






Determination of Useful and Total Phosphorus Content of Develi Plain Soils

Yağmur YILMAZ^a, Fatma Nur KILIÇ^a, Osman SÖNMEZ^{a*} 

^a Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri-TÜRKİYE

(*): Corresponding author, osmansonmez@erciyes.edu.tr

ABSTRACT

Phosphorus, one of the macronutrients, is of great importance for soil fertility in terms of the sustainability of agricultural production. When the phosphorus (P) amounts in the soils of our country were investigated, it was determined that the total phosphorus (TP) amounts were at a good level, but the available phosphorus (YP) levels were insufficient. In this study, pH, EC, TP and YP contents of soil samples taken from 0-30, 30-60 and 60-90 cm depths at the coordinates determined in the Develi Plain soil were determined and examined. The lowest pH and EC values of the soils of the study area at 0-30, 30-60, 60-90 cm were 6.75, 6.80, 7.50 and 0.25 dS m⁻¹, 0.25 dS m⁻¹, 0.31 dS m⁻¹, respectively, and the highest the value was measured as 9.88 and 110.1 dS m⁻¹. In addition, the lowest TP content was 52.6 mg kg⁻¹, 80.6 mg kg⁻¹, 85.3 mg kg⁻¹, the highest TP content was 1582 mg kg⁻¹, 1004.5 mg kg⁻¹, 950 mg kg⁻¹, respectively, The lowest YP content at 0-30, 30-60, 60-90 cm was 5.1 mg kg⁻¹, 0.1 mg kg⁻¹, 1.15 mg kg⁻¹, the highest YP content was 77.1 mg kg⁻¹, 78.7 mg kg⁻¹ respectively. It was determined as 1.52.3 mg kg⁻¹. As a result of the study, the TP of the soil samples was found to be higher than the YP value in general.

RESEARCH ARTICLE

Received: 03.06.2022

Accepted: 17.11.2022

Keywords:

- Available phosphorus,
- Total phosphorus,
- Sustainable soil fertility,
- Develi Plain

To cite: Yılmaz Y, Kılıç FY and Sönmez O (2022). Determination of Useful and Total Phosphorus Content of Develi Plain Soils. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 3(2), 325-337. <https://doi.org/10.46592/turkager.1125258>



Develi Ovası Topraklarının Yarayışlı ve Toplam Fosfor İçeriklerinin Belirlenmesi

ÖZET

Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından makro besin elementlerinden biri olan fosfor toprak verimliliği için büyük önem taşımaktadır. Ülkemiz topraklarında fosfor (P) miktarları araştırıldığında toplam fosfor (TP) miktarlarının iyi düzeyde olduğu ancak yarayışlı fosfor (YP) düzeylerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada Develi Ovası topraklarında belirlenen koordinatlarda 0-30,30-60 ve 60-90 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin, pH, EC, TP ve YP içerikleri belirlenmiş ve incelenmiştir. Çalışma alanı topraklarının 0-30, 30-60, 60-90 cm'deki en düşük pH ve EC değerleri sırasıyla 6.75, 6.80, 7.50 ve 0.25 dS m⁻¹, 0.25 dS m⁻¹, 0.31 dS m⁻¹, en yüksek değer 9.88 ve 110.1 dS m⁻¹ olarak ölçülmüştür. Ayrıca en düşük TP içeriği sırasıyla 52.6 mg kg⁻¹, 80,6 mg kg⁻¹, 85.3 mg kg⁻¹, en yüksek TP içeriği sırasıyla 1582 mg kg⁻¹, 1004.5 mg kg⁻¹, 950 mg kg⁻¹ olarak, 0-30, 30-60, 60-90 cm'deki en düşük YP içeriği sırasıyla 5.1 mg kg⁻¹, 0.1 mg kg⁻¹, 1.15 mg kg⁻¹, en yüksek YP içeriği sırasıyla 77.1 mg kg⁻¹, 78.7 mg kg⁻¹, 52.3 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Çalışma sonucunda toprak örneklerinin TP, YP değerine göre genel olarak yüksek bulunmuştur.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 03.06.2022

Kabul tarihi: 17.11.2022

Anahtar Kelimeler:

- Yarayışlı fosfor,
- Toplam fosfor,
- Sürdürülebilir toprak verimliliği,
- Develi Ovası

Alıntı için: Yılmaz Y, Kılıç FY ve Sönmez O (2022). Develi Ovası Topraklarının Yarayışlı ve Toplam Fosfor İçeriklerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 3(2), 325-337. <https://doi.org/10.46592/turkager.1125258>

GİRİŞ

Toprağın sürdürülebilir şekilde kullanımının önemi son yıllarda giderek artmıştır. Başta bitkiler olmak üzere birçok canlının yaşam ve besin kaynağı topraktır. Nüfus artışı ile orantılı olarak gıda talebi, gıda tüketimini karşılamak amacıyla bitkisel üretim değerlendirilmiştir (Mikhailenko ve ark., 2020; Sönmez ve Kılıç, 2021). Fosfor (P) toprak içerisinde organik ve inorganik bileşikler formunda bulunan ve canlılar için hayati önem taşıyan makro besin elementlerinden biridir. Bitkiler, toprak çözeltisinden P'yi genellikle negatif yüklü birincil ve ikincil ortofosfat iyonları formunda bünyelerine almaktadır (Condron ve Newman, 2011). Toprakların çoğu ciddi miktarda toplam fosfor (TP) stoğu içermekte ve toprakların toplam fosfor içerikleri çoğunlukla 500-800 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermektedir (Sönmez ve ark., 2016a). Buna rağmen, toplam inorganik fosfor (Pi)'un ve organik fosfor (Po)'un %1'den daha az kısmı bitkiler için yarayışlı durumdadır (Mengel ve ark., 2001; Bünemann, 2015; Sönmez ve Pierzynski, 2017). Bitkiler için fosforun çözünürlüğünün ve yararlanılabilirliğinin düşük olması, pH'ı yüksek topraklarda kalsiyum fosfatlar veya asidik topraklarda demir ve alüminyum oksitlerce bitkilerin yararlanamayacağı formlarda adsorbe olması ve çökmesinden kaynaklanmaktadır (Alam ve Ladha, 2004; Sönmez ve Pierzynski, 2015). Tarım topraklarının fosfor düzeyleri hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Mahdi ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada Atabey Ovasından 0-20 cm'den alınan toprak örnekleri bitki örtüsü ve yeterli düzeyde gübreleme uygulamaları sonucunda, organik madde ve yarayışlı fosfor fraksiyonlarının artış

eğiliminde olduğu saptanmıştır. [Karaman ve ark. \(2001\)](#), Kazova Ovasından alınan toprak örneklerinde uzaklık dikkate alındığında ihtiyaç duyulan fosfor ihtiyacının belirli kısımlarda yüksek belirli kısımlarda düşük olduğunu saptamıştır. [İrik \(2013\)](#), Develi Ovasında yaptığı çalışmada ova topraklarının 0-30 cm derinliğinde pH değerinin 6.9-9.9 arasında, 30-60 cm toprak derinliğinin pH'ı 5.4-9.9 arasında ve 60-90 cm toprak derinliğinin ise pH'ının 7-9.8 değerleri arasında değiştiğini saptamıştır ve toprak reaksiyonunun 7.5-8.2 arasında olan topraklarda kalsiyum bikarbonatların yoğun ve trikalsiyum fosfat halinde güç çözümler bileşikler olarak çökelindiğini bildirmişlerdir.

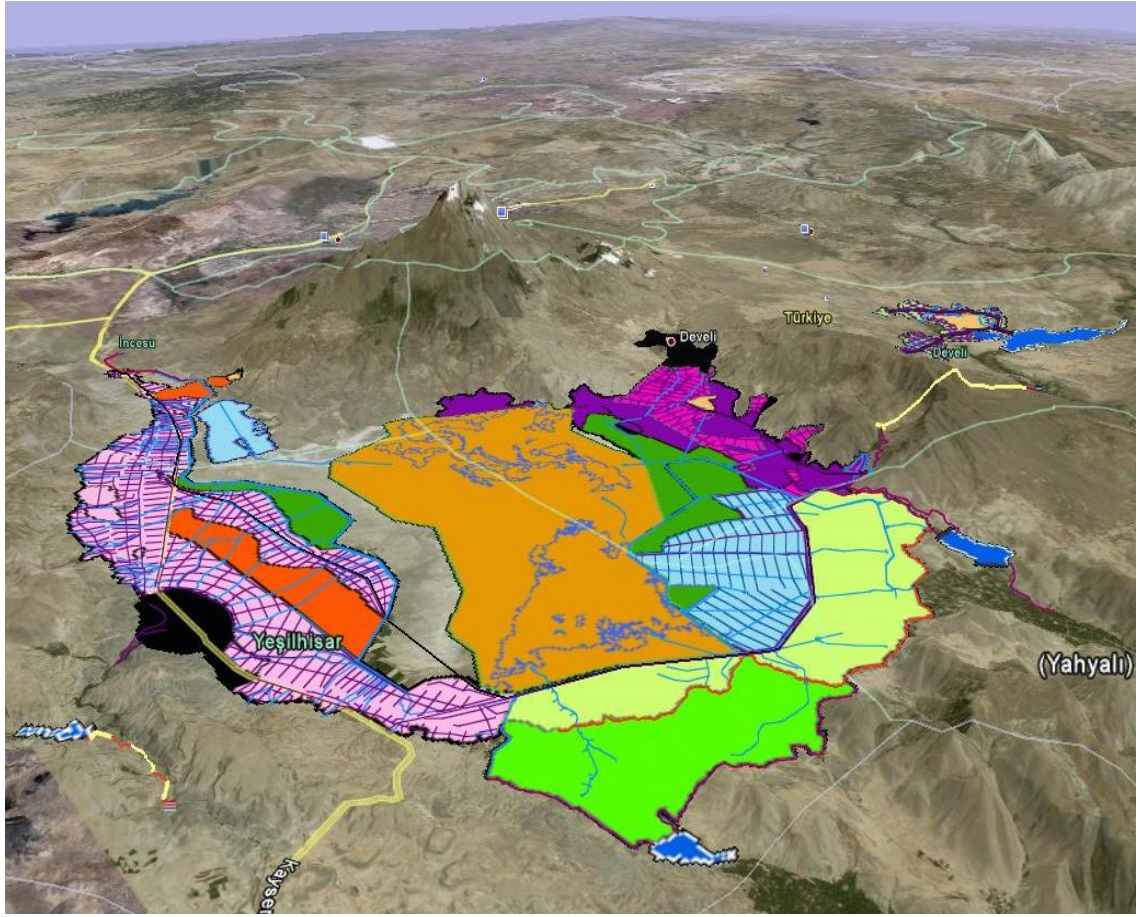
Tarım topraklarında besin kaynaklarının iyi yönetilmesi açısından fosfor içerikli gübrelerin uygulamasında, TP'nin yeterli veya yüksek seviyedeysen, YP'nin düşük seviyede olduğuna dikkat edilmelidir. Böyle durumlarda fosfor ilavesinin yapılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardan daha fazla miktarda fosfor sağlamaktadır. Tarım topraklarında fazla miktarda fosfor kullanımı maddi açıdan olumsuz sonuçlara neden olmakta, toprak, su kaynaklarımızın kirlenmesine yol açmaktadır.

Tarım topraklarının sürdürülebilirliği ve mahsul verimi için yenilenemez bir kaynak olan fosforun ihtiyaç talebini karşılayabilmesi, bunun içinde topraklarımızdaki TP ve YP durumlarının bilinmesi ve buna göre bilinçli bir fosforlu gübreleme planının oluşturulması gerekmektedir ([Sönmez ve ark., 2016b](#)). Develi Ovası'nda yürütülen bu çalışmada toplam fosfor (TP) ve yarayışlı fosfor (YP) durumlarının araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Develi Ovasının yüzölçümü 2072 km² olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1070 m ile 1150 m arasında değişmektedir. Tarımsal açıdan işlenen alan Develi ilçesinde 669.514 da'dır. İl merkezi ve ilçenin topraklarının geneli değerlendirildiğinde alkali, tuzlu ve bozuk drenajlıdır. Develi Ovası'nın bazı bölgelerinde yer alan hidromorfik topraklar, organik madde düzeyi yüksek, koyu renkli alüvyal topraklar niteliğindedir. Kayseri ve Develi Ovasının bazı bölgelerinde yer alan kolüvyal topraklar ise zayıf yapılı ve drenajı durumu iyi olan topraklardır ([Anonim, 2019](#)). Karasal iklimin egemen olduğu Develi Ovasında aylık toplam yağış 3.56-50.78 mm civarında, ortalama sıcaklık değerleri, -0.5 -18.1°C civarında, ortalama nispi nemi (%) 47.2-71.3 değerleri arasında değişmektedir ([Anonim, 2014](#)). Develi Ovası İç Anadolu'nun Orta Kızılırmak bölümü 38-27° kuzey enleminde, 33-17° doğu boylamında yer almaktadır. Erciyes Dağının yaklaşık 6 km uzaklığında konumdadır. Develi Ovası ciddi öneme sahip sulak alanlardan birisi olan Sultan Sazlığı Kuş Cennetini barındırmaktadır.

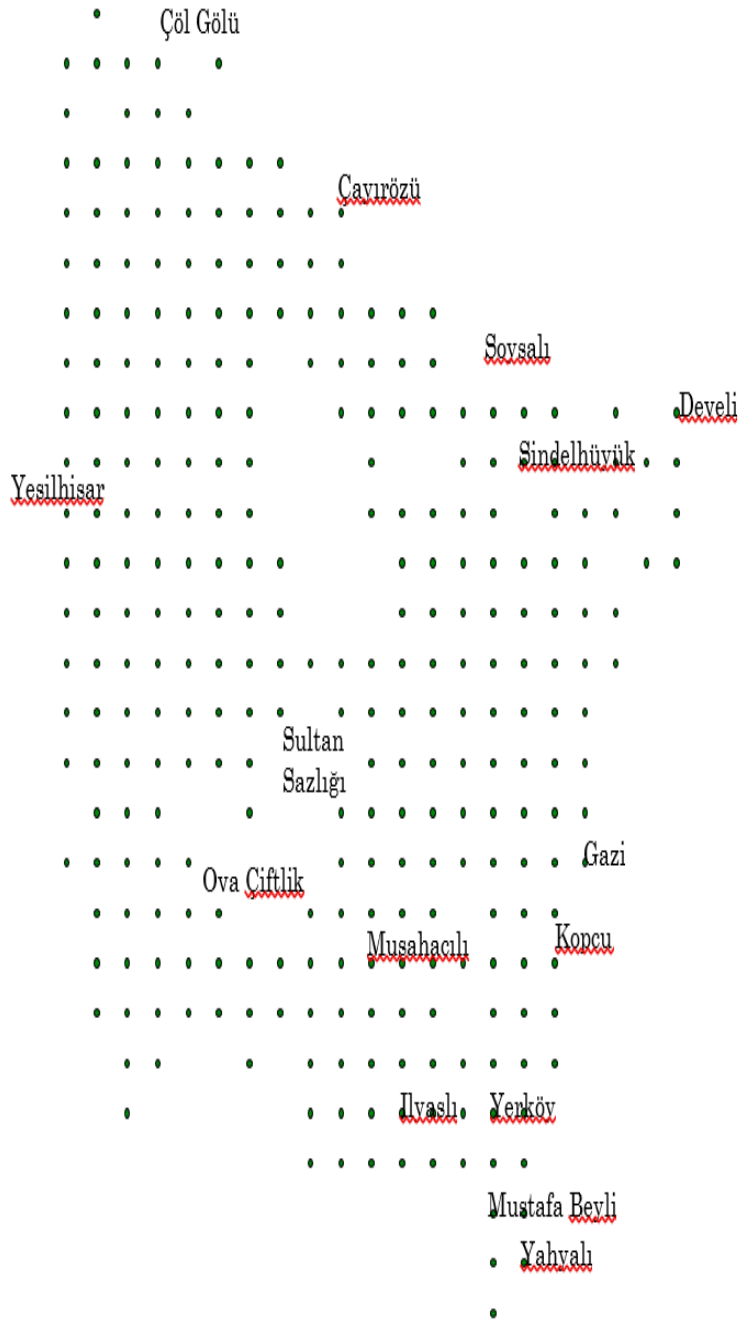
Çalışma 2019 yılında Develi Ovasından 1500 m x 1500 m uzaklık belirli noktalardan, 0-30, 30-60, 60-90 cm derinliklerinden alınan toprak numuneleri ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). [İrik \(2013\)](#), yaptığı çalışmada toprak örneklerinin alındığı noktalardan tekrar örnek alınarak kullanılmıştır (Şekil 2) (Şekil 3).



Şekil 1. Çalışma alanı.
Figure 1. Study area.



Şekil 2. Çalışma alanında bozulmuş toprak örneklerin alındığı noktalar (İrik, 2013).
 Figure 2. The points where soil samples were taken in the study area (İrik, 2013).



Şekil 3. Çalışma alanından toprak örneklerinin alındığı bazı bölgeler ve örnekleme noktaları (İrik, 2013).

Figure 3. Some regions and sampling points where soil samples were taken from the study area (İrik, 2013).

Yapılan çalışmada, toprak örneklerinin alındığı noktalar, Develi Ovası'nın sayısallaştırılmış 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritaları kullanılarak belirlenmiştir. Bu haritalar, ArcGIS 9.3 ortamına aktarılarak 1500 m × 1500 m düzenli kare ızgara sistemine aktarılmıştır. Tarımsal üretim yapılan alanlar, mera alanları ve Sultan Sazlığı Milli Parkı ve Ramsar alanı civarında belirlenen kare kesim noktaları, örnekleme noktaları olarak kabul edilmiştir. Örnek alınan noktaların coğrafi koordinatları ArcGIS yazılımı kullanılarak belirlenmiş bu koordinatlar GPS ortamına aktarılmıştır. Rastgele örnekleme metodu ile 0-30, 30-60 ve 60-90 cm olmak üzere 3 farklı derinlikten, belirlenen 288 noktadan toprak burgusu kullanılarak örnekler alınmıştır. Toprak örnekleri laboratuvarda hava kuru toprak haline gelinceye kadar

kurumaya bırakılmış ve daha sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analizler için ön hazırlığı yapılmıştır. Örnekler daha sonra analizlerde kullanılmak amacıyla etiketlenerek polietilen poşetlerde muhafaza edilmiştir. Alınan örneklerin YP miktarlarının belirlenmesi için (Olsen ve ark., 1954) metodu kullanılmıştır. Metoda göre toprakta YP miktarı, 2 g toprak üzerinden $1 \cdot 10^{-1}$ oranında toprak miktarının ekstraksiyon çözeltisine oranı sağlanmıştır. pH'sı 8.5 ayarlanan 0.5 M NaHCO_3 ilave edilerek 30 dk boyunca 160 rpm'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Toprak örnekleri filtre kâğıdı ile süzülerek ölçü balonlarına aktarılmıştır. Alınan süzük mavi renk yöntemiyle 882 dalga boyunda Biotek marka spektrometrede belirlenmiştir. Hesaplanan değerlerin yorumlanması için YP'nin topraktaki seviyelerinin belirtildiği TOVEP (1991) sınır değerleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Topraktaki yarayışlı fosfor sınır değerleri (TOVEP, 1991).
Table 1. Limit values of available phosphorus in soil (TOVEP, 1991).

Yarayışlı fosfor (mg kg^{-1})	Sınıflandırma
< 2.5	Çok düşük
2.5-8	Düşük
8-25	Yeterli
25-80	Yüksek
>80	Çok yüksek

Topraklarda TP analizi, yoğunluğu 1.54 g ml^{-1} ve yüzdesi %60 olan perklorik asit (HClO_4) ile yaş yakılan toprak örneğinde çözünemez formda bulunan fosforun çözünebilir duruma dönüştürüp, mavi renk yöntemi ile 882 nm dalga boyunda spektrofometrede belirlenmiştir. Hesaplanan değerlerin yorumlanması için TP'nin topraktaki seviyelerinin belirtildiği Tripathi ve ark. (1970) sınır değerleri kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Topraktaki toplam fosfor sınır değerleri (Tripathi ve ark., 1970).
Table 2. Limit values for total phosphorus in soil (Tripathi et al., 1970).

Toplam Fosfor (mg kg^{-1})	Sınıflandırma
300-500	Düşük
600-1000	Orta
>1000	Yüksek

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) için, 1:2.5 yöntemi uygulanarak 10 g toprak üzerine 25 ml su ilave edilip karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltinin pH ve EC değerleri, pH metre ve kondüktivimetre ile ölçülmüştür. Doğan (1991) toprak reaksiyonu sınır değerleri ve Yüzbaşıoğlu ve Dağlıoğlu (2011) elektriksel iletkenliğin tuzluluğa etkisini belirleme değerlerinden faydalanılarak saptanan sonuçlar yorumlanmıştır (Çizelge 3) (Çizelge 4).

Çizelge 3. Toprak reaksiyonunu sınır değerleri (TOVEP, 1991).

Table 3. Limit values for soil reaction (TOVEP, 1991).

pH	Değerlendirme
< 4.5	Kuvvetli Asit
4.5- 5.5	Orta Asit
5.5- 6.5	Hafif Asit
6.5- 7.5	Nötr
7.5- 8.5	Hafif Alkali
> 8.5	Alkali

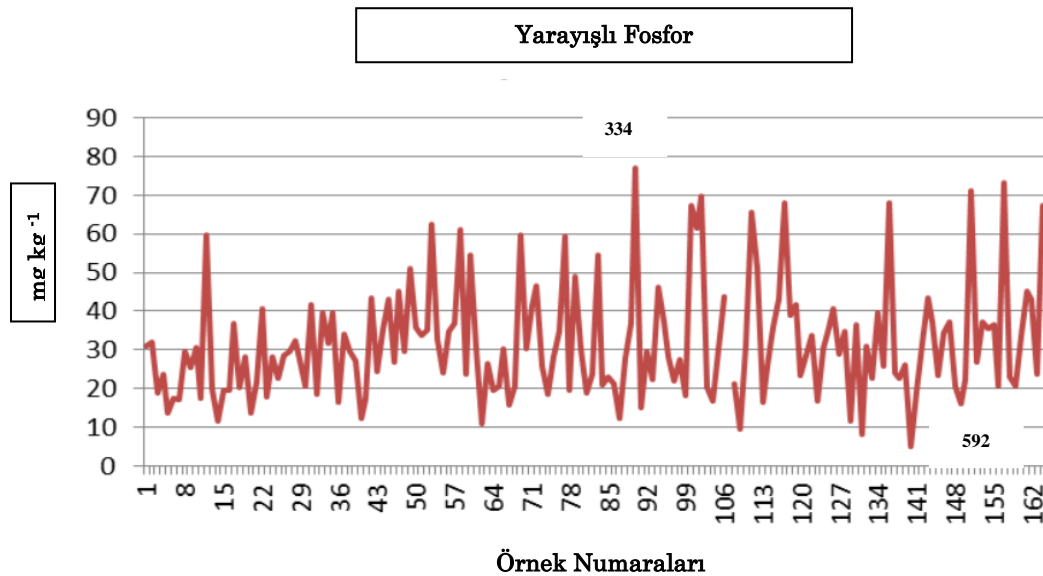
Çizelge 4. Elektriksel iletkenliğin tuzluluğa etkisini belirleme değerleri (Yüzbaşıoğlu ve Dağhoğlu, 2011).

Table 4. Values for determining the effect of electrical conductivity on salinity (Yüzbaşıoğlu and Dağhoğlu, 2011).

EC (mmhos cm ⁻¹)	Tuzluluğa olan etkisi
0-2	Tuz etkisi yok
2-4	Bazı duyarlı bitkilerde verim düşer
4-8	Ekseri bitkiler zarar görür
8-15	Sadece dayanıklı bitkiler yetişir
> 15	Sadece ot ve tuza duyarsız bitkiler yetişir

BULGULAR ve TARTIŞMA

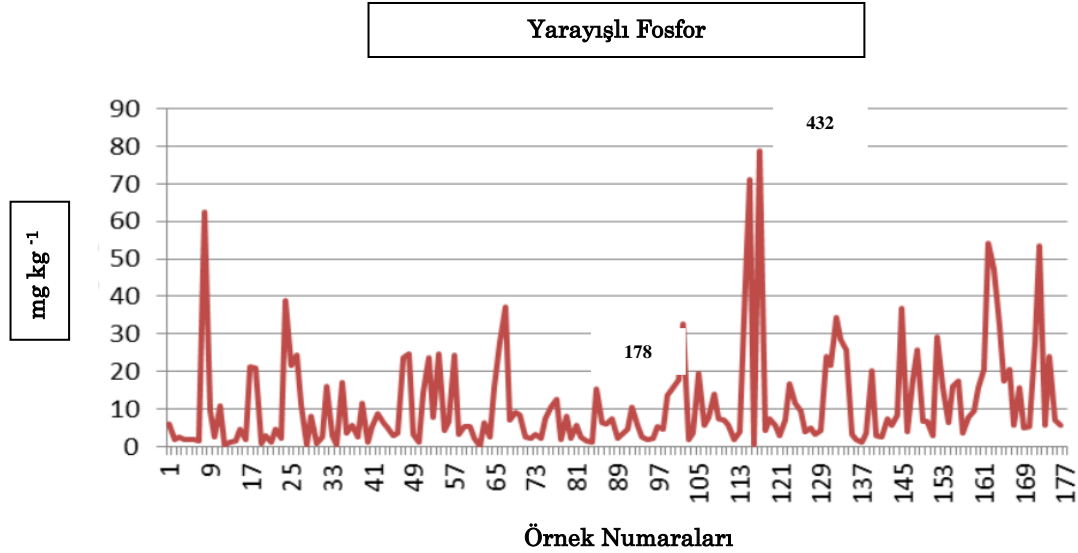
0-30 cm derinliğinde YP içeriklerine göre en yüksek değer 334 numaralı örnekten, 77.1 mg kg⁻¹, en düşük değer 592 numaralı örnekten, 5.1 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. YP içerikleri en düşük sonuçlar 592, 554, 552, 469 ve 183, en yüksek 669, 632, 432, 487 ve 334 numaralı toprak örneklerinde belirlenmiştir. Ortalama YP değeri 31.5 mg kg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Şekil 4). Yüksek ve düşük değerler arasındaki farklılıklar tarımsal faaliyetlerin yoğunlaşması ile fosforlu gübrelemenin artması, özellikle 0-30 cm derinliğine uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 0-30 cm toprak derinliğindeki toprakların yarayışlı fosfor değerleri (mg kg⁻¹).

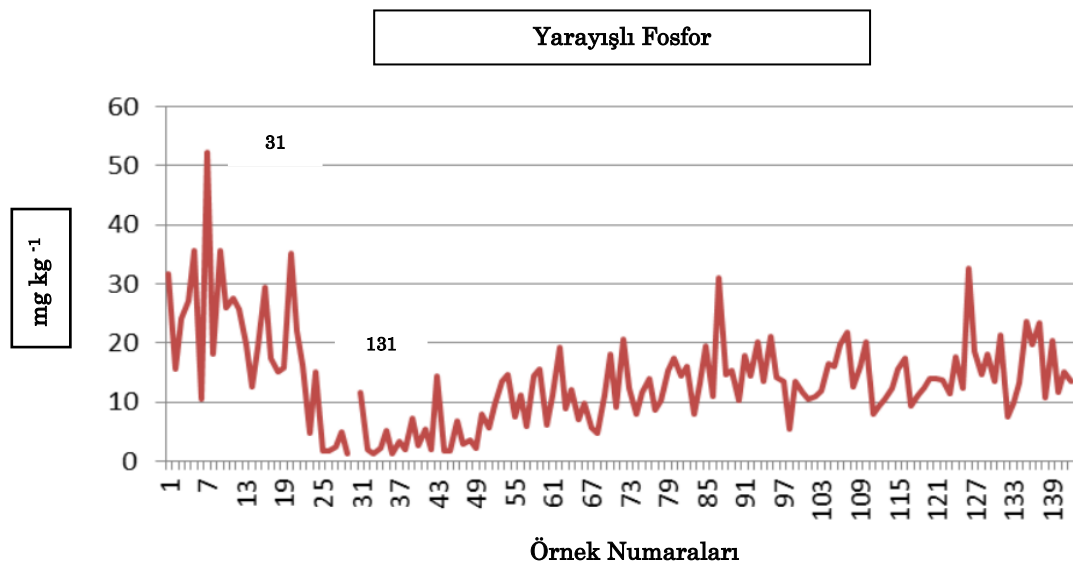
Figure 4. Useful phosphorus values of soils at a soil depth of 0-30 cm (mg kg⁻¹).

30-60 cm derinliğinde YP içerikleri bakımından en yüksek değer 432 numaralı toprak örneğinden 78.7 mg kg^{-1} , en düşük sonuç 178 numaralı toprak örneğinden 0.1 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Şekil 5), ortalama YP içeriği 13.9 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. YP içeriği en yüksek değerler 712, 629, 432, 407 ve 31, en düşük değerler 178, 54, 104, 97 ve 431 numaralı toprak örneklerinde saptanmıştır.



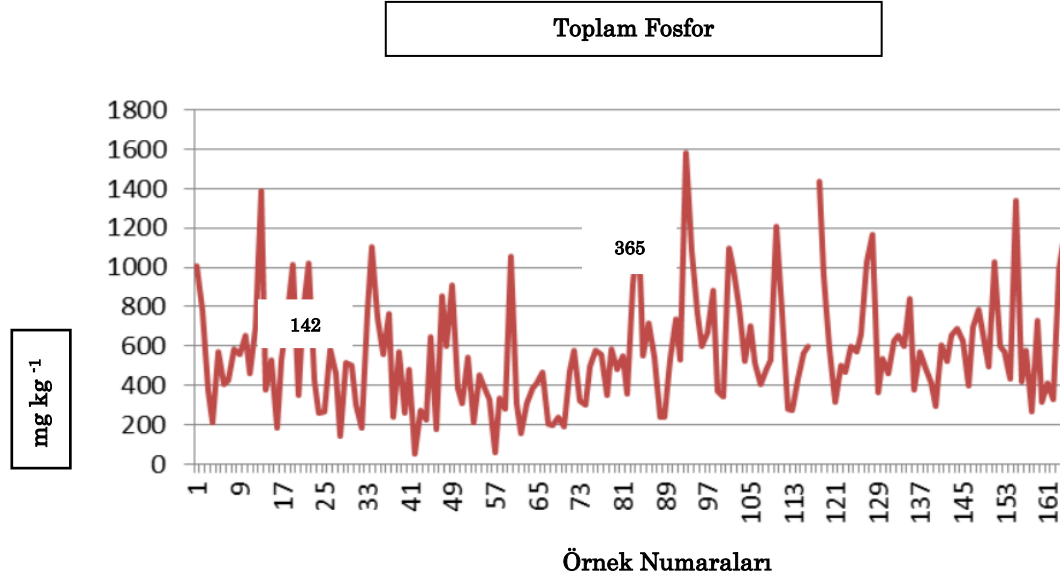
Şekil 5. 30-60 cm toprak derinliğindeki toprakların yararılı fosfor değerleri (mg kg^{-1}).
Figure 5. Useful phosphorus values of soils at 30-60 cm soil depth (mg kg^{-1}).

60-90 cm derinliğinde YP içerikleri bakımından en yüksek değeri 31 numaralı toprak örneğinden 52.3 mg kg^{-1} , en düşük değeri 131 numaralı toprak örneğinden 1.15 mg kg^{-1} (Şekil 6), ortalama YP düzeyi 11.2 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. YP içeriğinin en yüksek değerleri 627, 74, 54, 31 ve 28, en düşük değerleri 171, 139, 135, 131 ve 104 numaralı toprak örneklerinde saptanmıştır.



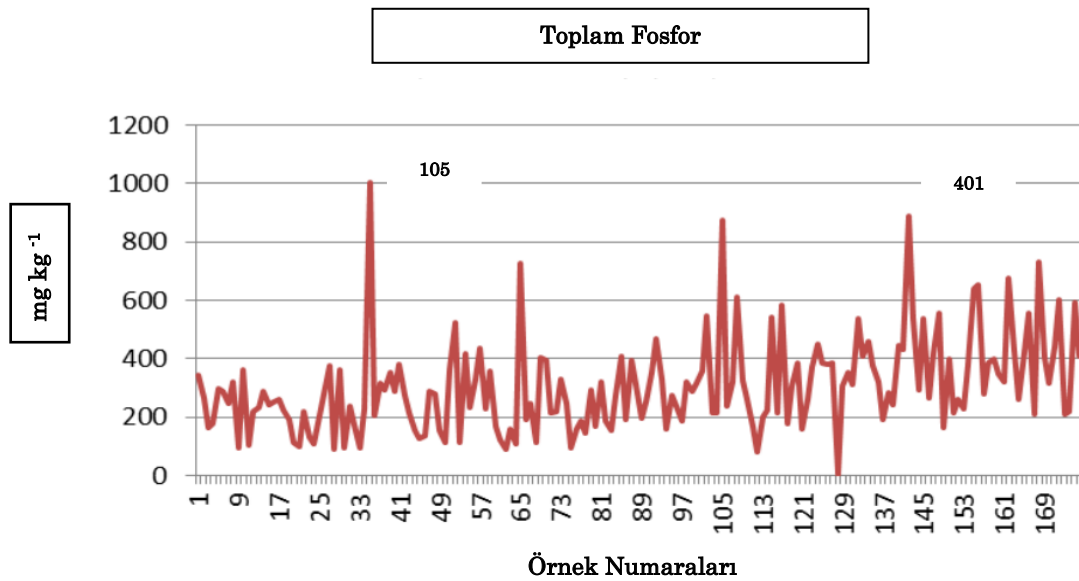
Şekil 6. 60- 90 cm toprak derinliğindeki toprakların yararılı fosfor değerleri (mg kg^{-1}).
Figure 6. Useful phosphorus values of soils at 60-90 cm soil depth (mg kg^{-1}).

0-30 cm derinliğinde TP içeriği en yüksek değer, 365 numaralı toprak örneğinden $1582.3 \text{ mg kg}^{-1}$, en düşük değer 142 numaralı toprak örneğinden $52,6 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Ortalama TP içeriği 555.9 mg kg^{-1} belirlenmiştir. TP değerleri en yüksek 666, 507, 470, 365 ve 61, en düşük 183, 178, 147, 142 ve 107 numaralı toprak örneklerinde saptanmıştır.



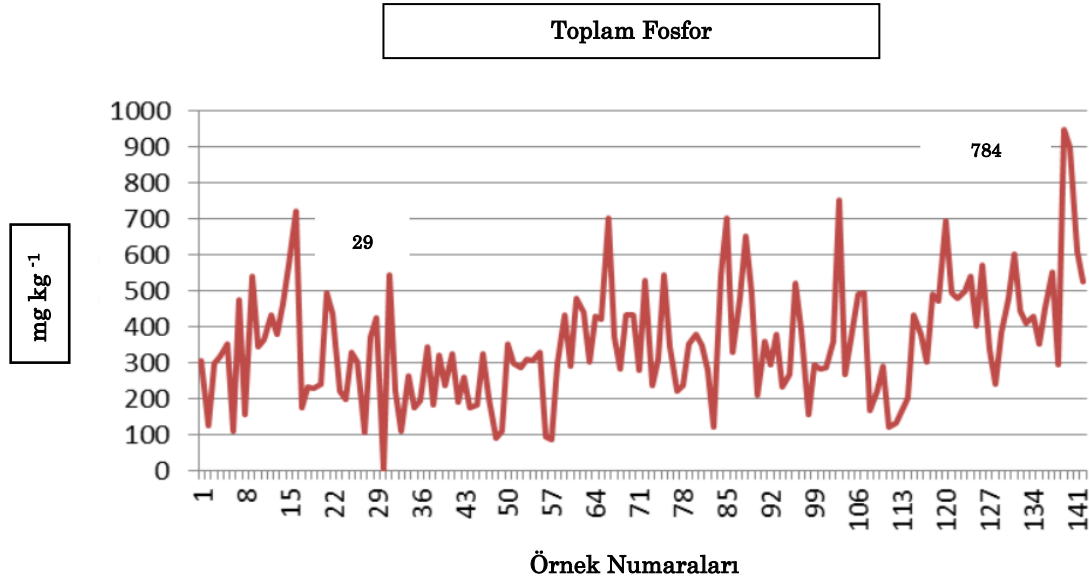
Şekil 7. 0-30 cm toprak derinliğindeki toprakların toplam fosfor değerleri (mg kg^{-1}).
Figure 7. Total phosphorus values of soils at a soil depth of 0-30 cm (mg kg^{-1}).

30-60 cm toprak derinliğinde TP içeriği en yüksek değeri 105 numaralı toprak örneğinden $1004.5 \text{ mg kg}^{-1}$, en düşük değeri 401 numaralı toprak örneğinden 80.6 mg kg^{-1} (Şekil 8), ortalama TP değeri 354.4 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. TP değeri açısından en yüksek değerler 670, 545, 360, 181 ve 105, en düşük değerleri 401, 215, 178, 103 ve 97 numaralı toprak örneklerinde saptanmıştır.



Şekil 8. 30-60 cm toprak derinliğindeki toprakların toplam fosfor değerleri (mg kg^{-1}).
Figure 8. Total phosphorus values of soils at a soil depth of 30-60 cm (mg kg^{-1}).

60-90 cm derinliğinde TP içeriği en yüksek değer, 784 numaralı toprak örneğinden 950.4 mg kg^{-1} , en düşük değeri 29 numaralı toprak örneğinden 85.3 mg kg^{-1} (Şekil 9), ortalama TP değeri 306.1 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. TP içeriği en yüksek; 785, 784, 484, 265 ve 65, en düşük değerleri 218, 216, 179, 129 ve 29 numaralı toprak örneklerinde saptanmıştır.



Şekil 9. 60-90 cm toprak derinliğindeki toprakların toplam fosfor değerleri (mg kg^{-1}).
Figure 9. Total phosphorus values of soils at a soil depth of 60-90 cm (mg kg^{-1}).

[İrik \(2013\)](#), Develi Ovasında yaptığı çalışmada, toprak örneklerinin pH ve EC durumlarına göre, 0-30 cm derinlikte en düşük EC değeri 0.25 dS m^{-1} , en yüksek 110.1 dS m^{-1} , ortalama 6.70 dS m^{-1} olarak ölçülmüştür. En düşük pH değeri 6.80, en yüksek 9.96, ortalama 8.35 olarak ölçülmüştür. 30-60 cm derinlikte en düşük EC değeri 0.25 dS m^{-1} , en yüksek 110.1 dS m^{-1} , ortalama 7.50 dS m^{-1} olarak ölçülmüştür. En düşük pH değeri 5.75, en yüksek 9.8, ortalama 8.50 olarak ölçülmüştür. 60-90 cm derinlikte en düşük EC değeri 0.31 dS m^{-1} ve en yüksek 110.1 dS m^{-1} , ortalama 7.45 dS m^{-1} olarak ölçülmüştür. En düşük pH değeri 7.30, en yüksek pH değeri 9.88, ortalama 8.11 olarak ölçülmüştür. Düşük YP değerlerinin belirlendiği bölgelerde pH'nın 8-8,5 civarında, EC'nin yaklaşık $8-16 \text{ dS m}^{-1}$ aralığında olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre örnekleme noktalarından alınan toprak örneklerinin yüksek pH değerlerinin etkisiyle fosforun çözünemez formlarda bileşikler oluşturduğu ve YP değerlerini olumsuz etkilediği düşünülmektedir.

[Reddy ve ark., \(1998\)](#) yaptıkları çalışmada, toprak da var olan mevcut fosfor içeriğinin 0-30 cm toprak derinliğinde daha yüksek olduğunu ayrıca toprak derinliği arttıkça bu mevcudiyetin düştüğünü vurgulamışlardır. [Sönmez ve Pınar \(2018\)](#)'in yaptıkları çalışmada da benzeri sonuçlar tespit edilmiştir.

SONUÇ

Tarımsal üretimin devamlılığı ve elde edilen ürünlerin kalitesinin sağlanması için bitkinin ihtiyaç duyduğu özellikle makro besin elementlerinden biri olan fosforun bitki tarafından alınabilir durumda olması gerekmektedir. Toprak pH'ına bağlı olarak özellikle pH'ın 8 üzeri olduğu topraklarda fosfor çözünemez bileşikler meydana

getirmektedir. Bunun sonucunda tarımsal üretimin ana maddesi olan toprak kaynaklarından fosfor elementi bitki tarafından alınmamaktadır. Develi Ovası'ndan alınan toprak örneklerinden TP düzeyi en yüksek 365 numaralı örnek (0-30 cm) ile 1582.346 mg kg⁻¹ ve YP düzeyi 22.29 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Develi Ovası'ndan alınan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm' den alınan toprak örnekleri karşılaştırıldığında, TP'nin YP' ye oranına göre en yüksek değer 30-60 cm toprak derinliğinde 27.3 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. TP'nin YP' ye oranına göre en düşük değer 60-90 cm toprak derinliğinde 17.6 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Alınan toprak örneklerinde en yüksek TP değeri 0-30 cm derinliğindeki 365 numaralı örnekte tespit edilmiştir. TP içeriğinin 0-30 cm derinliğinde daha yüksek çıkmasının sebebi, fosforlu gübrelerin çoğunlukla yaklaşık olarak 0-30 cm'e verilmesinden ve rizosfer bölgesinde yani toprak derinliğinin yaklaşık 0-30 cm olduğu derinlikte mikroorganizma aktivitesine bağlı olarak diğer derinliklere göre yüksek değer içerebileceği düşünülmektedir. En yüksek YP değeri 30-60 cm derinliğindeki 432 numaralı örnekte tespit edilmiştir. YP içeriğinin genel olarak TP'den düşük olması pH'nın yüksek olması, kireç içeriğinin yüksek olması gibi faktörlerle yararlanılamayan formlarda olmasından kaynaklanabileceği, toprak içeriğine bakıldığında YP miktarı yeterli değil ise gerekli düzeyde parça parça fosfor verilerek fosfor kaybını minimum düzeyde tutmak amaçlanmalıdır. Gerekli düzeyde YP miktarı var ise bu alanlarda fosforlu gübreleme sadece destekleme amaçlı yapılmalı, fazla gübrelemeden kaçınılmalıdır. Toprakta mevcut YP ve TP düzeylerinin yapılan çalışmada belirtildiği üzere toprak derinliğine, tarımsal kullanım ve toprak işlemeye, sıcaklık değişikliklerine ve pH değişikliklerine bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak makaleye aşağıdaki katkıların sunulduğunu beyan ederiz.

Yağmur Yılmaz: Çalışmanın gerçekleştirilmesi verilerin ortaya koyulması

Fatma Nur Kılıç: Literatür taraması, makalenin genel kontrolü

Osman Sönmez: Verilerin incelenmesi, makalenin son şeklinin verilmesi

ETİK KURUL KARARI

Bu makale Etik Kurul Kararı gerektirmemektedir.

KAYNAKLAR

- Alam MM ve Ladha JK (2004). Optimizing phosphorus fertilization in an intensive vegetable-rice cropping system. *Biology and Fertility of Soils*, 40(4): 277-283.
- Anonim, (2014). Devlet Su İşleri 12. Bölge Müdürlüğü kayıtları, Kayseri. <https://bolge12.dsi.gov.tr> (28.09.202).
- Anonim (2019). İklim ve Bitki Örtüsü. Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü: <https://kayseri.ktb.gov.tr/TR-54978/iklim-ve-bitki-ortusu.html> (13.10.2022).
- Bünemann EK (2015). Assessment of gross and net mineralization rates of soil organic phosphorus—A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 89(1): 82-98.

- Condrón LM and Newman S (2011). Revisiting the fundamentals of phosphorus fractionation of sediments and soils. *Journal of Soils and Sediments*, 11(5): 830-840.
- Doğan O (1983-1992). Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Çevre ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, *TOVEP Projesi*.
- İrik HA (2013). *Develi Ovası toprak tuzluluğunun belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak haritalanması*. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, s.57, Konya.
- Karaman MR, Durak A ve Ersahin S (2001). Spatial variability of available phosphorus and site specific P fertilizer recommendations in a wheat field. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 92: 876-877.
- Mahdi HHM, Uygur V ve Durgun B (2019). Kireçli ana materyal üzerinde oluşan topraklarda fosfor fraksiyonları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1): 93-101.
- Mengel K, Kirkby EA, Kosegarten H and Appel T (2001). Boron. In *Principles of plant nutrition*, Springer, Dordrecht. 621-638.
- Mikhailenko AV, Ruban DA Ermolaev VA and Loon AJ (2020). Cadmium pollution in the tourism environment: A literature review. *Geosciences*, 10: 1-18.
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS and Dean LA (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, Agricultural Handbook, US. Soil Dept. 939, Washington. D.C.
- Reddy KR, Wang Y, DeBusk WF, Fisher MM and Newman S (1998). Forms of soil phosphorus in selected hydrologic units of the Florida Everglades. *Soil Science Society of America Journal*, 62(4): 1134-1147.
- Sonmez O and Pierzynski GM (2017). Changes in soil phosphorus fractions resulting from crop residue removal and phosphorus fertilizer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(8): 929-935.
- Sonmez O and Pierzynski GM (2015). Long-term corn productivity and composition as a function of phosphorus fertilizer and residue removal. *Journal of Soil and Nature*, 8(2): 18-23.
- Sönmez O, Kaya C, Yıldız H ve Polat T (2016a). Harran Ovasındaki fosfor minerallerinin belirlenmesi ve bitkiye yararlılığının artırılması. *TÜBİTAK TOVAG Proje: 112O898*.
- Sönmez O ve Kılıç FN (2021). Toprakta Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 2(2): 493-507.
- Sonmez O, Pierzynski GM, Kaya C and Aydemir S (2016b). The effects of phosphorus addition on phytoavailability of zinc by diffusive gradients in thin films (DGT). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(3): 379-385.
- Sönmez O ve Pınar E (2018). Harran Ovasındaki bazı toprak serilerinin fosfor fraksiyonları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34(2): 31-40.
- TOVEP (1991) Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tripathi BR, Tandon HLS and Tyner EH (1970). Native inorganic phosphorus forms and their relation to Some Chemical Indices of Phosphate Availability for Soils of Agra District, India. *Soil Science*, 109(2): 93-101.
- Yüzbaşıoğlu A ve Dağlıoğlu M (2011). Toprak, Yaprak ve Su Analizi El Kitabı. Anadolu Yakası Park ve Bahçeler Müdürlüğü, İstanbul, 40s.