1	2.32

Toprak organik maddesi en çok kullanılan toprak biyo-kimyasal göstergelerinden bir tanesidir ([Veum ve ark., 2014](#)). Toprakların organik madde kapsamı çoğunlukla orta seviyede olup, yüzeyde ortalama miktarı %2.31 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmaya konu olan toprakların alındığı Bafra Ovası sol sahil topraklarının organik madde içeriği, önceki yapılan çalışmalarda büyük değişkenlik göstermekle beraber ortalama değer olarak düşük seviyede sınıflandırılmaktadır ([Pacci ve ark., 2022](#); [Özdemir ve Durmuş, 2023](#)).

Horuz (2002)'ye göre toprakların organik madde içerikleri %16.27'si çok az, %67.44'ü az, %6.97'si orta, %2.32'si yüksek ve %4.65'i çok yüksek sınıfta yer almıştır. Yine, Horuz ve ark. (2018) Terme ovası alüvyal arazilerinin verimlilik durumlarını değerlendirdikleri çalışmada, organik madde bakımından toprakların orta sınıfta yer aldığını bildirmişlerdir. Yüzey toprakları, kireç içeriği bakımından kireçsiz ile kireçli düzey arasında değişmekte olup, ortalama kireç miktarı %4.99 olarak bulunmuştur. Ülgen ve Yurtsever (1988)'e göre toprakların %2.30'u az kireçli ve %52.16'sı kireçli, %46.51'i orta kireçli sınıfta yer almıştır (Çizelge 3). Kireç içeriğinin düşük olması, yüksek yağış nedeniyle profilden karbonatların yıkanmasının yanı sıra toprakların kireçsiz ana materyale sahip olması şeklinde açıklanabilir. Araştırma alanının kil bünyeye sahip olması ve kireç içeriğinin düşük olması aynı yörede farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Dengiz ve ark. 2017; Tunçay ve Dengiz, 2017; Pacci ve ark. 2022; Özdemir ve Durmuş, 2023).

Yüzey altı topraklarının kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla %7.88-75.69, %14.27-52.49 ve %10.04-58.77 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2) Ayrıca, bünye sınıflarına göre toprakların %32.56'sının killi, %16.28'inin killi tınlı, %20.93'ünün ise siltli kil bünyede oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3). Killi topraklar, verimlilik açısından büyük bir potansiyele sahip olmalarına rağmen bazı fiziksel özellikleri bakımından yetersizlik gösterebilmektedir (Troeh ve Thompson, 2005; Batey, 2009). pH; hem topraktaki besin maddelerinin yararıslılığını hem de mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkileyen bir değişkendir (Çelik, 2019). pH, çalışma topraklarında Richards (1954)'e göre genellikle nötr ile hafif alkalın reaksiyona sahip olup, yüzey altı topraklarda ortalama pH değeri 8.03' dir (Çizelge 2). Richards (1954)'e göre yüzey altı topraklarının %14.80'inin hafif alkalın ve alkalı (7.4-7.9), %79.80'inin orta derecede alkalın (7.9-8.4) reaksiyonlu oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3). Topraklar bir nokta dışında tuzsuz olup, ortalama EC miktarı 0.58 dS m⁻¹'dir. Richards (1954)'e göre toprakların %86.0'sının az tuzlu, %11.60'ının çok hafif tuzlu sınıfına girdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu değerler, lahana yetiştiriciliği yapılan arazilerde tuzluluk ile ilgili bir sorunun olmadığını göstermektedir. Toprakların organik madde kapsamı çoğunlukla orta seviyede olup, yüzey altı toprağında ortalama %2.16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Horuz (2002)'ye göre yüzey altı topraklarının %69.80'i organik madde yönünden az sınıfına girmektedir. Kireç içeriği bakımından yüzey altı topraklar kireçsiz ile kireçli düzey arasında değişmekte olup, ortalama kireç miktarı %5.09 olarak bulunmuştur. Ülgen ve Yurtsever (1988)'e göre toprakların %2.30'unun az kireçli ve %41.90'ının kireçli, %55.80'ünün ise orta kireçli oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Toprakların besin element kapsamı

Çalışma alanından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprakların bazı makro ve mikro besin elementlerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması ve dağılımları Çizelge 4'te verilmiştir. Azot, bitki gelişimi için mutlak gerekli olan ve bitkiler tarafından çok yüksek miktarda tüketilen besin elementlerindedir. Yüzey topraklarının toplam N içerikleri %0.08-0.41 arasında değişmekte olup, ortalama %0.20' dir (Çizelge 2). Günel ve ark. (2020) aynı yörede tütün yetiştirilen arazilerde yaptığı çalışmada toprakların toplam N konsantrasyonunun %0.1 ile %1.46 arasında değiştiğini, ortalama toplam N konsantrasyonunun %0.16 olduğunu belirlemişlerdir. Bruce ve Rayment (1982)'in sınır değerlerine göre, toplam N değerlerinin %18.60'ı düşük, %65.11'i orta, %16.27'si yüksek sınıfa girmektedir (Çizelge 4). Toprakların yararışlı P kapsamı 2.45 ile 132.91 ppm arasında değişmektedir. Ortalama 31.37 ppm olan yararışlı P, alan içerisinde ise oldukça yüksek değişkenlik göstermektedir. pH değeri 7'den fazla olan topraklar Yurtsever ve Alkan (1975)'in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların %39.53'ü çok yüksek sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Toprak örnekleme yapılan arazilerin nerede ise tamamında P konsantrasyonu lahana yetiştiriciliği için noksanlık oluşturacak boyutlarda değildir. Yüksek seviyede yararışlı P içeriğinin olması, ana materyal kaynaklı ya da yetiştiricilikte gübre uygulamaları sonucu elde edildiği olarak değerlendirilebilir. Bitkileri için gerekli önemli elementlerden biriside potasyumdur. Toprakların değişebilir K kapsamı 0.15-4.14 meq 100 g⁻¹ arasında değişmekte ve ortalama 0.95 meq 100 g⁻¹ K kapsamaktadır (Çizelge 2). Metson (1961)' e göre toprakların değişebilir K kapsamı bakımından %46.51'i orta, %51.16'sı düşük sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Potasyum içeriklerindeki düşük olan örneklerin alındığı yerlerde ana materyal kaynaklı olabilmekte ise de yetiştiricilikte önemli seviyede potasyumlu gübrelemenin yapılmadığını göstermektedir.

Yüzey topraklarının yararışlı Fe kapsamı 8.05 ile 56.56 ppm arasında değişmekte ve ortalama 23.06 ppm Fe kapsamaktadır (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde toprakların %11.62' sinde Fe noksanlık riski yüksek, %60.46' sında noksanlık riskinin orta olduğu bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toprakların besin element kapsamı dağılımı ve sınıflandırılması

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Yüzey (0-20 cm)		Yüzeyaltı (0-20 cm)	
			Örnek sayısı	%	Örnek sayısı	%
Toplam N, % Bruce ve Rayment (1982)	<0.05	Çok düşük	-	-	-	-
	0.051-0.150	Düşük	8	18.60	9	20.9
	0.151-0.250	Orta	28	65.11	31	72.1
	0.251-0.500	Yüksek	7	16.27	3	7.0
	>0.501	Çok yüksek	-	-	-	-
pH ≥ 7 Topraklarda (Yurtsever ve Alkan, 1975) P, ppm	<4	Az	1	2.32	1	2.3
	4-8	Orta	4	9.30	3	6.9
	8-16	İyi	16	37.20	17	39.5
	16-24	Yüksek	5	11.62	6	13.9
	>24	Çok yüksek	17	39.53	16	37.2
Na, meq 100 g ⁻¹ Metson (1961)	<0.10	Çok düşük	-	-	-	-
	0.11-0.30	Düşük	-	-	-	-
	0.31-0.70	Orta	10	23.26	10	23.3
	0.71-2.0	Yüksek	28	65.12	24	55.8
	>20.1	Çok yüksek	5	11.63	9	20.9
K, meq 100 g ⁻¹ Metson (1961)	<0.20	Çok düşük	2	2.32	1	2.3
	0.20-0.30	Düşük	1	51.16	2	4.7
	0.31-0.70	Orta	19	46.51	20	46.5
	0.71-2.0	Yüksek	17	-	16	37.2
	> 2.1	Çok yüksek	4	-	4	9.3
Ca, meq 100 g ⁻¹ Metson (1961)	<2.0	Çok düşük	-	-	-	-
	2.1-5.0	Düşük	-	-	-	-
	5.1-10.0	Orta	-	-	-	-
	10.1-20.0	Yüksek	-	-	-	-
	>20.1	Çok yüksek	43	100.00	43	100.00
Mg, meq 100 g ⁻¹ Metson (1961)	<0.30	Çok düşük	-	-	-	-
	0.31-1.0	Düşük	-	-	-	-
	1.1-3.0	Orta	-	-	1	2.32
	3.1-8.0	Yüksek	11	25.58	8	18.60
	>8.1	Çok yüksek	32	74.41	34	79.10
Fe, ppm (Lindsay ve Norvel (1978))	<3.0	Çok düşük	-	-	-	-
	3.1-12.0	Düşük	5	11.62	7	16.3
	12.1-25.0	Orta	26	60.46	26	60.5
	25.1-50.0	Yüksek	10	22.25	6	14.0
	>50	Çok yüksek	2	4.65	4	9.3
Cu, ppm (Lindsay ve Norvel (1978))	<0.30	Çok düşük	-	-	-	-
	0.31-0.80	Düşük	-	-	-	-
	0.81-1.50	Orta	-	-	-	-
	1.51-3.0	Yüksek	5	12.63	5	11.6
	>3.1	Çok yüksek	38	88.37	38	88.4
Zn, ppm (Lindsay ve Norvel (1978))	<2.0	Çok düşük	15	34.88	16	37.2
	2.1-5.0	Düşük	20	46.51	23	53.5
	5.1-10.0	Orta	6	13.95	4	9.3
	10.1-20.0	Yüksek	-	-	-	-
	>20.1	Çok yüksek	-	-	-	-
Mn, ppm (Lindsay ve Norvel (1978))	<1.0	Çok düşük	-	-	-	-
	1.1-2.9	Düşük	-	-	9	20.9
	3.0-5.0	Orta	-	-	32	74.4
	5.1-8.0	Yüksek	7	16.28	2	4.7
	>8.1	Çok yüksek	36	83.72	-	-
B, ppm (Lindsay ve Norvel (1978))	<0.4	Çok düşük	-	-	-	-
	0.5-0.9	Düşük	-	-	-	-
	1.0-2.4	Orta	8	18.60	13	30.2
	2.5-4.9	Yüksek	28	65.12	28	65.12
	>5.0	Çok yüksek	7	16.28	1	2.3

Sağlam ve Dengiz (2013) Bafra Ovası'nda yaptıkları çalışmada toprakların yarayışlı Fe ve Cu içerikleri açısından da yeterli düzeyde bulunmasına karşın yarayışlı Zn, Mn ve B içeriklerinin çok az, az ve yeterli sınıfları arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Toprakların yarayışlı Mn kapsamı 9.46-26.67 ppm arasında değişmekte ve ortalama 18.57 ppm Mn kapsamaktadır (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell (1978)'e göre toprakların Mn kapsamı bakımından %83.72'si çok yüksek sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Yarayışlı Mn bakımından fazla olan topraklarda pH düzenlemesi, kireç veya Mn ile antagonistik ilişkili olan gübreleme programlarıyla bu sorun giderilebilir. Birçok araştırmacı da topraklarda Mn fazlalığının giderilmesinde

belirtilen uygulamaları tavsiye ettikleri görölmektedir (Horuz ve ark., 2000; Kacar ve Katkat, 2009). Toprakların yarayışlı Zn kapsamı ise 0.36-5.87 ppm arasında değişmekte ve ortalama 1.68 ppm Zn kapsamaktadır (Çizelge 2). Yarayışlı Zn kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların yarayışlı Zn kapsamının %46.51'i düşük, %34.88'i çok düşük ve %13.95'i orta bulunmuştur (Çizelge 4). Bu sonuçlara göre çalışma alanı topraklarının büyük bir çoğunluğunun yarayışlı Zn bakımından yoksun oldukları ve çinkonun gübreleme programlarına alınması gerektiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda da toprakların Zn bakımından noksan olduğu bildirilmiştir (Karaçal ve Çimrin, 1997; Eyüpoğlu ve ark., 1996). Toprakların yarayışlı Cu kapsamı yönünden incelendiğinde, 1.80-9.82 ppm arasında değişmekte ve ortalama 4.70 ppm Cu kapsamaktadır (Çizelge 2). Toprakların yarayışlı Cu kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdikleri sınır değerlerine göre %88.37'si Cu bakımından çok yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı B kapsamı 1.50-10.72 ppm arasında değişmekte ve ortalama 0.31 ppm B kapsamaktadır (Çizelge 2). Bitkiler için optimum B miktarı ile zararlı olacak toksik konsantrasyon arasındaki fark oldukça dardır (Rashid ve Ryan, 2004; Yau ve Ryan, 2008). Ancak lahana bitkilerinde B gereksinimi çok yüksektir (Tisdale ve ark., 1995). Toprakların yarayışlı B kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'e göre değerlendirildiğinde toprakların %65.12' sinin yüksek düzeyde B içerdiği bulunmuştur (Çizelge 4).

Makro besin elementlerinden N' un tarımda en fazla gübreleme ihtiyacı duyulan besin elementi olduğu çok iyi bilinmektedir. Bu nedenle bitki kök bölgesinde bitkinin gelişim dönemi içerisinde yeterli azotun bulunması gerekmektedir. Çalışma alanında yüzey altı topraklarının toplam N içerikleri incelendiğinde, %0.08-0.36 arasında değişmekte olup, ortalama %0.19' dur (Çizelge 2). Bruce ve Rayment (1982)'in sınır değerlerine göre, toprakların %20.9'u düşük, %72.1'i orta, %7.0'si yüksek sınıfa girmektedir (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı P kapsamı 2.59 ile 129.74 ppm arasında değişmekte, ortalama 26.75 ppm yarayışlı P kapsamaktadır ve yüksek değişkenlik göstermektedir. pH değeri 7' den fazla olan topraklar Yurtsever ve Alkan (1975)'in bildirdiği sınır değerlere göre %37.2' si çok yüksek sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Potasyum bitkilerin kalitesi üzerine etkili olan bir makro besin maddesidir. Toprakların değişebilir K kapsamı 0.17-3.16 meq 100 g⁻¹ arasında değişmekte ve ortalama 0.89 meq 100 g⁻¹ K kapsamaktadır (Çizelge 2). Metson (1961)' e göre topraklar değişebilir K kapsamı bakımından %46.51' i orta, %51.16' sı düşük sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Potasyumlu gübreleme yapılmasının bitkilerin gelişmesi ve kalitesi için önemli etkisi olacaktır.

Yüzey altı topraklarının yarayışlı Fe kapsamı 7.46 ile 62.41 ppm arasında değişmekte ve ortalama 24.15 ppm Fe kapsamaktadır (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde toprakların %16.3'ünde Fe noksanlık riski yüksek, %60.5'inde noksanlık riskinin orta olduğu bulunmuştur (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı Mn kapsamı 9.74-42.67 ppm arasında değişmekte ve ortalama 19.24 ppm Mn kapsamaktadır (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell (1978)'e göre toprakların Mn kapsamı bakımından %74.4' ü çok yüksek sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı Zn kapsamı 0.41-5.67 ppm arasında değişmekte ve ortalama 1.44 meq 100 g⁻¹ Zn kapsamaktadır (Çizelge 2). Yarayışlı Zn kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların yarayışlı Zn kapsamının %53.5' i düşük, %37.2' si çok düşük ve %9.3' ü orta sınıfa girmektedir (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı Cu kapsamı 2.28-10.20 ppm arasında değişmekte ve ortalama 4.73 ppm Cu kapsamaktadır (Çizelge 2). Toprakların yarayışlı Cu kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdikleri sınır değerlerine göre %88.4'ü Cu bakımından çok yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Toprakların yarayışlı B kapsamı 1.33-5.12 ppm arasında değişmekte ve ortalama 2.92 ppm B kapsamaktadır (Çizelge 2). Toprakların yarayışlı B kapsamı Lindsay ve Norvell (1978)'e göre değerlendirildiğinde toprakların %65.12' sinin yüksek düzeyde B içerdiği bulunmuştur (Çizelge 4).

Fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin konumsal dağılımları

Yüzey ve yüzey altı toprakların fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerin konumsal dağılımlarına ait Ordinary Kriging'in uygun semivariogram modellerinin RMSE değerleri Çizelge 5' de verilmiştir. Yüzey topraklarının kum, kil, silt, P, K ve Cu için küresel semivariogram model uygun olduğu belirlenirken, pH, EC, TN ve Zn için üssel semivariogram model en düşük RMSE değerleri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kireç, OM, Ca, Mg, Fe, ve Mn için ise Gaussian model dağılım haritalarının oluşturulmasında uygun model olarak belirlenmiştir. Ayrıca, yüzey topraklarına ait fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin alansal dağılımları Şekil 3' de verilmiştir. Kızılırmak kıyısına yakın olan yerlerde genellikle kum oranları yüksek olurken iç kesimlere doğru kil oranları artmaktadır. OM içerikleri alanın güney ve kuzey batı kesimlerinde artış gösterirken kum içeriğinde olduğu gibi Kızılırmak kıyısına yakın olan yerlerde genellikle azalmaktadır.

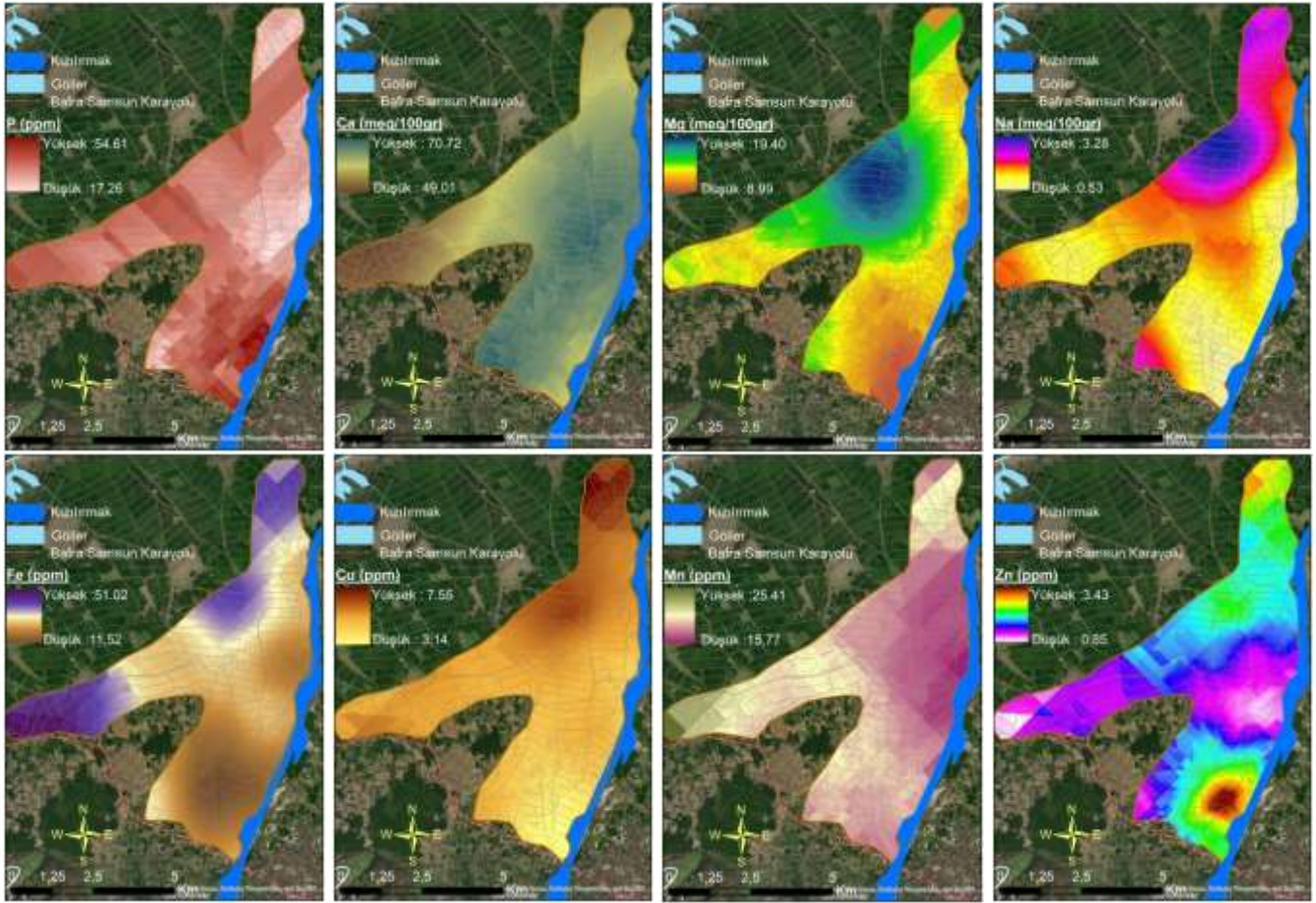
Çizelge 5. Parametrelere ait RMSE değerleri

Parametreler	Derinlik (cm)	RMSE Değerleri		
		Küresel	Üssel	Gaussian
Kum, %	0-20	13.3039	13.4262	13.3390
	20-40	13.7367	13.7846	13.7780
Kil, %	0-20	10.1328	10.3728	10.3369
	20-40	11.4634	11.3790	11.4456
Silt, %	0-20	8.0403	8.0632	8.0508
	20-40	7.2293	7.2095	7.2106
pH (1:2.5)	0-20	0.1830	0.1823	0.1834
	20-40	0.2117	0.2108	0.2130
EC, dS m ⁻¹	0-20	0.1549	0.1533	0.1552
	20-40	0.7123	0.7119	0.7189
CaCO ₃ , %	0-20	2.2929	2.3337	2.2874
	20-40	1.9258	1.9779	1.9252
OM,%	0-20	1.0047	1.0047	1.0046
	20-40	0.9218	0.9218	0.9214
TN, %	0-20	0.0661	0.0650	0.0687
	20-40	0.0578	0.0544	0.0576
P, ppm	0-20	34.5546	34.9018	34.9901
	20-40	29.6545	29.6564	29.6564
Ca, meq 100 g ⁻¹	0-20	11.9756	12.0151	11.8327
	20-40	11.4812	11.4563	11.6384
Mg, meq 100 g ⁻¹	0-20	6.7540	6.7327	6.7120
	20-40	6.4045	6.3230	6.4375
Na, meq 100 g ⁻¹	0-20	0.6748	0.6755	0.6570
	20-40	0.8370	0.8552	0.8402
K, meq 100 g ⁻¹	0-20	0.8358	0.8361	0.8361
	20-40	0.7140	0.7140	0.7137
Fe, ppm	0-20	11.3572	11.3451	11.2524
	20-40	13.0312	13.0146	12.9788
Cu, ppm	0-20	1.6751	1.6874	1.6681
	20-40	1.7110	1.7357	1.6963
Zn, ppm	0-20	1.2449	1.2354	1.2416
	20-40	0.9941	1.0025	0.9975
Mn, ppm	0-20	4.0379	4.1444	4.0107
	20-40	5.5874	5.5088	5.5652
B, ppm	0-20	1.6470	1.6258	1.6456
	20-40	0.9923	0.9923	0.9921

Yüzey toprakları reaksiyonu hafif ve orta alkalın arasında değişmekte ve alanın güney ve batı kesimlerinde 7.8 dolaylarında iken, bu değer ırnak kuzey doğu kesimlerde 8.2' ye kadar çıkabilmektedir. Benzer dağılım desenini toprakların kireç içerikleri içinde söylemek mümkündür. Toprakların N içerikleri özellikle güney batı kesimlerde düşük düzeylerde dağılım sergilerken, P içerikleri kuzey ve kuzey doğu kesimlerde düşük dağılım göstermektedir.

Yüzey altı topraklarının kum, P, Na, ve Zn için küresel semivariogram model uygun olduğu belirlenirken, kil, pH, EC, T, Ca, Mg, Mn ve silt için üssel semivariogram model en düşük RMSE değerleri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kireç, OM, K ve Cu, için ise Gaussian model dağılım haritalarının oluşturulmasında uygun model olarak belirlenmiştir. Ayrıca, yüzey topraklarına ait fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin alansal dağılımları Şekil 4'te verilmiştir. Toprakların kil içerikleri alan içerisinde genellikle orta ve kuzey bölgelerde yoğun iken bu oran güney kesimlerde özellikle Kızılırmak nehrine yakın alanlarda azalmaktadır. Bu durumun tersini ise alan içerisinde kum dağılımında görmek mümkündür. Yüzey altı toprakların OM dağılımı yüzey toprağına benzer bir desen sergilemekte olup batı kesimlerde artış gösterirken, özellikle orta ve doğu kesimlerde azalma eğilimi sergilemektedir. Toprakların pH dağılımları alanın orta kesimlerinde bir miktar artış göstermesine karşın Kızılırmak nehri kenarlarında genellikle 7.7 civarlarında olmaktadır. Kireç içeriklerinde ise alanın kuzey ve batı kesimlerinde azalma buna karşın doğu kesimlerinde artış sergilemektedir. Toprakların N içerikleri ise genellikle güney kesimlerinde bir artış gösterirken batı ve kuzey

batı kesimlerinde azalma eğilimi göstermektedir. Toprakların K içeriklerine yönelik dağılım deseni N içeriği gibi çalışma alanının genellikle güney kısımlarında artış buna karşın güney batı kısımlarında ise azalış göstermekte olduğu belirlenmiştir.

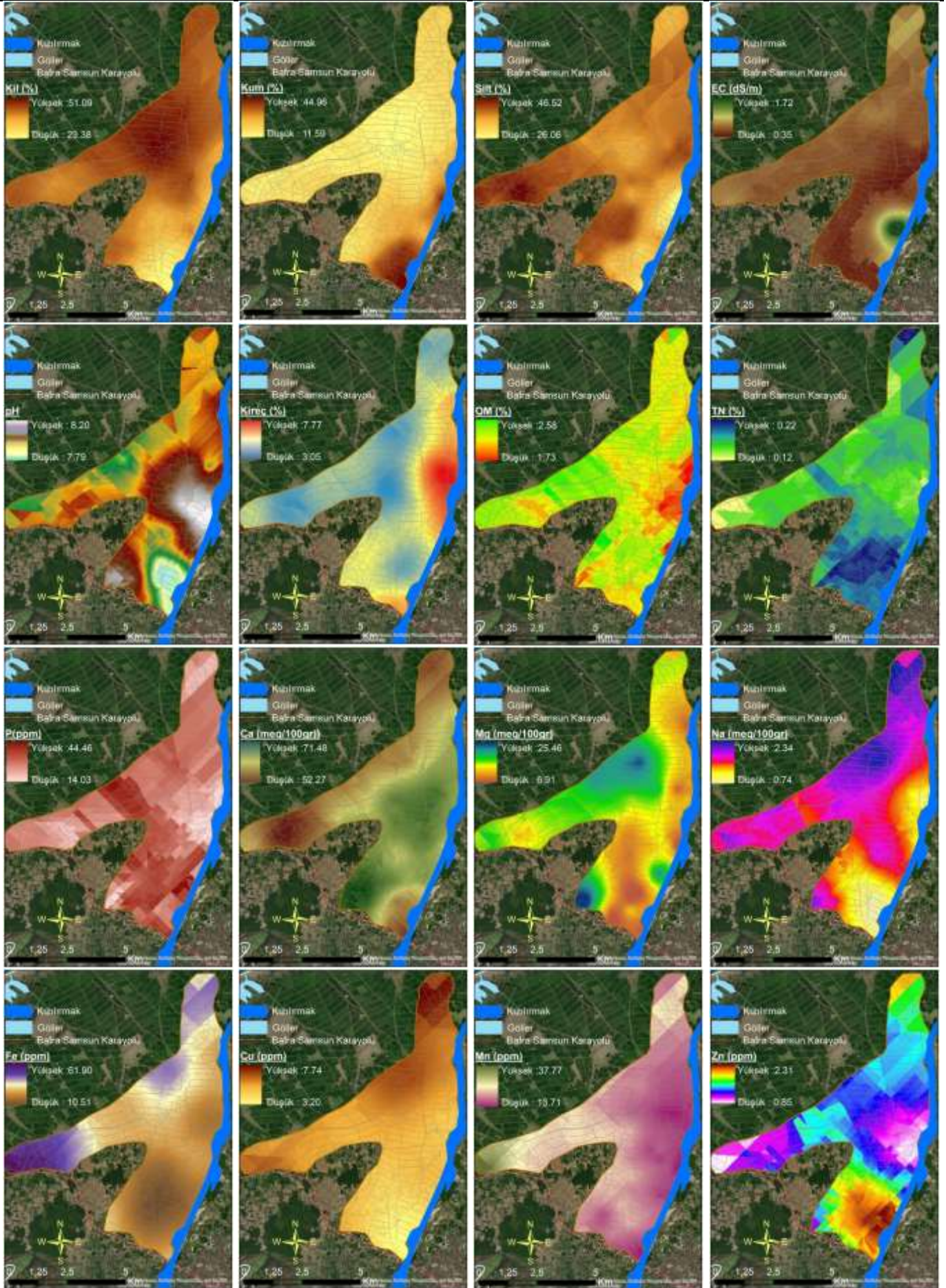


Şekil 3. Yüzeı topraklarına ait fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin alansal dağılımları

Toprak fiziko-kimyasal ve verimlilik parametreleri arasındaki korelasyon ilişkileri

Yüzeı topraklarının fiziko-kimyasal ve verimlilik parametreleri arasındaki korelasyon ilişkileri Çizelge 6' da verilmiştir. Çizelge 6' da verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde ise fiziko-kimyasal toprak özellikleri arasında $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ düzeyinde önemli korelasyonların elde edildiği görülmektedir.

Yüzeı toprak örneklerinde kireç içerikleriyle Mn arasında ($r:0.378^*$) negatif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Benzer bir çalışmada [Alaboz ve ark. \(2021\)](#) kireç içeriği ile mikro elementler arasında negatif ilişkiler belirlemiştir. Çalışmada pH ile OM arasında negatif, EC ile OM arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. [Gözükara \(2021\)](#) yaptığı çalışmada benzer şekilde pH ile OM arasında negatif, EC ile OM arasında pozitif ilişki belirlemiştir. Makro besin elementlerinde toplam N içeriği ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde OM ($r:0.590^{**}$) ile önemli pozitif, diğer toprak özellikleriyle önemli olmayan ilişkiler tespit edilmiştir. [Çimrin ve Boysan \(2006\)](#) farklı yöre topraklarında yaptığı çalışmada toplam N ve OM içeriği arasında pozitif ilişkiler belirlemiştir. Yarayışlı P içeriği ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde; yarayışlı P kapsamı ile pH ($r:0.458^{**}$) ve OM ($r:0.328^*$) ile önemli negatif, EC kapsamı ($r:1.000^*$) arasında çok önemli pozitif ilişkiler belirlemişlerdir. Değişebilir K kapsamı ile diğer toprak özellikleri arasında ilişkiler incelendiğinde; değişebilir K kapsamı ile kil içeriği ($r:0.495^{**}$), EC ($r:0.418^{**}$), yarayışlı P kapsamı ($r:0.418^{**}$) ile önemli pozitif, kum içeriği ($r:0.420^{**}$) ve pH ($r:0.328^*$) arasında çok önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Mikro besin elementlerin diğer toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri incelendiğinde, toprakların yarayışlı Fe kapsamı ile kum içeriği ($r:0.411^{**}$) arasında ise önemli negatif, kil içeriği (0.486^{**}) ve değişebilir Na (0.460^{**}) kapsamı arasında da önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Yarayışlı Mn kapsamı ile pH ($r:0.433^{**}$) ile kireç içeriği ($r:0.376^{**}$) arasında önemli negatif; OM ($r:0.374^*$) ve Zn ($r:0.313^*$) arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Yarayışlı Zn kapsamı ile P ($r:0.500^{**}$) ve K ($r:0.407^{**}$) kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler pH ($r:0.457^{**}$) ile önemli negatif ilişkiler bulunmuştur.



Şekil 4. Yüzey altı topraklarına ait fiziko-kimyasal ve verimlilik parametrelerinin alansal dağılımı

Çizelge 6. Yüzey topraklarının fiziko- kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları (r)

	Kil	Silt	Kum	OM	EC	pH	Kireç	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Kil	1,000	-.062	-.908**	.573**	.030	.092	-.233	.084	.030	.495**	.329*	.604**	.606**	.486**	.725**	-.103	-.163	.423**
Silt		1,000	-.254	-.169	-.206	.070	.079	-.091	-.206	-.084	.475**	.018	-.067	-.118	-.036	-.232	.160	-.191
Kum			1,000	-.485**	0,000	-.118	.231	-.073	0,000	-.420**	-.487**	-.597**	-.503**	-.411**	-.617**	.157	.084	-.312*
OM				1,000	.328*	-.345*	-.220	.590**	.328*	.824**	.063	.447**	.299	.251	.670**	.306*	.184	.638**
EC					1,000	-.458**	-.201	.228	1,000**	.418**	-.396**	.093	.020	.143	.289	.500**	.281	.211
pH						1,000	.250	-.106	-.458**	-.328*	.426**	.196	.223	-.039	-.118	-.457**	-.433**	.150
Kireç							1,000	-.067	-.201	-.128	.213	-.065	-.289	-.153	-.126	-.128	-.378*	.030
N								1,000	.228	.458**	.091	.206	.099	-.122	.328*	.339*	.213	.434**
P									1,000	.418**	-.396**	.093	.020	.143	.289	.500**	.281	.211
K										1,000	.153	.279	.107	.089	.556**	.407**	.090	.618**
Ca											1,000	.137	-.006	-.100	.056	-.303*	-.253	.008
Mg												1,000	.470**	.343*	.592**	.025	-.016	.375*
Na													1,000	.460**	.513**	-.040	.058	.316*
Fe														1,000	.677**	-.190	.065	.165
Cu															1,000	.096	.115	.525**
Zn																1,000	.313*	.318*
Mn																	1,000	-.101
B																		1,000

**p<0,01 düzeyinde, *p<0,05 seviyesinde anlamlıdır

Yarayışlı Cu kapsamı ile kil içeriği (r:0.725**), Fe (r:0.513**), Na (r:0.592**), ve OM (r:0.670**) kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler, kum içeriği (r:0.617**) önemli negatif ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 5). Yarayışlı B kapsamı ile kil içeriği (r:0.423**), OM (r:0.638**), K (r:0.618**) kapsamı arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 5). Yarayışlı B ile OM arasında pozitif ilişkiler benzer çalışmalarda tespit edilmiştir (Yalçın, 2023; Kalkancı ve ark., 2021).

Yüzey altı topraklarının fiziko-kimyasal ve verimlilik parametreleri arasındaki korelasyon ilişkileri Çizelge 7' de verilmiştir. Çizelge 7' de verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde ise fiziko-kimyasal toprak özellikleri arasında p<0.05 ve p<0.01 düzeyinde önemli korelasyonların elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 7. Yüzey altı topraklarının fiziko-kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları (r)

	Kil	Silt	Kum	OM	EC	pH	Kireç	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Kil	1,000	-.090	-.923**	.568**	.229	.231	-.263	.190	.071	.553**	.454**	.664**	.618**	.480**	.762**	-.060	-.004	.391**
Silt		1,000	-.162	-.016	-.095	-.083	.203	.077	-.228	-.011	.201	-.006	-.097	-.065	.038	-.092	.143	-.167
Kum			1,000	-.539**	-.175	-.185	.224	-.173	.008	-.446**	-.476**	-.651**	-.525**	-.474**	-.714**	.133	-.043	-.282
OM				1,000	.517**	-.330*	-.424**	.674**	.427**	.825**	.171	.197	.324*	.235	.635**	.389**	.374*	.512**
EC					1,000	-.450**	-.381*	.286	.225	.316*	-.080	.186	.442**	.183	.348*	.266	.295	-.006
pH						1,000	.271	-.106	-.285	-.170	.385*	.334*	.270	.056	-.046	-.485**	-.534**	.215
Kireç							1,000	-.182	-.370*	-.355*	.134	-.112	-.310*	-.138	-.224	-.426**	-.567**	-.257
N								1,000	.341*	.569**	.348*	.047	.090	-.115	.240	.376*	.233	.431**
P									1,000	.414**	-.342*	.068	.106	.133	.262	.564**	.256	.341*
K										1,000	.240	.126	.252	.070	.536**	.421**	.199	.561**
Ca											1,000	.235	.078	-.048	.127	-.250	-.176	.033
Mg												1,000	.543**	.271	.436**	-.100	-.134	.192
Na													1,000	.421**	.553**	-.033	.110	.302*
Fe														1,000	.670**	-.235	.115	.060
Cu															1,000	.082	.226	.397**
Zn																1,000	.381*	.228
Mn																	1,000	.053
B																		1,000

**p<0,01 düzeyinde, *p<0,05 seviyesinde anlamlıdır

Yüzey altı topraklarında kil içeriği ile kum içeriği arasında (r:0.923**) önemli negatif, OM içeriği ile ise (r:0.588**) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Horuz ve Dengiz (2018) yaptıkları çalışmada kil içeriği ve kum içeriği arasında benzer şekilde önemli negatif ilişkiler tespit etmişlerdir. Çalışmada pH ile EC arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Budak ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada aynı parametrelerde benzer korelasyonlar bildirmişlerdir. Toplam N içeriği ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde OM (0.574**) ile önemli pozitif, diğer toprak özellikleriyle önemli olmayan ilişkiler tespit edilmiştir. Yarayışlı P içeriği ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde; yarayışlı P kapsamı ile OM (r:0.427*) ile önemli pozitif, kireç içeriği (r:0.370*) arasında çok önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Değişebilir K kapsamı ile diğer toprak özellikleri arasında ilişkiler incelendiğinde; değişebilir K kapsamı ile kil içeriği (r:0.553**), EC (r:0.316*), yarayışlı P kapsamı (r:0.414**) ile önemli pozitif, kum içeriği (r:0.446**) arasında çok önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Yarayışlı Fe kapsamı ile kum içeriği (r:0.474**) arasında önemli

negatif, kil içeriği ($r:0.480^{**}$) ve değişebilir Na ($r:0.421^{**}$) kapsamı arasında önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Yarayışlı Mn kapsamı ile pH (0.534^{**}) ile kireç içeriği ($r:0.567^{**}$) arasında önemli negatif; OM ($r:0.374^*$) ve Zn ($r:0.381^*$) arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Yarayışlı Zn kapsamı ile P ($r:0.564^{**}$) ve K ($r:0.421^{**}$) kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler pH ($r:0.485^{**}$) ile önemli negatif ilişkiler bulunmuştur. Yarayışlı Cu kapsamı ile kil içeriği ($r:0.762^{**}$), Fe ($r:0.670^{**}$), Na ($r:0.553^{**}$) ve OM ($r:0.635^{**}$) kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler, kum içeriği ($r:0.714^{**}$) önemli negatif ilişkiler bulunmuştur. Yarayışlı B kapsamı ile kil içeriği ($r:0.391^{**}$) ve OM ($r:0.512^{**}$) kapsamı arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Sonuç

Samsun Bafra Delta Ovası sol sahilinde dağılım gosteren alüviyal ana materyal üzerinde ağırlıklı olarak sebze üretimi yapılan araziler içerisinde lahana üretimi yapılan toprakların özellikleri; genellikle hafif alkalın pH, tuzluluk riski oluşturmayacak seviyelerde tuzsuz, OM içerikleri orta, kireç ($CaCO_3$) içeriği seviyesi orta, bünye olarak da tın tekstürlü oldukları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, pH seviyelerinin araştırma alanındaki bazı bölümlerinde 8.2' nin üzerinde olduğu buna karşılık bu bölgelerde fizyolojik asit karakterli gübrelerin kullanılması pH kaynaklı riskleri azaltacaktır. Yer yer düşük olan organik madde içerikli alanlarda toprak verimliliği ve kalitesinin artırılması için yeşil gübreleme, ahır gübresi, tavuk gübresi veya hayvansal kökenli organik maddenin araştırma alanına ilave edilmelidir. Alan içerisinde kireç içeriğinin belirli bölümlerde yüksek olması, mikro elementlerin etkinliğinin azalacağını dikkate alarak yeterli düzeyde olsa da ilave mikro element içerikli gübrelemeler verilmesi olası noksanlıkların önüne geçilmelidir. Araştırma alanı içerisindeki arazi kullanımı planlaması, tür-çeşit seçimi ve gübreleme aşamalarında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Böylelikle bitkisel üretimde verimli ve kaliteli ürünlerin yetiştirilmesi katkı sağlanacaktır. Ayrıca, her bir toprak özelliğinin dağılım haritalarının oluşturulması için Ordinary Kriging enterpolasyon enterpolasyon tekniği içerisinde yer alan üssel, küresel ve Gaussian semivaryogram modeller her bir parametre için ayrı ayrı uygunlukta olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Abakay O, Günel H, 2023. Ergani Ovasında Bazı Toprak Özelliklerinin Mekânsal Dağılımlarının Belirlenmesinde Lokal Polinomal interpolasyon ve Deneysel Bayesyen Kriging Yöntemlerinin Karşılaştırılması. MAS Journal of Applied Sciences, 8(4), 654-668.
- Alaboz P, Demir S, Dengiz O, 2020. Farklı enterpolasyon yöntemleri kullanılarak toprakların nem sabitelerine ait konumsal dağılımların belirlenmesi, Isparta Atabey Ovası örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(3): 432-444.
- Alaboz P, Demir S, Dengiz O, 2021. Assessment of various pedotransfer functions for the prediction of the dry bulk density of cultivated soils in a semiarid environment. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(7): 724-742.
- Anonim, 2024. <https://oka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/bafra-ilcesi-tarim-sektoru-raporu.pdf>.
- Anonymous, 1982. Methods of Soil Analysis (Ed. A.L. Page). Number 9, Part 2, Madison, Wisconsin, USA, 1159 pp.
- Bouyoucos GJ, 1951. "A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils", Agronomy Journal, 43, 9.
- Balkaya A, Yanmaz R, Apaydin A, Kar H, 2005. Morphological characterisation of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) genotypes in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 33(4), 333-341..
- Başar H, 2001. Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi. 15: 69-83.
- Batey T, 2009). Soil compaction and soil management—a review. Soil use and management, 25(4): 335-345.
- Behera SK, Shukla AK, Prakash C, Tripathi A, Kumar A, Trivedi V, 2020. Establishing management zones of soil sulphur and micronutrients for sustainable crop production. Land Degradation & Development.
- Brady NC, Weil RR, 2008. The Nature and Properties of Soils. 14.th ed., Upper Saddle River. NJ. ISBN 13- 978-0-13-227938-3. Prentice Hall.
- Bruce RC, Rayment GE, 1982. Analytical methods and interpretations used by the Agricultural Chemistry Branch for soil and land use surveys. Queensland Department of Primary Industries.

- Budak M, Gnal H, elik İ, Acir N, Sirri M, 2018. Dicle havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 103-115.
- ervenski J, Taka A, 2012. Growing cabbage as a double crop. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(1), 75-79. <http://dx.doi.org/10.5937/ratpov49-1228>.
- ervenski J, Medi-Pap S, 2018. Proizvodnja kupusa [Cabbage Production]. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad.
- elik A, 2019. Comparing the Microbial Biomass Carbon and Nitrogen Contents of Tobacco Growing Soils with Scanning Electron Microscopy and Some Soil Parameters. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 20, 589-598.
- imrin KM, Boysan S, 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi*. 16(2):105-111.
- Çetinkaya O, Sümer A, 2013. Karamenderes havzası topraklarının yarıyışlı mikro besin elementlerinin (Fe, Cu, Zn ve Mn) durumu. *OM Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(1). 57-65.
- Delbari M, Afrasiab P, Gharabaghi B, Amiri M, Salehian A, 2019. Spatial variability analysis and mapping of soil physical and chemical attributes in a salt-affected soil. *Arabian Journal of Geosciences*.12: 68.
- Dengiz O, zcan H, 2006. Determination of productivity index (PI) of soils of Samsun-Bafra Plain using GIS technique. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(38), 136-142.
- Dengiz O, 2010. Morphology, physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the south-east Anatolia region of Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(3), 205-212.
- Dengiz O, Grsoy FE, Sağlam M, 2017. Aluviyal araziler üzerinde oluşmuş farklı toprakların uygun toprak işleme durumlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 96-104.
- Durmuş TK, zdemir N, 2023. Organik polimer ve bazı tarımsal artık uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve buğday bitkisinde verime etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 11(2), 122-131.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yarıyışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 72 s., Ankara.
- Gvozdenovi Đ, ervenski J, Gvozdanovic-Varga J, Vasic M, Jovievi D, Bugarski D, Taka A, 2011. *Semenarstvo [Seed Science]*, vol. III. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad.
- Günal E, Acir N, Günal H, 2020. Orta Karadeniz Bölgesinde Tütün Ekim Alanlarının Karbon Depolama Potansiyeli Ve Bitki Beslenme Durumlarının Mesafeye Bağlı Değişkenliği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 68-81.
- Gözükara G, 2021. Tahıl yetiştirilen toprakların bazı özelliklerinin farklı enterpolasyon yöntemleri ile dağılım durumlarının değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2), 69-78.
- Horuz A, 2002. Bafra ve arşamba Ovalarında toprakların azot durumlarını belirlemede kullanılan bazı kimyasal yöntemlerin mısır bitkisi yetiştirerek tarla denemeleriyle kalibrasyonları. ilişkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 121 s., Samsun.
- Horuz A, Dengiz O, 2018. Terme yöresi aluviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 58-67.
- Isaaks EH, Srivastava RM, 1989. An introduction to applied geostatistics. New York (NY): Oxford University Press.
- John MK, Chuah HH, Neufeld JH, 1975. Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. *Analytical letters*, 8: 559-568.
- Kacar B, 1994. "Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III. Toprak analizleri". (Vol. 3). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Kalkancı N, Şimşek T, Aslan N, Büyük G, 2021. Tarım topraklarının verimlilik durumlarının tematik düzeyde haritalanarak sürdürülebilir yönetiminin sağlanması: Osmaniye rneği. *KS Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (4): 859-870.
- Karaçal İ, imrin KM, 1997. Yüzüncü Yıl niversitesi kampüs alanı toprak profillerinin Zn durumu ve bu elementin bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. I. Ulusal inko Kongresi, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s.123-130.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, ztaş T, Zengin M, 2012. Sürdürülebilir toprak verimliliği kitabı. Güncellenmiş, 3, 42-43.
- Kasap H, 2010. Sebzeçilik. T.C Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü. <https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/sebzeilik.pdf>
- Lindsay WL, Norvell W, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.

- Matotan Z, 2006. Tehnologija proizvodnje i sortiment kupusnjača. Glasnik Zaštite Bilja, 29 (4), 4-34.
- Moasheri SA, Foroughifar H, 2013. Estimation of the values of soil absorption ratio using integrated geostatistical and artificial neural network methods. International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS), 5(20): 2423-2433.
- Metson, G. H, 1961. The conductivity of oxide cathodes. Part 10: Spontaneous generation of negative ions. Proceedings of the IEE-Part C: Monographs, 108(14), 438-449.
- Nelson DA, Sommers L, 1983. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, 539-579.
- Nielsen DR, Wendroth O, 2003. Spatial and Temporal Statistics: Sampling Field Soils and Their Vegetation. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany.
- Olsen SR, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). US Department of Agriculture.
- Özden N, Sökmen Ö, Uslu İ, Aras S, 2022. Manisa ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikro element kapsamlarının belirlenerek haritalanması. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 32(2), 228-241.
- Özyazıcı M, Özdemir O, Özyazıcı G, Alpay S, 2007. Çarşamba ve Bafra ovalarında seralarda yetiştirilen hıyar bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan beslenme durumunun belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. 22(2). 162-170.
- Pacci S, Dengiz O, Saygın F, Alaboz P, 2022. SMAF Modeline Göre Çeltik Tarımı Yapılan Bafra Ovası Arazilerinin Toprak Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 9(2), 164-174.
- Paranhos LG, Barrett CE, Zotarelli L, Darnell R, Migliaccio K, Borisova T, 2016: Planting date and in-row plant spacing effects on growth and yield of cabbage under plastic mulch. Scientia Horticulturae, 202, 49-56.
- Pearson K, 1900. X. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 50(302): 157-175.
- Rashid A, Ryan J, 2004. Micronutrient constraints to crop production in soils with Mediterranean-type characteristics: A review. Journal of Plant Nutrition 27: 959-975.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, USDA Handbook No: 60.
- Saito H, McKenna A, Zimmerman DA, Coburn TC, 2005. Geostatistical interpolation of object counts collected from multiple strip transects: ordinary kriging versus finite domain kriging. Stoch. Env. Res. Risk Asst. 19, 71-85.
- Sağlam M, 2008. Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sağlam M, Dengiz O, 2013. Multivariate Statistical Analysis of Pedological Similarities in Different Soil Formations. Journal of the Institute of Science and Technology, 3(3), 79-90.
- Saygın F, Dengiz O, 2013. Bafra Ovası sol sahilinde yer alan fener köyü ve yakın çevresinde dağılım gösteren farklı toprakların sınıflandırılması ve dağılım alanlarının belirlenmesi. Topraksu Dergisi, 2(2), 63-72.
- Shukla AK, Behera SK, 2019. All India Coordinated Research Project on micro- and secondary nutrients and pollutant elements in soils and plants: research achievements and future thrusts. Indian Journal of Fertilisers 15(5), 522-543.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manual. united states department of agriculture, handbook no.18.
- Şendemirci H, Korkmaz A, Akınoğlu G, 2016. Fasulye Bitkisinin (Phaseolus vulgaris L. var. nanus) Demirli Gübrelemeye Responsu ile Toprakların Kloroz İndis Değerleri ve Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Toprak Su Dergisi, 5(1), 37-46.
- Taşan S, 2018. Bafra ovası sağ sahil topraklarının sulama açısından bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimin modeller ile tahmini. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 346s, Samsun.
- Taşan S, Demir Y, 2019. Toprakların tuzluluk ve sodikliliğinin alansal ve zamansal değişiminin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi: Bafra ovası örneği. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 34(3), 336-350.
- Tisdale SL, WL, Nelson JD, Beaton JD, Havlin L, 1995. Soil Fertility and Fertilizers (5th Ed.). Printice Hall of India Pr. Ltd. PP. 301-342.
- Troeh FR, Thompson LM, 2005. Soils and soil fertility (Vol. 489). Oxford: Blackwell.

- Tunay, T, Dengiz, O, 2017. Yarı nemli ılıman iklim koşullarında farklı eğim ve farklı arazi örtüsü altında toprak gelişimi ve agregat stabilitesi değişimi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1), 36-43.
- Tunay T, Başkan O, Bayramin İ, Dengiz O, Kılıç Ş, 2018. Geostatistical approach as a tool for estimation of field capacity and permanent wilting point in semiarid terrestrial ecosystem. *Arch Agron Soil Sci* 64(9):1240-1253.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 24(1). 115-13.
- TUİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu Tarımsal Üretim İstatistikleri <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. 2022.(Erişim tarihi:17.03.2024)
- Ülgen, N, Yurtsever N, 1988. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (3. Baskı). T.C. Tarım Orman Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, 182 s., Ankara.
- Wang R, Zou R, Liu J, Liu L, Hu Y, 2021. Spatial distribution of soil nutrients in farmland in a hilly region of the pearl river delta in China based on geostatistics and the inverse distance weighting method. *Agriculture* 11, 50.
- Wilding LG, 1985. Soil spatial variability: its documentation, accomodation and implication to soil surveys. In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Eds.), *Soil Spatial Variability Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSA, Las Vegas PUDOC, Wageningen, 30 November-1 December 1984*, pp. 166-187.
- Veum KS, Goyne KW, Kremer RJ, Miles RJ, Sudduth KA, 2014. Biological indicators of soil quality and soil organic matter characteristics in an agricultural management continuum. *Biogeochemistry* 117, 81-99.
- Yalçın M, Cimrin KM, Tutuş Y, 2018. Hatay ili Kırıkhan-Reyhanlı bölgesi çayır-mera topraklarının besin elementi durumları ve bazı toprak özellikleri ile ilişkileri.
- Yalçın M, Çimrin KM, 2021. Hatay ili Arsuz ilçesi topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 26(3). 586-599.
- Yalçın M, 2023. Hatay İli Kırıkhan-Reyhanlı Bölgesi Tarımsal Toprakların Bor Durumunun Belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(2), 202-212.
- Yau SK, Ryan J, 2008. Boron toxicity tolerance in crops: A viable alternative to soil amelioration. *Crop Science* 48: 854- 865.
- Yurtsever N, Alkan B, 1975. Karadeniz Bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerinde bir araştırma. *TÜBİTAK Yayınları No: 220, Toag Serino: 36, Ankara*.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Van Organize Sanayi Bölgesi çevresindeki topraklarda ağır metal kirliliğinin araştırılması

✉ Güler DİLBİLİR ✉ Fusun GÜLSER*

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

Öz

Bu çalışmada Van Organize Sanayi Bölgesi (OSB) çevresindeki topraklarda endüstri kaynaklı ağır metal birikiminin araştırılması amaçlanmıştır. Sanayi bölgesinin kuzey, güney ve doğu yönlerinden, her bir yönde 6 farklı örnekleme noktası belirlenmiştir. Her bir örnekleme noktasında, sanayi bölgesine 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km uzaklıkta olmak üzere üç farklı pozisyonda toplam 54 adet (18 örnekleme noktası x3 örnekleme pozisyonu) toprak örneği 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Her bir örnekleme noktasının GPS ile koordinatları kaydedilmiştir. Toprak örneklerinin ağır metal içerikleri yaş yakma yöntemi ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinde en yüksek As ve Mo konsantrasyonları sanayi bölgesinden 0.2 km mesafede sırasıyla 2.74 ppm ve 1.14 ppm olarak, en yüksek Cr, Zn, Fe ve Ni konsantrasyonları sanayi bölgesine 1.0 km mesafede sırasıyla 89.33 ppm, 37.11 ppm, % 2.32, 93.15 ppm olarak ve en yüksek Pb, Cu ve Co konsantrasyonları sanayi bölgesine 2.0 km mesafede sırasıyla 3.59 ppm, 10.16 ppm ve 10.18 ppm olarak elde edilmiştir. Genel olarak sanayi bölgesine olan mesafe artarken toprak örneklerindeki ağır metal içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, endüstri, kirlilik, toprak.

Investigation of heavy metal pollution in soils around Van Organized Industrial Zone

Abstract

In this study it was aimed that investigation of heavy metal pollution in soils around Van Organized Industrial Zone. Different six sampling points within each way were determined in north, south and east ways of industrial zone. The total set of 54 soil samples were taken from 0-20 cm depth in different three positions as 0.2 km, 1.0 km and 2.0 km far away to industrial zone. GPS readings were recorded for each sampling points. In soil samples the highest As and Mo concentrations as 2.74 ppm ve 1.14 ppm in 0.2 km far away to industrial zone; the highest Cr, Zn, Fe and Ni concentrations as 89.33 ppm, 37.11 ppm, % 2.32 and 93.15 ppm in 1.0 km far away to industrial zone; the highest Pb, Cu and Co concentrations as 3.59 ppm, 10.16 ppm and 10.18 ppm km in 2.0 km far away to pollutant source were obtained. Generally heavy metal concentrations in soil samples decreased while the distance to industrial zone increased.

Keywords: Heavy metal, industry, pollution, soil.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızla artan nüfus ile birlikte, tarım ve diğer alanlarda sanayi ve teknolojinin hızlı gelişmesine paralel olarak toprak kirliliğinde de artma başlamıştır (Türkoğlu, 2006). Alıcı ortam ve yine kendisi de beslenme alanı olan toprak; kimyasal uygulamalar, sulama, gübreleme, endüstriyel ve kentsel atık sularının toprağa bulaşması gibi antropojenik faaliyetlerden kolaylıkla etkilenip kirlenmektedir (Yadav, 2021). Bu nedenle günümüzde toprak kirliliği her geçen gün daha da ciddi boyutlara ulaşan önemli sorunlardan birisi olmuştur. Toprakta olması gereken sınır değerlerin üzerinde bulunan maddelerin toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik yapısını ve toprak kalite parametrelerini olumsuz olarak etkilemesi toprak kirliliği olarak tanımlanmaktadır (Golui ve ark., 2019; Sönmez ve Kılıç, 2021). Ağır metal kirliliği etmenlerinden biri olan ve sanayi devriminden sonra hızla artış gösteren endüstriyel faaliyetler, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ekosistem bakımından ciddi tehlikelere yol açacak boyutlara ulaşmıştır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (432) 444 5065
E-posta : fgulser@yyu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

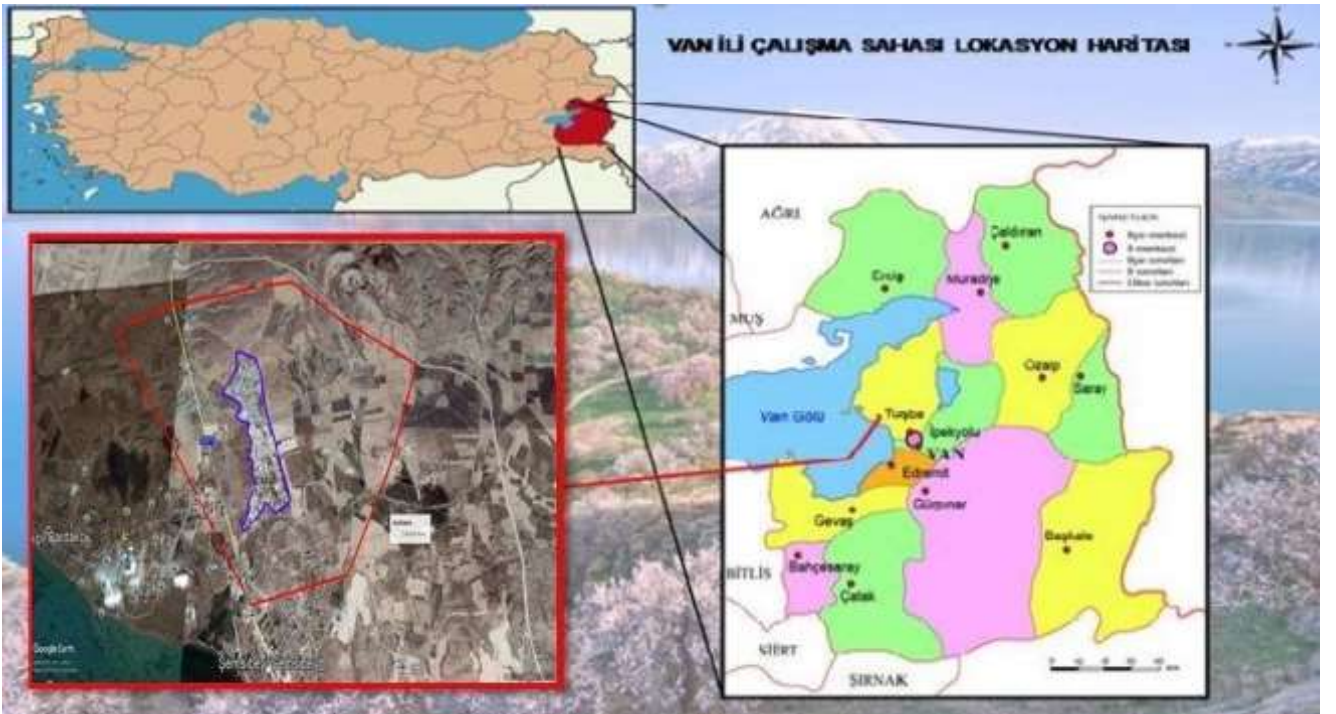
Geliş Tarihi : 20 Nisan 2024 e-ISSN : 2146-8141
Kabul Tarihi : 24 Mayıs 2024 DOI : 10.33409/tbbbd.1471380

(Zengin, 2006). Gelişmiş ülkelerdeki en önemli kirlilik kaynakları kimyasal maddeler, ağır metaller ve petrol ürünleridir. Toprak kirliliği özellikle su kirliliği ile yakından ilişkilendirilmektedir. Sanayi bölgelerindeki fabrika akıntıları, bir takım katı atıkların iyi seçilmemiş yerlere bırakılması ya da gömülmesi toprağın kirlenmesine neden olabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Toprağın kirlenmesi, hava kirliliği ile de yakından ilgili olup, hava kirliliğinin sebebi; endüstriyel faaliyetlerin, termik santrallerin, taşıtların ve yerleşim yerlerinin yakıt ve atık gazlarıdır (Gülser ve ark., 2013; Karaca ve ark., 2018). Bu kaynaklardan oluşan asit ve alkali yağmurlar toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozarak toprağın kirlenmektedir. Hava kirliliğinde etkili olan gazlar, havadaki nem ile birleşerek asitleri meydana getirmekte ve yağışlarla toprağa bulaşarak toprağın da asitleşmesine neden olmaktadır. Asitliği artan topraklarda ağır metal iyonlarının yoğunluğu artmaktadır. Bu durum Mo hariç bitkiler tarafından ağır metal alınımını artırarak bitki kökleri ve mikroorganizmalarda zehir etkisi oluşturabilmekte, bitkinin ölümüne bile neden olabilmektedir. Ağır metallerin toprakta organik maddenin mineralizasyonunu, solunum aktivitesini, enzim aktivitesini ve nitrifikasyonu başta olmak üzere birçok biyokimyasal tepkimeleri doğrudan etkilediği bilinmektedir (Tuğrul, 2004; Gülser ve Erdoğan, 2008). Yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten büyük olan veya atom ağırlığı 20 ve daha büyük olan elementler ağır metal olarak adlandırılmaktadır (Lindsay ve Doxtader, 1981). Ağır metaller insan vücuduna gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile alınmaktadır. İz elementler olarak da bilinen bakır, selenyum, çinko gibi bazı ağır metaller, insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için gerekli olmakla birlikte yüksek miktarda bulunmaları toksik olabilmekte ve zehirlenmelere yol açabilmektedirler.

Gelişen endüstri ile birlikte çevreye ve canlı ekosistemlere ağır metal salınımı artmakta ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Bu çalışmada Van Organize Sanayi Bölgesi (OSB) çevresindeki topraklarda endüstri kaynaklı ağır metal birikiminin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma $38^{\circ}33'$ kuzey, boylam derecesi ise $43^{\circ}17'$ doğu koordinatlarına sahip lokasyonda yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırma alanı karasal iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında; yıllık ortalama sıcaklık 8.9°C , en soğuk ay -3.7°C ile ocak ayı ve en sıcak ay ise 21.2°C ile temmuz ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 409 mm 'dir (Anonim, 2019). Van ili hakim rüzgar yönü kuzey doğu olarak belirlenmiştir (Yayla ve ark., 2010). Çalışma alanı olan Van Organize Sanayi Bölgesi'nde; boya üretimi, fayans yapıstırıcı ve derz dolgu, ambalaj karton ve poşet üretimi, araba rekoru üretimi, hidrolik platform, PVC ve sondaj boruları, strafor ve ısı yalıtım malzemeleri üretimi, köpük ambalaj üretimi, gıda, elektrik, mermer işletme, cephe kaplama, tekstil giyim, deterjan ve kozmetik ürünleri, inşaat, petrol ürünleri, kağıt ve havlu peçete üretimi, mobilya, metal, otomotiv, kablo ve plastik üretimi sanayi kollarının olduğu bilinmektedir (Anonim, 2021).



Şekil 1. Çalışma alanı.

Bu araştırma arazi, laboratuvar ve ofis çalışmaları olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Sanayi Bölgesi'nin kuzey, güney ve doğusunda yer alan ve üzerinde bitkisel üretim yapılan tarlalardan her bir yönde 6 farklı örnekleme noktasından olmak üzere, toplam 18 (kuzey-güney-doğu x 6 örn. nok.) örnekleme noktasında çalışma yürütülmüştür. Her bir örnekleme noktasının GPS ile koordinatları kaydedilmiştir. Her bir örnekleme noktasında toprak örnekleme Van Organize Sanayi Bölgesi'ne 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km olmak üzere üç farklı pozisyonda yapılmış ve 54 adet (18 örnekleme noktası x 3 örnekleme pozisyonu) toprak örneği alınmıştır (Şekil 2). Kuzey yönünde topoğrafyanın dağlık ve toprak kalınlığının yetersiz olması nedeniyle örnekleme işlemi yapılmamıştır.

Toprak örnekleri çift asit ekstraksiyon yöntemi kullanılarak nitrik ve perklorik asit karışımı (3:1 oranında) ile muamele edildikten sonra, ağır metal içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Thermo ICE 3000 series) ile analiz edilmiştir (Kacar, 2009). Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS paket program kullanılarak yapılmıştır (SAS, 2016).



Şekil 2. Çalışma alanındaki toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonunda elde edilen bulguların istatistiksel analiz sonuçları yön, mesafe ve yön x mesafe interaksiyonunun toprak örneklerindeki bazı ağır metal konsantrasyonları üzerine etkilerinin önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 1 ve 2).

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının As, Co, Cr ve Pb içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	As		Co		Cr		Pb	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Yöney	2	1.23	1.79*	1.89	2.20*	800.0	3.42*	1.39	5.44**
Mesafe	2	1.21	1.76*	3.78	4.39**	87.9	0.38	0.63	2.47*
YöneyxMesafe	4	3.07	4.46**	1.49	1.74*	426.0	1.82*	0.35	1.36*
Hata	8								

**F değeri %1 düzeyinde önemlidir, *F değeri %5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının Fe, Cu, Zn, Mo ve Ni içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Fe		Cu		Zn		Mo		Ni	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Yöney	2	425	1.18*	4.25	1.92*	0.38	0.01	0.07	0.14	1252	7.9**
Mesafe	2	393	1.09*	0.39	0.18 öd	2.77	0.08	0.30	0.61	125.1	0.8*
YöneyxMesafe	4	401	1.11*	6.04	2.73*	13.3	0.37	0.21	0.43	171.6	1.1*
Hata	8										

**F değeri %1 düzeyinde önemlidir, *F değeri %5 düzeyinde önemlidir.

Organize Sanayi Bölgesi (OSB)'nin üç farklı yönünden alınan toprak örneklerinin As, Co, Cr, Fe ve Cu içerikleri üzerine yönün etkisi %5 düzeyinde, Pb ve Ni ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak

örneklerinin Mo ve Zn içerikleri üzerine ise yönün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. OSB'ne olan mesafenin toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları üzerine etkisi incelendiğinde, mesafenin etkisi Co içeriği üzerine %1, As, Fe, Ni ve Pb konsantrasyonu üzerine ise %5 düzeyinde önemli bulunmuşken Cr, Cu, Zn ve Mo konsantrasyonları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. OSB'nden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonu üzerine yön ve mesafenin birlikte etkisi incelendiğinde, yön x mesafe interaksiyonunun örneklerin As içeriği üzerine %1; Co, Cr, Cu, Ni, Fe ve Pb içeriği üzerine ise %5 düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Yön x mesafe interaksiyonunun topraktaki Zn ve Mo konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1, 2).

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, farklı mesafelerde elde edilen As ortalamaları istatistiksel olarak önemli ($p<0.5$) bir farklılık göstermiştir. En düşük Arsenik içeriği 1.0 km mesafede 2.23 ppm olarak belirlenirken, kirletici kaynağa 0.2 km ve 2.0 km mesafedeki sırasıyla 2.74 ppm ve 2.43 ppm olarak bulunmuştur. Örnekleme yönü dikkate alındığında topraktaki As konsantrasyonuna kirletici kaynağın yönünün istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.5$) etki ettiği görülmüştür. En düşük As konsantrasyonu doğu yönünde 2.22 ppm olarak elde edilirken, en yüksek As konsantrasyonu 2.74 ppm olarak güney yönünde belirlenmiştir (Çizelge 3, 4).

Farklı örnekleme pozisyonlarında elde edilen Co konsantrasyonu, OSB'nden uzaklaştıkça istatistiksel olarak önemli ($p<0.1$) farklılıklar göstermiştir. En düşük Co ortalaması OSB'nden 0.2 km uzaklıkta 9.31 ppm olarak belirlenirken, en yüksek Co ortalaması OSB'nden 2.0 km uzaklıkta 10.18 ppm olarak elde edilmiştir. OSB'ne olan mesafeye bağlı olarak Co içerikleri artmıştır (Çizelge 3, 4). Elde edilen istatistik sonuçlar incelendiğinde OSB'nin örnekleme yönü de topraktaki Co miktarına önemli düzeyde ($p<0.5$) etki etmiştir (Çizelge 1).

OSB'ne olan uzaklıklara göre Cr konsantrasyonları değerlendirildiğinde, Cr ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek Cr içeriği 89.33 olarak OSB'ne 1.0 km mesafede bulunurken, 0.2 km ile 2.0 km mesafede elde edilen Cr konsantrasyonu sırasıyla 88.06 ppm, 85.03 ppm olarak elde edilmiştir (Çizelge 5.4). Topraktaki Cr konsantrasyonu üzerine mesafe önemli bir etki yapmazken, OSB yönünün Cr miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.5$) bulunmuştur (Çizelge 1). Toprak örneklerindeki en yüksek Cr konsantrasyonu 95.17 ppm olarak OSB'nin doğu yönünde elde edilmiştir (Çizelge 3, 4).

Van OSB'ne olan uzaklık arttıkça toprak örneklerinin Pb konsantrasyonu artmıştır (Çizelge 4). Bu artışlar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek Pb ortalaması 2.0 km'de 3.59 ppm, en düşük ortalamalar ise 3.22 ppm ve 3.42 ppm olarak 0.2 km ve 1.0 km örnekleme noktalarında elde edilmiştir (Çizelge 4). Çizelge 5 incelendiğinde OSB'nin yönü topraktaki Pb konsantrasyonu üzerine önemli ölçüde ($p<0.1$) etki etmektedir. En yüksek Pb konsantrasyonu OSB'nin güney yönünde 3.59 ppm olarak bulunurken, en düşük Pb ise 3.11 ppm olarak doğu yönünde elde edilmiştir (Çizelge 3).

Farklı örnekleme pozisyonlarında elde edilen Cu ortalamaları Çizelge 4'te verilmiştir. OSB'ne olan mesafeler artarken Cu konsantrasyonunda düzenli bir değişimin olmadığı, Cu ortalamaları 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km örnekleme pozisyonlarında sırasıyla 10.13 ppm, 9.91 ppm, 10.16 ppm olduğu görülmektedir. Cu ortalamaları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprak örneklerinin Cu konsantrasyonu üzerine yönün %5 düzeyinde önemli etki ettiği görülmektedir (Çizelge 2).

Mo ortalamaları sırasıyla 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km örnekleme pozisyonlarında 1.14 ppm, 0.89 ppm, 0.95 ppm olarak elde edilmiştir (Çizelge 4). OSB'ne 1.0 km mesafede elde edilen Mo konsantrasyonu diğer mesafelerden daha düşük bulunmuş olup bu konsantrasyonlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli görülmemiştir (Çizelge 2). OSB'nin üç farklı yönünden alınan toprak örneklerinde, Mo konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, OSB'nden uzaklaştıkça Fe konsantrasyonları arasında düzenli bir artış veya azalmanın olmadığı, 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km mesafede elde edilen örneklerin Fe konsantrasyonu sırasıyla %1.45, %2.32 ve %1.57 olduğu görülmüştür (Çizelge 4). En yüksek Fe içeriği 1.0 km mesafede bulunmuştur. Toprak örneklerinin Fe içeriği üzerine, OSB'nin yönü ve OSB'ne olan mesafe istatistiksel olarak %5 düzeyinde etki ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Toprak örneklerinin Zn içerikleri, örnek alma noktaları arasındaki mesafeye göre değerlendirildiğinde istatistiksel olarak farklılıkları önemli görülmemiştir (Çizelge 2). Toprak örneklerinde Zn konsantrasyonu 0.2 km, 1.0 km ve 2.0 km'de sırasıyla 36.34 ppm, 37.11 ppm, 36.73 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Topraktaki Zn içeriğine, OSB yönünün etkisini görmek amacıyla üç farklı yönden örnek alınmıştır. Yapılan analizler sonucu toprak örneklerindeki Zn konsantrasyonuna yönün etkisi istatistiksel olarak önemli

bulunmamıştır. Bu araştırmada toprak örneklerinin Ni içeriği üzerine yönün %5 düzeyinde önemli etki ettiği görülürken, mesafe ve yön x mesafe interaksyonunun %1 düzeyinde önemli etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Organize sanayi bölgesinin farklı yönlerinden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları

Yöney	Tanımlayıcı İstatistikler	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Zn
		ppm						%	ppm		
Batı	En Küçük	1.33	0.00	7.75	9.09	8.05	1.25	0.20	60.27	2.70	30.10
	En Büyük	3.58	0.00	11.32	113.38	13.07	15.58	2.96	109.85	4.30	44.93
	Ortalama	2.45	0.00	9.89	83.66	10.64	2.34	0.94	89.70	3.58	36.82
	Std. Sap.	0.59	0.00	0.86	20.94	1.20	3.31	0.68	11.59	0.41	3.56
Doğu	En Küçük	1.33	0.00	7.79	68.78	6.76	1.18	0.17	70.89	2.25	27.12
	En Büyük	3.58	0.00	12.42	131.50	13.67	1.83	2.90	135.00	4.99	64.87
	Ortalama	2.22	0.00	10.12	95.17	9.66	1.50	0.98	100.54	3.11	36.78
	Std. Sap.	0.62	0.00	1.29	15.02	1.63	0.17	0.69	16.40	0.63	8.30
Güney	En Küçük	1.42	0.00	8.44	65.35	7.62	1.33	0.25	67.07	2.65	30.56
	En Büyük	7.13	0.00	11.21	100.13	13.29	1.78	2.36	101.10	4.75	44.73
	Ortalama	2.74	0.00	9.48	83.58	9.87	1.50	1.06	83.67	3.59	36.56
	Std. Sap.	1.40	0.00	0.82	8.14	1.80	0.01	0.66	8.64	0.52	4.15

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre OSB'nin batı yönünden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları As 2.45 ppm, Co 9.89 ppm, Cr 83.66 ppm, Cu 10.64 ppm, Fe %2.34, Mo 0.94 ppm, Ni 89.70 ppm, Pb 3.58 ppm ve Zn 36.82 ppm olarak bulunmuştur. Batı yönünden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları sırasıyla Fe>Ni>Cr>Zn>Cu>Co>Pb>As>Mo olarak bulunmuştur (Çizelge 3).

Van Organize Sanayi Bölgesinin doğu yönünden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları; As 2.22 ppm, Co 10.12 ppm, Cr 95.17 ppm, Cu 9.66 ppm, Fe %1,5, Mo 0.98 ppm, Ni 100.54 ppm, Pb 3.11 ppm, Zn 36.78 ppm olup sırasıyla Fe>Ni>Cr>Zn>Co>Cu>Pb>As>Mo olarak sıralanmıştır (Çizelge 3). OSB'nin güney yönünden alınan toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları As 2.74 ppm, Co 9.48 ppm, Cr 83.58 ppm, Cu 9.87 ppm, Fe %1.5, Mo 1.06 ppm, Ni 83.67 ppm, Pb 3.59 ppm, Zn 36.56 ppm olarak bulunduğu Çizelge 5.3'te izlenmektedir. Güney yönünden alınan toprak örneklerinde ağır metal içerikleri sırasıyla Fe>Ni>Cr>Zn>Cu>Co>Pb>As>Mo olarak sıralanmıştır. Analiz sonuçlarına göre en yüksek Fe, Cu ve Zn konsantrasyonu OSB'nin batı yönünde, en yüksek Co, Ni ve Cr konsantrasyonu OSB'nin doğu yönünde, en yüksek As, Pb ve Mo konsantrasyonu ise OSB'nin güney yönünde olduğu belirlenmiştir.

OSB'nden üç ayrı mesafede alınan toprak örneklerinin ağır metal içeriklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, en yüksek As ve Mo konsantrasyonları 0.2 km mesafede sırasıyla 2.74 ppm ve 1.14 ppm olarak, en yüksek Cr, Zn, Fe ve Ni 1.0 km mesafede sırasıyla 89.33 ppm, 37.11 ppm, %2.32, 93.15 ppm olarak ve en yüksek Pb, Cu ve Co konsantrasyonları OSB'nden 2.0 km uzaklıkta sırasıyla 3.59 ppm, 10.16ppm ve 10.18 ppm olarak elde edilmiştir. OSB'ne olan uzaklık arttıkça, toprak örneklerinin Ni konsantrasyonunda artış olduğu belirlenmiştir. Alınan örneklem noktalarında en yüksek Ni konsantrasyonu 93.15 ppm olarak 1.0 km mesafede elde edilmiş olup, 0.2 ve 2.0 km mesafede elde edilen Ni konsantrasyonları sırasıyla 88.31 ppm, 92.03 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

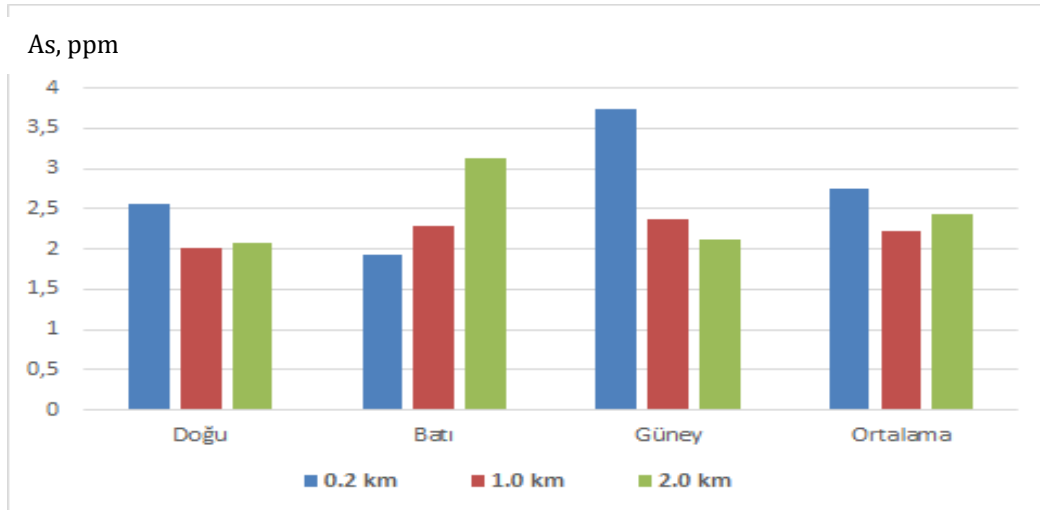
Çizelge4. Organize sanayi bölgesinde farklı mesafelerde elde edilen toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarına ait istatistiksel analiz sonuçları

Mesafe	Tanımlayıcı İstatistikler	As	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Zn
		ppm						%	ppm	
0.2 km	En Küçük	1.33	7.75	65.35	7.62	1.18	0.31	67.07	2.25	27.12
	En Büyük	7.13	11.00	131.5	13.67	1.7	2.96	135.00	4.25	64.87
	Ortalama	2.74	9.31	88.06	10.13	1.45	1.14	88.31	3.22	36.34
	Std. Sap.	1.47	0.94	16.60	1.75	0.14	0.64	16.64	0.54	8.05
1.0 km	En Küçük	1.43	8.44	75.81	6.76	1.36	0.20	75.93	2.45	31.59
	En Büyük	2.82	11.32	113.38	13.29	15.58	2.90	109.85	4.46	44.93
	Ortalama	2.23	10.00	89.33	9.91	2.32	0.89	93.15	3.47	37.11
	Std. Sap.	0.54	0.97	10.10	1.97	3.31	0.70	11.21	0.57	3.93
2.0 km	En Küçük	1.42	8.56	9.09	8.52	1.33	0.17	60.27	2.85	28.49
	En Büyük	3.63	12.42	109.9	11.67	1.83	2.36	117.95	4.99	42.96
	Ortalama	2.43	10.18	85.03	10.16	1.57	0.95	92.03	3.59	36.73
	Std. Sap.	0.61	1.01	20.90	0.98	0.13	0.69	14.26	0.55	4.26

Çizelge 5. Van Organize Sanayi Bölgesine göre mesafe ve yönün toprak ağır metal içeriğine etkisi

Mesafe	Ağır Metaller	Yöneyler			Ortalama
		Doğu	Batı	Güney	
0.2 km	As, ppm	2.57	1.93	3.73	2.74
	Co, ppm	9.18	9.36	9.4	9.31
	Cr, ppm	98.93	81.26	83.98	88.06
	Pb, ppm	2.85	3.4	3.4	3.22
	Fe, %	1.4	1.45	1.52	1.46
	Cu, ppm	10.86	9.82	9.84	10.17
	Zn, ppm	37.74	35.96	35.28	36.33
	Mo, ppm	1.13	1.27	1.07	1.16
	Ni, ppm	98.19	85.45	81.27	88.3
	1.0 km	As, ppm	2.02	2.29	2.38
Co, ppm		10.30	10.44	9.26	10
Cr, ppm		89.12	95.99	82.88	89.33
Pb, ppm		2.95	3.87	3.61	3.48
Fe, %		1.50	3.96	1.48	2.31
Cu, ppm		8.43	11.46	9.84	9.91
Zn, ppm		35.34	38.43	37.56	37.11
Mo, ppm		0.98	0.74	0.96	0.89
Ni, ppm		98.89	98.67	82.86	93.47
2.0 km		As, ppm	2.07	3.12	2.11
	Co, ppm	10.89	9.86	9.79	10.18
	Cr, ppm	97.47	73.73	83.88	85.03
	Pb, ppm	3.53	3.50	3.74	3.59
	Fe, %	1.61	1.61	1.50	1.57
	Cu, ppm	9.88	10.64	9.96	10.16
	Zn, ppm	37.26	36.10	36.83	36.73
	Mo, ppm	0.84	0.80	1.20	0.95
	Ni, ppm	104.27	84.96	86.87	92.03

Elde edilen veriler incelendiğinde, As'in yönlere ve uzaklığa bağlı olarak en yüksek konsantrasyonu 3.73 ppm ile güney yönünde 0.2 km'lik uzaklıkta elde edilirken, en düşük kirlilik düzeyi ise 1.93 ppm ile batı yönünde 0.2 km'lik uzaklıkta bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar bildirilen (Alloway, 1999) sınır değerler ile karşılaştırıldığında, As konsantrasyonu toprakta izin verilebilir sınır değer (As<50 ppm) altında bulunmuştur (Çizelge 5, Şekil 3).



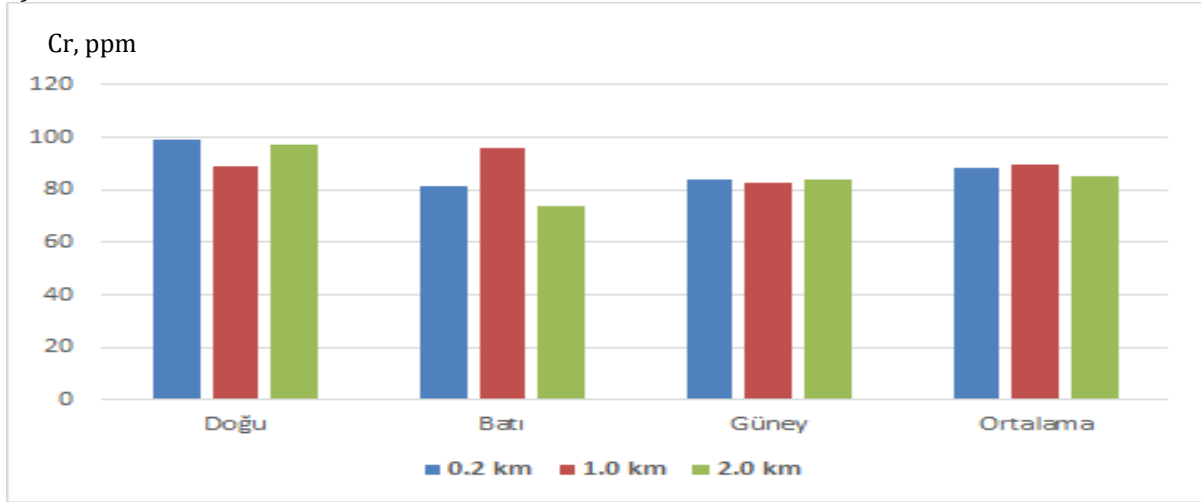
Şekil 3. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların As içerikleri.

Topraktaki Co konsantrasyonu üzerine OSB'ne olan mesafe ve yönün birlikte etkisi incelendiğinde, en yüksek Co konsantrasyonunun OSB'ne 2.0 km uzaklıkta doğu yönünde 10.89 ppm olarak belirlenirken en düşük konsantrasyonun ise yine doğu yönünde OSB'ne 0,2 km uzaklıkta 9.18 ppm olarak bildirilen (Anonim, 2005) izin verilebilir değer (Co<80 ppm) altında olduğu bulunmuştur (Çizelge 5, Şekil 4).



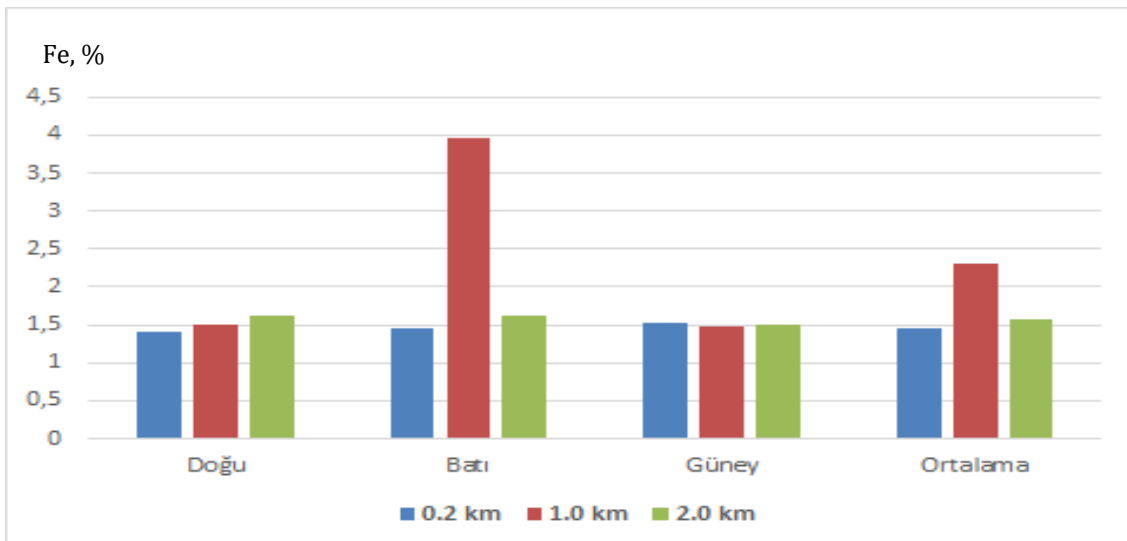
Şekil 4. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Co içerikleri.

Krom konsantrasyonları Cr için bildirilen (Alloway, 1999) sınır değerine ($Cr < 100$ ppm) çok yakın bulunmuş olup en yüksek Cr konsantrasyonu 98.93 ppm olarak OSB'nin doğu yönünde 0.2 km uzaklıkta elde edilmiştir (Şekil 5).



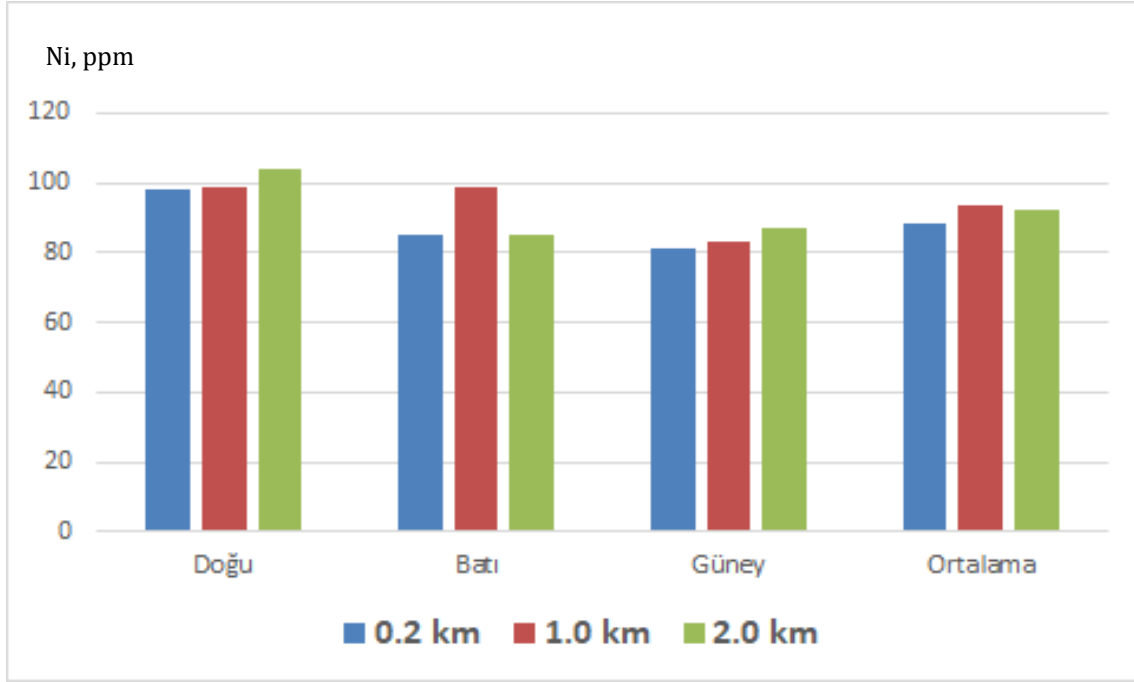
Şekil 5. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Cr içerikleri.

Toprak örneklerinin Fe konsantrasyonları incelendiğinde, toprakta Fe için belirtilen (Anonim, 2005) sınır değere ($Fe < 4.5$ %) çok yakın bulunmuş olup sınır değere en yakın Fe konsantrasyonu OSB'nin batı yönünde 1.0 km uzaklıkta % 3.96 belirlenmiştir (Şekil 6).



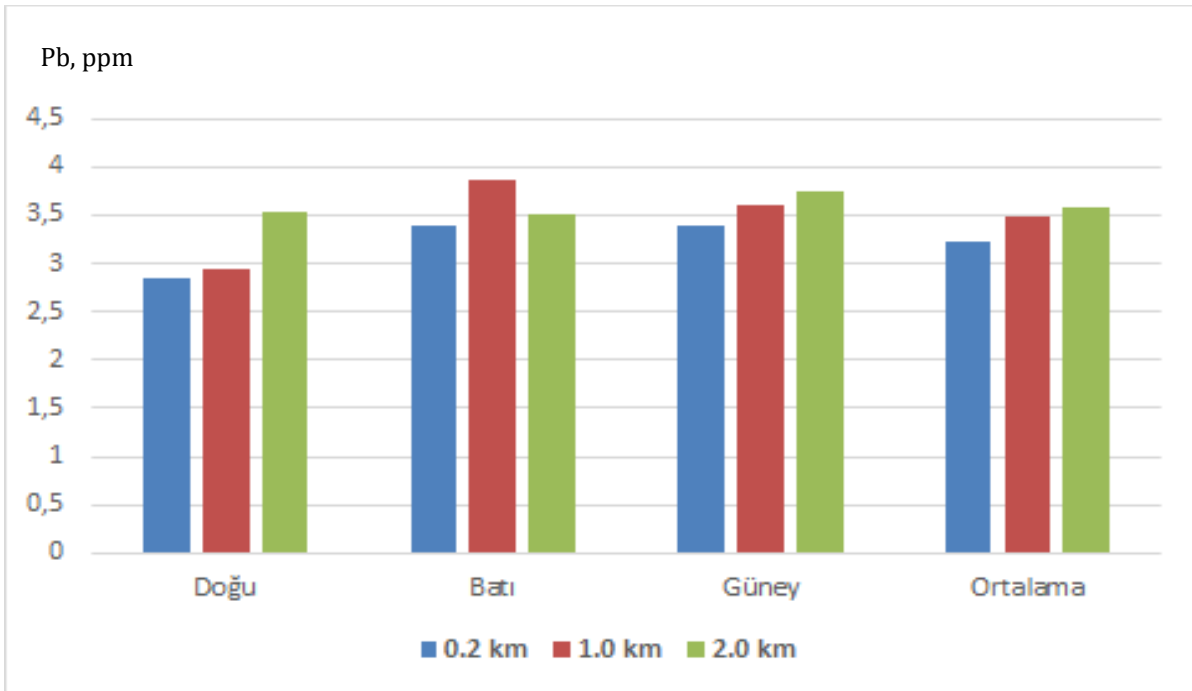
Şekil 6. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Fe içerikleri.

En yüksek Ni içeriği OSB'nin doğu yönünde 2.0 km uzaklıkta 104.27 ppm olarak toprakta izin verilebilir (Anonim, 2005) Ni konsantrasyonunun ($Ni < 75 \text{ ppm}$) üstünde belirlenmiştir. OSB'nin diğer yön ve mesafelerinden alınan toprak örneklerinde bulunan Ni konsantrasyonları da sınır değerinin üstünde bulunmuştur (Şekil 7).

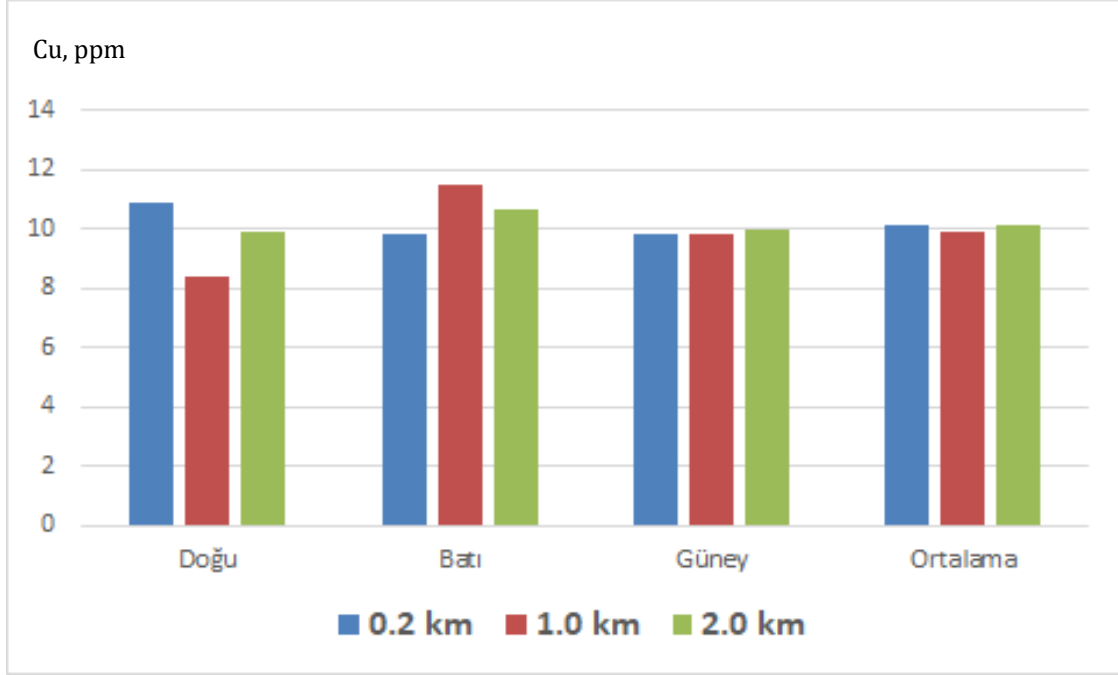


Şekil 7. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Ni içerikleri.

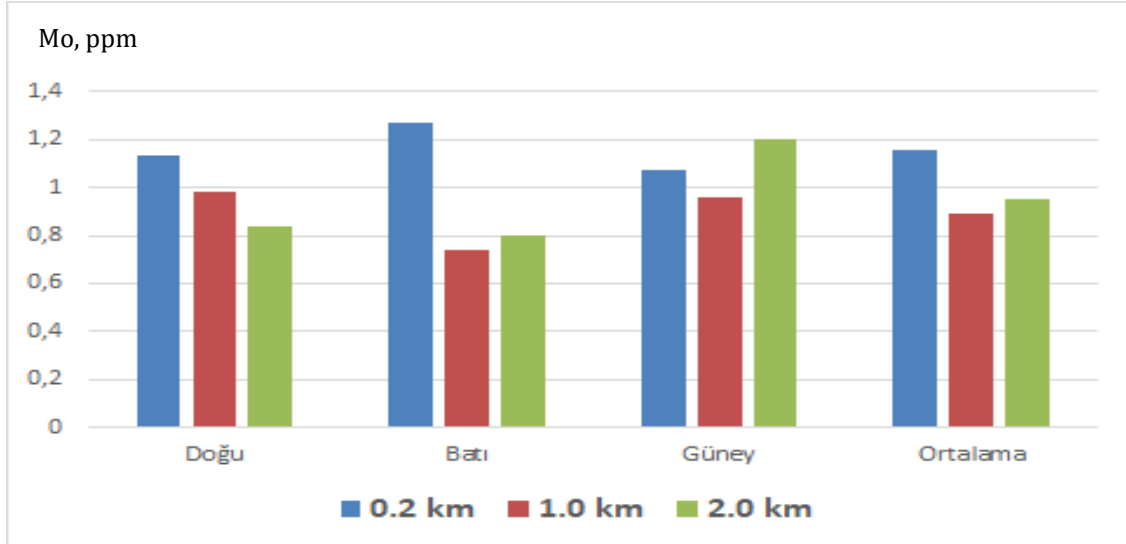
Van OSB'nin farklı yön ve mesafelerinden alınan toprak örneklerinde en yüksek Pb konsantrasyonu 3.87 ppm ($Pb < 300 \text{ ppm}$), Cu 11.46 ppm ($Cu < 140 \text{ ppm}$) olarak batı yönünde 1.0 km mesafede; en yüksek Zn konsantrasyonu 37.77 ppm ($Zn < 300 \text{ ppm}$) olarak doğu yönünde 0.2 km mesafede ve en yüksek Mo konsantrasyonu 1.27 ppm olarak batı yönünde 0.2 km'de bulunmuştur (Şekil 8, 9, 10, 11). Elde edilen bu değerlerin, belirtilen sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Alloway, 1999; Anonim, 2005).



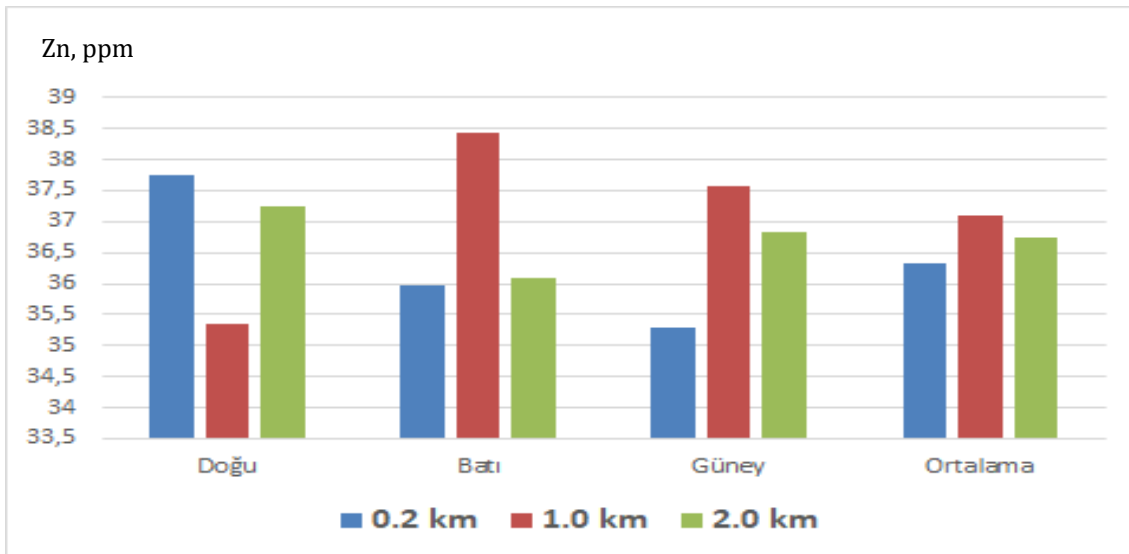
Şekil 8. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Pb içerikleri.



Şekil 9. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Cu içerikleri.



Şekil 10. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Mo içerikleri.



Şekil 11. Van OSB'ne göre farklı yönlerde ve mesafelerde yer alan toprakların Zn içerikleri.

Çizelge 6. Toprak örneklerinin ağır metal içeriği üzerine yönün etkisine ait ortalamalar ve Duncan farklılık grupları.

Yöneyler	As	Cr	Co	Pb	Ni	Cu	Zn	Mo	Fe
	mg kg ⁻¹								
Doğu	2.22	95.17 a	10.12	3.11b	100.5 a	9.66	36.78	0.98	15020
Batı	2.45	83.66 b	9.89	3.59a	89.69 b	10.64	36.83	0.94	23409
Güney	2.74	83.58 b	9.48	3.59a	83.67 b	9.88	36.56	1.06	14967

a,b: farklı harflerle gösterilen ortalamalar kendi sütununda önemlidir.

Van OSB'nin üç farklı yönünden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek As miktarı 2.74 ppm olarak güney yönünde elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında farklı yönlerden alınan toprak örneklerinin ortalama As içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 6). Van OSB'nin doğu, batı ve güney yönlerinden alınan toprak örneklerindeki ortalama Cr konsantrasyonunun birbirinden farklı olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. En yüksek Cr içeriği OSB'nin doğu yönünde 95.17 ppm olarak elde edilmiştir. Van OSB'nin üç farklı yönünden alınan toprak örneklerinin Co içeriği üç yönde de birbirine yakın değerlerde çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprak örneklerinin Pb içerikleri incelendiğinde, OSB'nin batı ve güney yönünde 3.59 ppm, doğu yönünde ise 3.11 pmm olduğu belirlenmiştir. Batı ve güney yönündeki toprak örneklerinin Pb içeriği aynı iken doğu yönündeki Pb içeriği farklılık göstermekte olup bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

OSB'nin farklı yönlerinden alınan toprak örneklerinin Fe, Cu, Zn ve Mo içerikleri de kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark göstermemiştir (Çizelge 6). En yüksek Fe, Cu ve Zn içeriği OSB'nin batı yönünden elde edilirken en yüksek Mo içeriği güney yönünde elde edilmiştir (Çizelge 3). Toprak örnekleri Ni içeriği bakımından incelendiğinde, elde edilen sonuçların yönlere göre farklılık gösterdiği görülmektedir. En yüksek Ni içeriği doğu yönünde 100.5 ppm olarak elde edilmiş olup, batı ve güney yönlerinde ise sırasıyla 89.69 ppm ve 83.67 ppm olarak bulunmuştur. Yönler arası bu farklılık doğu ve diğer iki yön arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

Van OSB'ne farklı mesafelerden alınan toprak örneklerinin ağır metal içerikleri Çizelge 7'de verilmiştir. En yüksek As miktarı OSB'ne en yakın mesafede alınan toprak örneğinde 2.74 ppm olduğu ancak diğer iki mesafede elde edilen As miktarları ile arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Topraktaki Cr içeriği incelendiğinde, OSB'ne 1.0 km uzaklıktan alınan toprak örneklerindeki Cr konsantrasyonu 89.3 ppm olarak en yüksek değerde bulunmuştur. OSB'ne farklı mesafelerden alınan toprak örneklerindeki Cr konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 7). OSB'ne olan mesafe arttıkça topraktaki Co konsantrasyonunun arttığı Çizelge 7'de görülmektedir. En yüksek Co içeriği kaynağa 2.0 km mesafeden alınan toprak örneklerinde 10,18 ppm olarak bulunmuş olup, 1.0 km mesafeden elde edilen Co miktarı ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0.2 km mesafeden alına toprak örneklerinden elde edilen Co konsantrasyonu ile diğer iki mesafeden elde edilen Co konsantrasyonları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 7).

Çizelge 7. Toprak örneklerinin ağır metal içeriği üzerine mesafenin etkisine ait ortalamalar ve Duncan farklılık grupları.

Mesafeler, km	As	Cr	Co	Pb	Ni	Cu	Zn	Mo	Fe
	mg kg ⁻¹								
0.2	2.74	88.1	9.31b	3.22a	88.31	10.13	36.33	1.14	14548
1.0	2.23	89.33	10a	3.47ab	93.15	9.91	37.11	0.89	23152
2.0	2.43	85.03	10.18a	3.59b	92.03	10.16	36.73	0.95	15696

a,b: farklı harflerle gösterilen ortalamalar kendi sütununda önemlidir.

Van OSB'ne farklı uzaklıklardan alınan toprak örneklerinden elde edilen Pb içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Pb konsantrasyonu 2.0 km mesafede 3.59 ppm olarak elde edilirken en düşük konsantrasyon 3.22 ppm olarak 0.2 km mesafede elde edilmiştir. OSB'ne üç ayrı mesafeden alınan toprak örneklerindeki Cu, Fe, Zn, Mo ve Ni konsantrasyonlarının kendi aralarında önemli fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; Organize Sanayi Bölgesi'ne olan mesafe arttıkça genel olarak ağır metal içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Bazı ağır metal içeriklerinde OSB'ne olan mesafenin artışı ile birlikte seyreden artışların jeolojik kaynaklı olduğu, arazinin litojenik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ağır metallerin artışına sebep olan temel faktörlerin ana materyal, tarımsal aktiviteler, endüstriyel aktiviteler ve madencilik olduğu belirlenmiştir (Hu ve ark. 2018; Sun ve ark. 2019). Antoniadis ve ark. (2017), tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin ağır metal kirliliğine

en yüksek düzeyde sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar topraklarda endüstriden kaynaklanan ağır metal kirliliği ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Tok ve ark. (2005) ve Adiloğlu ve Sağlam (2015), sanayinin yoğun olduğu bölgelerde ve karayollarının yakın olduğu tarım arazilerinde yapmış oldukları çalışmalarda Tekirdağ ilinde Ni kirliliğinin yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Özkul (2008), İzmit ve civarında endüstrileşmenin yoğun olduğu alanlarda Cu, Zn, Ni ve Co içeriğini yüksek düzeyde belirlemiştir. Dökmeci ve ark. (2017), sanayinin yoğun olduğu Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinin farklı bölgelerinden aldıkları toprak örneklerinde Zn, Cr, Cd ve Ni içeriğinin kabul edilebilir sınır değerlerin üzerinde belirlemişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarını yürüttükleri alanda tekstil sanayi, gıda sanayi, kimya sanayi, tuğla sanayi alanlarının bulunması bizim araştırma alanımız Organize Sanayi Bölgesinin faaliyet alanı ile de benzerlik göstermektedir.

Van Organize Sanayi Bölgesi'nde tekstil, plastik, gıda, seramik, fayans, mobilya, kolonya üretimi gibi sanayi kollarının olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda inceleme konusu olan Co, As, Ni, Cr, Cd, Cu, Zn, Mo, Fe, Se ve Pb gibi ağır metallerin tekstil, boya pigmenti, plastik endüstrisi, metal endüstrisi, kozmetik sanayi gibi endüstri kollarının faaliyetleri sırasında açığa çıktığı bildirilmiştir (Haktanır ve Arcak, 1998). Ayrıca Kahvecioğlu ve ark. (2018), ağır metallerin ekosisteme dağılmasında rol oynayan en önemli endüstriyel faaliyetleri; madencilik, çimento, demir-çelik, boya sanayi, plastik, cam üretimi, termik santral olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada Organize Sanayi Bölgesi'ne yakın olan örnekleme noktasında (0.2 km) alınan toprak örneklerinde sınır değerlere yakın ve üzerinde belirlenen Fe, Ni ve Mo içerikleri, toprak ve çevre kirliliği bakımından tehdit edici bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Folkeson ve ark. (2009), sanayileşmenin insanların yaşam alanlarında toksik ağır metal düzeylerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ağır metallerin çevre koşullarına dayanıklı olmaları dolayısı ile besin zincirine küçük canlılardan daha büyük canlılara doğru gittikçe katlanarak biriktiğini belirtmişlerdir. Tarıma elverişli toprakların ağır metal kirliliği ile azalması toprak sağlığı ve kalitesinin bozulması güvenilir gıda üretimini de olumsuz etkilemektedir (Clay 2011; Yu ve ark., 2012). Ahmad ve Gülser (2019) Kuzey Irak (Erbil, Süleymaniye Koyia, Dhok) topraklarında petrol ve metal endüstrisinden kaynaklanan ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak Ni, Hg, Cd ve Zn konsantrasyonlarının kaynağa en yakın olan 0.2 km örnekleme pozisyonunda sınır değerlerden yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Zhou ve Wang (2019) kirlileti endüstriyel kaynaklardan uzaklaştıkça ağır metal kirliliğinin azaldığını, kaynaktan 5 km uzaklığa kadar alandan alınan toprak örneklerinde Hg kirliliğinin Cd ve Pb kirliliğinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Cao ve ark. (2020), petro kimya endüstrisinin çevredeki tarım topraklarında iz element birikimi üzerine etkisini araştırmışlar ve Cd, Cu, Zn ve Pb elementlerinin toprak kirliliği için potansiyel tehdit oluşturduğunu belirlemişlerdir. Nagarajan ve ark. (2020), geniş miktarlarda çevreye salınan ağır metallerin antropojenik olarak ve endüstriyel kaynaklardan yüksek miktarda salınan ağır metallerin gıda zincirine ve diğer kaynaklara dahil olarak insan sağlığı için tehlike oluşturduğunu bildirmişlerdir. Kim ve ark. (2020), endüstriyel faaliyetlerin olduğu alanlarda, 0-20 cm toprak derinliğindeki Cd ve Pb konsantrasyonlarının, kaynaktan 0-500m mesafede alınan örneklerde, 500-100 m mesafede alınanlara kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Su ve ark., (2022) endüstriyel alanlarda topraklardaki Cd birikiminin insan sağlığını tehlikeye sokacak boyutlara ulaştığını bildirmişlerdir.

Sonuç

Kaynak bilgileri ile uyumlu olarak Van Organize Sanayi Bölgesi çevresindeki topraklarda ağır metal konsantrasyonunun, kirlileti kaynağa olan mesafe, yön, hakim rüzgar yönü ve litojenik etkenlere bağlı olarak değişmekle birlikte organize Sanayi Bölgesine yakın mesafedeki örnekleme noktasında daha yüksek düzeyde bulunduğu, kaynaktan uzaklaştıkça konsantrasyonun azaldığı belirlenmiştir. Bu araştırmada, Van Organize Sanayi Bölgesi çevresindeki topraklarda ağır metal birikiminin belirlenmiş olmasının gelecekte bu alanda ortaya çıkabilecek daha yüksek birikimlerin önlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması için farkındalık oluşturabileceği düşünülmüştür. Ayrıca araştırma alanındaki sanayi kollarının çevre kirliliğine engel olabilecek katı atık yönetmeliğine uygun çerçevede faaliyet göstermesi için bu araştırmanın sonuçları uyarıcı ve yol gösterici olarak değerlendirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-8429 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adiloğlu A, Sağlam T. 2015. Karayolu Kenarlarındaki Tarım Arazilerindeki Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Kobalt (Co) İçerikleri. *AKU J. Sci.Eng.*, 15 (2015) 035403: 24-29.
- Ahmed AN, Gülser F. 2019. Industry Caused Heavy Metal Pollution in The Soils of North-Iraq. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.28, pp.1057-1064.
- Alloway BG. 1999. Land contamination and reclamation. In *Understanding our Environment*, pp. 199–236 [RM Harrison, editor]. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Anonim 2005. Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 31/05/2005 tarihli, 25831sayılı.
- Antoniadis V, Levizou E, Shaheen SM, Ok YS, Sebastian A, Baum C, Prasad MNV, Wenzel WW, Rinklebe J. 2017. Trace elements in the soil-plant interface: phytoavailability, translocation, and phytoremediation—a review. *Earth Sci Rev* 171:621–645.
- Cao L, Lin C, Gao Y, Sun C, Xu L, Zheng L, Zhang Z. 2020. Health risk assessment of trace elements exposure through the soilplant (maize)-human contamination pathway near a petrochemical industry complex, Northeast China. *Environmental Pollution* 263(2020)114414 www.elsevier.com/locate/envpol
- Clay J. 2011. “Freeze the footprint of food”. *Nature*, 475 (7356), 287-289.
- Dökmeci AH, Çelik SÖ, Kaykıoğlu G, Öngen A. 2017. Tekirdağ’da Çorlu ilinde endüstriyel alanlardaki toprakta ağır metal kirliliğinin çevresel ve insan sağlığı açısından etkileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), pp.256-263.
- Folkson L, Bækken T, Brencic M, Dawson A, Francois D, Kurimska P, Leitao T, Licbinsky R, Vojtesek M. 2009. Sources and Fate of Water Contaminants in Roads. Editors: Dawson A. *Water in Road Structures*, 107-146, Netherlands, Springer Press.
- Golui D, Datta SP, Dwivedi BS, Meena MC, Varghese E, Sanyal SK, Ray P, Shukla AK, Trivedi VK. 2019. Assessing Soil Degradation in Relation to Metal Pollution—A Multivariate Approach. *Soil and Sediment Contamination*, 28: 630-649.
- Güler Ç, Çobanoğlu Z. 1997. Kimyasallar ve Çevre. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Gülser F, Erdogan E, 2008. The effects of heavy metal pollution on enzyme activities and basal soil respiration of roadside soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol.145, pp.127-133.
- Gülser F, Sönmez F, Çiğ A, 2013. Comparing heavy metal contents of roadside soils with coastal area soils. *Journal of International Environmental Application & Science*, vol.8, no.4, pp.714-718.
- Haktanır K, Arcak S. 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın No: 1503, Ders Kitabı: 457, Ankara.
- Hu W, Wang H, Dong L, Huang B, Borggaard OK, Bruun Hansen HC, He Y, Holm PE. 2018. Source identification of heavy metals in peri-urban agricultural soils of southeast China: an integrated approach. *Environ. Pollut.* 237, 650e661. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.070>.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S. 2003. Metallerin Çevresel Etkileri-1, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Metalurji Dergisi, 136, 47-53.
- Karaca S, Gülser F, Tekeli A. 2018. Determination of Some Soil Properties and Heavy Metal Contents at Different Soil Depth of Forage Fields on the Roadside of Van, Turkey. The International Soil Science Congress on “Environment and Soil Resources Conservation”, Almaty, KAZAKISTAN, 17-19 Ekim 2018, vol.1, no.1, pp.1-1.
- Karaca A, Turgay OC. 2012. Toprak Kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1 (1), s. 13-19.
- Kim H, Lee M, Lee JH, Kim KH, Owens G, Kim KR. 2020. Distribution and extent of heavy metal (loid) contamination in agricultural soils as affected by industrial activity. *Applied Biological Chemistry*, 63, 1-8.
- Lindsay WL, Doxtader KG. 1981. Environmental Chemistry of the Elements. *Journal of Environmental Quality*, 10: 249-249.
- Nagarajan D, Lee DJ, Chen CY, Chang JS. 2020. Resource recovery from wastewaters using microalgae-based approaches: A circular bioeconomy perspective. *Bioresour. Technol.*, 302, 122817.
- Özkul C. 2008. İzmit (Kocaeli) Civarında Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi. *Uygulamalı Yer Bilimleri*, 2:1-9.
- Sönmez O, Kılıç FN. 2021. Toprakta Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 2(2), 493-507.
- Su C, Meng J, Zhou Y, Bi R, Chen Z, Diao J, Wang T. 2022. Heavy metals in soils from intense industrial areas in south China: spatial distribution, source apportionment, and risk assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 820536.

- Sun CY, Zhang ZX, Cao HN, Xu M, Xu L. 2019. Concentrations, speciation, and ecological risk of heavy metals in the sediment of the Songhua River in an urban area with petrochemical industries. *Chemosphere* 219, 538e545. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.040>.
- Tok HH, Adiloğlu A, Öner N, Gönülsüz E, Adiloğlu S. 2005. Heavy Metal Concentrations in Irrigation Waters and Rice Crops in the Central Trakya Region. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 6 (3), 550-562, Thessaloniki, Greece.
- Tuğrul D. 2004, Kerpe Araştırma Ormanı Radiata Çamı (*Pinus radiata* D. Don) İbrelerinde Bazı Ağır Elementlerin Tespiti, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 214, Müdürlük Yayın No: 241.
- Türkoğlu B. 2006. Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı (yüksek lisans, tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yadav GC. 2021. Presence of heavy metal in soil near the industrial sites in Firozabad.
- Yu Q, Wu W, Yang P, Li Z, Xiong W, Tang H. 2012. Proposing an Interdisciplinary and Cross-scale Framework for Global Change and Food Security Researches. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 156, 57-71.
- Zengin FK, Munzuroğlu Ö. 2006. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Fidelerinin Toplam Çözünebilir Protein, Prolin ve Klorofil Miktarları Üzerine Civa Klorürün ($HgCl_2$) Etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 25-30.
- Zhou XY, Wang XR. 2019. Impact of industrial activities on heavy metal contamination in soils in three major urban agglomerations of China. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1-10.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Fındık atık kompostunun fındıkta verim ve yaprak makro besin elementi içeriğine etkisi

Yasemin YAVUZKILIÇ^{1*} Coşkun GÜLSER²

¹Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Giresun

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

Öz

Bu çalışmanın amacı, fındık zurufu ve budama atıklarından elde edilen kompostun farklı dozlarda fındık ocaklarına uygulanmasının yaprakta makro besin elementi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg) ve fındık verimi üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Kompost materyali, Giresun İli Bulancak İlçe'sinde Tombul fındık çeşidinin hakim olduğu üretici bahçesinde 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 ton/da dozlarında fındık ocaklarında bitki taç izdüşümüne 50 cm genişliğinde 15 cm derinliğinde karıştırılarak tesadüf blokları deneme desenine göre 6 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Yaprak örnekleri hasat öncesi temmuz ayında alınarak N, P, K, Ca ve Mg içerikleri ve hasatta verim değerleri kg/ocak olarak belirlenmiştir. Kompost uygulama dozu artışıyla yaprakların makro besin element içeriği N hariç genelde kontrol uygulamasına göre azalmıştır. Fındık yapraklarının makro besin elementi içeriklerinin genelde yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Fındık verimi kontrol uygulamasına göre artan kompost doz uygulamasıyla azalan düzeylerde artış göstermiştir. En yüksek verim 3.68 kg/ocak ile 1.0 ton/da kompost uygulamasında sağlanırken, en düşük verim 1.89 kg/ocak ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Fındık ocaklarına 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 ton/da dozlarındaki kompost uygulaması ocak başına verimi kontrol uygulamasına göre sırasıyla %74.07, %94.71, %84.65 ve %72.48 oranlarında artırmıştır. Bu çalışmayla fındık bahçelerinde hasat sonrası atıklardan elde edilen kompostun 1.0 ton/da dozunda uygulanmasının fındıkta verim artışı için tavsiye edilebileceği, zuruf ve budama atıklarının kompost olarak toprağa karıştırılmasıyla geri dönüşümlerinin de sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fındık, zuruf, kompost, makro besin elementleri, yaprak, verim.

Effect of hazelnut waste compost on hazelnut yield and leaf macronutrient content

Abstract

The objective of this study is to investigate the effect of applying compost obtained from hazelnut husk and pruning waste to hazelnut ocaks at different doses on leaf macronutrient contents (N, P, K, Ca, Mg) and hazelnut yield. The compost material was applied according to the randomized block experimental design in 6 replicates by mixing 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 tons/da doses to the plant crown projection at a depth of 15 cm and 50 cm in width per hazelnut ocak in the producer garden where the Tombul hazelnut variety is dominant in Bulancak District of Giresun Province. Leaf samples were taken in July before harvest and N, P, K, Ca and Mg contents and yield values at harvest were determined as kg/ocak. As compost application dose increased, the macronutrient contents of the leaves generally decreased compared to the control application, except for N. It has been determined that the macronutrient content of hazelnut leaves is generally sufficient. Hazelnut yield increased at decreasing levels with increasing compost dose application compared to the control application. While the highest yield was achieved in the 1.0 ton/da compost application with 3.68 kg/ocak, the lowest yield was determined in the control application with 1.89 kg/ocak. Compost application at doses of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 tons/da to hazelnut ocaks increased the yield per ocak by 74.07%, 94.71%, 84.65% and 72.48%, respectively, over the control application. It can be concluded that applying 1.0 ton/da of compost obtained from post-harvest waste in hazelnut orchards can be recommended to increase hazelnut yield, and hazelnut husk and pruning waste can be recycled by incorporating them into the soil as a compost material.

Keywords: Hazelnut, husk, compost, macronutrients, leaf, yield.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (454) 215 1551

E-posta : kanelyasemin@gmail.com

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 2 Mayıs 2024

Kabul Tarihi : 1 Haziran 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1477141

Giriş

Dünya fındık üretiminde en büyük paya sahip olan Türkiye, 2021 yılı FAO verilerine göre toplam üretimin %64'ünü karşılamış ve dünya fındık ihracatında ise %56'lık payla lider konumda yer almıştır. Türkiye'de Çiftçi Kayıt Sistemi'ne göre 43 ilde fındık yetiştiriciliği yapılmasına rağmen ticari olarak üretimin tamamına yakını Ordu, Samsun, Giresun, Sakarya, Düzce, Trabzon, Zonguldak, Kocaeli, Artvin, Bartın, Kastamonu, Sinop, Gümüşhane, Rize, Bolu ve Tokat illerinde gerçekleştirilmektedir (TMO, 2017). Dünya fındık yetiştiriciliğinde Türkiye geniş bir üretim alanına sahip olmasına rağmen dönüme fındık verimi düşüktür. Dünya fındık veriminde 2021 yılında ABD 285 kg/da ile ilk sırada yer alırken Yunanistan 248 kg/da ile ikinci, Çin 195 kg/da ile üçüncü sırada yer almaktadır. Son beş yılın verim ortalamasına bakıldığında da ABD 231 kg/da ile ilk sırada, Yunanistan 199 kg/da ile ikinci ve Ermenistan yine 199 kg/da ile üçüncü sıradadır. Türkiye'nin 2021 yılında fındık verimi 93 kg/da, son beş yılın verim ortalaması ise 91 kg/da'dır ve fındık veriminde yıllara göre dalgalanma görülmesinin sebebi sadece periyodisite değil, iklim koşulları ve gerekli bakım işlemlerinin de yeterli düzeyde yapılmamasıdır (Anonim, 2023).

Ülkemizde fındık üretiminin büyük bir çoğunluğunun yapıldığı Ordu ve Giresun illerindeki 62 fındık bahçesinde yapılan bir çalışmada, toprakların toplam N ve değişebilir Ca ve Mg içeriklerinin yeterli, alınabilir P, değişebilir K düzeylerinin ise yetersiz olduğu belirlenmiştir (Ay ve Kızılkaya, 2022). Adiloğlu ve Adiloğlu (2005) Trabzon yöresinde 30 fındık bahçesinden aldıkları toprak örneklerinde, toplam N içeriğinin %0,06 ile %0,34, P içeriğinin 1,26 ile 49,48 mg/kg, değişebilir K içeriğinin 114,9 ile 263,0 mg/kg, değişebilir Ca içeriğinin 2,25 ile 9,02 meq/100 g ve değişebilir Mg içeriğinin 0,30 ila 2,07 meq/100 g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprak örneklerinin N içeriği bakımından %6,7'sinin noksan, %36,7'sinin yeterli, %53,3'ünün yüksek ve %3,3'ünün çok yüksek, fosfor bakımından %20'sinin, K'ca %6.6'sının, Ca'ca %93.4'ünün ve Mg'ca %10'nun yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Toprak özelliklerini iyileştirmede ve verimi artırmada tarımsal kökenli atıkların doğrudan veya kompostlanıp toprağa karıştırılması toprak kalitesi ve bitkisel üretimde önemlilik arz etmektedir (Demir ve Gülser, 2015; Gülser ve ark., 2017; Demir ve Gülser, 2021; Rahman ve ark. 224). Gülser ve ark. (2015) fındık zurufu ve fındık zurufu kompostu uygulanan kil bünyeli fındık bahçesinde uygulamadan 6 ay sonra toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametrelerinde artış sağladığını belirtmişlerdir. Domates yetiştiriciliğinde kentsel atık kompost kullanımının araştırıldığı bir çalışmada verim değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklı dozlar uygulanan parsellerin verimleri kontrole göre artış göstermiştir (Demirtaş ve ark., 2016). Domates üretim artıklarının mikrobiyolojik yöntemlerle kompostlanması çalışmasında, serada domates bitkisine farklı dozlarda kompost uygulamasının genel olarak toprakta bitki besin elementlerini ve bitkinin mineral madde kapsamını arttırdığı, toprakta biyolojik özelliklerin olumlu yönde etkilendiği, kontrole göre verim artışı sağlandığı belirtilmiştir (Durmuş ve Kızılkaya, 2022). Demir ve Gülser (2019) yaptıkları çalışmada, toprağa uygulanan çeltik kavuzu kompostunun serada yetiştirilen domates verimini ve bitki yapraklarında makro besin elementi içeriklerini arttırdığı, yaprakların N, Ca ve Mg içeriklerinin yeterli, P ve K düzeylerinin ise artışa rağmen yetersiz düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Fındık bitkisinin toprakta iyi bir şekilde gelişebilmesi ve verimin artması için koşulların yanı sıra bulunduğu ortamın fiziksel özelliği de önemlidir. Kültürel bakım işlemlerinde toprak yapısının iyileştirilmesi organik materyalin toprağa uygulanması ile sağlanmaktadır. Fiziksel koşulların iyileşmesi için de organik materyalin toprağa ilave edilmesi gerekmektedir. Gülser ve ark. (2015), kompost uygulamanın toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmesinin yanı sıra toprağın kimyasal ve biyolojik özelliklerini de iyileştirerek besin elementlerinin minerilazyonunu kontrole göre arttırdığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, fındık bahçesinde hasat sonrası arta kalan zuruf ve budama atıklarından windrow yöntemiyle elde edilen kompostun farklı dozlarda fındık ocaklarına uygulanmasının yaprakta makro besin elementi içerikleri ve fındık verimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Arazi denemesi Giresun İli Bulancak İlçe'sinde Tombul fındık çeşidinin hakim olduğu üretici bahçesinde yürütülmüştür. Kompost uygulamasından önce 0-15 cm derinlikten alınan fındık bahçesi toprak örneğinde, toprak bünyesi hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951), toprak reaksiyonu (pH) 1:1 toprak:su karışımında pH metre ile (Anderson, 1982), elektriksel İletkenlik (EC) aynı süspansiyonda EC metre ile (Richards, 1954), kireç içeriği Scheibler Kalsimetresiyle (Çağlar, 1949), organik madde ıslak oksidasyonla modifiye Walkey-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson, 1962). Fındık bahçesine ait toprak özellikleri

incelendiğinde, killi-tın bünyeye sahip, pH'sı 5,46 orta asit, elektriksel iletkenliğinin 0.28 dS/m ile tuzsuz, kireç içeriğinin % 0.71 ve organik maddesinin %5.20 ile zengin olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme bahçesi topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

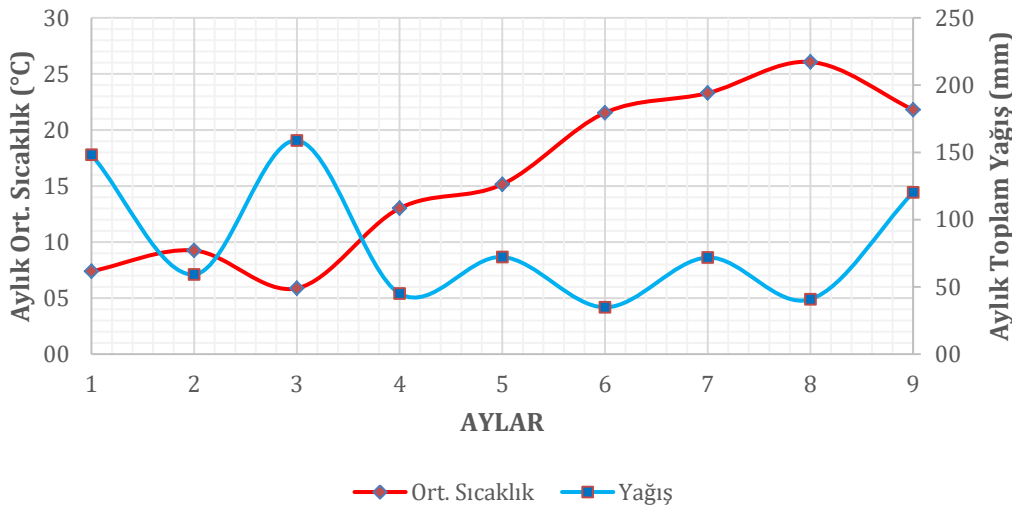
Kil, %	Silt, %	Kum, %	Bünye sınıfı	pH (1:1)	EC, dS/m	CaCO ₃ , %	Organik Madde, %
35.08	26.22	38.70	Killi tın	5.46	0.28	0.71	5.20

Üretici bahçesinden hasat sonu elde edilen fındık zurufu ve budama atıkları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde windrow sıralı yığın kompostlama aleti yardımıyla kompostlanmıştır. Kompost yapımında kullanılan materyallerin özelliklerine ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Budama atıkları 1 ile 5 cm boyutlarında parçalandıktan sonra ağırlık esasına göre 1:2 (budama atığı:zuruf) oranında fındık zurufu ile karıştırılarak sıralı yığın kompostlama sistemine serilmiştir. Büyük bir kova içerisinde yaklaşık 2 kg taze büyükbaş hayvan gübresi ve 1 kg orman örtüsü toprağı ve mikrobiyal aktiviteyi hızlandırmak için yaklaşık 1 kg üre gübresiyle N ilavesi de yapıldıktan sonra 40 L su içerisinde karıştırılarak süzölmüştür. Elde edilen süzük kompostlama ünitesine sıralı yığınlama olarak serilen bitkisel atık materyal karışımının üzerine ilave edilerek, kompost yığınının mikrofloranın inokülasyonu sağlanmıştır (Rakıcıoğlu ve Kızılkaya, 2021). Kompost yığınının nemi %70 civarına gelinceye kadar ıslatılmış, kompost yığını günlük olarak windrow sisteminde karıştırılarak havalandırılmıştır. Kompostlama süresince günlük sıcaklık ve nem takibi yapılmış, kompost sıcaklığının 60°C civarına çıktığı termofilik faza 19. günde ulaşıldıktan sonra kompost yığının iç sıcaklığının dış sıcaklığa eşit olup C/N oranı dengeleninceye kadar kompostlamaya devam edilmiştir (Rakıcıoğlu ve Kızılkaya, 2021). Kompost yığının başlangıç C/N oranı 50.06 ve pH'sı 8.53 olarak ölçülmüş, kompostlama periyodunun sonunda ise C/N oranı 30.81 ve pH'sı 7.08 olarak saptanmıştır. Kompostlama süreci 46 gün sürmüştür. Bu süreç sonucunda uygun parça boyutuna ulaşan kompost materyali 4 mm lik elekten elenerek fındık ocaklarına uygulanmıştır.

Çizelge 2. Kompost yapımında kullanılan fındık zurufu ve budama atığının bazı özellikleri

Özellikler	Zuruf	Budama Atığı
Organik Madde, %	92,97	96,35
Organik C, %	53,93	55,89
Toplam N, %	1,36	0,71
C/N	39,65	78,72

Uygulama yapılan 2022 yılına ait vejetasyon periyodu (Mart-Eylül) boyunca Giresun İli iklim verileri incelendiğinde, en yüksek ortalama sıcaklık Ağustos ayında görülürken, en düşük sıcaklık Mart ayında görülmüştür. Vejetasyon süresi boyunca (Mart ve Eylül) toplam yağış miktarı ise 543,6 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Giresun İli 2022 yılı iklim verileri

Windrow sıralı yığın kompostlama ünitesinden elde edilen kompost materyali üreticiye ait fındık bahçesine 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 ton/da dozlarında tesadüf blokları deneme desenine göre fındık ocaklarında yaprakların taç izdüşümünde 50 cm genişliğindeki banda 15 cm derinliğinde çapalama motoruyla toprağı karıştırılarak 6 tekerrürlü olarak uygulanmıştır (Şekil 2). Vejetasyon döneminde kontrol uygulaması dahil

bütün ocaklara Mart ayında 500 g NPK (30:10:10)/ocak, Mayıs ayında 500 g CAN (%26 N)/ocak gübre uygulamaları çiftçi tarafından yapılmıştır.



Şekil 2. Fındık ocaklarına kompost uygulama çalışması

Yaprak örnekleri hasat dönemine yakın besin elementleri taşınımının bitkide nispeten hareketsiz olduğu Temmuz ayında toplanmıştır. Yaprak örnekleri yıllık sürgünlerin güneş gören, hastaliksız ve zararlıya maruz kalmamış uçlarından itibaren 3. ve 4. yapraklardan alınmıştır (Stebbins, 1969).

Yaprak örneklerinde toplam N Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1982), toplam P yaş yakılan numunelerde vanadamolibdat ile oluşturulan sarı rengin yoğunluğunun kolorimetrik olarak ölçülmesiyle (Barton, 1948), toplam K, Ca, Mg içerikleri kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneğini kuru yakma esasına göre hazırlayıp asidik ortamda ekstraksiyonunun alınıp ICP_OES cihazında okunmasıyla belirlenmiştir.

Hasat verimleri ve yaprak analizlerinden elde edilen yaprak besin elementi içeriklerine ait veriler tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS 17.0 programında analiz edilmiş, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösteren ortalamalar %5 önemlilik düzeyinde Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Kompost uygulama dozları ile verim arasındaki ilişkiler de istatistiksel olarak belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

Bulgular ve Tartışma

Kompost uygulamasının fındıkta yaprak makro besin elementi içeriğine etkisi

Artan dozlarda kompost uygulaması fındık bitkisinde yaprakların N içeriğini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). Fındık yapraklarının toplam N değerleri %2,28 ile %2,45 arasında değişim göstermiş olup kontrole göre en yüksek artış 1.5 ton/da dozunda, en düşük artış ise 1.0 ton/da dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 3). Adiloğlu ve Adiloğlu (2005), Trabzon'da 30 farklı asit karakterli toprak özelliğine sahip fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinin toplam N içeriklerinin %2,05 ile %2,96 arasında değiştiğini, N içerikleri bakımından yaprak örneklerinin %20,0'sinin eksik, %56,7'sinin yeterli ve %23,3'ünün fazla olduğunu belirtmişlerdir. Jones ve ark. (1991) fındık yapraklarında %2,30 ile %2,60 değerleri arasında N bulunmasının yeterli olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da NPK gübrelemesi yapılan ve kompost uygulanan fındık bahçesinde yaprakların toplam N içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Karaca (2016), artan dozlarda fındık zurufu kompostu uygulamasının yaprak örneklerinde toplam N içeriğinin kontrole göre artış sağladığını en yüksek artışın kompostun 2.5 ton/da dozunda olduğunu belirtmiştir. Tarakçoğlu (2003), Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesini araştırdığı çalışmasında, tombul ve palaz çeşitlerin yapraklardaki toplam N içeriklerinin oransal olarak %56,9'unun noksan, %40,0'ının yeterli ve %3,1'inin fazla miktarda azot içerdiğini bildirmiştir.

Kompost uygulaması yaprakların fosfor içeriklerini önemli düzeyde etkilemiş olup, P değerleri %0,12-0,17 arasında değişim göstermiştir ($P<0.05$). Kontrol uygulamasına göre en yüksek artış 0,5 ton/da dozunda, en düşük artış ise 1,0 ile 1,5 ton/da dozlarında tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 3). Adiloğlu ve Adiloğlu (2005), asit karakterli toprak özelliğine sahip fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinin P içeriklerinin %0,09 ile %0,59 arasında değiştiğini, yaprak örneklerinin fosforca %26,7'sinin eksik, %63,3'ünün yeterli ve %10,0'unun yüksek düzeyde P içerdiğini bildirmişlerdir. Jones ve ark. (1991) fındık yapraklarında %0,16 ile %0,40 değerleri arasında P bulunmasının yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Bu referans sınır değerlere göre kompost uygulanan fındık yapraklarının P içerikleri 0.5 ton/da dozu dışında diğer uygulamalarda yetersiz

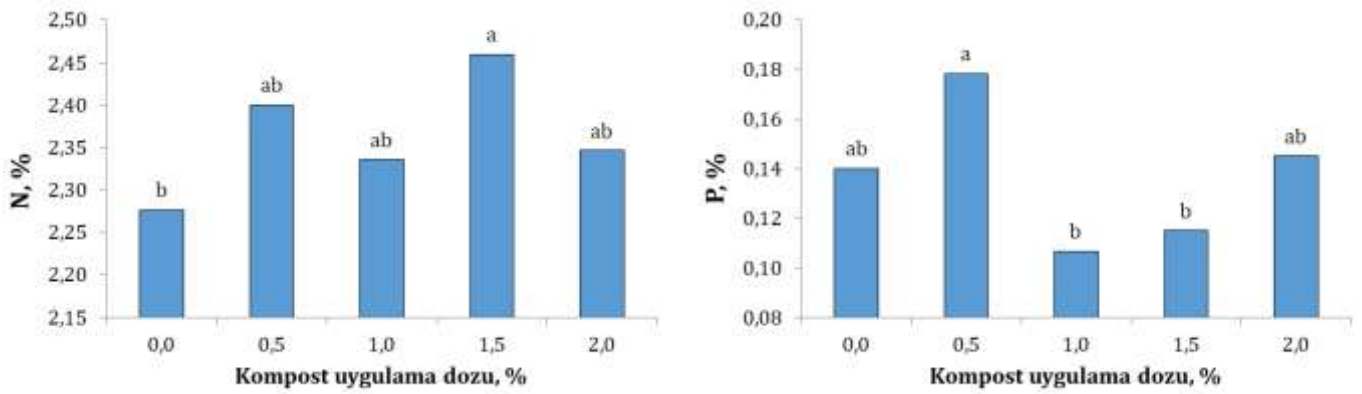
olduğu belirlenmiştir. [Hagreaves ve ark. \(2009\)](#), artan düzeylerde çöp kompostunun çilek bitkisi yapraklarının P içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Artan dozlarda kompost uygulamasının yaprak makro besin elementi içeriğine etkisi

Uygulama dozu, ton/da	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
0.0	2,28 b*	0,15 ab*	1,07 ^{öd}	1,51 ^{öd}	0,14 ^{öd}
0.5	2,38 ab	0,17 a	0,89	1,41	0,13
1.0	2,34 ab	0,12 b	0,97	1,57	0,14
1.5	2,45 a	0,12 b	1,00	1,48	0,11
2.0	2,36 ab	0,14 ab	0,95	1,37	0,12

*farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

^{öd} ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 3. Kompost uygulama dozlarının fındık yapraklarının azot ve fosfor içeriklerine etkisi (P<0.05).

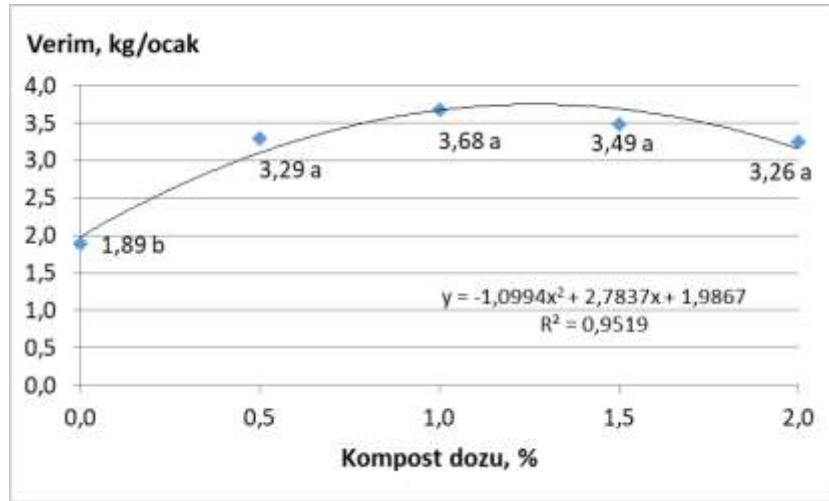
Kompost uygulaması yaprakların K, Ca ve Mg içeriklerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır (Çizelge 3). Fındık yapraklarının K içerikleri genellikle kompost uygulanan ocaklarda kontrole göre azalmıştır. Fındık yapraklarında en düşük K içeriği %0,89 ile 0.5 ton/da kompost uygulamasında belirlenirken, en yüksek K içeriği %1,07 ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. [Adiloğlu ve Adiloğlu \(2005\)](#), fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinin potasyum içeriklerinin %0,50 ile %2,14 arasında değiştiğini, K içeriğince yaprakların %6,7'si eksik, %93,3'nün ise yeterli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. [Jones ve ark. \(1991\)](#) fındık yapraklarında %0,70 ile %2,40 değerleri arasında K bulunmasının yeterli olduğunu bildirmiştir. Bu referans sınır değerlere göre yaprakların K içeriklerinin yeterli olduğu belirlenmiştir. [Öztürk \(2016\)](#), Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinde yaprakların besin maddesi içeriklerinin mevsimsel değişimini araştırdığı çalışmasında, yaprakların normal boyutuna ulaştığı mayıs ve haziran aylarında düşük konsantrasyonlarda bulunan K, çotanakların hızla büyüdüğü temmuz ayında arttıktan hemen sonra hasat dönemine doğru azalma eğilimi gösterdiğini tespit etmiştir.

Fındık yapraklarının Ca değerleri de genelde kompost uygulamasıyla azalmış, en düşük Ca içeriği %1,37 ile 2 ton/da dozunda, en yüksek Ca içeriği %1,57 ile kontrol uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 3). [Jones ve ark. \(1991\)](#) fındık yapraklarında %1,00 ile %2,50 değerleri arasında Ca bulunmasının yeterli olduğunu, bu sınır değerlere göre kompost uygulanan fındık bitkisi yapraklarının Ca içeriğinin yeterli olduğu belirlenmiştir. [Canali ve ark. \(2005\)](#), İtalya'da fındıkların beslenme durumunu vejetasyon başlangıcı (Nisan), meyve büyüme (Haziran) ve erkek çiçeklerin olgunlaşmadan önce (Ekim) dönemlerinde yaprak analizleriyle belirlemek için yaptıkları çalışmada, Ca değerlerinin en yüksek erkek çiçeklerin olgunlaşmadan önceki dönemde olduğunu bildirmişlerdir. Fındık yapraklarında en düşük Mg içeriği %0,11 ile 1.5 ton/da dozunda belirlenirken, en yüksek Mg içeriği %0,14 ile kontrol ve 1 ton/da kompost uygulama dozlarında belirlenmiştir. [Jones ve ark. \(1991\)](#) fındık yapraklarında %0,25 ile %0,50 değerleri arasında Mg bulunmasının yeterli olduğunu bildirmiştir. Bu sınır değerlere göre kompost uygulanan fındık bitkisi yapraklarında Mg içeriğinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. [Beyhan ve ark. \(1998\)](#), fındık yapraklarında Mg'un optimum sınırlar içerisinde yer almasına rağmen noksanlık sınır değerine yakın olduğunu bildirmişlerdir. [Canali ve ark. \(2005\)](#) fındıkların beslenme durumunda Mg'un kullanıldığını, en yüksek Mg değerinin erkek çiçeklerin olgunlaşmadan önceki dönemde olduğunu tespit etmişlerdir. [Adiloğlu ve Adiloğlu \(2005\)](#), fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinin Ca içeriklerinin %0,56 ile %1,75, Mg içeriklerinin

%0,16 ile %0,50 arasında değiştiğini, yaprak örneklerinin Ca içeriğince %73,4'ünün eksik, %26,6'sının yeterli, Mg içeriği bakımından %50,0'sinin eksik, geri kalan örneklerin yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Kompost uygulamasının fındıkta verime etkisi

Fındık atıklarından elde edilen kompostun artan dozlarda uygulaması fındık verimini kontrol uygulamasına göre istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) düzeyde artırmıştır (Şekil 4). Fındık verimi kompost uygulamasıyla kontrole göre azalan artış göstermiştir. En düşük verim değeri 1.89 kg/ocak ile kontrol uygulamasında belirlenirken, en yüksek verim artışı 3.68 kg/ocak ile 1.0 ton/da kompost dozunda belirlenmiştir. Fındık ocaklarındaki verim değerleri kontrol uygulamasına göre 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 ton/da dozlarındaki kompost uygulamaları ile sırasıyla %74.07, %94.71, %84.65 ve %72.48 oranlarında artmıştır. Özenç (2004), fındık zurufu kompostunun fındık ocaklarına ilavesiyle fındık veriminin kontrole göre artış gösterdiğini bildirmiştir. Bayraklı ve ark. (2023), fındık zurufu uygulamalarının fındık bahçesi toprağının bazı özelliklerine ve fındık verimine etkisini araştırdığı çalışmada, fındık verimin kontrole göre artış gösterdiğini ve verimin en yüksek üçüncü yıl 75 kg zuruf/ocak uygulamasında olduğunu belirtmiştir. Demir ve Gülser (2019), toprağa uygulanan çeltik kavuzu kompostunun serada yetiştirilen domates verimini ve bitki yapraklarında makro besin element içeriklerini artırdığını, yaprakların N, Ca ve Mg içeriklerinin yeterli, P ve K düzeylerinin ise artışa rağmen noksan düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da kompost uygulama dozu ile verim arasında istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) düzeyde pozitif bir ilişki belirlenmiştir ($r = 0.361^*$).



Şekil 4. Artan dozlarda uygulanan kompostun fındık verimi üzerindeki etkisi

Sonuç

Kompost uygulama dozu ile yaprakların makro besin element içerikleri N hariç genelde kontrol uygulamasına göre azalmıştır. Fındık veriminde en yüksek artış 1.0 ton/da kompost uygulamasında sağlanırken, bu dozda yaprakların N, Ca, Mg içerikleri hariç genelde P ve K içerikleri diğer kompost uygulama dozlarıyla kıyaslandığında azalmıştır. Yaprak örneklerinin makro besin elementi içerikleri bu azalmalara rağmen referans değerlerle kıyaslandığında N, K, Ca değerleri genelde yeterli düzeyde ancak P ve Mg değerlerinin ise yetersiz düzeyde olduğu bulunmuştur. Yaprak örneklerinin hasat dönemine yakın temmuz ayında alınmış olması sebebiyle, yapraklardaki besin elementlerinin meyveye taşınması ve verimdeki artışa bağlı olarak seyreltme etkisi ile yaprakların makro besin elementi içerikleri azalmış olabilir. Organik madde ve besin kaynağı olan hasat ve budama atıklarının kompostlanıp toprağa karıştırılması, hem toprak yapısını iyileştirmiş hem de topraktaki mineralizasyonu sonucunda toprak kalitesini artırarak fındık veriminde artış sağlamıştır. Benzer özellikteki fındık bahçelerinde, verim artışına destek olması açısından gübreleme ve diğer kültürel faaliyetlerin yanı sıra, toprak kalitesini iyileştirmek ve bitki besleme açısından fındık hasat artıklarından elde edilecek kompostun 1.0 ton/da dozunda uygulanması üreticilere tavsiye edilebilir. Fındık bahçelerinde hasat sonrası yörede atıl durumda kalan, hastalık ve zararlılar için ortam oluşturabilecek önemli organik madde kaynağı halindeki zuruf ve budama atıklarının, değerlendirilip kompostlanması ve toprağa uygulanarak geri dönüşümlerinin sağlanması atık yönetimi açısından da akılcı bir çözüm olarak gözükmektedir. Üreticinin kendi işletme atığını değerlendirmesi, girdi maliyetini düşürmesinin yanı sıra çevresel kirliliğin önüne geçilmesine de yardımcı olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde yürütülmekte olan doktora tez çalışmasından üretilmiştir ve aynı zamanda Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından "TAGEM/TSKAD/A/21/A9/P1/5512" proje numarasıyla desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adiloglu A, Adiloglu S. 2005. An investigation on nutritional problems of hazelnut grown on acid soils. *Communications in soil science and plant analysis*, 36(15-16), pp.2219-2226.
- Anderson JPE. 1982. Soil respiration. in: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), *Methods of Soil Analysis, part 2-Chemical and Microbiological Properties*, Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. 831-871.
- Anonim, 2023. Fındık Raporu 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Kasım,2023, Ankara.
- Ay A, Kızılkaya R. 2022. Ordu ve Giresun illerindeki bazı fındık bahçesi topraklarının bitki besin elementi kapsamı. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10(2), pp.186-192.
- Barton CJ, 1948. Photometric analysis. Part 2. *Inc. And. Eng. Chem. Anal. Ed.* 20: 1068-1073.
- Bayraklı B, Gülser C, Özyazıcı G, Özyazıcı MA, Kesim E. 2023. The effect of hazelnut husk applications on some properties of hazelnut orchard soil and hazelnut yield. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2023, 60 (3):437-449.
- Beyhan N, Demir T, Sürücü A. 1998. Farklı azot dozlarının Palaz fındık çeşidinde verim, meyve kalitesi ve beslenme üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 13 (1) 1-13.
- Bouyoucos GD. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Bremner SM. 1982. Total nitrogen. In: *Methods of Soil Analysis Part II*, Page, A.L. (ed), 595-624. Madison, WI: ASA-SSSA.
- Canali S, Nardi P, Neri U, Gentili A. 2005. Leaf Analysis As A Tool For Evaluating Nutritional Status of Hazelnut Orchards In Central Italy. *ISHS Acta Horticulturae* 686.
- Çağlar KÖ. 1949. *Toprak Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:10. Ankara.
- Demir Z, Gülser C. 2021. Effects of rice husk compost on some soil properties, water use efficiency and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yield under greenhouse and field conditions. *Communications in soil science and plant analysis*, 52(9), pp.1051-1068.
- Demir Z, Gülser C. 2015. Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4(3), pp.185-190.
- Demir Z, Gülser C. 2019. Effects of Rice Husk Compost Application on Macro Element Nutrition and Yield of Tomato in Organic Growth. 10th International Soil Congress, "Successful Transformation toward Land Degredation Neutrality: Future Perspective" 17-19 June 2019 p. 489-494, Ankara.
- Demirtaş EI, Arı N, Özkan CF, Asri FÖ. 2016. Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri. *Derim*, 33(1), pp.144-158.
- Durmuş M, Kızılkaya R. 2022. The effect of tomato waste compost on yield of tomato and some biological properties of soil. *Agronomy*, 12(6), p.1253.
- Gülser C, Kızılkaya R, Aşkın T, Ekberli I. 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science & Utilization*, 23 (3): 135-141.
- Gülser C, Minkina T, Sushkova S, Kızılkaya R. 2017. Changes of soil hydraulic properties during the decomposition of organic waste in a coarse textured soil. *Journal of Geochemical Exploration*, 174, pp.66-69.
- Hagreaves JC, Adl MS, Warmon TR. 2009. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. *Compost science and Utilization*. 17(2):85-94.
- Jackson ML. 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall. Inc.Eng. Cliff, USA.
- Jones JB, Jr Wolf B, Mills HA. 1991. *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interperation guide*. Micro-Macro Publishing, Athens, GA.
- Karaca E. 2016. Fındık Zurufu Kompostunun Toprakların ve Fındık Bitkisi Yapraklarının Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Ordu.
- Özenç N. 2004. Fındık Zurufu ve Diğer Organik Materyallerin Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

- Öztürk Y, Tarakçıoğlu C. 2016. Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinde yaprakların besin maddesi içeriklerinin mevsimsel değişimi. Akademik Ziraat Dergisi 5(2):87-96.
- Rakıcıoğlu S, Kızılkaya R, 2021. Çay fabrikasyon atığının windrow yöntemine göre kompostlanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 9(2), pp.62-68.
- Rahman MM, Maqbool N, Ay A, Gülser C, Kızılkaya R. 2024. Role of Hazelnut Husk Compost and Phosphate Solubilizing Bacteria in Improving Productivity and Quality Parameters of Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Their Effects on Some Soil Biological Properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, pp.1-17.
- Richards LA. 1954. Diagnosis And Improvement Of Saline And Alkali Soils. U.S.Dept. Agr. Handbook 60; 105-106.
- Stebbins RL. 1969. The concept of plant analysis and how to take a leaf sample. OSU.Fr. 118.USA.
- Tarakçıoğlu C, Yalçın SR, Bayrak A, Küçük M, Karabacak H. 2003. Ordu Yöresinde Yetiştirilen Fındık Bitkisinin (*Corylus avellana* L.) Beslenme Durumunun Toprak ve Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 2003, 9 (1) 13-22.
- TMO, 2017. 2016 Yılı Fındık Sektör Raporu. 31 s.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metodlar: TC. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, Ankara.



Karlılık endeks değerleri dikkate alınarak tarımsal arazi uygunluk sınıflarının değerlendirilmesinde ekonomik ve ekolojik yaklaşım

İD Güneren ÇİÇEK İD Fikret SAYGIN*

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

Öz

Tarımsal arazi kullanım planlamaları hazırlanırken, arazi kullanım türlerinin sadece ekolojik istekleri değil aynı zamanda ekonomik anlamda karlılıklarının değerlendirilmeye alınması, oluşturulan planlamaların uygulanabilirliğinin test edilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışma ile Samsun ili Vezirköprü ilçe sınırlarında toplam 11086 ha'lık arazide, tarımsal arazi uygunluk sınıfları belirlenmiş olan kullanım türlerinin ekonomik göstergeler dikkate alınarak karlılık endeksleri hesaplanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistem teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanıldığı çalışmada seçilen bitki türlerine ait dağılım haritaları oluşturulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, basınçlı sulama sistemlerinin etkin bir şekilde kullanıldığı alanda, ekonomik yönden yetiştiriciliği yapılabilecek ürünler tarla bitkisi olarak şekerpancarı, bahçe bitkisi olarak domates, meyve kullanım türü olarak ise ceviz bitkisi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal arazi uygunluk sınıfı, net gelir, ekonomik analiz, CBS.

Economic and ecological approach in evaluating agricultural land suitability classes considering profitability index values

Abstract

When preparing agricultural land use plans, it is important to evaluate not only the ecological requirements of land use types but also their economic profitability in order to test the applicability of the plans. With this study, the profitability indices of the usage types for which agricultural land suitability classes were determined were calculated and distribution areas were created, taking into account the economic indicators, on a total of 11086 ha of land within the borders of Vezirköprü district of Samsun province. In the study where Geographic Information System technologies were used effectively, distribution maps of selected plant species were created. According to the results of the study, the products that can be grown economically in the area where pressurized irrigation systems are used effectively are sugar beet as a field crop, tomato as a garden plant, and walnut as a fruit use type.

Keywords: Agricultural land suitability class, net income, economic analysis, GIS.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Yeryüzü var olduğu andan itibaren toprakla ilişkisi başlayan insanoğlu, toprak sayesinde hayatta kalmış ve yaşamı için gerekli besin maddelerini topraktan elde etmiştir. Bununla birlikte, beslenme ve barınma amaçlı toprağı kullanmaya ve yönetmeye başlamış, nüfus artışına bağlı olarak gereksinimler doğrultusunda tarımsal üretimi arttırmanın gayesi içerisinde olmuştur.

Değişen iklim koşulları, su kaynaklarının azalması ve hızla artan nüfus küresel düzeyde problem oluşturarak potansiyel tarım alanları üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır (Dedeoğlu ve ark., 2020). İhtiyaçların sürekli olarak arttığı ve çeşitlendiği çağımızda, doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşması nedeniyle, kaynakların etkin ve doğru kullanımı, kalkınmanın sağlanması açısından önem arz etmektedir (Akbulak, 2010; Aytıp ve Şenol, 2022a).

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (454) 215 1551
E-posta : fsaygin@sivas.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 2 Mayıs 2024
Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2024
e-ISSN : 2146-8141
DOI : 10.33409/tbbbd.1477325

Kaynakların doğru ve etkin kullanımının sağlanması için çevre ekolojisini dikkate alan optimum arazi kullanımlarının hassas düzeyde belirlenmesi gerekmektedir (Zengin, 2007). Tarımsal arazi uygunluk analizi, belirli insan ihtiyaçları, tercihler ve tahminlere göre gelecekte üretim yapılacak veya kullanıma açılacak araziler için en uygun mekanı tanımlamaktır (FAO, 1977).

Arazi uygunluk analizi, tarım, plantasyon, yerleşim, sanayi, su havzası yönetimi vb. gibi belirli kullanım alanları için uygunluk seviyelerinin belirlenmesinin yapıldığı bir yönetim şeklidir. Fiziksel ve ekonomik faktörlere dayalı olarak toprak, nem, yağış vb. arazi uygunluk sınıfları için bir karar verme şeklidir (Liu ve ark., 2018). Arazi uygunluk analizlerinin ön koşulu, mevcut arazi kaynaklarının optimum kullanımının sağlanmasıdır (Dengiz ve Özyazıcı, 2018). Arazi uygunluk analizleri, farklı birçok kriterin değerlendirmeye alındığı karmaşık bir süreci ifade etmektedir (Lier 1998; Matthews ve ark., 1999; Weerakoon 2002; Bagheri ve ark., 2012). Uygunluk analizindeki temel amaç, arazi parçasının mevcut kapasitesinin tahmininin ilaveten uzun periyotlar boyunca belirli arazi kullanımlarının desteklenmesini esas alan multidisipliner bir yaklaşım olması (Herrmann ve Osinski 1999; De la Rosa ve ark., 2000; Prakash, 2003; Groot, 2006; Feizizadeh ve Blaschke 2012) ile ekonomik ve sosyal koşulları dikkate alan dinamik bir süreç olmasıdır (Zander ve Kachele, 1999; Herrmann ve Osinski, 1999). Sürdürülebilir tarımın temel ilkeleri, teknolojik gelişmeler ve iklim değişikliği senaryoları dikkate alınarak daha bilinçli, daha eğitilmiş, daha akılcı bir üretim modeli benimsemektedir. Bununla birlikte geniş katılımlı olarak arazi kullanım planlamalarının hazırlanması, arazilerin amaçlarına uygun olarak değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Herhangi bir arazinin tarımsal açıdan uygunluk analizi, pek çok kullanım türü açısından üretkenlik kapasitesinin tahmin edilmesi işlemi olup, çeşitli kullanım türlerine göre, arazinin sahip olduğu yeteneklerinin kıyaslanmasından ibarettir (Beek, 1978; Dent ve ark., 1981; Özcan, 1991). Yapılacak olan uygunluk analizinde topraklara ait fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenebilmesinin yanı sıra sosyo-ekonomik ve çevresel etki değerleri de dikkate alınmalıdır (FAO, 1976). Ayrıca, tarımsal uygunluk analizi çalışmalarında, arazi kullanım türlerinin karlılıklarının da hesaplanması önemlidir (Aytıp ve Şenol, 2022b).

Günümüz çağında pek çok Dünya ülkesi, bilimsel yöntemleri dikkate alarak, arazi değerlendirme, arazi kullanım ve tarımsal üretim politikaları üretmektedir (Dengiz ve ark., 2009; 2010; Dengiz ve Sarıoğlu, 2013; Özşahin, 2016). Tarımsal açıdan verimlilik özellikleri ve kalite göstergelerinin tanımlanması sürdürülebilir agroekosistemlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır (Dengiz ve Özcan, 2006; Dindaroğlu ve Canbolat, 2011).

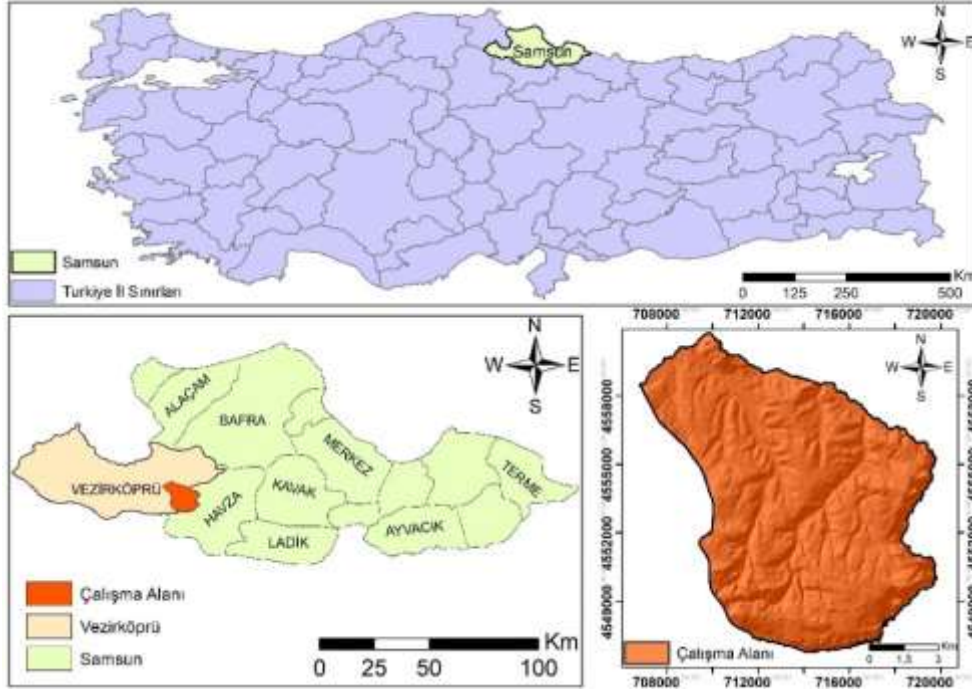
Son yıllarda coğrafi bilgi sistemleri ile entegre ve uyumlu arazi değerlendirme yöntemleri, ülkemizde bulunan mevcut arazilerin kullanım planlamalarının oluşturulmasındaki katkıları giderek önem kazanmaktadır (Dedeoğlu ve ark., 2020). Arazilerin değerlendirme süreci, farklı kullanım türlerinin üretkenlik kapasitelerinin belirlenmesi açısından önemli bir aşamadır (FAO, 1976). Toprak ve arazi kaynakları hakkında hızlı, doğru, yeterli bilgi ve verilerin, günümüz teknolojilerinden yararlanılarak akılcı analizlerinin ve değerlendirmelerinin yapılabilmesinde arazi değerlendirmesi ve arazi kullanım planlamalarının yapılması gereklidir (FAO, 1993).

Bu çalışmanın amacı, tarımsal arazi uygunluk sınıfları oluşturulmuş Vezirköprü İlçe sınırlarında yer alan çalışma alanı için, bölgede yetiştiriciliği yapılan ürünlerin maliyet çizelgeleri dikkate alınarak ekonomik uygunluklarının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanının genel özellikleri

Toplam 11086 ha büyüklüğünde olan çalışma alanı, 706790.24 – 719830.42 Doğu boylamları ile 4660758.63 – 4546788.18 Kuzey enlemleri (WGS-84, UTM-m, 36T Zone) arasında yer almaktadır (Saygın ve Dengiz, 2023; Saygın ve ark., 2023) (Şekil 1). Rakımı 240-750 m (Saygın ve ark., 2024) arasında değişen alanda bulunan toprakların Newhall simülasyon modeli (Van Wambeke, 2000) yardımıyla, toprak sıcaklık rejimleri Mesic, nem rejimleri ise Typic Xeric olduğu belirtilmiştir (Turan ve ark., 2018).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

Karasal iklim özellikleri ile sahil kesimine özgü nemli ılıman iklim arasında geçiş kuşağı özelliğini gösteren Vezirköprü ilçesinde, kıyı kesimine göre kış ayları daha soğuk, yaz ayları ise sıcaktır. Yıllık ortalama yağış 527.0 mm, ortalama sıcaklık değerleri ise 12.5 °C 'dir (Uğurlu, 2021).

TRİPLESAT arşiv uydu görüntüsü kullanılarak kontrollü sınıflandırma sistemi olan Maximum Likelihood yöntemine Arazi Kullanım Türleri (AKT) sırasıyla 8108 ha kısım ile tarım alanları, 1311 ha ile orman, 1117 ha ile mera ve 550 ha ile tarım dışı alanlar olduğu belirlenmiştir (İç ve ark., 2023; Saygın ve ark., 2024). Çalışma alanı içerisinde 16 profil ve 58 adet haritalama birimi olmak koşuluyla detaylı toprak etüd ve haritalaması yapılmış (Saygın ve Dengiz, 2023), 38 farklı arazi kullanım türü dikkate alınarak İLSEN arazi değerlendirme yöntemi kullanılarak tarımsal arazi kullanım uygunlukları belirlenmiştir (İç ve ark., 2023; Saygın ve ark., 2024).

Yöntem

Çalışma alanı içerisinde 20 adet farklı kullanım türünde tarımsal arazi uygunluklarına yönelik alansal ve oransal miktarları belirlenmiş ve dağılım haritaları oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışma ile tarımsal arazi uygunlukları belirlenmiş olan kullanım türlerinin (İç ve ark., 2023), Vezirköprü ilçe tarım müdürlüğünden alınmış olan maliyet çizelgeleri dikkate alınarak karlılık endeksleri hesaplanmış ve yeni hesaplamaya göre dağılım haritaları üretilmiştir. Bu amaçla hali hazırda 2022 yılına ait ürün maliyet çizelgesinde (Çizelge 1) belirtilmiş olan ürünler ve rakamlar dikkate alınmıştır (Anonim, 2024).

Karlılık Endeks Değerlerinin Belirlenmesi

Mevcut çalışmada değerlendirmeye alınan AKT'lerin birim alana sağlayacağı kazançları değişkenlik göstermektedir. Belirlenen AKT'lerin oluşturacağı gelir ve gider oranlarının hesaplanması için İLSEN Arazi Değerlendirme paket programında (Şenol ve Tekeş, 1995) bulunan Karlılık Endeksi eşitliklerinde yararlanılmıştır (Eşitlik 1, 2).

$$KAR_{AKTn} = \sum GELİR_{AKTn} - \sum GİDER_{AKTn} \quad (1)$$

$$KE_{AKTn} = KAR_{AKTn} / KAR_{max} \quad (2)$$

Karlılık endeks değerleri hesaplanan AKT'lerin temel gelir ve gider değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. AKT'lere ait veriler Vezirköprü Tarım İlçe Müdürlüğünden alınmıştır. İLSEN Arazi Değerlendirme metodu, araştırmacıların verilerin bir kısmının sağlıklı olduğunu düşündüğü durumlarda, karlılık endeks değerlerinde düzeltme yapılmasını önermektedir (Şenol ve Tekeş, 1995). Bu çalışmada da AKT'lerin karlılık endeks değerlerinde düzeltmeler yapılmıştır. En yüksek karlılık endeks değeri 1.00 olarak alınmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada değerlendirilmeye alınan Arazi Kullanım Türleri (AKT)

Sulu Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (S.T.A.K.T)			
1	Buğday	4	Yonca
2	Mısır	5	Şekerpancarı
3	Ayçiçeği	6	Tütün
Sulu Bahçe Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (S.B.A.K.T)			
7	Patates	10	Fasulye
8	Domates	11	Kavun, Karpuz
9	Hıyar		
Meyve Arazi Kullanım Türleri (M.A.K.T)			
12	Elma	14	Bağ
13	Ceviz		
Kuru Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (K.T.A.K.T)			
15	Buğday	17	Ayçiçeği
16	Fiğ	18	Nohut
Tarım Dışı Arazi Kullanım Türleri (T.D.A.K.T)			
19	Orman	20	Çayır-Mera

Çizelge 2. Vezirköprü İlçesinin 2022 yılı yetiştirilen ürünlere yönelik gelir ortalamaları

Ürün Adı	Net Gelir (TL/da)
Ayçiçeği (Yağlık) [Kuru] [1.Ekiliş]	819,50
Ayçiçeği (Yağlık) [Sulu] [1.Ekiliş]	1.635,71
Buğday (Diğer) [Taban]	1.812,64
Buğday (Diğer) [Kıraç]	1.192,25
Fiğ (Adi) (Dane)	171,17
Fiğ (Adi) (Kuru Ot)	-83,18
Kenevir (Tohum)	4.708,14
Mısır Silajlık [1.Ekiliş]	1.671,65
Nohut [Kuru]	282,56
Patates (Diğer) [1.Ekiliş]	11.605,25
Şeker Pancarı	5.054,31
Tütün	2.967,51
Yonca (Kuru Ot)	596,61
Domates (Sofralık) [Açıkta]	15.950,16
Fasulye (Taze) [Açıkta]	8.246,40
Hıyar (Sofralık) [Açıkta]	13.575,12
Karpuz [Açıkta]	1.475,66
Kavun [Açıkta]	6.584,00
Ceviz [Açıkta]	10.537,03
Elma (Diğer) [Açıkta]	7.736,06
Üzüm (Sofralık) (Çekirdekli) [Açıkta]	2.606,57

Bulgular ve Tartışma

Arazi Kullanım Türlerinin Karlılık Endekslerinin Belirlenmesi

Çalışma alanında ekolojik olarak yetiştiriciliği yapılabilecek AKT'lere ait düzeltilmiş karlılık endeks değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir. En yüksek karlılık endeks değerine sahip AKT Domates (1.00) olurken, en düşüğü fiğ (0.51) olmuştur. Bu çalışmaya benzer bir şekilde, [Sarısamur \(2010\)](#) ve [Aytop ve Şenol \(2022a\)](#)'da yaptıkları çalışmalarda bahçe bitkilerinin karlılık endeks değerlerinin diğer AKT'lere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Sulu Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri

Alan içerisinde yetiştirilen ve yetiştirilmesi mümkün olan kullanım türlerine göre tarımsal arazi uygunluk sınıfları oluşturulmuştur. Sulu koşullarda yetiştiriciliği yapılan buğday bitkisinin alan içerisinde S1 düzeyinde uygunluğu 6234,32 ha, Ayçiçeği bitkisinin 5227,28 ha olarak belirtilmiştir ([İç ve ark., 2023](#); [Saygın ve ark., 2024](#)). Alanda karlılık endeks değerleri dikkate alınarak yapılan ekonomik analizler neticesinde alanın sulu koşullarda buğday bitkisinin yetiştirilmesi S1 (çok uygun) ve S2 (orta uygun) düzeyinde ekonomik olmadığı, S3 (az uygun) sınıf içerisinde ise 8721,32 ha'lık bir alanda yetiştirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Mısır bitkisinin S1 (çok uygun) ve S2 (orta uygun) düzeyinde ekonomik

olmadığı, S3 (az uygun) düzeyinde 3209,73 ha'lık bir alanda yetiştirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Bunun yanında ayçiçeği bitkisi yetiştiriciliği 3877,31 ha'lık alanda ekonomik açıdan S3 (az uygun) olduğu belirlenmiştir. Ekonomik analiz sonucu uygunlukları belirlenen sulu tarla bitkilerinin alan içerisindeki alansal ve oransal dağılımları Çizelge 4, dağılım haritaları ise Şekil 2'de verilmiştir. Dağılım haritalarına göre buğday bitkisi alanın doğusunda ve güneybatı kısmında yer alan ormanlık alanlar hariç çok büyük bir bölümünde S3 düzeyinde uygun olduğu, mısır bitkisi alanın kuzeybatısı ve güneyi ve orta kısımdan güneye doğru yayılım gösteren alanlarda S3 düzeyinde uygun olduğu görülmüştür. Ayçiçeği bitkisinin uygunluk dağılımı mısır bitkisi ile büyük ölçüde benzerlik gösterirken alanın güney kısımlarında S3 düzeyinde çok daha geniş uygunluk alanlarına sahiptir. Yonca bitkisi alanın güneyinde yer alan yüksek kesimler ile orta bölümden kuzeye kadar olan kısmın büyük bir bölümünde S3 düzeyinde uygunluk göstermiştir. Şekerpancarı bitkisi alanın orta bölümden kuzeybatıya kadar olan alanın ve güneyinde yer alan arazilerin de büyük bir bölümünde S2 düzeyinde uygunluk göstermiştir. Tütün bitkisi ise çalışma alanının orta bölümden kuzeybatıya doğru uzanan araziler ile alanın güneyinde yer alan arazilerin büyük bir bölümünde S3 düzeyinde uygunluk göstermiştir.

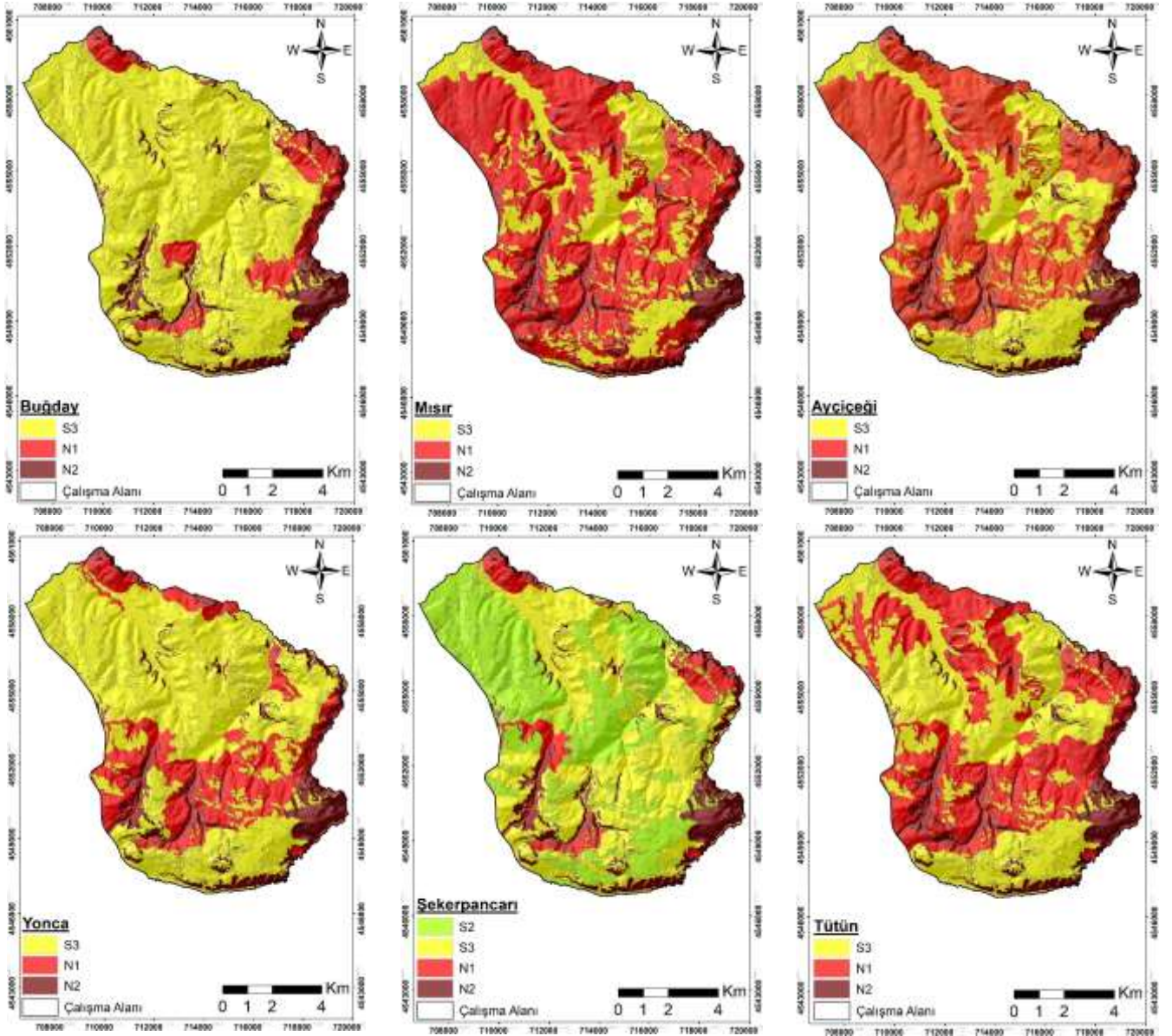
Çizelge 3. Arazi Kullanım Türleri (AKT)'ne göre karlılık endeks değerleri

Sulu Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (S.T.A.K.T)	
Ürün	Karlılık Endeksi
Buğday	0.61
Mısır	0.60
Ayçiçeği	0.60
Yonca	0.54
Şekerpancarı	0.82
Tütün	0.69
Sulu Bahçe Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (S.B.A.K.T)	
Ürün	Karlılık Endeksi
Patates	0.88
Domates	1.00
Hıyar	0.95
Fasulye	0.90
Kavun, Karpuz	0.75
Meyve Arazi Kullanım Türleri (M.A.K.T)	
Ürün	Karlılık Endeksi
Elma	0.90
Ceviz	0.94
Bağ	0.66
Kuru Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri (K.T.A.K.T)	
Ürün	Karlılık Endeksi
Buğday	0.57
Fiğ	0.51
Ayçiçeği	0.55
Nohut	0.52
Tarım Dışı Arazi Kullanım Türleri (T.D.A.K.T)	
Ürün	Karlılık Endeksi
Orman	0.58
Çayır, Mera	0.60

Çizelge 4. Karlılık endekslerine göre sulu tarla bitkilerinin alansal ve oransal dağılımları

Ürün	Uygunluk sınıfı									
	S1		S2		S3		N1		N2	
	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %
Buğday	-	-	-	-	8721.32	78.67	1076.38	9.71	1288.98	11.63
Mısır	-	-	-	-	3209.73	28.95	6587.98	59.42	1288.98	11.63
Ayçiçeği	-	-	-	-	3877.31	34.97	5920.39	53.40	1288.98	11.63
Yonca	-	-	-	-	7220.35	65.13	2577.35	23.25	1288.98	11.63
Şekerpancarı	-	-	4369.47	39.41	4594.03	41.44	834.20	7.52	1288.98	11.63
Tütün	-	-	-	-	5168.03	46.61	4629.67	41.76	1288.98	11.63

S1: Çok uygun, S2: Orta uygun, S3: Az uygun, N1: Geçici uygun değil, N2: devamlı uygun değil.



Şekil 2. Buğday, Mısır, Ayçiçeği, Yonca, Şekerpancarı ve Tütün bitkisinin ekonomik indeks değerlerine yönelik dağılım haritaları

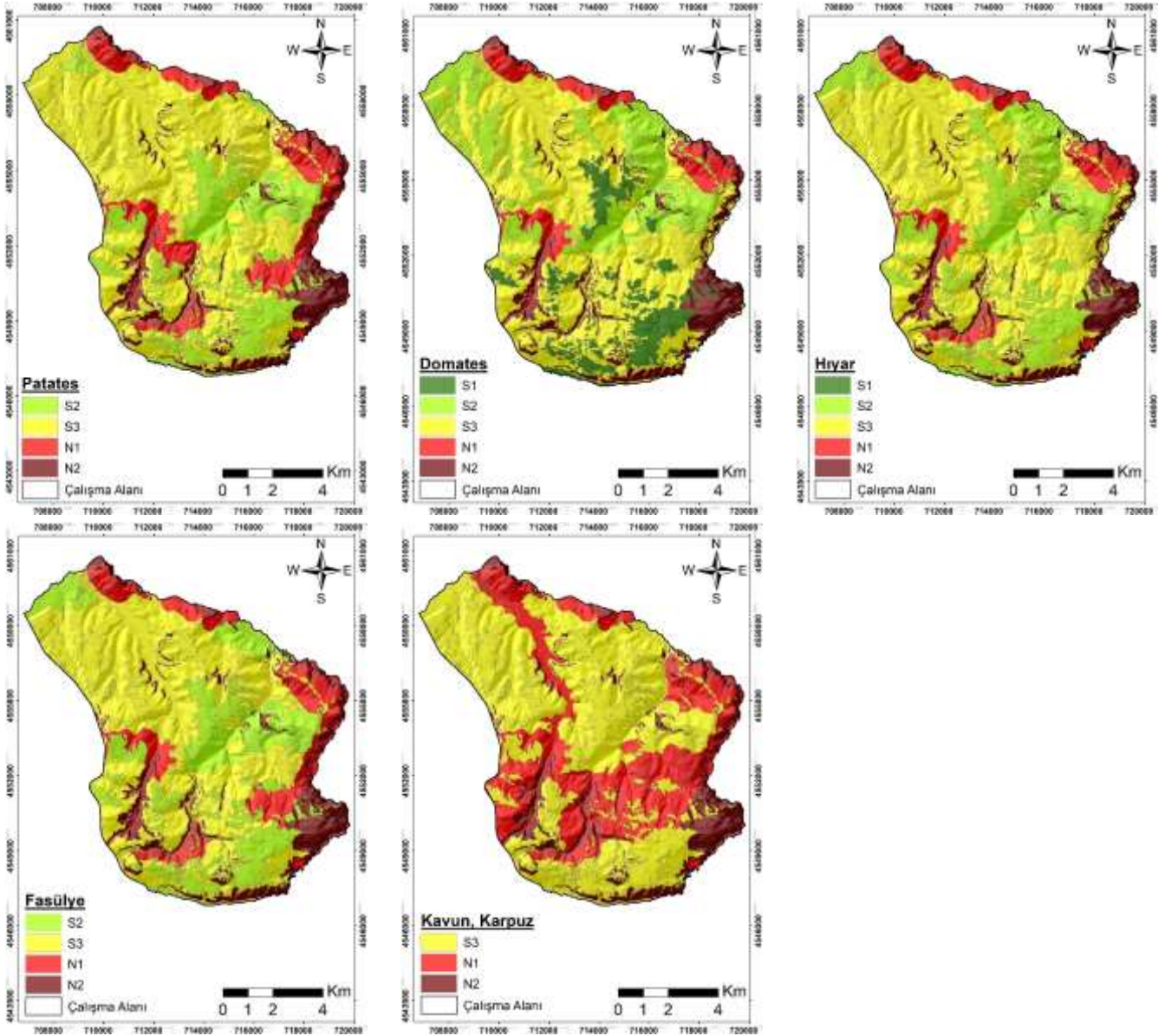
Sulu Bahçe Bitkileri Arazi Kullanım Türleri

Sulu bahçe bitkileri içerisinde tarımsal arazi uygunluk sınıfları dikkate alınarak ekonomik göstergeler yardımıyla yetiştirilmesi en uygun olan bitki türü domatestir. Domates toplam alanın % 10.97'si için ekonomik açıdan S1 düzeyinde çok uygun, %20.73'lük alan için S2 (orta uygun), %49.14'lük alan için ise S3 (az uygun) olarak belirlenmiştir. Domatesin ardından yetiştirilmesi ekonomik yönden en faydalı bitki türü hıyardır. Toplam 3.73 ha alan S1 düzeyinde çok uygun iken, 2846.83 ha S2, 5948.20 ha'lık alan ise S3 düzeyinde az uygun olarak belirlenmiştir. Ekonomik analiz sonucu uygunlukları belirlenen sulu bahçe bitkilerinin alan içerisindeki alansal ve oransal dağılımları Çizelge 5, dağılım haritaları ise Şekil 3'te verilmiştir. Dağılım haritalarına göre patates bitkisi alanın güneyi ve ortasında yer alan arazilerin bir kısmında S2 düzeyinde, alanın orta bölgesinden kuzeybatıya doğru uzanan arazilerin hemen hemen tamamında S3 düzeyinde uygun olduğu görülmüştür. Domates bitkisi alanın güney ve orta bölgesinde yer alan arazilerin bir kısmında S1 (çok uygun) düzeyinde çok uygun olduğu görülmüştür. Hıyar ve fasulye bitkisinin dağılım alanları benzerlik gösterirken alanın güneyinde ve orta bölümünde yer alan arazilerin büyük bir kısmında S2 (orta uygun) düzeyinde uygunluk göstermiştir. Kavun ve karpuz bitkisi alanın güneyi ve orta bölümünden kuzeybatıya kadar uzanan alanın büyük bir kısmında S3 (az uygun) düzeyinde yayılım göstermiştir.

Çizelge 5. Karlılık endekslerine göre sulu bahçe bitkilerinin alansal ve oransal dağılımları

Ürün	Uygunluk sınıfı									
	S1		S2		S3		N1		N2	
	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %
Patates	-	-	2163.26	19.51	6153.76	55.51	1480.68	4.35	1288.98	11.63
Domates	1216.66	10.97	2298.18	20.73	5447.59	49.14	835.28	7.53	1288.98	11.63
Hıyar	3.73	0.03	2846.83	25.68	5948.20	53.48	998.95	9.99	1288.98	11.63
Fasulye	-	-	2542.95	22.94	5890.46	53.13	1364.29	12.31	1288.98	11.63
Kavun, Karpuz	-	-	-	-	6489.78	85.54	3307.93	29.84	1288.98	11.63

S1: Çok uygun, S2: Orta uygun, S3: Az uygun, N1: Geçici uygun değil, N2: devamlı uygun değil.



Şekil 3. Patates, Domates, Hıyar, Fasulye, Kavun ve karpuz bitkisinin ekonomik indeks değerlerine yönelik dağılım haritaları

Meyve Arazi Kullanım Türleri

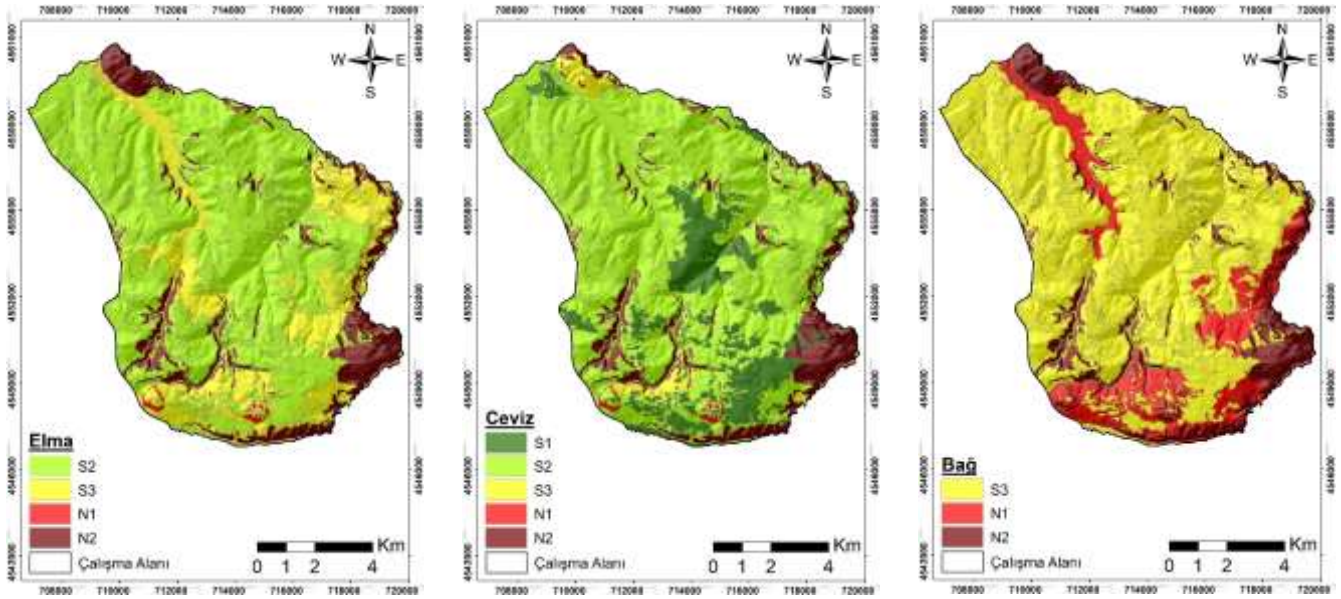
Meyve arazi kullanım türleri içerisinde tarımsal arazi uygunluk sınıfları dikkate alınarak ekonomik göstergeler yardımıyla yetiştirilmesi en uygun olan bitki türü cevizdir. Ceviz toplam alanın % 14.45'si için ekonomik açıdan S1 düzeyinde çok uygun, % 71.02'lik alan için S2 (orta uygun), % 2.9'luk alan için ise S3 (az uygun) olarak belirlenmiştir. Cevizin ardından yetiştirilmesi ekonomik yönden en faydalı meyve türü elmadır. Toplam 7215.95 ha alan S2 düzeyinde orta uygun iken, 2423.11 ha alan ise S3 düzeyinde az uygun

olarak belirlenmiştir. Ekonomik analiz sonucu uygunlukları belirlenen meyve arazi kullanım türlerinin alansal ve oransal dağılımları Çizelge 6, dağılım haritaları ise Şekil 4'te verilmiştir. Dağılım haritalarına göre meyve kullanım türlerinden elma bitkisi çalışma alanının en kuzeyi ve güney doğusunda yer alan ormanlık alanlar hariç çok büyük bir bölümünde S2 (orta uygun) düzeyinde uygunluk göstermiştir. Karlılık endeks hesaplamaları neticesinde ceviz bitkisi en uygun bitki türü olarak belirlenmiş olup alanın güneyi ve orta bölümünde yer alan kısımlarında S1 (çok uygun) düzeyinde ve alanının en kuzeyi ile güney doğusunda yer alan ormanlık alanların haricinde S2 (orta uygun) düzeyinde uygunluk göstermiştir. Bağ bitkisi ise en kuzeyi ve güney doğusunda yer alan ormanlık alanlar hariç S3 (az uygun) düzeyde uygunluk göstermiştir.

Çizelge 6. Karlılık endekslerine göre meyve arazi kullanım türlerinin alansal ve oransal dağılımları

Ürün	Uygunluk sınıfı									
	S1		S2		S3		N1		N2	
	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %
Elma	-	-	7215.95	65.09	2423.11	21.86	46.69	0.42	1400.93	12.64
Ceviz	1601.63	14.45	7873.76	71.02	322.32	2.91	46.69	0.42	1242.28	11.21
Bağ	-	-	-	-	7994.65	72.11	1644.41	14.83	1447.62	13.06

S1: Çok uygun, S2: Orta uygun, S3: Az uygun, N1: Geçici uygun değil, N2: devamlı uygun değil.



Şekil 4. Elma, Ceviz ve Bağ bitkisinin ekonomik indeks değerlerine yönelik dağılım haritaları

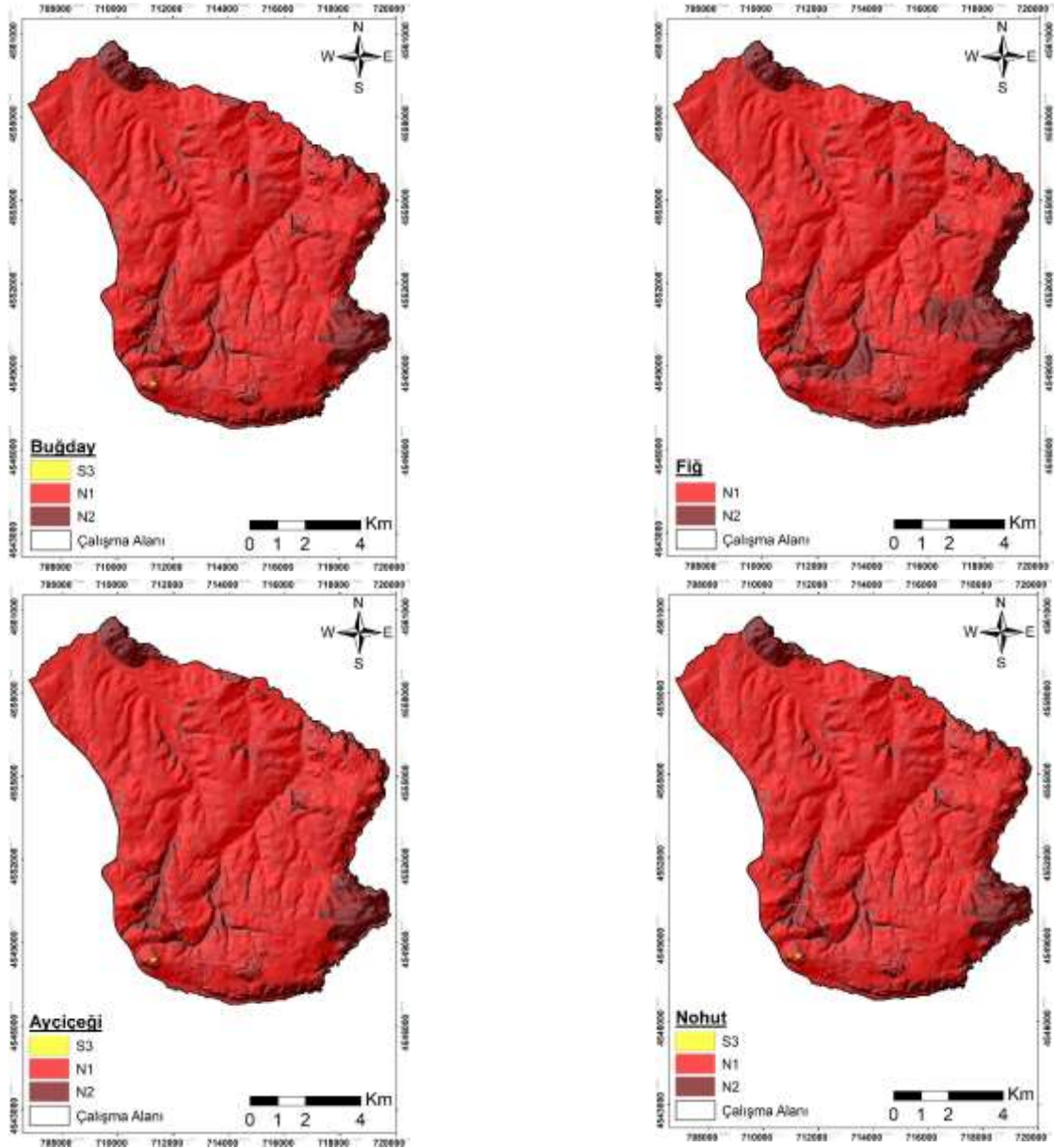
Kuru Tarla Bitkileri Arazi Kullanım Türleri

Kuru tarla bitkileri içerisinde tarımsal arazi uygunluk sınıfları dikkate alınarak ekonomik göstergeler yardımıyla yapılan uygunluk değerlendirmesinde buğday, ayçiçeği ve nohut 3.73 ha alan ile S3 düzeyinde yetiştirilmesi az uygun olarak değerlendirilmiştir. Fiğ bitkisi sulu koşullarda ekonomik getirisi yüksek olan bitki türüdür. Bölge çiftçileri tarafından sulama koşullarının olmadığı alanlarda diğer tarımsal ürünlere oranla çok az tercih edilmesi ile karlılık endeks hesaplaması düşük olan bitki türü arasındadır. Bu nedenle karlılık endeks hesaplamasına göre alan içerisindeki dağılımı da düşük seviyede olmuştur. Ekonomik analiz sonucu uygunlukları belirlenen kuru tarla bitkilerinin alansal ve oransal dağılımları Çizelge 7, dağılım haritaları ise Şekil 5'te verilmiştir. Çalışma alanının büyük bir bölümünde basınçlı sulama sistemlerinin olduğu ve sulu tarım yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Dağılım haritaları dikkate alındığında susuz koşullarda yetiştirilecek olan buğday, fiğ, ayçiçeği ve nohut bitkisine yönelik yapılacak yetiştiricilik ekonomik olmayacağından alınan maliyet çizelgeleri tablosundaki verilere dikkate alındığında karlılık endeksleri düşük çıkmıştır. Bu nedenle çalışma alanı içerisinde yer alan arazilerin kuzey ve güneydoğu kısmındaki orman örtüsü altındakiler hariç büyük bir bölümü yetiştiricilik açısından N1 düzeyinde (geçici uygun değil) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7. Karlılık endekslerine göre kuru tarla bitkilerinin alansal ve oransal dağılımları

Ürün	Uygunluk sınıfı									
	S1		S2		S3		N1		N2	
	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %	Alan, ha	Oran, %
Buğday	-	-	-	-	3.73	0.03	9635.32	86.91	1447.62	13.06
Fiğ	-	-	-	-	-	-	9110.05	82.17	1976.63	17.83
Ayçiçeği	-	-	-	-	3.73	0.03	9635.32	86.91	1447.62	13.06
Nohut	-	-	-	-	3.73	0.03	9635.32	86.91	1447.62	13.06

S1: Çok uygun, S2: Orta uygun, S3: Az uygun, N1: Geçici uygun değil, N2: devamlı uygun değil.



Şekil 5. Buğday, Fiğ, Ayçiçeği ve Nohut bitkisinin kuru koşullar altında ekonomik indeks değerlerine yönelik dağılım haritaları

Sarı ve ark (2010), çalışmalarında, Akdeniz Üniversitesinin Araştırma ve Uygulama sahsında yürütmüş oldukları çalışmada Arazi Yetenek Sınıflaması (AYS) ile Sulu Tarıma Uygunluk Sınıflaması (STUS) dikkate alarak ideal kullanımlarını oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre değerlendirdikleri alanın işlemeli tarıma uygunluklarını I, II. ve III. Sınıf, arazilerin sulu tarıma uygunluklarını ise 1. 2. 3. ve 4. sınıf olarak değerlendirmişlerdir. Tuğaç ve Torunlar (2007), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği ile Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü arazilerinin tarımsal arazi kullanım uygunluğunun % 16,24'ünün (157,20 ha) çok uygun, % 34,30'unun (332,10ha) uygun ve % 30,27'sinin (293,10 ha) az uygun araziler olduğunu tespit etmişler, arazinin % 12,04'ünün (116,60 ha) ise tarımsal

kullanım yönünden uygun olmadıklarını belirlemişlerdir. Sarısamur ve Kılıç (2011) Ankara ili, Bala Tarım İşletmesi arazilerinin potansiyel arazi kullanım planlaması ve tarımsal kullanıma uygunluk sınıflamasını (TKUS) yürüttükleri çalışmada, toprakların % 5.64' lük kısmını seçkin tarım arazileri, % 50.98'ini oldukça iyi tarım arazileri, % 16.38'ini sorunlu tarım arazileri ve %14.28'ini ise tarımda kullanımı sınırlı olan arazilerin ve % 12.72'sini ise tarım dışı arazilerin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen çalışmalar ele alınan arazilerin tarımsal kullanıma uygunluklarını belirlemiş olup, ekonomik açıdan hangi ürünün yetiştirilmesinin net kar oranını yükselteceğini ortaya koymamaktadır. Bir arazi parçası birden fazla arazi kullanım türü açısından uygunluk gösterebilir fakat yetiştirilen ürünün gelir gider hesabının ortaya koyulduğu maliyet çizelgeleri dikkate alındığında yetiştiriciliği yapılacak ürünler sınırlı sayıda olacaktır. Yapılan bu çalışma ile ekonomik analizler dikkate alınarak ele alınan bitki türlerinin uygunlukları belirlenmiştir.

Sonuç

Nüfus artışı ile gerek ülkemizde gerekse Dünyada sürekli daralma eğiliminde olan tarım arazilerinin kullanım ve yönetim stratejilerinin planlı bir şekilde ortaya konmasını gerektirmektedir. Yapılan bu çalışma ile detaylı olarak özelliklerinin ve tarımsal arazi uygunluklarının belirlenmiş olduğu bitki türleri üzerinde, karar verici düzeyinde yer alan çiftçiler için seçilen bitki türlerinin ekonomik karlılıkları dikkate alınarak uygunluk sınıfları ve dağılım alanları belirlenmiştir. Çalışmada dikkate alınan bitkiler, Vezirköprü İlçe sınırları içerisinde yetiştiriciliği yapılan türler arasından seçilmiştir. Seçilen bitki türlerine ait ürün maliyet çizelgeleri Vezirköprü İlçe Tarım ve Orman müdürlüğünden alınmış ve ekonomik gösterge olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada sulu koşullarda yetiştiriciliği yapılan tarla bitkileri içerisinde yetiştiriciliği hem toprak hem de ekonomik yönden en uygun bitki türü S2 (orta uygun) düzeyinde 4369.47 ha alanda yetiştirilmesi önerilen şekerpancarı olmuştur. Bunun yanında sulu koşullarda yetiştiriciliği yapılan bahçe bitkileri içerisinde S1 (çok uygun) düzeyinde 1216.66 ha alanda yetiştirilmesi önerilen domates bitkisi en uygun kullanım türü olmuştur. Meyve arazi kullanım türleri içerisinde hem toprak hem de ekonomik getirisi yüksek olan ceviz bitkisi 1601.63 ha alan için S1 düzeyinde uygun çıkmıştır. Kuru tarım tarla bitkileri için buğday, ayçiçeği ve nohut bitkisi S3 düzeyinde 3.73 ha'lık alan ile az uygun düzeyde önerilmektedir. Yapılan bu çalışma ile TAGEM tarafından "Coğrafi Bilgi Sistem Modellemesi ile Tarımsal Arazi Kullanım Planlaması – Vezirköprü Örneği" isimli proje ile birçok bitki türünün tarımsal kullanıma uygunlukları toprak koşulları bakımından değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile seçilen bitki türlerinin toprak koşulları bakımından uygun şartları taşıya bile çiftçiler tarafından tercih edilebilmesi ekonomik göstergelere bağlıdır. Herhangi bir toprak birden fazla bitki türü için optimum koşulları sağlayabilir. Yetiştiricilik yapacak olan karar vericilerin bu bitki türlerinden en fazla ekonomik getirisi olan ürünü tercih edebileceği düşünüldüğünde, bölgede yapılan üretime katkı sunması amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Akbulak C. 2010. Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7(2), 557-576.
- Anonim, 2024. Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, Vezirköprü ilçesine ait tarla bitkilerinin ürün maliyet çizelgesi.
- Aytop H, Şenol S. 2022a. Farklı Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Mikail Çayı Mikro Havzası Toprakları. Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(1), 85-96. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1014874>
- Aytop H, Şenol S. 2022b. The effect of different land use planning scenarios on the amount of total soil losses in the Mikail Stream Micro-Basin. Environ Monit Assess 194, 321. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09937-2>
- Bagheri M, Sulaiman WNA, Vaghefi N. 2012. Land use suitability analysis using multi criteria decision analysis method for coastal management and planning: a case study of Malaysia. Journal of Environmental Science and Technology 5(5): 364-372
- Beek KJ. 1978. Land evaluation for agricultural development. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI. Publication 23, Wageningen.
- De la Rosa D, Moreno JA, Mayol F, Bonson T. 2000. Assessment of soil erosion vulnerability in Western Europe and potential impact on crop productivity due to loss of soil depth using the ImpelERO model. Agriculture Ecosystems and Environment 81: 179 - 190
- Dedeoğlu M, Özyaytekin H, Başayığit L. 2020. Orta Anadolu Bölgesi aridisol topraklarının özellikleri ve arazi değerlendirmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 35(3), 419-429.

- Dengiz O, Sezer İ, Özdemir N, Göl C, Yakupoğlu T, Öztürk E, Sırat A, Şahin M. 2010. Application of GIS model in physical land evaluation suitability for rice cultivation. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 25(S-3): 184-191.
- Dengiz O, Özcan H. 2006. Samsun-Bafra Ovası topraklarının CBS yardımıyla verimlilik indekslerinin (PI) belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(38): 136-142
- Dengiz O, Özdemir N, Öztürk E, Yakupoğlu T. 2009. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık arazilerinin tarımsal kullanıma uygunluk sınıflarının belirlenmesi, pilot çalışma; Ünye-Tekkiraz beldesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 24(3): 174-183.
- Dengiz O, Özyazıcı MA. 2018. Çeltik tarımına uygun alanların belirlenmesinde çok kriterli arazi değerlendirme. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1), 19-28.
- Dengiz O, Sarıoğlu FE. 2013. Arazi değerlendirme çalışmalarında parametrik bir yaklaşım olan doğrusal kombinasyon tekniği. *Tarım Bilimleri Dergisi/Journal of Agricultural Sciences* 19:2, 101-112
- Dent D, Young A. 1981. *Soil survey and land evaluation*. George Allen and Unwin, Boston.
- Dindaroğlu T, Canbolat MY. 2011. Kuzgun baraj gölü su üretim havzasının toprak kalitesi bakımından değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(2): 145-151
- FAO. 1977. A framework for land evaluation. International Institute for Land Reclamation and Improvement /ILRI. Publication 22. Wageningen, The Netherlands.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation, *Soils Bulletin*: 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 1993. Guidelines for land-use planning. FAO Development Series No. 1. Rome: FAO, 96.
- Feizizadeh B, Blaschke T. 2012. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. *Journal of Environmental Planning and Management* 56(1): 1-23
- Groot R, 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75(3-4): 175-186
- Herrmann S, Osinski E. 1999. Planning sustainable land use in rural areas at different spatial levels using GIS and modelling tools. *Landscape and Urban Planning* 46 (43): 93-101
- İç, S, Saygın F, Birol M, Koç Y, Dengiz O, İmamoğlu A, Demirağ Turan İ. 2023. Coğrafi Bilgi Sistemleri Modellemesi İle Tarımsal Arazi Kullanım Planlamasının Yapılması-Vezirköprü Örneği, TAGEM/TSKAD/B/18/A9/P2/2017, Basılmış Proje Raporu, TAGEM, Ankara
- Lier HNV. 1998. The role of land use planning in sustainable rural systems. *Landscape and Urban Planning* 41(2): 83-91
- Liu Q, Liu Y, Peng J, Zhang T, Li Y. 2018. Linking GRNN and neighborhood selection algorithm to assess land suitability in low-slope hilly areas. *Ecological indicators*, 93, 581-590.
- Matthews KB, Sibbald AR, Craw S. 1999. Implementation of a spatial decision support system for rural land use planning: integrating GIS and environmental models with search and optimisation algorithms. *Computer and Electronics in Agriculture* 23(1): 9-26
- Özcan H. 1991. Çukurova Bölgesi narenciye üretim potansiyelinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Özşahin E. 2016. CBS Kullanılarak Çeltik Tarımı için Arazi Uygunluk Değerlendirmesi: Hayrabolu Deresi Havzası Trakya Yarımadası Örneği. *Journal of Agricultural Sciences*, 22(2), 295-306.
- Prakash TN. 2003. Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. Master Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands.
- Sarı M, Altunbaş S, Sönmez NK. 2010. Aksu Araştırma Ve Uygulama Alanının İdeal Arazi Kullanım Planlaması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 23 (1): 61-69.
- Sarısamur F, Kılıç Ş. 2011. Bala Tarım İşletmesi arazilerinin potansiyel arazi kullanım planlaması ve tarımsal kullanıma uygunluk sınıflaması. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildirileri, Cilt I (22-25 Kasım 2011), pp. 202-209, Ankara.
- Saygın F, Dengiz O. 2023. Detailed soil mapping and classification study for sustainable agricultural land management; Samsun-Vezirköprü example. *Soil Studies*, 12(1), 40-53.
- Saygın F, Aytıp H, Dengiz O. 2024. ILSN Arazi Değerlendirme Yöntemi Kullanılarak Tarımsal Arazi Uygunluk Haritalarının Oluşturulması-Vezirköprü Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(2): 547-565
- Saygın F, Aytıp H, Dengiz O, Koç Y, İmamoğlu A. 2023. Yarı Kurak Ekolojik Koşullara Sahip Toprakların Verimlilik Özelliklerine Yönelik Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi; Samsun-Vezirköprü Örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2), 131-151.

- Şenol S, Tekeş Y. 1995. Arazi değerlendirme ve arazi kullanım planlaması amacıyla geliştirilmiş bir bilgisayar modeli. İlhan Akalan, Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt I. 7: 204-210, Ankara.
- Tuğaç MG, Torunlar H. 2007. Tarım Arazilerinin Tarımsal Kullanım Uygunluklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (3) 157-165
- Turan M, Dengiz O, Turan İD. 2018. Samsun ilinin Newhall modeline göre toprak sıcaklık ve nem rejimlerinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(2), 131-142.
- Uğurlu M. 2021. Endüstriyel kenevir tohum üretiminin ekonomik analizi: Vezirköprü örneği. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(özel sayı), 3507-3518.
- Van Wambeke AR. 2000. The Newhall Simulation Model for Estimating Soil Moisture & Temperature Regimes. Department of Crop and Soil Sciences, U.S. Department of Agriculture, Ithaca, N.Y. Washington, DC.
- Weerakoon KGPK. 2002. Integration of GIS based suitability analysis and multicriteria evaluation for urban land use planning; contribution from the Analytic Hierarchy Process. In: Proceedings of the Third Asian Conference on Remote Sensing, Asian Association on Remote Sensing, Nepal. URL: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/urb>
- Zander P, Kachele H. 1999. Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. Agricultural Systems 59: 311-325
- Zengin M. 2007. Ardahan Kura Nehri ve yakın çevresi alan kullanımlarının belirlenmesi ve optimal alan kullanım önerileri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı (Basılmamış), Erzurum



Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin değerlendirilmesi

Ayhan HORUZ^{1*} **Ümit SERDAR²** **Fagan AGHAYEV³** **Burak AKYÜZ²**

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

³Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Gence

Öz

Fındık üretiminde verim üzerine etki eden faktörlerden biri toprak özellikleridir. Stratejik bir bitki olan fındıkta yetiştiriciliğin sürdürülebilir olması için gübrelemenin toprak analiz sonuçlarına göre yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada Azerbaycan'da yoğun olarak fındık tarımı yapılan Balakən, Zaqatal, Qax, Oğuz-Qəbələ ve Xaçmaz yörelerinde 0-30 cm toprak derinliğinden toplamda 37 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışmada toprakların bazı özellikleri ile besin element kapsamı değerlendirilerek aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre bölge topraklarının büyük bir çoğunluğunun nötr reaksiyonda ve tuzsuz, organik maddece iyi, az kireçli, NO₃-N, yarayırlı P, değişebilir K ve yarayırlı B kapsamı noksan, yarayırlı Zn kapsamı çok az - yeterli arasında olmakla birlikte fazla olan alanların bulunduğu, değişebilir Ca ve Mg kapsamı düşük-orta seviyede, yarayırlı Fe kapsamı yeterli olmakla birlikte bazı alanların noksan veya hidromorfik problemleri olduğu belirlenmiştir. İncelenen örnekler göre toprakların %18.92'si hafif asit ve %62.16'nötr reaksiyonda, %100'ünün düşük EC değerine sahip ve tuzsuz olduğu, %70.28'i kireçsiz ve az kireçli olduğu, %81.08'i orta ve yüksek seviyede OM kapsadığı tespit edilmiştir. Toprakların NO₃-N ve P bakımından %100'ü, K bakımından %75.68'i, Ca bakımından %48.65'i, Mg bakımından %51.36'sı, Zn bakımından %56.76'sı, Fe bakımından %21.62'si noksanlık riski seviyesinde ve B bakımından %83.79'u az ve yetersiz seviyelerinde bulunmuştur. Diğer taraftan Fe kapsamı bakımından %10.81'i hidromorfik riskli, Ca bakımından %2.70, Mg bakımından %13.5 ve Zn bakımından %13.51'i fazla seviyede bulunmuştur. Toprakların bazı özellikleri ile besin element kapsamı arasında incelenen ilişkiler sonucunda pH, OM ve kireç miktarının artmasının toprakların P, K, Ca, Mg ve B kapsamlarında artışa, Fe ve Zn kapsamlarında ise kısmi bir azalmaya neden olabileceği kanaatine varılmıştır. Sonuç olarak, Azerbaycan'da fındık yetiştirilen bahçelerde N, P, K, Mg, Fe, Zn ve B içeren gübrelerin verilmesi tavsiye edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fındık, toprak özellikleri, besin elementleri, sınıflandırma, değerlendirme.

Evaluation of some productivity characteristics of Azerbaijan hazelnut orchard soils

Abstract

One of the factors affecting the yield in hazelnut production is soil properties. In order to sustainable cultivation of hazelnut, which is a strategic plant, fertilization must be done according to the results of soil analysis. In this study, a total of 37 soil samples were taken from 0-30 cm soil depth in Balakən, Zaqatal, Qax, Oguz-Qəbələ, and Xaçmaz provinces, where hazelnut is intensively cultivated in Azerbaijan. In the study, soil properties and their nutrient contents were evaluated, and their relationships each other were determined. According to the results of soil analysis, it was determined that most of the soils of the region were neutral reaction and non-saline, good in organic matter, low in lime, deficient in NO₃-N, available P, exchangeable K, and available B, very low in available Zn content. Still, there were areas with excess, low to medium levels of exchangeable Ca and Mg; sufficient in available Fe, but some areas were deficient or had hydromorphic problems. According to the samples examined, 18.92% of the soils were slightly acid and 62.16% neutral reaction, 100% of the soils had low EC value and non-saline, 70.28% were lime-free and low lime, 81.08% contained medium and high levels of OM. It was found that 100% of the soils were 100% in terms of NO₃-N and P coverage, 75.68% in terms of K coverage, 48.65% in terms of Ca, 51.36% in terms of Mg, 56.76% in terms of Zn, 21.62% in terms of Fe at deficiency risk level and 83.79% in terms of B at low and insufficient levels. On the other hand, 10.81% were found to be at hydromorphic risk level in terms of Fe content, 2.70% in terms of Ca, 13.5% in terms of Mg, and 13.51% in terms of Zn. As

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (362) 312 1919

E-posta : ayhanh@omu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 4 Mayıs 2024

Kabul Tarihi : 8 Haziran 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1477937

a result of the relationships between some soil properties and nutrient contents, it was concluded that the increase in pH, OM, and lime content may cause an increase in P, K, Ca, Mg, and B contents of soils and a partial decrease in Fe and Zn contents. As a result, it was recommended that fertilizers containing N, P, K, Mg, Fe, Zn, and B should be applied in hazelnut orchards in Azerbaijan.

Keywords: Hazelnut, soil feature, nutrient element, classification, evaluation.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Fındık taksonomik olarak *Betulaceae* familyasının *Corylus* cinsine ait olup standart çeşitlerin büyük çoğunluğu *Corylus avellana* L. türünden oluşmuştur (Erdoğan ve Mehlenbacher, 2011). Fındığın coğrafik dağılımı Anadolu ve Kafkaslar bölgesinden Avrupa ve Kuzey Afrika'ya kadar değişmektedir (Bocacci ve ark., 2013; Cristofori ve ark., 2019). Fındık yetiştiriciliği için belirli iklim ve toprak koşullarına ihtiyaç duyulması nedeniyle yetiştiriciliğin belirli ülkelerde yapılabilmesi bu meyve türünü stratejik bir ürün haline getirmiştir.

Dünyada fındık yetiştirilen alanlar yaklaşık 1039147 ha olup, 2022 yılında yıllık 1195732 ton kabuklu fındık üretimi yapılmıştır. Üretim ağırlıklı olarak Türkiye (765000 ton), İtalya (98670 ton), Azerbaycan (72104 ton), Amerika (70310 ton) ve Şili'de (62557 ton) yoğunlaşmıştır (FAOSTAT, 2024). Fındık kalp-damar sağlığı için oldukça faydalı, vücuda güç ve enerji veren sert kabuklu bir meyve türüdür. Bu meyve türü taze olarak tüketilebildiği gibi, işlenmiş ürün sektöründe de kullanılmaktadır. Dünya fındık üretimi, şekerleme sektörünün talebine bağlı olarak 20. yüzyılın başından günümüze kadar artan bir eğilim göstermiştir. Bu nedenle son zamanlarda güney yarım kürede Şili, Güney Afrika ve Avustralya'da da yetiştiriciliğe başlanmıştır.

Günümüzde bir yandan küresel ısınma ve kuraklık, diğer yandan tarımsal ilaç kullanımının artması tarım arazilerinde birim alandan elde edilen verimin azalmasına yol açmıştır. Bu nedenle dengeli gübreleme ile toprakların verim potansiyelinin korunması ve üretkenliğinin artırılması gerekmektedir (Karaman ve ark., 2012; Turan ve Horuz, 2012). Fındık üretiminde verim üzerine etki eden en önemli faktörlerin başında toprak verimliliği gelmektedir. Dengesiz ve/veya yetersiz beslenen bahçelerde verim ve kalite kayıpları söz konusudur (Beyhan ve ark., 1998). Bunun nedeni, toprakta besin maddelerinin yeterli fakat yarayışlı veya yeterliliğin ilgili toprak özelliklerine bağlı olarak düşük olması veya bazı çevre faktörlerinin bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyerek besin maddelerinin yarayışlılığını kısıtlamasıdır (Güneş ve ark., 2000). Sürdürülebilir tarım için fındıkta gübrelemenin toprak analizlerine göre yapılması gerekmektedir. Bu nedenle yetiştiricilik yapılan alanlarda etüt çalışmaları yapılarak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve bu özellikler ile topraktaki besin elementleri arasındaki ilişkiler ortaya konulmalıdır (Çimrin ve Boysan, 2006).

Fındık, Azerbaycan için en önemli sert kabuklu meyve türü olup, özellikle kuzey yörelerinde yüksek ekonomik gelir sağlamaktadır. Azerbaycan'da 2015 yılından itibaren fındık yetiştirilen alanlarda istikrarlı bir artış görülmüştür. Yetiştiriciliğin en fazla yapıldığı alanlar Şeki-Zagatala Ekonomik Bölgesi (Zagatala, Balakən, Gakh, Şeki, Oğuz, Gebele) olup, onu Guba-Xaçmaz (Xaçmaz, Guba, Gusar, Siyazan, Şabran), Dağlık Şirvan (Ağsu, İsmayilli, Gobustan, Şamahı), Aran ve Gazakh-Tovuz bölgeleri takip etmektedir (AzStat, 2024). 2022 yılında Azerbaycan'ın toplam kabuklu fındık üretim miktarı 72104 tondur (FAOSTAT, 2024). Azerbaycan Hükümeti'nin 2016 ve 2017 yıllarında aldığı kararlar ile fındık üretim alanının 40000 hektardan 80000 hektara çıkarma hedefi ortaya konulmuş ve devlet destekleri (arazi, fidan, gübre, makine ve ihracat geliri vb.) artırılmıştır. Devletin verdiği destek ve fındık fiyatlarındaki artış nedeniyle son yıllarda yaklaşık 20 bin hektar alanda fındık bahçeleri tesis edilmiştir (AzStat, 2024).

Azerbaycan'da fındık yetiştiriciliği genel olarak geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Bununla birlikte fındık yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için başta Azerbaycan Tarım Bakanlığı olmak üzere FAO, USAID, GİZ ve organik tarım kuruluşları tarafından projeler yürütülmektedir. Azerbaycan'da toprak bilimi, fındık yetiştiriciliği ve gübrelenmesi konularında bazı yayınlar mevcuttur (Ceferov, 1982; Bayramova ve Ehmedi, 2000; Memmedov, 2007). Ancak, fındık yetiştirilen alanlarda toprak özelliklerinin belirlenmesi konusunda daha önce yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada Azerbaycan'da yoğun olarak fındık yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprakların bazı özellikleri ile besin element kapsamı değerlendirilerek, aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada Azerbaycan'da fındık yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Balakən, (8 adet), Zaqatala (7 adet), Qax (7 adet), Oğuz-Qəbələ (6 adet) ve Xaçmaz (9 adet) yörelerine ait bahçelerde 0-30 cm derinlikten

toplam 37 adet toprak örneği alınmıştır. Havada kurutulmuş örnekler 2 mm elekten geçirildikten sonra analizlere hazır hale getirilmiştir. Örneklerde pH, EC, OM, kireç (CaCO_3) ile $\text{NO}_3\text{-N}$, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve B kapsamları incelenmiştir. Toprak analizleri Agriman Consulting MMC firması tarafından yapılmıştır.

Toprak örneklerinin toplam tuz (EC) ve pH değeri 1:1 toprak-saf su süspansiyonunda ölçülmüş (Soil Survey Laboratory, 1992), organik madde kapsamı ise modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson, 1967). Toprakların CaCO_3 kapsamları Scheibler kalsimetresinde (Soil Survey Staff, 1993), yarıyıllı $\text{NO}_3\text{-N}$ kapsamı ise 1 N KCI metodu ile (Bremner ve Mulvaney, 1982) belirlenmiştir. Yarıyıllı fosfor kapsamı $\text{pH} \geq 7$ topraklar için 0.5 M NaHCO_3 ($\text{pH}=8.50$) metoduna göre (Olsen ve ark., 1954), $\text{pH} < 7$ topraklarda ise 0.03 N NH_4F + 0.06 N H_2SO_4 yöntemine göre (Kacar, 1970) belirlenmiştir. Toprak örneklerinin değişebilir K, Ca ve Mg kapsamı 1 N Amonyum Asetat (NH_4OAc , $\text{pH}=7.0$) kullanılarak fleymfotometre ile ölçülmüştür (Suarez ve Vaughan, 2001). Toprakların Fe ve Zn kapsamı 0.005M DTPA metodu ile Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer AAnalyst 300) ile (Lindsay ve Norvell, 1978), yarıyıllı B kapsamı ise Azometin-H metoduna göre (Wolf, 1971; John ve ark., 1975) belirlenmiştir.

Çalışmada pH (Kacar, 1995), EC (Richards, 1954), organik madde (Horuz, 2002), kireç (Ülgen ve Yurtsever, 1995), azot ($\text{NO}_3\text{-N}$ içeriği) (Bagshaw ve ark., 2010), fosfor (Yurtsever ve Alkan, 1975; Olsen ve Sommers, 1982), potasyum (Fawzi ve El-Fouly, 1980), kalsiyum ve magnezyum (Loué, 1986), demir (Loué, 1986), çinko (FAO, 1990) ve bor (Wolf, 1971) için sınır değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprakların verimlilik durumlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri

Özellik	Sınıflama				
	Kuv. Asit < Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkalın	Orta alkalın < Kuv. alkalın
$\text{pH}_{1:1}$	< 5.6 - 6.0	6.1 - 6.5	6.6 - 7.3	7.4 - 7.8	7.9 - 8.4 <
EC, dS m^{-1}	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Çok tuzlu	Aşırı tuzlu
	0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 16	> 16
OM, %	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek
	< 1.39	1.39 - 2.91	2.92 - 3.61	3.62 - 4.22	> 4.22
CaCO_3 , %	Kireçsiz	Az kireçli	Orta kireçli	Kireçli	Çok kireçli
	0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	> 15
$\text{NO}_3\text{-N}$, ppm	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
	< 10	10 - 20	20 - 40	40 - 50	> 50
P, ppm ($\text{pH} \geq 7$)	Çok az	Az	Orta	Yüksek	Çok yüksek
	< 4.0	4.0 - 8.0	8.0 - 16	16 - 24	> 24
P, ppm ($\text{pH} < 7$)	Çok az	Az	Orta	Yüksek	
	< 3	3 - 7	7 - 20	> 20	
K, ppm	Noksan	Orta	Yeterli	Fazla	Çok fazla
	< 150	150 - 200	200 - 300	300 - 400	> 400
Ca, ppm	Çok az	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
	< 715	715 - 1440	1441 - 2867	2868 - 6120	> 6120
Mg, ppm	Çok az	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
	< 55	55 - 117	118 - 200	201 - 400	> 400
Fe, ppm	Çok az	Az	Orta	İyi	Fazla
	< 2.5	2.5 - 4.5	4.51 - 9.0	9.01 - 13.0	> 13.0
Zn, ppm	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
	< 0.2	0.2 - 0.7	0.7 - 2.4	2.4 - 8.0	> 8.0
B, ppm	Çok az	Yetersiz	Yeterli	Fazla	Çok fazla
	< 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 5.0	> 5.0

Çalışmada Azerbaycan’da fındık tarımının yoğun olarak yapıldığı alanların toprak özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkilerden elde edilen verilerin istatistik ve korelasyon analizleri SPSS 25.0 paket programı kullanılarak yapılmış ve Düzgüneş ve ark. (1987)’e göre yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak tekstürü

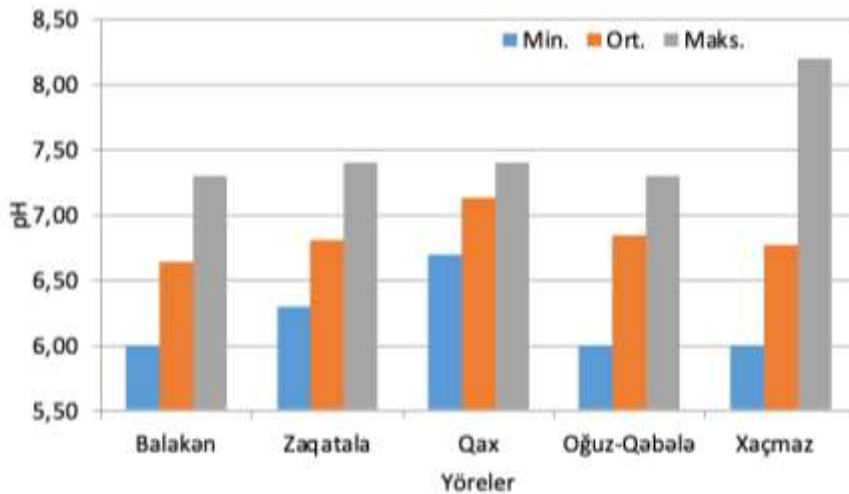
Azerbaycan’da fındık yetiştirilen alanlarda toprakların tınlı ile killi arasında tekstüre sahip olduğu, bununla birlikte genellikle killi-tınlı toprak yapısının hakim olduğu tespit edilmiştir. Toprak örneği alımı aşamasında

yapılan incelemelerde de fındık ocaklarının gelişiminin genellikle çok kuvvetli olduğu belirlenmiştir. [Aydın ve ark. \(2000\)](#) fındık bitkisinde tınlı topraklarda diğer toprak tiplerine göre bitki gelişiminin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak reaksiyonu (pH)

Araştırma alanında incelenen toprakların pH değeri 6.00 ile 8.20 arasında değişmiş, ortalama değer 6.83 bulunmuştur (Şekil 1). Toprak reaksiyonu bitki besin maddelerinin alınabilirliğini, toprağın katyon değişim kapasitesini, organik maddenin hüminleşme derecesini ve mikroorganizma faaliyetini etkileyen oldukça önemli bir özelliktir ([Kacar ve Katkat, 2009](#); [Turan ve Horuz, 2012](#)). Diğer toprak özellikleriyle kıyaslandığında, elde edilen araştırma bulguları doğrultusunda pH'daki değişkenliğin düşük olduğu pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir ([Aimrun ve ark., 2007](#); [Özyazıcı ve ark., 2011](#); [Sağlam ve ark., 2014](#); [Dengiz ve ark., 2015](#)).

Yörelere göre inceleme yapıldığında toprakların pH değeri Balaken'de %37.5'i hafif asit, %50'si nötr; Zagalata'da %85.72'si hafif asit veya nötr, Qax'da %87.5'i nötr iken, Oğuz-Qebele'da %100'ü ve Xaçmaz'da %44.44'ü nötr reaksiyonda olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Yörelerdeki fındık bahçesi topraklarının büyük bir çoğunluğunun (%62.16) nötr, bir kısmının da hafif asit (%18.92) reaksiyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırma alanında sadece Xaçmaz yörelerinde orta alkalın özellikte topraklara rastlanmıştır. [Özyazıcı ve ark. \(2016\)](#) Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde 3400 fındık bahçesi toprak örneğinde yaptıkları incelemede 1551 toprak örneğinin kuvvetli-hafif asit (pH 3.14-6.50), 1848 toprak örneğinin hafif ve orta alkalı (pH 7.5-8.5) reaksiyon aralığında değiştiğini ve sadece 1 toprağın kuvvetli alkalı (pH>8.5) reaksiyonda olduğunu bildirmişlerdir. İklim faktörlerinden yağış, başta pH olmak üzere çeşitli toprak özelliklerinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Azerbaycan'da Balaken'den başlayarak doğuya gidildikçe yağış azalmakta ve toprakların pH değeri artmaktadır. Benzer şekilde Türkiye'de Samsun'dan Ordu yöresine doğru gidildikçe fındık bahçelerinde toprak pH değerinin hafif-orta asit ile nötr pH değerinde değiştiği, Ordu'nun kıyı kesimlerinden yüksek rakımlı yörelere doğru toprak pH değerinin daha da azaldığı, Ordu'nun Tekkiraz ve Sivas yöresine (İç Anadolu bölgesi) doğru gidildikçe ise yağışta azalma ve jeolojik kaynaklı girişimsel arazi yapısı nedeniyle toprakta kireç miktarının arttığı ve pH değerinin de yükseldiği bildirilmiştir ([Horuz, 1996](#)). Diğer taraftan Doğu Karadeniz'e doğru (Giresun'dan Trabzon'a) ve kıyı şeridinden daha yüksek rakımlı fındık bahçelerine doğru gidildikçe yağış kaynaklı toprak pH değerinin de azaldığı ifade edilmiştir ([Özyazıcı, 2016](#)). Yağışlı bölgelerden kurak bölgelere geçildikçe toprakta hidrojenin (H⁺) yerini değişebilir katyonlar (Ca, Mg, K, Na) almakta ve bu nedenle toprak pH değeri de artmaktadır ([Aktaş, 1994](#); [Akça ve ark., 2015](#)). Fındık tarımı için en ideal toprak reaksiyonu hafif asit veya nötr olarak kabul edilmektedir ([Genç ve Sarihan, 1976](#); [Özbek, 1981](#); [Horuz, 1996](#); [Aydın ve ark., 2000](#)). [Tarakçıoğlu ve ark. \(2003\)](#) Ordu yöresinde fındık bahçelerinin %69.2'sinin hafif-kuvvetli asit reaksiyona sahip olduğunu bildirmişlerdir. Fındığın kuvvetli asit ve alkalın reaksiyonlu toprakları tercih etmediği dikkate alındığında, gerektiğinde pH'yı istenilen seviyeye çıkarmak için kireçlemenin yapılması gerekmektedir ([Horuz, 1996](#); [Tarakçıoğlu ve ark., 2003](#); [Özyazıcı ve ark., 2016](#)). Araştırma alanındaki toprakların fındık yetiştiriciliği için uygun olduğu, hafif ve orta alkalın pH değerlerine sahip topraklara kükürt uygulamasının yapılması tavsiye edilebilir.



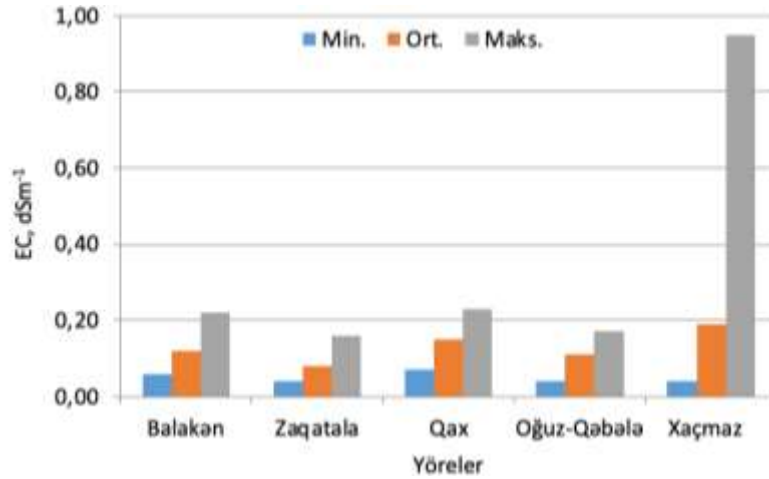
Şekil 1. Yörelere göre toprakların pH değerleri

Çizelge 2. Yörelere göre toprakların pH dağılımı

Yörelere	Toprakların pH sınıfları ve dağılım, %				
	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkalın	Orta alkalın
	5.6 - 6.0	6.1 - 6.5	6.6 - 7.3	7.4 - 7.8	7.9 - 8.4
Balakən	12.50	37.50	50.00	-	-
Zaqatala	-	42.86	42.86	14.29	-
Qax	-	-	87.5	12.5	-
Oğuz-Qəbələ	-	-	100	-	-
Xaçmaz	22.22	11.11	44.44	11.11	11.11
Toplam	8.11	18,92	62.16	8.11	2.70

Toprak tuz (EC) kapsamı

Araştırmada toprakların ortalama EC değeri 0.14 dSm^{-1} olarak tespit edilmiş, en düşük değer 0.04 dS.m^{-1} ile Zaqatala, Oğuz-Qəbələ ve Xaçmaz'da; en yüksek değer ise 0.95 dS.m^{-1} ile Xaçmaz'da saptanmıştır (Şekil 2). Fındık, turunçgiller ve ceviz gibi, tuza karşı hassas bitkiler grubuna dahil olduğu için fındık yetiştirilen topraklarda EC değerinin 2 dS.m^{-1} 'den küçük olması tavsiye edilmektedir (Tanji, 1996; Ekmekçi ve ark., 2005; Yılmaz ve ark., 2011). Azerbaycan'da fındık yetiştirilen toprakların tamamının tuzsuz sınıfa girdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Türkiye'de benzer şekilde yapılan bazı çalışmalarda fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinde EC değerlerinin Terme ve Ünye ilçelerinde $\%0.002-0.041$ arasında değiştiği ve tuzsuz-hafif tuzlu arasında olduğu (Horuz, 1996), Orta Karadeniz Bölgesi ise $0.003-3.081 \text{ dS.m}^{-1}$ arasında değiştiği ve topraklarda tuzluluk yönünden bir sorunun olmadığı bildirilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2016).



Şekil 2. Yörelere göre toprakların tuz (EC) değerleri

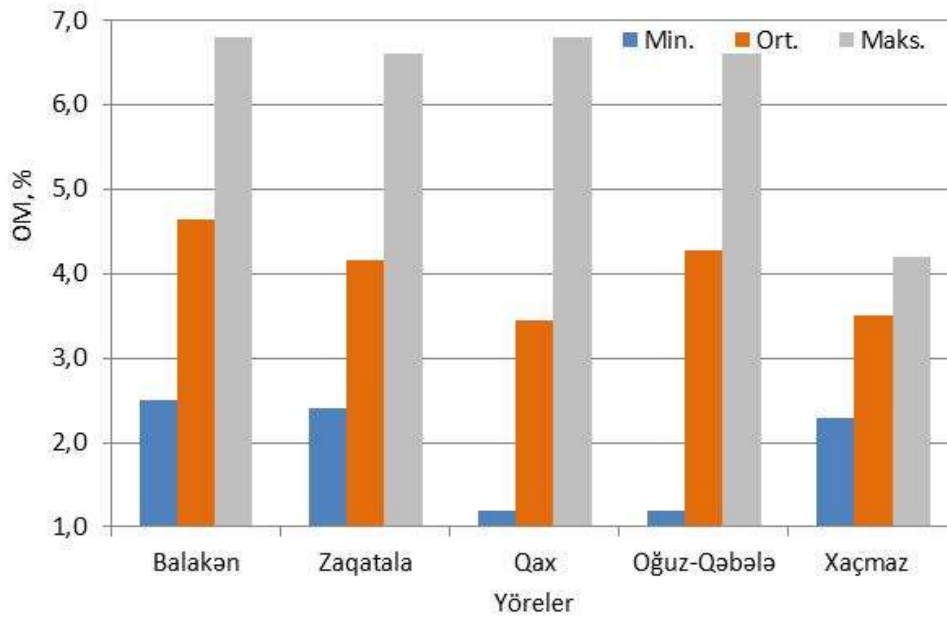
Çizelge 3. Yörelere göre toprakların tuz (EC) kapsamı dağılımı

Yörelere	Tuz (EC) kapsamı dağılımı, %
	Tuzsuz 0 - 2 dS.m ⁻¹
Balakən	100
Zaqatala	100
Qax	100
Oğuz-Qəbələ	100
Xaçmaz	100
Toplam	100

Toprak organik madde kapsamı

Araştırmada incelenen topraklarının OM kapsamı ortalama $\%4.01$ bulunurken, en düşük Qax ve Oğuz-Qəbələ'da $\%1.20$, en yüksek Balakən ve Qax'da $\%6.00$ olarak bulunmuştur (Şekil 3). Toprak örneklerinin

%5.41'i çok az, %13.51'i az, %24.32'si orta, %29.73'ü iyi ve %27.03'ü yüksek seviyede OM kapsadığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Yöre tarım topraklarında organik maddenin yüksek oluşu; yörede yağışın fazla, sıcaklığın az olması sebebi ile toprakta mikroorganizma faaliyetlerinin yavaşlamasından kaynaklı organik madde birikimi ile açıklanabilir (Tarakçoğlu ve ark., 2003; Kacar ve Katkat, 2009; Özyazıcı ve ark, 2016). Toprağın organik madde kapsamı drenaj, havalanma ve besin elementlerinin yarıyışlılığı açısından son derece önemlidir. Bitki gelişiminin ideal olması için toprakta organik madde içeriğinin %3-5 olması tavsiye edilmektedir (Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve Horuz, 2012; Karaman ve ark., 2012). Horuz (1996), Terme yöresinde toprakların %42.85'inin çok az veya az, %42.86'sı orta, %14.28'inin iyi veya yüksek; Ünye yöresinde %66.66'sının çok az veya az, %23.33'ünün orta ve %10'unun iyi derecede OM kapsadığını bildirmiştir. Tarakçoğlu ve ark. (2003) Ordu ilinde fındık tarımı yapılan bahçelerde yürütülen bir çalışmada, bölge fındık topraklarının organik madde kapsamlarının %1.63 ile 6.49 arasında değişim gösterdiğini ve oransal olarak %16.9'unun az, %36.9'unun orta, %35.4'ünün iyi ve %10.8'inin yüksek miktarlarda organik madde kapsadığını bildirmişlerdir. Aynı ilde yapılan başka bir araştırmada ise Aydemir ve ark. (2021) fındık bahçesi toprak örneklerinin %77.5'inin organik madde bakımından yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Azerbaycan fındık bahçesi toprakları OM bakımından ülkemiz fındık bahçeleriyle benzer şekilde iklime bağlı yağış rejimi ve sıcaklık kaynaklı değiştiği söylenebilir.



Şekil 3. Yörelere göre toprakların OM kapsamı

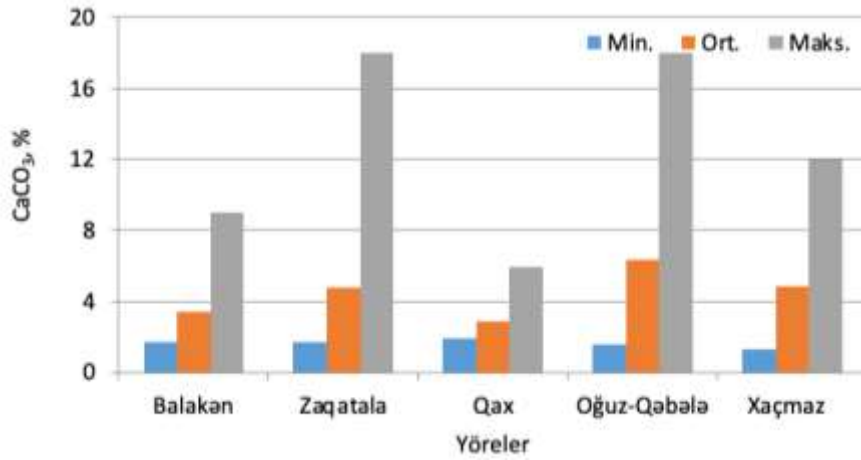
Çizelge 4. Yörelere göre toprakların organik madde kapsamı sınıflarına göre dağılımı

Yörelere	Organik madde kapsamı dağılımı, %				
	Çok az < 1.39	Az 1.39- 2.91	Orta 2.92 - 3.61	İyi 3.62- 4.22	Yüksek > 4.22
Balakən	-	25.00	-	25.00	50.00
Zaqatala	-	14.29	14.29	28.57	42.86
Qax	14.29	14.29	28.57	28.57	14.29
Oğuz-Qəbələ	16.66	-	33.33	16.66	33.33
Xaçmaz	-	11.11	44.44	44.44	-
Toplam	5.41	13.51	24.32	29.73	27.03

Toprak kireç kapsamı

Azerbaycan'da fındık yetiştirilen alanlarda ortalama kireç kapsamı %4.46 olarak belirlenmiş, en düşük değer %1.30 ile Xaçmaz'da, en yüksek değer ise %18.00 ile Zagalata ve Oğuz-Qebele'de tespit edilmiştir (Şekil 4). Toprakların %35.14'ü kireçsiz, %35.14'ü az kireçli, %13.51'i orta kireçli, %10.81'i kireçli ve %5.40'ı çok kireçli sınıfta yer almıştır (Çizelge 5). Zagatala yöresindeki toprakların %14.29, Oğuz-Qebele yöresindeki toprakların ise %16.67'sinin çok kireçli sınıfa girdiği belirlenmiştir. Horuz (1996) Terme ve Ünye ilçelerinde

yürüttüğü araştırmada toprakların %100'ünün kireçsiz veya az kireçli olduğunu bildirmiştir. Özyazıcı ve ark. (2016) fındık tarımının yapıldığı Orta ve Doğu Karadeniz topraklarının kireç kapsamı yönünden %61.15'i az kireçli, %12.88'i kireçli, %16.00'si orta kireçli, %6.44'ü fazla kireçli ve %3.53'ü ise çok kireçli olduğunu bildirmişlerdir. Aydemir ve ark. (2021) Ordu ili yaptıkları bir araştırmada fındık bahçesi toprak örneklerinin %87.5'inin az kireçli olduğunu bildirmişlerdir. Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının kireç kapsamının ülkemizde Ordu yöresi fındık bahçelerine benzer bir değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.



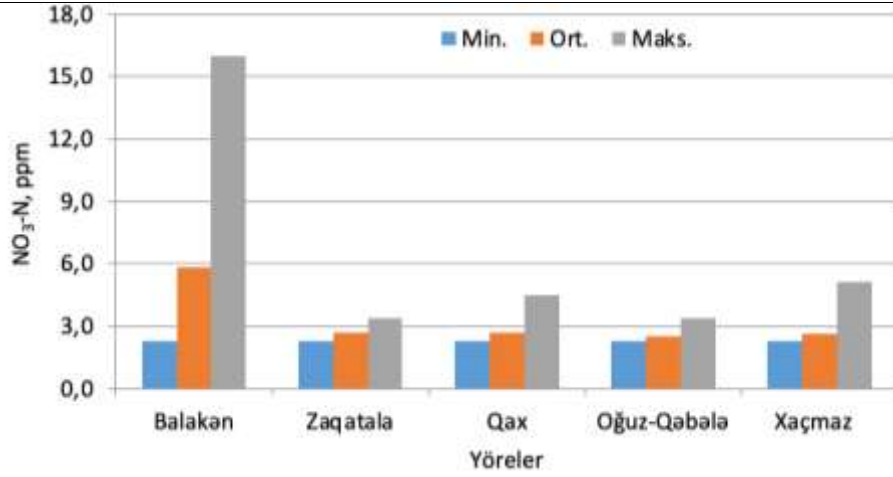
Şekil 4. Yörelere göre toprakların CaCO₃ kapsamı

Çizelge 5. Yörelere göre toprakların kireç kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların CaCO ₃ kapsamı dağılımı, %				
	Kireçsiz 0 - 2	Az kireçli 2 - 4	Orta kireçli 4 - 8	Kireçli 8 - 15	Çok kireçli > 15
Balakən	37.5	37.5	12.5	12.5	-
Zaqatala	28.57	42.86	14.29	-	14.29
Qax	42.86	28.57	28.57	-	-
Oğuz-Qəbələ	33.33	33.33	-	16.67	16.67
Xaçmaz	33.33	33.33	11.11	22.22	-
Toplam	35.14	35.14	13.51	10.81	5.40

Toprak nitrat azotu kapsamı

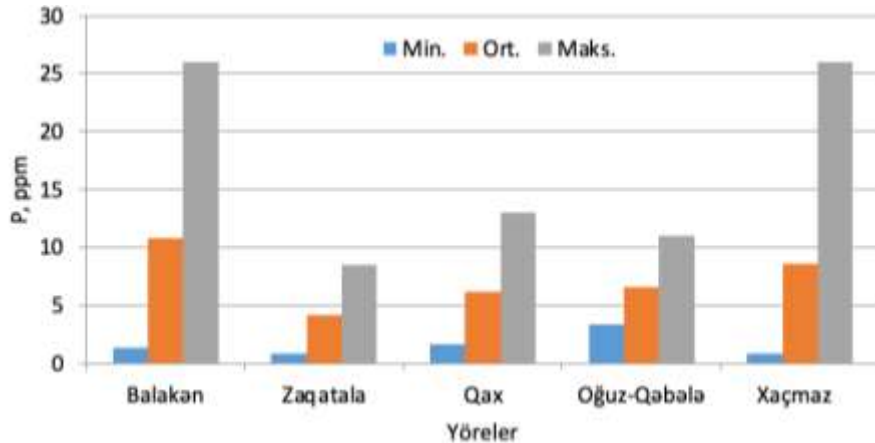
Çalışmada sadece nitrat azotu (NO₃-N) incelenmiştir. Çalışma sonucunda Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama nitrat azotu (NO₃-N) kapsamı 3.26 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer tüm bölgelerde 2.30 ppm, en yüksek değer ise Balakən'de 16.0 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 5). Toprakların NO₃-N kapsamı varyasyon katsayısı (Cv) yüksek (>%35) bulunmuştur (Çizelge 2). Araştırma alanında toprakların tamamının çok az veya az NO₃-N kapsadığı tespit edilmiştir (Çizelge 6). Elde edilen sonuçlara göre Azerbaycan'da fındık yetiştirilen topraklara kimyasal azotlu gübre veya organik madde uygulanması gerekmektedir. Kimyasal gübrelerdeki N hemen yararlı formda iken organik maddenin mineralizasyon derecesine göre topraklara peyde pey NO₃ ve NH₄ azotu ilave edilmesi önerilmektedir. Leskovar ve Othman (2018), organik gübre uygulamasından 2 yıl sonra toprakta NO₃-N'unun artış sağladığını bildirmişlerdir. Horuz (1996) Terme yöresinde toprakların %4.76'sı çok fakir, %23.81'i orta, %28.57'si iyi ve %42.66'sı çok iyi, Ünye yöresinde ise toprakların %36.16'sı fakir, %16.16'sı orta, %36.16'sı iyi seviyede total N kapsadığını bildirmiştir. Türkiye fındık bahçesi topraklarının Azerbaycan fındık bahçesi topraklarına göre orta ve iyi seviyede azot kapsadığı tespit edilmiştir.

Şekil 5. Yörelere göre toprakların NO₃-N kapsamıÇizelge 6. Yörelere göre toprakların NO₃-N kapsamı dağılımı

Yörelər	Toprakların NO ₃ -N kapsamı dağılımı, %	
	Çok az < 10 ppm	Az 10 – 20 ppm
Balakən	85.71	14.29
Zaqatala	100	-
Qax	100	-
Oğuz-Qəbələ	100	-
Xaçmaz	100	-
Toplam	97.30	2.70

Toprak fosfor kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama P kapsamı 7.25 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer Zagalata ve Xaçmaz'da 0.80 ppm, en yüksek değer ise Balakən ve Xaçmaz'da 26.0 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 6). Araştırma alanında pH ≥ 7 olan bahçelerde toprakların fosfor kapsamının tüm yörelerde çok düşük sınıfta yer aldığı (Çizelge 9); pH < 7 olan bahçelerde ise Balakən'da %25.0 ve Xaçmaz'da %22.22'inin düşük, diğerlerinin ise çok düşük sınıfa girdiği belirlenmiştir (Çizelge 7). [Tarakçioğlu ve ark. \(2003\)](#) Ordu yöresinde fındık bahçesi topraklarının % 49.2'sinin P bakımından orta ve düşük sınıfta yer aldığını bildirmiştir. [Horuz \(1996\)](#) Terme ve Ünye ilçeleri topraklarının %56.91'inin P bakımından noksan, %22'sinin iyi ve sadece %4'ünün yüksek olduğunu bildirmiştir. [Aydemir ve ark. \(2021\)](#) ise Ordu ili fındık bahçelerinde yaptıkları araştırmada toprakların % 90'ında P kapsamının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının pH ve kireç bakımından olduğu kadar P bakımından da Ordu yöresi fındık bahçesi topraklarına benzer karakteristik sergilediği ifade edilebilir.



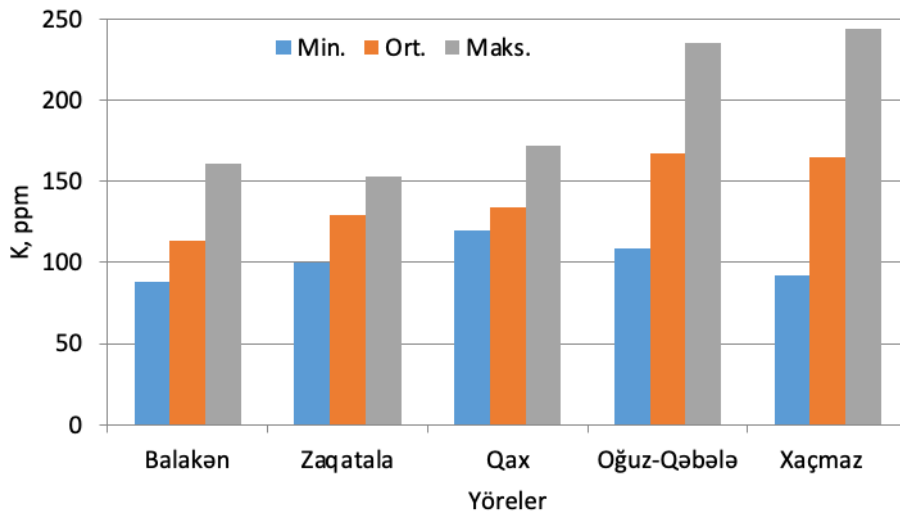
Şekil 6. Yörelere göre toprakların P kapsamı

Çizelge 7. Yörelere göre toprakların fosfor kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların yararışlı P kapsamı dağılımı, %		
	pH \geq 7 Topraklar		pH < 7 Topraklar
	Çok az < 4.0 ppm	Çok az < 3 ppm	Az 3-7 ppm
Balakən	12.25	62.50	25.00
Zaqatala	42.86	57.14	-
Qax	28.57	71.43	-
Oğuz-Qəbələ	33.33	66.66	-
Xaçmaz	22.22	55.55	22.22
Toplam	27.03	62.16	10.81

Toprak potasyum kapsamı

Azərbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama K kapsamı 141.84 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer Balakən'da 88.0 ppm, en yüksek değer ise Xaçmaz'da 244.0 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 7). Ülkenin batı tarafındaki yörelerde (Zaqatala ve Qax) örneklerin tamamında (%100) potasyum içeriği düşük bulunmuşken, doğu tarafındaki yörelerde örneklerin Balakən'da %12.50'si, Oğuz-Qəbələ'de % 50'si, Xaçmaz'da ise % 55.55'inde potasyum içeriğinin orta sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 8). Toprakların tamamı değerlendirildiğinde %75.68'i noksan ve %24.32'si orta seviyede K kapsadığı tespit edilmiştir. [Tarakçioğlu ve ark. \(2003\)](#) Ordu yöresi fındık bahçesi topraklarının oransal olarak %12.3'ü çok düşük, %27.7'si düşük, %29.2'si orta, %13.9'u iyi, %7.7'si yüksek ve %9.2'si çok yüksek düzeylerde K kapsadığını bildirmişlerdir. [Horuz \(1996\)](#) Terme ve Ünye yöresinde fındık bahçesi topraklarının ortalama %59.00'unun yararışlı K bakımından noksan, yaklaşık %20.14'ünün orta ve %18.00'inin iyi ve yüksek seviyede K kapsadığını bildirmiştir. Azərbaycan fındık bahçesi topraklarının da Türkiye toprakları gibi yağışa bağlı nedenlerle genelde düşük seviyede K kapsadığı tespit edilmiştir.



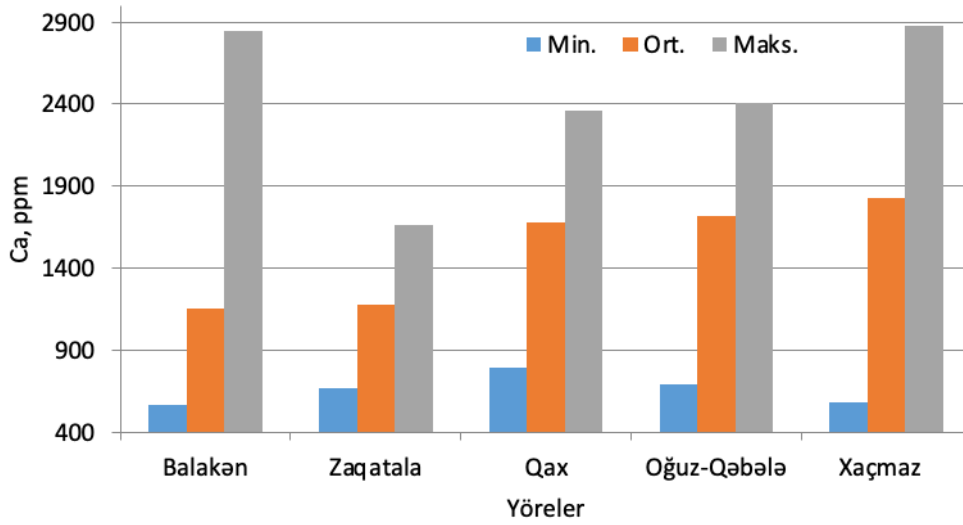
Şekil 7. Yörelere göre toprakların K kapsamı

Çizelge 8. Yörelere göre toprakların K kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların değişebilir K kapsamı dağılımı, %	
	Noksan < 150 ppm	Orta 150 - 200 ppm
Balakən	85.50	12.25
Zaqatala	100	-
Qax	100	-
Oğuz-Qəbələ	50	50
Xaçmaz	44.44	55.55
Toplam	75.68	24.32

Toprak kalsiyum kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama Ca kapsamı 1511.64 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer Balakən'da 570.0 ppm, en yüksek değer ise Xaçmaz'da 2880.0 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 8). Araştırma alanındaki toprakların %16.28'i çok düşük, %32.06'sı düşük, %49.44'ü orta ve %2.22'sinin yüksek sınıfta Ca kapsamına sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 9). Yörelere incelendiğinde ise sadece Xaçmaz'da yüksek Ca kapsamına sahip örnekler rastlanmıştır. İklim faktörlerinden yağış, başta pH olmak üzere çeşitli toprak özelliklerinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Azerbaycan'da Balakən'den başlayarak doğuya gidildikçe yağışın azalmasıyla birlikte toprakların Ca içeriği artmaktadır. Türkiye'de Ordu yöresi fındık bahçesi topraklarının %38.5'inin orta ve düşük düzeylerde Ca kapsadığını (Tarakçıoğlu ve ark., 2003). Trabzon bölgesinde fındık bahçesi topraklarının %93.4'ünün düşük Ca içeriğine sahip olduğunu ve bunun toprakların asidik özelliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Adiloğlu ve Adiloğlu, 2004). Horuz (1996) ise Terme ve Ünye yöresinde fındık bahçesi topraklarının %100'ünün Ca kapsamının iyi seviyede olduğunu bildirmiştir. Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının Ca kapsamı Türkiye'de Ordu ve Trabzon yöresi fındık bahçelerine benzer bulunmuştur.



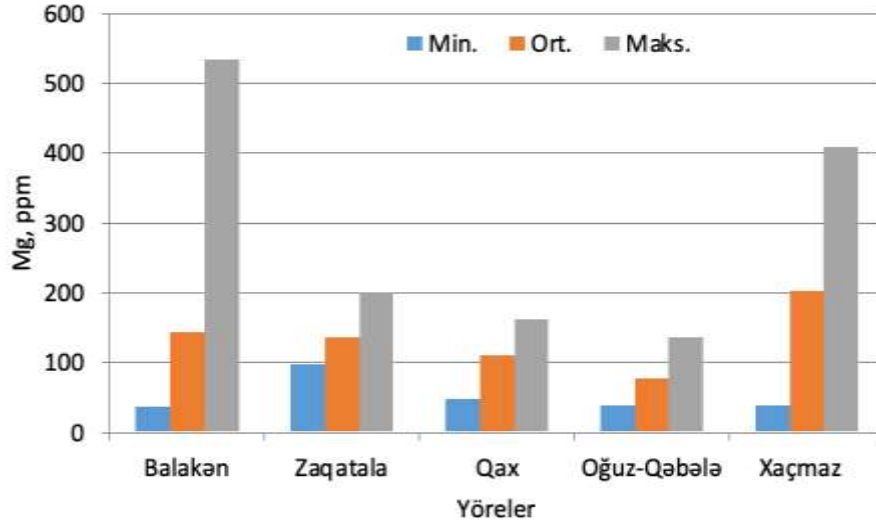
Şekil 8. Yörelere göre toprakların Ca kapsamı

Çizelge 9. Yörelere göre toprakların yarıyıllı kalsiyum kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların değişebilir Ca kapsamı dağılımı, %			
	Çok az < 715 ppm	Düşük 715-1440 ppm	Orta 1441-2867 ppm	Yüksek 2868-6120 ppm
Balakən	25.00	50	25.00	-
Zaqatala	14.29	57.14	28.57	-
Qax	14.29	14.29	71.42	-
Oğuz-Qəbələ	16.67	16.67	66.66	-
Xaçmaz	11.11	22.22	55.56	11.11
Toplam	16.22	32.43	48.65	2.70

Toprak magnezyum kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama Mg kapsamı 134.52 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer Balakən'da 38.0 ppm, en yüksek değer ise Xaçmaz'da 410.0 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 9). Araştırma alanı Mg kapsamı bakımından değerlendirildiğinde toprakların %20.36'sı çok düşük, %37.00'si düşük, %35.36'sı orta ve %7.30'u yüksek sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 10). Türkiye'de Ordu yöresi fındık bahçesi topraklarının oransal olarak %12.3'inin orta ve düşük düzeylerde Mg kapsadığı bildirilmiştir (Tarakçıoğlu ve ark., 2003). Benzer şekilde Ca kapsamında olduğu gibi Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının Mg kapsamı da Türkiye'de Ordu yöresi fındık bahçelerine benzer bulunmuştur.



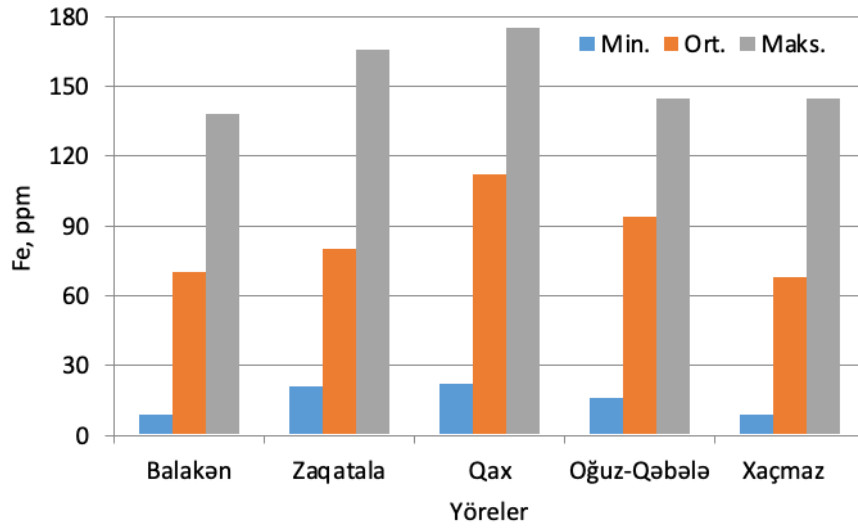
Şekil 9. Yörelere göre toprakların Mg kapsamı

Çizelge 10. Yörelere göre toprakların yarıyışlı magnezyum kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların değişebilir Mg kapsamı dağılımı, %				
	Çok az < 55 ppm	Düşük 55–117 ppm	Orta 118–200 ppm	Yüksek 201–400 ppm	Çok yüksek > 400 ppm
Balakən	25	50	12.5	-	12.5
Zaqatala		28.57	57.14	14.29	-
Qax	14.29	28.57	57.14	-	-
Oğuz-Qəbələ	16.67	66.66	16.67	-	-
Xaçmaz	22.22	11.11	33.33	22.22	11.11
Toplam	16.22	35.14	35.14	8.10	5.40

Toprak demir kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama Fe kapsamı 85.01 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer 9.00 ppm ile Balakən ve Xaçmaz'da, en yüksek değer ise 175.0 ppm ile Qax'da saptanmıştır (Şekil 10). Araştırma alanında toprakların %8.11'i Fe kapsamı bakımından noksanlık riski yüksek, %13.51'i noksanlık riski orta, %67.57'si yeterli ve %10.81'i hidromorfik problemlili sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 11). Yörelere dikkate alındığında Fe kapsamının çoğunlukla yeterli sınıfında yer aldığı (%50 - 83 arasında), bununla birlikte Zagatala ve Qax'da hidromorfik problemlili toprakların (sırasıyla %14.29 ve 42.86) olduğu belirlenmiştir. Zira toprakların Balakən'de %12.5'inin ve Zagatala'da %42.86'sinin orta asit, Xaçmaz'da %22.22'sini hafif asit karakterde olması bu yörelere pH'ya bağlı yarıyışlı Fe'in çözünürlüğünün artmasına neden olmuş olabilir. Toprak pH'sındaki düşüğe bağlı olarak yarıyışlı Fe'in çözünürlüğünün arttığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Aktaş, 1994; Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve Horuz, 2012). Uçgun ve ark. (2019) 2016 yılında Uşak ilinin Ulubey ilçesinde arpa yetiştiriciliği yapılan bir tarım arazisinde ekimle birlikte 4 farklı uygulama (Kontrol, Sulu Kükürt, Bentonitli Kükürt + Çiftlik Gübresi, Leonardit) yaptıkları çalışmada pH'nın düşük olduğu parsellerde bitkiye elverişli Fe ve Mn değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca toprağın içerdiği asidik katyonlar (Al^{+3} , Mn^{+2} , Fe^{+2} ve H^{+}) toprak pH'sını düşürme etkisi gösterirler (McCauley ve ark., 2017). Toprak pH ve redoks potansiyelinin etkisi demir alımının azalmasında veya artmasında daha belirgin etkiye sahiptir olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). Türkiye'de Ordu, Giresun, Piraziz, Bulancak, Dereli, Tirebolu, Dereli, Keşap yörelerinden aldığı örneklerde ortalama Fe kapsamının 42.83 ppm olduğunu belirtmiştir (Çoşkun, 2010). Benzer şekilde Horuz (1996) Terme ve Ünye ilçelerinde, Adiloğlu ve Adiloğlu (2004) ise Trabzon'da yaptıkları çalışmalarda toprakların %100'ünün Fe bakımından yeterli olduğunu bildirmişlerdir.



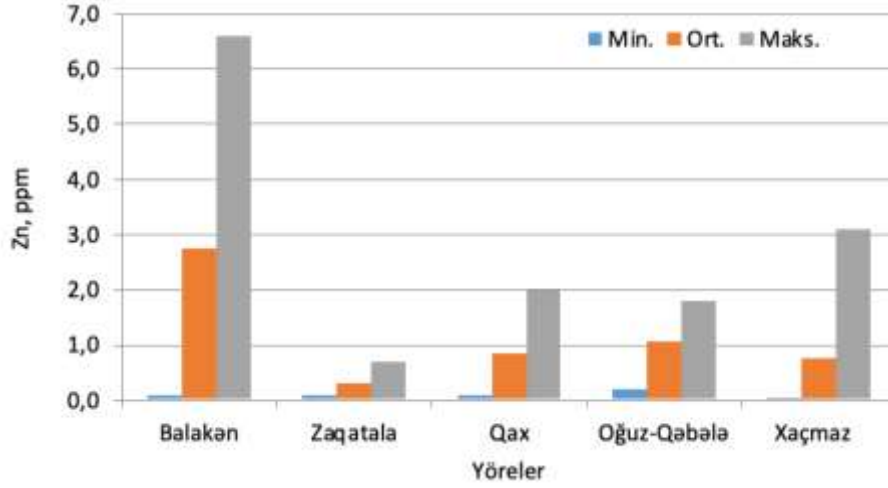
Şekil 10. Yörelere göre toprakların yayarışlı Fe kapsamı

Çizelge 11. Topraklarının yayarışlı demir kapsamı dağılımı

Yörelər	Toprakların yayarışlı Fe kapsamı dağılımı, %			
	Noksanlık riski yüksek < 10.0 ppm	Noksanlık riski orta 10.1 - 20 ppm	Yeterli 20.1 - 150 ppm	Hidromorfik problem var > 150 ppm
Balakən	12.5	37.8	50.0	-
Zaqatala	-	-	85.71	14.29
Qax	-	-	57.14	42.86
Oğuz-Qəbələ	-	16.66	83.34	-
Xaçmaz	22.22	11.11	66.67	-
Toplam	8.11	13.51	67.57	10.81

Toprak çinko kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama Zn kapsamı 1.15 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer 0.1 ppm ile Balakən, Zagatala ve Qax'da, en yüksek değer ise 6.60 ppm ile Balakən'de saptanmıştır (Şekil 11). Coşkun (2010) Ordu, Giresun, Piraziz, Bulancak, Dereli, Tirebolu, Dereli, Keşap yörelerinden aldığı örneklerde ortalama Zn kapsamının 1.34 ppm olduğunu bildirmiştir. Zn kapsamı Balakən'de çoğunlukla yüksek (%50), Zagatala'da düşük (%71.43), Qax'da düşük (%42.86) veya yeterli (%42.86), Oğuz-Qəbələ'da yeterli (%66.67) ve Xaçmaz'da çok düşük (%44.44) sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 12). Horuz (1996) Terme içerisinde toprakların %71.42'i Zn bakımından noksan, %14.29'u noksanlık göstermesi mümkün sınıfta; Ünye ilçesinde ise %90'ı noksan ve %10'u noksanlık göstermesi mümkün sınıfta yer aldığını bildirmiştir. Türkiye'de Ordu ilinde yapılan bir çalışmada topraklarının %75.4'ünün; Trabzon ilinde yapılan çalışmada ise toprakların %70'inin Zn bakımından noksan olduğu belirlenmiştir (Tarakçioğlu ve ark., 2003; Adiloğlu ve Adiloğlu, 2004). Azerbaycan'da Balakən'den başlayarak doğuya gidildikçe yağış azalır pH artmakta ve Zn kapsamı da azalmaktadır. Bu bağlamda Türkiye ve Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının Zn kapsamı benzerlik göstermiştir.



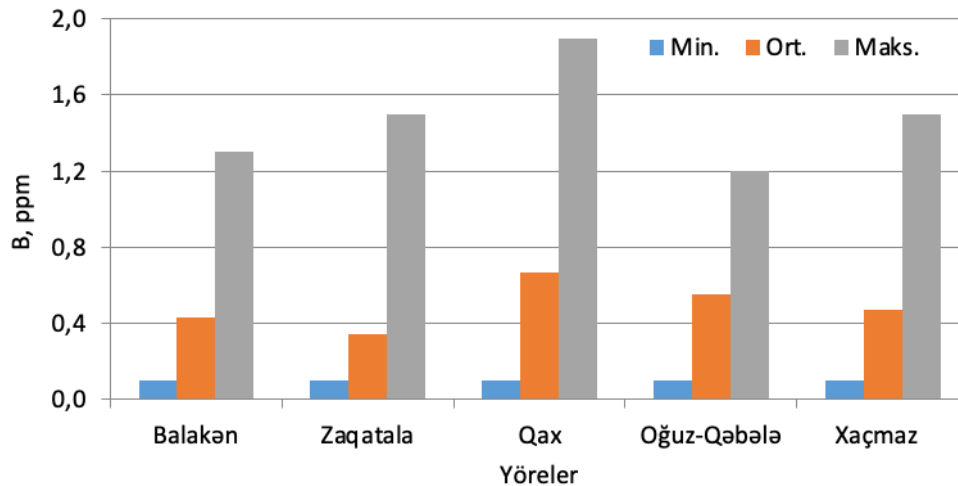
Şekil 11. Yörelere göre toprakların yarayışlı Zn kapsamı

Çizelge 12. Yörelere göre toprakların yarayışlı çinko kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların yarayışlı Zn kapsamı dağılımı, %			
	Çok az < 0.2 ppm	Az 0.2 – 0.7 ppm	Yeterli 0.7 – 2.4 ppm	Fazla 2.4 – 8.0 ppm
Balakən	12.5	12.5	25.0	50.0
Zaqatala	28.57	71.43	-	-
Qax	14.28	42.86	42.86	-
Oğuz-Qəbələ	-	33.33	66.67	-
Xaçmaz	44.44	22.22	22.22	11.11
Toplam	21.62	35.14	29.73	13.51

Toprak bor kapsamı

Azerbaycan fındık bahçesi topraklarının ortalama B kapsamı 0.49 ppm olarak tespit edilmiş, en düşük değer tüm yörelerde 0.1 ppm, en yüksek değer ise Qax'da 1.90 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 12). Coşkun (2010) Ordu, Giresun, Piraziz, Bulancak, Dereli, Tirebolu, Dereli, Keşap yörelerinden aldığı örneklerde ortalama B kapsamının 0.23 ppm olduğunu bildirmiştir. Azerbaycan fındık bahçelerinin B kapsamı bakımından toprakların %75.68'inin çok düşük, %8.11'inin düşük ve %16.22'sinin ise yeterli sınıfta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 13). Serdar ve ark. (2005) ise bor elementinin fındıkta meyve tutumu için çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. Azerbaycan'da oldu gibi Türkiye'nin Ordu ilinde de toprakların %93.9'unun B bakımından noksan veya düşük sınıfta yer aldığı bildirilmiştir (Tarakçioğlu ve ark., 2003). Benzer bir araştırmada da Ordu İli fındık bahçesi topraklarının büyük bir kısmında B eksikliği olduğu bildirilmiştir (Özkutlu ve ark., 2019).



Şekil 12. Yörelere göre toprakların yarayışlı B kapsamı

Çizelge 13. Yörelere göre toprakların bor kapsamı dağılımı

Yörelere	Toprakların yarayışlı B kapsamı dağılımı, %		
	Çok az < 0.5 ppm	Yetersiz 0.5 – 1.0 ppm	Yeterli 1.0 – 2.0 ppm
Balakən	75.0	12.5	12.5
Zaqatala	85.72	14.28	-
Qax	71.43	0.00	28.57
Oğuz-Qəbələ	66.66	0.00	33.34
Xaçmaz	77.78	11.11	11.11
Toplam	75.68	8.11	16.21

Toprakların kimyasal özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkiler

Araştırmada toprakların bazı özellikleri arasında elde edilen ilişkiler Çizelge 14'te verilmiştir. Bu kapsamda toprakların pH değeri ile tuz (EC), kireç (CaCO_3), K ve Ca kapsamı arasında; tuz kapsamı ile CaCO_3 , K ve Mg kapsamı arasında; OM kapsamı ile kireç kapsamı arasında; kireç kapsamı ile K ve B kapsamı arasında; $\text{NO}_3\text{-N}$ kapsamı ile Mg ve Zn kapsamı arasında; P kapsamı ile Zn kapsamı arasında; K kapsamı ile Ca ve Mg kapsamı arasında; Ca kapsamı ile Mg ve B kapsamı arasında ve Mg kapsamı ile B kapsamı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların OM kapsamı ile Fe kapsamı arasında ve K, Ca, Mg kapsamı ile Fe ve Zn kapsamı arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Benzer ilişkiler birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Horuz, 1996; Çimrin ve Boysan, 2006; Turan ve ark., 2010; Horuz ve Dengiz, 2018).

Toprak özellikleri arasındaki pH ile kireç (0.417**), K (0.397**), Ca (0.297*), Mg (0.243) ve B (0.274) arasındaki pozitif ilişkiler ve hem de B ile kireç (0.275*), Ca (321*) ve Mg (297*) arasındaki pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkilerden asit reaksiyonlu topraklara özellikle dolomitik kireç uygulamasının toprakların hem pH'sını hem de değişebilir katyonları (K, Ca ve Mg) artırmak suretiyle toprakların B kapsamında da artma eğilimi sağladığı düşünülmüştür. Toprak pH'sı bitki besin maddelerinin biyoyarayışlığını etkileyen önemli bir toprak özelliğidir. Toprak pH'sının asit veya alkali reaksiyona doğru değişimi bitkinin gelişmesi olumsuz yönde etkiler (Aktaş, 1994; Sarimehmet ve Mahmutoğlu, 1991; Özyazıcı ve ark., 2013). Saltalı ve ark. (2020) tarafından topraklarda kolay çözünebilir B ile kireç arasında pozitif ilişkinin olduğu ve asidik özellikte olan toprakta kirecin adsorbe edilen B'ü çözerek bitkiye yarayışlı hale getirdiğini bildirmişlerdir. Özyazıcı ve ark. (2014) Rize Merkez ve İyidere ilçesinde şeker sanayi atığı şilempe asit topraklarda yetiştirilen çay sahalarında tarım kireci yerine ne kadar kullanılacağına ve toprağın kimyasal yapısında meydana getirebileceği değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada toprak pH'sı ile değişebilir Ca arasından pozitif (0.74**) ilişkinin olduğunu bildirilmiştir.

Çizelge 14. Toprak özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkiler

Özellik	EC	OM	CaCO_3	$\text{NO}_3\text{-N}$	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	B
pH	0,644**	0,037	0,417**	0,025	-0,185	0,397**	0,297*	0,243	-0,239	-0,251	0,274
EC		-0,049	0,305*	-0,013	-0,129	0,480**	0,191	0,478**	-0,263	-0,170	0,255
OM			0,349*	-0,016	0,213	-0,023	0,018	-0,044	-0,317*	0,207	0,022
CaCO_3				-0,015	-0,063	0,414**	0,230	0,099	-0,121	-0,214	0,275*
$\text{NO}_3\text{-N}$					0,024	-0,033	0,106	0,372*	0,021	0,411**	0,124
P						-0,254	-0,163	-0,186	0,075	0,611**	0,115
K							0,661**	0,491**	-0,306*	-0,378*	0,148
Ca								0,641**	-0,273	-0,423**	0,321*
Mg									-0,374*	-0,281*	0,297*
Fe										0,222	-0,002
Zn											-0,159

*:0,05 düzeyinde önemli; **:0,01 düzeyinde önemli

Bölge topraklarında OM ile kireç, P ve Zn kapsamı arasında (sırasıyla, 0.349*, 0.213 ve 0.207) pozitif ilişkiler ise toprağın asit reaksiyondan nötr pH'ya doğru yükselmesinin mineralizasyona bağlı yarayışlı Zn ve P kapsamında artışlara neden olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca pH ile yarayışlı Fe arasındaki negatif ilişki (-0.239) toprakların yarayışlı Fe'in çözünürlüğünün kısmen artma eğilimi içerisinde olduğu ve kısmen toksik etki oluşturma riskinin ortaya çıkabileceği öngörülmüştür. Kaya ve Uygur (2019) topraktaki organik madde miktarı arttıkça Zn'in çözelti konsantrasyonunun arttığını ve bunun nedeni olarak organik maddenin toprakta Zn'yi şelatlaması olabileceğini belirtmiştir. Birçok araştırmacı tarafından da toprak organik maddesi ile yarayışlı Zn arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade edilmiştir (Courtney ve Mullen, 2008;

Özdemir ve ark., 2016; Rasheed ve ark., 2017). Diğer taraftan artan OM ile yarayırlı Fe arasındaki negatif ilişki (-0.317*) organik maddenin miktarına bağılı olarak toprak rizosferinde yarayırlı Fe'i bağlama eğiliminde olduğunu göstermektedir (Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve Horuz, 2012).

Sonuç

Azerbaycan'da fındık yetiştirilen yöreler genel olarak değerlendirildiğinde toprakların büyük bir kısmının nötr pH'ya sahip oldukları, tuzsuz, OM bakımından iyi, kireççe düşük ve kireç ihtiyacı bulunduğu, NO₃-N ve P kapsamı bakımından çok düşük, K kapsamı bakımından düşük, Ca ve Mg kapsamı düşük-orta seviyede, yarayırlı Fe yeterli, yarayırlı Zn Balakən ve Oğuz-Qebela'da yeterli, diğer bölgelerde noksan veya noksanlık sınırında, B kapsamı ise çok düşük seviyede oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre yöre Azerbaycan fındık bahçesi topraklarına N, P, K, Zn ve B içeren gübrelerin verilmesi tavsiye edilmiştir. Diğer taraftan pH'nın düşük olduğu bahçelere (%27.03) özellikle dolomitik kireç [Ca.Mg(CO₃)₂], yüksek olduğu alkalın reaksiyondaki bahçelere (%10.81) ise kükürt (CaSO₄.2H₂O veya elementel-S) uygulamaları önerilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Azerbaycan Tarım Bakanlığı ve FAO iş birliği ile yürütülen UTF/AZE/016/AZE kodlu "Catalysing the Efficiency and Sustainability of Azerbaijan's Hazelnut Sector - HAZER" projesi kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar ilgili kuruluşlara destekleri için teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Adiloğlu A, Adiloğlu S, 2004. An investigation on nutritional problems of hazelnut (*Corylus avellana*) grown in acid soils of Turkey. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7(8): 1433-1437.
- Aimrun W, Amin MSM, Ahmad D, Hanafi MM, Chan CS, 2007. Spatial variability of bulk soil electrical conductivity in a Malaysian paddy field: Key to soil management. *Paddy Water Environment*, 5: 113-121.
- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HB, 2015. Ankara üniversitesi Kalecik araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2): 54 - 63.
- Aktaş M, 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1361, 395 s., Ankara
- Aydemir ÖE, Akgün M, Özkutlu F, 2021. Fındık tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 10(1): 23-34
- Aydın Ş, İrget ME, Karakurt R, 2000. Bartın yöresi fındık bahçelerinin beslenme durumu, *Anadolu J. of AARI*, 10(2): 139-157.
- AzStat, 2024. URL: <https://www.stat.gov.az/source/agriculture/>.
- Bagshaw J, Moody P, Pattison T, 2010. Soil health for vegetable production in Australia - Part 4: Measuring soil health. The State of Queensland. Department of Employment. Economic Development and Innovation.
- Bayramova DB, Ehmedi PH, 2000. Azərbaycanda fındık bitkisinin becərilməsi və gübrələnməsi. *Təknur*. 82 s. Bakü.
- Beyhan, N, Demir, T, Sürücü, A, 1998. Farklı azot dozlarının Palaz fındık çeşidinde verim, meyve kalitesi ve beslenme üzerine etkisi. *OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 1-13
- Boccacci P, Aramini M, Valentini N, Bacchetta L, Rovira M, Drogoudi P, Silva AP, Solar A, Calizzano F, Erdoğan V, Cristofari V, Ciarmiello LF, Contessa C, Ferreira JJ, Marra FP, Botta R, 2013. Molecular and morphological diversity of on-farm hazelnut (*Corylus avellana* L.) landraces from southern Europe and their role in the origin and diffusion of cultivated germplasm. *Tree Genet Genomes*, 9: 1465-1480
- Bremner JM, Mulvaney CS, 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page. R.H. Miller (Eds). *Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA. Madison. WI. pp: 595-624.*
- Ceferov Mİ, 1982. *Torpaqşünaslıq. Maarif. 221 s. Bakü*
- Coşkun N, 2010. Fındık bahçelerinde toprak ve ürünlerdeki mikro element dağılımının ve aralarındaki korelasyonun incelenmesi Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Courtney R, Mullen G, 2008. Application of high copper and zinc compost and its effects on soil properties and growth of Barley. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 39: 82-95.
- Cristofori V, Pica AL, Silvestri C, Bizzarri S, 2019. Phenology and yield evaluation of hazelnut cultivars in Latium region. *Acta Hort.*, 1226: 123-130.
- Çimrin KM, Boysan S, 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(2): 105-111.

- Dengiz O, Özyazıcı MA, Sağlam M, 2015. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. *Paddy and Water Environment*, 13(1): 1-10
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F, 1987. Araştırma ve deneme metotları (İstatistik metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021. 381s., Ankara.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T, 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Erdoğan V, Mehlenbacher SA, 2000. Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). *Journal of American Society for Horticultural Sciences*, 125: 489-497.
- FAO, 1990. Micronutrient assessment at the Country Level: An international study. *FAO Soil Bulletin* by Mikko Sillanpaa. Rome
- FAOSTAT, 2024. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Fawzi AFA, El-Fouly MM, 1980. Soil and leaf analysis of potassium in different areas in Egypt. *International workshop Role of potassium in crop production*, 73-80, 20-22 Kasım 1979.
- Genç Ç, Sarıhan S, 1976. Fındıkta dikimden önce bir defada verilen normal ve aşırı miktarlardaki kireç ve şlam'ın fındığın verim ve kalitesine etkileri üzerinde bir araştırma. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü, Proje No: 111- 035-I-280, Giresun
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A, 2000. Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1514, Ders Kitabı, 467, Ankara.
- Horuz A, 1996. Terme-Ünye fındık bahçesi topraklarının besin element durumu ve bunların bazı toprak özellikleriyle olan ilişkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Horuz A, 2002. Bafra ve Çarşamba ovalarında toprakların azot durumlarını belirlemede kullanılan bazı kimyasal yöntemlerin mısır bitkisi yetiştirerek tarla denemeleriyle kalibrasyonları. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Horuz A, Dengiz O, 2018. Terme yöresi alüviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1): 58-67.
- Jackson ML, 1967. *Soil chemical analysis*. Hall of Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- John MK, Chuah HH, Neufeld JH, 1975. Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. *Anal. Lett.*, 8: 559-568.
- Kacar B, 1970. Estimation of plant available phosphorus by the combination of different H₂SO₄ and NH₄F concentration in the Çukurova soils. *Annales de L'Universite D'Ankara. Tome X. pp. 103-131*. Ankara.
- Kacar B, 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim. Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. 466 s. Ankara.
- Kacar B, Katkat V, 2009. Bitki besleme. Nobel yayınları, Ankara, 659 s
- Karaman MR, Şahin S, Geboloğlu N, Turan M, Güneş A, Tutar A, 2012. Hümik asit uygulamalması altında farklı domates çeşitlerinin (*Lycopersicon esculentum L.*) demir alım etkinlikleri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1): 301-308.
- Kaya B, Uygur V, 2019. Kireçli anamateryal üzerinde oluşan topraklarda çinko adsorpsiyonu ve toprak özellikleriyle ilişkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 156-165.
- Leskovar D, Othman YA, 2018. Organic and conventional farming differentially influenced soil respiration, physiology, growth and head quality of artichoke cultivars. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 18(3): 865-880.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. *J. Soil Sci. Am.*, 42: 421-428.
- Loué A, 1986. *Les Oligo-elements en Agriculture*. Agri-Nathan Intenational. Paris.
- McCauley A, Jones C, Olson-Rutz K, 2017. Soil pH and organic matter <http://landresources.montana.edu/nm/documents/NM8.pdf>.
- Memmedov QŞ, 2007. Torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyasının esasları, Ali məktəblər üçün dərslik, Bakü. Elm., 383.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dep. Of Agric. Circ.* p. 939.
- Olsen SR, Sommers LE, 1982. Phosphorus. p. 403- 430. In A.L Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. 2nd ed. Agron Monogr. 9. ASA and SSSA. Madison. W
- Özbek N, 1981. Meyve ağaçlarının gübrenmesi. Tarım Bakanlığı Yayınları, 244-254, Ankara

- Özdemir N, Durmuş ÖT, Durmuş M, Ekberli İ, 2016. Organik düzenleyici uygulamalarının farklı ph düzeylerine sahip topraklarda yararılı çinko içeriğine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2): 83-88
- Özkutlu F, Aydemir OE, Akgün M, Özcan B, 2019. Ordu ilinde fındık (*Corylus avellana* L.) tarımı yapılan toprakların çinko (Zn) beslenme durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 131-140.
- Özyazıcı G, Özdemir O, Özer SP, Kalcıoğlu Z, 2014. Kireçleme materyali olarak kullanılan şeker sanayi atığı şlamın çay bitkisinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1): 43-54.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, 2013. Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal dağılımları. *Toprak Su Dergisi*, 2(1): 23-29.
- Özyazıcı MA, Özyazıcı G, Dengiz O, 2011. Determination of micronutrients in tea plantations in The Eastern Black Sea Region, Turkey. *Afr. J. Agric. Res.*, 6(22): 5174-5180.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Öztekin U, Ünal E, 2016. Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1): 136-148.
- Rasheed AG, Razaq I, Al-Kaysi S, 2017. Organic matter addition and zinc status in calcarous soil of Iraq. *Iraqi J. of Agric. Sci.*, 48: 71-79.
- Richards LA, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (No. 60). US Government Printing Office.
- Sağlam M, Dengiz O, Özyazıcı MA, Erkoçak A, Türkmen F, 2014. Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2): 133-144.
- Saltalı K, Güneş E, Bilir B, 2020. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde antep fıstığı yetiştirilen bazı alanların topraklarında borun (b) kimyasal fraksiyonları ve toprak özellikleri ile ilişkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6): 1656-1662.
- Sarımehmet M, Mahmutoğlu H, 1991. Çayın gübrenmesi ile ilgili bazı görüş ve öneriler. *ÇayKur Dergisi*, Yıl:4, Sayı:16
- Serdar U, Horuz A, Demir T, 2005. The effects of B-Zn fertilization on yield, cluster drop and nut traits in hazelnut. *J. Biol. Sci.*, 5(6): 786-789
- Soil Survey Laboratory, 1992. *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil survey manuel*. USDA Handbook No:18. Washington. USA.
- Suarez DL, Vaughan PJ, 2001. *FAO-salinity laboratory SWS model*. Research Report No. 147, 1-79.
- Tanji KK, 1996. *Agricultural salinity assessment and management*. ACSE Manuals and Reports on Engineering Practice No.71, New York.
- Tarakçıoğlu C, Yalçın SR, Bayrak A, Küçük M, Karabacak H, 2003. Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1): 13-22.
- Turan M, Horuz A, 2012. Bitki beslemenin temel ilkeleri. *Bitki Besleme*, 123-347.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1): 115-130
- Uçgun K, Kelebek C, Cansu M, Altındal M, Yalçın B, 2019. Toprak pH'sını etkileyen bazı materyallerin hububat tarımında kullanımı. *Toprak Su Dergisi*, 94-100.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995. *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi* (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 209. Teknik Yayınlar No: T.66. 230 s. Ankara
- Wolf B, 1971. The determination of boron in soils extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solution. *Soil Sci. Plant Anal.*, 2(5): 363-374.
- Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B, 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 47-66.
- Yurtsever N, Alkan B, 1975. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerinde bir araştırma. *TÜBİTAK Tarım ve Orman Araştırma Grubu Yayınları*, Genel Yayın No: 220, Teknik Yayınlar No: 36, Ankara

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAZIM KURALLARI

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ, bu alanda yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Dergi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alanında yapılmış özgün araştırma makalelerini veya önemli bilimsel ve teknolojik yenilikleri ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları yayınlar. Yazar(lar) makalenin ne tür bir yazı olduğunu belirtmelidir. Dergiye sunulan çalışmanın başka yerde yayınlanmamış (bilimsel toplantılarda sunulan çalışmalar hariç) ve başka bir dergiye yayın için sunulmamış ve yayın hakkı verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabilir bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir. Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

Makale gönderilmesi

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ (www.toprak.org.tr) adresindeki (<http://dergi.toprak.org.tr>) linkine gönderilen makaleler hızla incelenecek ve değerlendirecek, sonuç yazarlara en kısa sürede bildirilecektir. Makaleler hakkında yapılan değerlendirmeler e-posta yoluyla sorumlu yazara bildirilecektir.

“Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” formu

Sorumlu yazarca imzalanan Telif Hakkı Devir Sözleşmesi formunun dergiye makale sunumu esnasında gönderilmesi gerekmektedir. Yayın transfer formu gönderilmeyen makaleler değerlendirilmeye alınmayacaktır.

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAYIN YAZIM KURALLARI

Her çalışma MS Word 2007 (veya daha üst versiyonu) kullanılarak A4 boyutundaki kağıda kenarlarda 2.5 cm boşluk bırakılmış, Times New Roman yazı karakterinde 11 pt 1,5 satır aralıklı ve yaklaşık 20 sayfa ve aşağıdaki düzende olmalıdır. Makale başlık sayfası, Özet, Anahtar Sözcükler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Metin, Teşekkür, Kaynaklar, Şekiller (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita v.s.) ve Çizelgeler şeklinde sıralanmalıdır.

Yazar(lar) makale hazırlarken derginin web sayfasında bulunan makale örneğinden yararlanabilirler. Bölüm başlıkları da dahil tüm başlıklar küçük harflerle koyu yazılmış olmalıdır. Tüm sayfalar ve satırlar numaralandırılmış (sayfada yeniden) olmalıdır. Türk Dil Kurumu'nun yazım kuralı dikkate alınarak yazılmalı ve Türkçe noktalama işaretlerinden (nokta, virgül, noktalı virgül vb.) sonra mutlaka bir ara verilmiş olmalıdır. Metin içerisinde kısaltma kullanılacak ise ilk kullanıldığı yerde kavramın açık şekli yazılmalı ve parantez içinde kısaltması verilmelidir (katyon değişim kapasitesi (KDK) gibi). Yukarıdaki kurallara uymayan makaleler işleme alınmadan yazar(lar)ına geri gönderilecektir.

Başlık sayfası

Bu sayfada, a) Makale başlığı (Türkçe ve İngilizce başlıklar yazılmalı; başlık kısa ve konu hakkında bilgi verici ve tümü büyük harflerle yazılmış olmalı ve kısaltmalar kullanılmamalıdır), b) Yazar(lar)ın açık adı (ad ve soyad unvan belirtilmeden küçük harfler ile yazılmalı), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazışmalardan sorumlu yazar belirtilmeli ve bu yazarın telefon ile e-posta adresi verilmelidir. Bu sayfadaki tüm bilgiler koyu karakterde yazılmış olmalıdır.

Ana metin

Makalenin ana metin bölümü, makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı ile başlamalı ancak yazar isim ve adres bilgilerini içermemelidir. Daha sonraki bölümler aşağıdaki gibi organize edilmelidir.

Öz (Abstract): Her makalenin Türkçe ve İngilizce özeti olmalıdır (paragraf girintisi verilmeden; konuya hakim, kısa ve makalenin bütün önemli noktalarını – niçin, ne ve nasıl yapıldığını, ne bulunduğunu ve bunların ne ifade ettiğini – vurgulayan özet metni yazılmalıdır. Bu bölümde kaynak verilmemelidir. Özet ve Abstract metinlerinin hemen altında sırasıyla Anahtar Sözcükler ve Keywords yer almalıdır. Anahtar sözcüklerin ilk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış, başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikte olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

Giriş

Bu bölüm makalenin içeriğini ve yapıma nedenini kaynak bilgileri ile açıklayan kısım olup, çalışmanın amacını ve test edilecek hipotezi açık şekilde sunmalıdır.

Materyal ve Yöntem (Alt başlıklar da yapılabilir)

Denemede kullanılan materyal ve yöntemlerin başka araştırmacılar tarafından yinelenmek istemine de cevap verebilmesi için ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Ancak yayınlanmış olanlar varsa kapsamlı açıklamalara girmeden atıfta bulunulabilir. Test edilecek hipoteze yanıt verecek uygun istatistiksel yöntem/yöntemler kullanılmalı ve açıklanmalıdır. Uluslararası SI birim sistemi kullanılmalıdır.

Bulgular ve Tartışma

Bulgular kısa ve açıklayıcı şekilde, çizelgeler ve şekiller ile desteklenerek bu bölümde sunulmalıdır. Özellikle çizelgede sunulan veriler metin içerisinde ve şekillerde tekrarlanmamalıdır. Ancak şekillerdeki önemli veriler metin içerisinde de verilmelidir. Tartışmada elde edilen sonucun önemi, bilime ve uygulamaya katkısı kaynak bilgileri ile tartışılmalı, değerlendirilmeli veya yorumlanmalıdır. İstenirse ayrı bir "**Sonuç**" başlığı düzenlenebilir. Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı ve varsa öneriler ile birlikte sonuç kısmında verilebilir.

Teşekkür

Çalışmayı destekleyen kuruluşlar ve çalışmaya emeği geçenler için kısa bir teşekkür yazısı yazılabilir.

Kaynaklar

Kaynak listesi yazar soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Metin içerisinde ise kaynaklar Yazar-yıl esasına ve tarih sırasına göre (Acar, 1995; Gülser ve ark., 2011; Kızılkaya ve Hepşen 2014) verilmelidir. Aynı tarihli farklı yazarların kaynaklarının bildiriminde alfabetik sıra kullanılmalıdır (Aydın, 2001; Ekberli ve ark., 2001; Özdemir ve ark., 2001). Aynı yazar tarafından aynı yıl içinde yayınlanmış birden fazla kaynak kullanılması durumunda basım yılından sonra kaynak a, b, c gibi harfler ile gösterilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılan kaynakların tümü kaynaklar listesinde bulunmalıdır. Kaynak bölümünde değişik yerlerden alınan kaynakların yazımında aşağıdaki örneklere uyulmalıdır.

Dergiden,

Candemir F, Gülser C, 2012. Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine textured-alkaline soils. Arid Land Res. Manag. 26:15-31(Dergilerin uluslararası veya ulusal kısaltmaları verilmelidir)

Kongre veya sempozyumdan,

Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z, 2011. İşlenmiş bir toprakta penetrasyon direncinin konumsal değişimi. Prof.Dr.Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 244-249, 25-27 Mayıs, Ankara.

Tezden,

Kızılkaya R, 1998. Samsun Azot Sanayi (TÜGSAŞ) ve Karadeniz Bakır İşletmeleri (KBİ) çevresindeki tarım topraklarında ağır metal birikiminin toprakların bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kitaptan,

Arshad MA, Lowery B, Grossman B, 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: Methods for Assessing Soil Quality (eds. Doran JW, Jones AJ), SSSA Special Publication vol. 49. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA, pp. 123–141.

Elektronik materyalden

Corwin DL, 2012. Delineating site-specific crop management units: Precision agriculture application in GIS. USDA-ARS, George E. Brown Salinity Laboratory. Available from URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1184.pdf>

Şekil ve Çizelgeler

Her bir şekil ve çizelge metin içerisinde atfedilmiş olmalı ve ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1, Şekil 2 veya Çizelge 1, Çizelge 2 gibi). Şekil ve Çizelgeler ilk sunumda metin içerisinde görülmemelidir, ancak metinden ayrı olarak şekiller bir sayfada, Çizelgeler ayrı bir sayfada sırasıyla verilmeli ve sayfaya dik gelecek şekilde düzenlenmelidir. Şekil başlıkları şeklin altında Çizelge başlıkları Çizelgenin üstünde yazılmalıdır. Başlıklar, şekil ve çizelgedeki her bir hücreyi açıklayıcı kısa ve öz şekilde sadece ilk sözcüğün ilk harfi büyük olarak yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgelerde uygulamayı veya uygulama özelliğini ve ortalamalar arasındaki farklılıkları açıklamak için kullanılan kısaltmaların açıklaması mutlaka şekil ve Çizelge altında dipnot olarak verilmelidir.

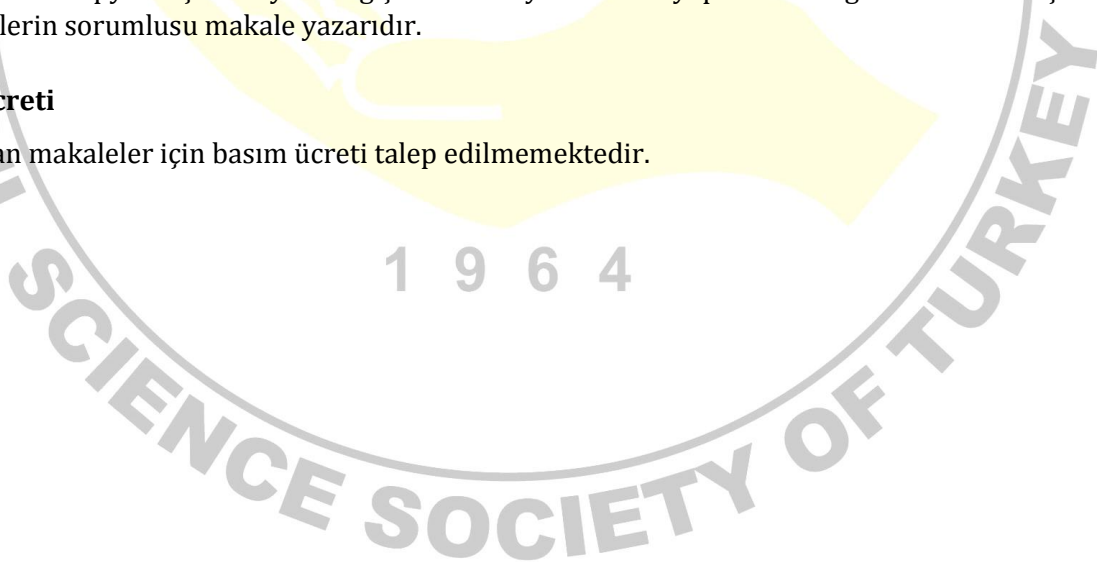
Kabul Sonrası

Yayın, basım için kabul edildikten sonra, makalenin basıma hazır hali (proof) sorumlu yazara e-posta ile gönderilir. Ya da derginin web sayfasında bulunan bağlantıyı kullanarak yazar kendi kullanıcı adı ve şifresi ile sistemden PDF dosyasını indirebilir. Yazar gerekli gördüğü düzeltmeleri liste halinde yazarak editöre bildirebilir. Düzeltmeler listelenirken sayfa ve satır numaraları işaret edilir. İlaveten, basıma hazır kopyanın bir çıktısı alınır, üzerinde düzeltmeler yapılır ve e-posta ile gönderilebilir. Basıma hazır kopyada çok büyük değişiklikler veya ilaveler yapılmaması gereklidir. Bu aşamadaki düzeltmelerin sorumlusu makale yazarıdır.

Basım Ücreti

Yayınlanan makaleler için basım ücreti talep edilmemektedir.

1 9 6 4





TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ *

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayıncıdan sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

Sunmuş olduğumuz makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları taahhüt ederiz:

- Bu makale bizim tarafımızdan yapılmış özgün bir çalışmadır.
- Bütün yazarlar makalenin sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere yollanmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve sonuçlarını onaylamıştır.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazarlara aittir.
- Yazar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir.
- Satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için çoğaltma hakları vardır.

Bunun dışında, makalenin çoğaltılması, postalanması ve diğer yollardan dağıtılması, ancak bilim ve yayın kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü veya bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını bildiririz.

Makaleye ait tüm materyaller (kabul edilen veya reddedilen fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), bilim ve yayın kurulunca bir yıl süreyle saklanacak ve daha sonra imha edilecektir.

Bu belge, tüm yazarlar adına sorumlu yazar tarafından imzalanmalı ve form üzerindeki imza, ıslak imza olmalıdır.

Sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Tarih :

İmza:

*Makalenin Editörler Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.