



Sınırlandırılmış Alanlara Uygulanan pH Düşürücü Bazı Materyallerin Bazı Toprak Özellikleri, Kiraz Ağaçlarının Beslenmesi ve Meyve Özelliklerine Etkisi

The Effect of Some pH Lowering Materials Applied in Constricted Areas on Some Soil Properties, Nutrition of Sweet Cherry Trees and Pomological Properties

Kadir UÇGUN^{1*} , Murat CANSU² 

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü 70100 Karaman

²Ereğli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü 42310 Konya

¹<https://orcid.org/0000-0003-1085-8783>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5468-0529>

To cite this article:

Uçgun, K. & Cansu, M. (2024). Sınırlandırılmış alanlara uygulanan ph düşürücü bazı materyallerin bazı toprak özellikleri, kiraz ağaçlarının beslenmesi ve meyve özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(1): 165-179
DOI: 10.29050/harranziraat.1264307

*Address for Correspondence:

Kadir UÇGUN
e-mail:
kadirucgun@gmail.com

Received Date:

13.03.2023

Accepted Date:

12.03.2024

Öz

Meyve ağaçlarının gelişimini etkileyen en önemli toprak özelliklerinden birisi toprak pH'sıdır. Bu çalışmada toprak pH'sının düşürülmesinde etkili olabileceği düşünülen demir sülfat, hidroklorik asit, bentonitli kükürt ve sıvı kükürt materyalleri; ağaçların taş izdüşümüne (1.2 m²) uygulanarak etkilerinin toprak, yaprak ve meyve analizleri ile ortaya konması hedeflenmiştir. Kültürel uygulamalar (gübreleme, sulama vb.) eşit dozlar ve aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemeler iç ve geçit bölge ikliminin hâkim olduğu Isparta ilinde (Türkiye) 0900 Ziraat çeşidi ile oluşturulmuş kiraz (*Prunus avium*) bahçesinde tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde 2017 yılında yürütülmüştür. İlk uygulama zamanından 2 hafta sonra başlayan ve 14 gün aralıklarla devam eden 6 farklı dönemde alınmış toprak örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik (EC), bitkiye yarıyışlı demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizleri yapılmıştır. Sezon ortasında yaprak örneklerinde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), Fe, Cu, Mn, Zn ve bor (B) içerikleri belirlenmiştir. Hasat zamanında verim, meyve eni, meyve eti setliği, suda çözünebilir katı madde, pH, titre edilebilir asitlik ve meyve kabuk rengi değerleri ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre toprak pH'sı değerlerinde tüm uygulamalarda kontrole göre 1. dönem dışında önemli azalmalar meydana gelmiş ve bu azalmalar genel olarak en fazla bentonitli kükürt uygulamasında gerçekleşmiş ve bunu sıvı kükürt uygulaması takip etmiştir. Toprak pH'sının düşük olduğu uygulamalarda EC değeri yüksek bulunmuştur. Bu durumu EC ve pH değerleri arasında elde edilen negatif korelasyon (-0.68**) doğrulamıştır. Toprakta bitkiye yarıyışlı mikro elementler incelendiğinde Fe ve Zn konsantrasyonları üzerine demir sülfat uygulaması etkili olurken Mn üzerine bentonitli kükürt etkili olmuştur. Yaprakların besin elementi içeriğine ve meyvenin pomolojik özelliklerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Çalışma sonucunda sadece toprak pH'sı dikkate alındığında bentonitli kükürt ile sıvı kükürt öne çıkmıştır. Fakat denemenin yürütüldüğü şartlar altında bitki besleme ve meyve kalitesi yönünden kiraz yetiştiriciliği için herhangi bir ürün önerilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Demir sülfat, hidroklorik asit, bentonitli kükürt, sıvı kükürt, toprak pH'sı

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ABSTRACT

One of the most important soil properties affecting fruit tree development is soil pH. In this study, ferrous sulfate, hydrochloric acid, bentonite sulfur and liquid sulfur materials, which are believed to be effective in lowering soil pH, were applied beneath the tree canopy (1.2 m²) and their effects were aimed to be revealed by soil, leaf and fruit analysis. Cultural practices (fertilization, irrigation, etc.) were carried out in the same doses and under the same conditions. In 2017, the experiment was carried out in the province of Isparta (Turkey), where the climate of the inland and transitional region dominates, in the sweet cherry (*Prunus avium*) orchard cv. 0900 Ziraat, according to the randomized block design with 4 replications and 1 tree in each replicate. Soil samples were taken in 6 different periods starting 2 weeks after the first application time to continuing at 14-day intervals and analyzed pH, EC, extractable Fe, Cu, Mn, and Zn. Leaf samples were collected in the middle of the season and determined N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, and B contents of them. Yield, fruit width, fruit flesh firmness, soluble solids content, pH, titratable acidity, and fruit skin color were recorded at harvest time. According to the results of the research, there was a decrease in soil pH values in all treatments compared to the control except for the 1st period, and this decrease was generally highest in bentonite sulfur, followed by liquid sulfur. EC was found to be high in treatments with low soil pH. This was confirmed by the negative correlation (-0.68**) between EC and pH values. When plant-available microelements in the soil were examined, ferrous sulfate was effective on Fe and Zn concentrations, while bentonite sulfur was effective on Mn. The treatments were ineffective on the nutrient contents of the leaves and pomological properties. According to the results, considering only the soil pH, bentonite sulfur and liquid sulfur came to the forefront. No product was recommended for cherry cultivation in terms of plant nutrition and fruit quality under the conditions conducted the study.

Key Words: Iron sulfate, hydrochloric acid, bentonite sulfur, liquid sulfur, soil pH

Giriş

Meyve ağaçları buldukları toprakları uzun yıllar işgal ederler ve yaşamlarını belirli bir alan içindeki toprakta devam ettirirler. Her toprak çeşitli etmenlere (ana materyal, iklim, antropojenik etkiler, vb.) bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir (Aydemir et al., 2005). Toprakların temel özelliklerini tekstür, kireç, organik madde, pH ve besin elementi gibi faktörler belirler. Bahçe tesisi yapılacak ya da hali hazırda kurulu meyve bahçelerinde bu faktörlerin yetiştiricilik açısından uygun olmadığı durumlarda mümkün olduğunca uygun hale getirmek için gerekli uygulamalar yapılmalıdır. Türkiye topraklarının yaklaşık %60'ı hafif alkali ve alkali grupta yer almaktadır (Güçdemir, 2006). Toprakların tekstürel özellikleri ve kireç içerikleri en az değişiklik gösteren özelliklerindedir fakat organik madde, pH ve besin elementi içerikleri çeşitli uygulamalar ile iyileştirilerek yetiştiricilik için daha uygun hale getirebilir. Toprakların tamponlama özellikleri nedeniyle pH değerlerinin değiştirilmesi ve değiştirilen pH değerlerini uzun süreli aynı seviyede tutmak yetiştiriciler için maliyetli olmaktadır (Tisdale ve Nelson, 1975). Toprak pH'sının düzenlenmesi için yapılan uygulamaların amacı ağaçların aktif olarak geliştikleri dönemde toprak pH'sını uygun hale getirmektir.

Toprak pH'sının kation değişim kapasitesi (KDK) üzerine önemli etkisi vardır. Toprakta besin elementlerinin tutulması ve tutulan bu besin elementinin bitkiler tarafından kullanılması KDK ile ilişkilidir. pH'nın düşük olması ile yani toprak çözeltisinde fazla miktarda bulunan hidrojen (H⁺) kationları negatif yüzeylerde tutularak bitki besin elementlerinin toprak çözeltisine geçmesini sağlayarak bitkiler tarafından kullanımını artırır. Molekül çapı ve yük yoğunluğu besin elementinin alımını etkiler. Demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) gibi metalik özellikteki elementler iyonlaştığı zaman +2 veya +3 değerlik kazanmaktadır. Bu yüzden söz konusu besin elementleri pH'nın yüksek dolayısıyla H⁺ iyonları konsantrasyonunun düşük olduğu bazik şartlarda toprakta kuvvetli bir şekilde adsorbe edilerek yayılsızlığı azalmaktadır. Bazik kationlar olarak adlandırılan potasyum (K⁺), kalsiyum (Ca²⁺), magnezyum (Mg²⁺) ve sodyum (Na⁺) diğer kationlara göre çapları büyük olduğundan toprak partikülleri tarafından kuvvetli bir şekilde tutulamaz ve dolayısıyla toprak çözeltisinde bitkiler tarafından alınabilir şekilde bulunur (McCauley ve ark., 2009). Besin elementlerinin yayılsızlığı için diğer toprak faktörleri tarafından etkilenmeden toprak çözeltisinde uzun süre bulunabilmelidir (Vossen, 2006). Genelde toprak

pH'sı 6.5-8.0 arasında olması azot (N), K, Ca, Mg ve kükürt (S) için; 5.0-7.0 arasında olması, bor (B), Cu, Fe, Mn ve Zn için ve 5.5-7.5 arasında olması P için arzu edilen aralıklardır. (Manitoba, 2013; McCauley ve ark., 2009).

Toprak pH'sının düşürülmesinde ya da yükseltilmesinde çeşitli maddeler etkili olmaktadır. Kükürtlü bileşikler, sönmüş veya sönmemiş kireç, kimyasal gübreler ve organik madde bunlar arasında yer almaktadır (Güneri ve ark., 2012; McCauley ve ark., 2009). Toprak pH'sının azaltılmasında en ekonomik kaynak elementel kükürttür. Toprağa karışan kükürdün toprakta birçok kimyasal reaksiyonla yapısı değişmektedir (Kaymak, 2011). Bu süreçte elementel kükürt bakteriler tarafından sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşerek toprak pH'sını düşürür. Diğer bir materyal demir sülfattır. Fakat kükürtte göre çok fazla kullanıldığından maliyeti yüksektir. Demir sülfatın reaksiyonu çok hızlıdır ve bu tuzlar Fe ve H_2SO_4 'e ayrışır. Kükürt içeren diğer bir materyal Alüminyum sülfattır. Fakat bu materyalin yüksek dozları bitkiler için toksik etki oluşturduğundan kullanımı sınırlıdır. Nitrik asit, hidroklorik asit, fosforik asit, sülfürik asit gibi sıvı asitler pH ayarlanmasında özellikle damla sulama sisteminin

kullanılabildiği yetiştirme sistemlerinde kolaylıkla kullanılmaktadır (Longstroth, 2012).

Bu çalışmada; toprak pH'sının düşürülmesinde etkili olduğu düşünülen demir sülfat, hidroklorik asit, bentonitli kükürt ve sıvı kükürdün kiraz ağaçlarının taç izdüşümünde belli bir alana uygulanarak topraktaki pH, elektriksel iletkenlik (EC), bitkiye yarayışlı Fe, Cu, Mn ve Zn değerlerinin dönemsel değişimi ve bu değişimin yaprakların N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn ve B içerikleri ve meyve kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Kimyasallar tüm taç iz düşümüne değil sınırlı bir alana uygulanmıştır. Sınırlı alana uygulanmasında aynı miktar kimyasalla toprak özelliklerinde daha fazla değişimin olması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme materyali ve deneme alanı:

Bu çalışma 2017 Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Eğirdir-Isparta) araştırma arazisinde bulunan Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verime ulaşmış (7 yaşında) 0900 Ziraat kiraz (*Prunus avium*) çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Uygulama bahçesinin toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanının toprak özellikleri

Table 1. Soil characteristics of the trial area

Saturasyon Saturation (%)	Kum Sand (%)	Silt Silt (%)	Kil Clay (%)	Tekstür Texture	Kireç Lime (%)	Organik Madde Organic matter (%)	Bitkiye Yarayışlı Extractable			
							P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)
57	31.1	38.5	30.4	Killi tın	13.2	2.1	27	256	3927	398

Denemenin kurulması ve uygulamalar

Kültürel uygulamaların (sulama, gübreleme vb.) eşit koşullarda uygulanmış olup, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak (her tekerrürde 1 ağaç) kurulan denemede pH düşürücü ıslah materyalleri olarak demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), hidroklorik asit (HCl; %37), bentonitli kükürt (%90 S, %10 bentonit) ve sıvı kükürt (%80 S) kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise herhangi bir ıslah materyali uygulanmamıştır. Hidroklorik asit ve sıvı kükürt 1 litre su ile

seyreltilerek, demir sülfat ve bentonitli kükürt ise seyreltme olmaksızın doğrudan toprağa uygulanmıştır. Ağaçların her iki tarafında taç iz düşümlerinde 30 x 200 cm boyutlarında (0.6 m²) sınırlandırılmış alanlar oluşturularak uygulamalar bu alanlara yani toplam 1.2 m² alana yapılmıştır (Şekil 1). Demir sülfat ve bentonitli kükürt uygulamaları tam doz olarak 1 uygulama ile gerçekleştirilirken, sıvı kükürt 3 ve HCl 6 farklı dönemde uygulanmıştır. Uygulamalara ait detaylı bilgiler Çizelge 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. pH düşürücü ıslah materyallerinin uygulanması
Figure 1. Applying pH-reducing amendment materials

Çizelge 2. Uygulama dozu, sayısı ve zamanı
Table 2. Application dose, number and time

Materyal Material	Uygulama Dozu Application Dose	Uygulama Sayısı Number of Applications	Uygulama Zamanı Application Time
Demir Sülfat	750 g ağaç ⁻¹	1	3 Nisan
Bentonitli kükürt	750 g ağaç ⁻¹	1	3 Nisan
HCl	50 ml ağaç ⁻¹ (Her uygulamada)	6	9 Nisan, 23 Nisan, 7 Mayıs, 21 Mayıs, 4 Haziran, 18 Haziran
Sıvı Kükürt	100 ml ağaç ⁻¹ (Her uygulamada)	3	9 Nisan, 7 Mayıs, 4 Haziran

Toprak örnekleme, analize hazırlanması ve toprak örneklerinde yapılan analizler

Toprak örnekleri, 0-30 cm derinlikten ilk uygulamayı (3 Nisan) takip eden 2 haftalık periyotlar ile toplam 6 dönemde (16 Nisan, 30 Nisan, 14 Mayıs, 28 Mayıs, 11 Haziran, 25 Haziran) alınmıştır. Alınan örnekler Kacar (2012)'in belirttiği şekilde analize hazır hale getirilmiştir ve pH, EC, bitkiye yararlı Fe, Cu, Mn ve Zn analizleri yapılmıştır. pH ve EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ve EC metre ile belirlenmiştir (Jackson, 2005). Bitkiye yararlı Fe, Zn, Cu, Mn için dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) ile ekstraksiyon yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma- Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazı ile

okunmuştur.

Yaprak örnekleme, analize hazırlanması ve yaprak örneklerinde yapılan analizler

Yaprak örnekleri vejetasyon ortasında (2 Temmuz) ağaçların taç bölgesinde bulunan bir yıllık sürgünlerin ortasından gelişmesini tamamlamış en genç yapraklardan toplanarak (Hoying et al., 2004) laboratuvara getirilmiş ve gerekli yıkama işlemleri yapılmıştır. Yıkanan yaprak örnekleri etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Toplam N analizi için Kjeldahl yaş yakma yöntemi; toplam P, K, Ca, Mg, B, Fe, Cu, Mn, Zn ve B analizi için kuru yakma yöntemi uygulanmış ve okumalar ICP-OES cihazı ile yapılmıştır (Ryan ve

ark., 2001).

Meyve örnekleme, örneklerin analize hazır hale getirilmesi, yapılan ölçümleme ve analizler, verim değerinin belirlenmesi

Meyve örnekleme, hasat zamanında (22 Haziran) gerçekleştirilmiştir. Örnekleme, her uygulamanın tekerrürlerini temsil edecek şekilde ağacın 4 tarafından alınan 100 adet meyveden tesadüfen seçilen 10 adet meyve ile gerçekleştirilmiştir. Meyve eni 0.01 hassasiyetli dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Meyve eti sertliği, (4.5 mm uçlu penetrometre) tekstür analiz cihazı (Güss FTA Type GS14, Strand, South Africa) ile ölçülecek ve sonuçlar Newton (N) birimi olarak verilmiştir. Meyve kabuğundaki renk değişimleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) CR-400 model (Minolta Co. Ltd., Japonya) renk cihazıyla ölçülmüştür. Titre edilebilir asitlik (TEA), pH ve suda çözülebilir kuru madde (SÇKM) analizleri için meyve örnekleri öncelikle çekirdeklerinden ayrılmıştır. Ardından katı meyve sıkacağı ile elde edilen meyve suyunda asitlik otomatik titratör (Mettler Toledo T50) ile malik asit cinsinden, pH değeri dijital pH metre ile, SÇKM ise dijital refraktometre (HI 96801 model Hanna, UK) ile belirlenmiştir (Karaçalı, 1993). Verim değeri, deneme ağaçlarından hasat edilen meyveler tartılarak, ağaç başına belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler

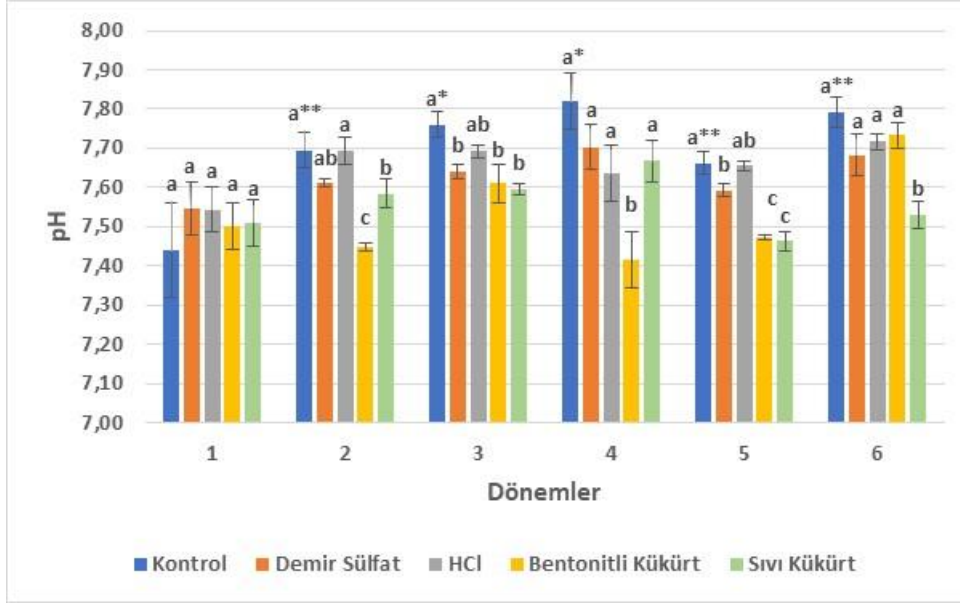
İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılmıştır. Bu paket program ile normal dağılım analizi yapılarak ekstrem değerler atılmıştır. Varyans analizlerinde uygulamalar arasındaki farklılık önemli olduğu durumlarda asgari önemli fark (LSD) çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve istatistiksel farklılıkların tahmin edilmesinde $P<0.05$ ve $P<0.01$ önem dereceleri kullanılmıştır. Söz konusu paket program ile toprak pH'sı ile EC değerleri arasındaki korelasyon incelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Uygulamanın başlangıcında (1. dönem) birbirinden farklılık göstermeyen pH değerleri zaman geçtikçe aynı dönem içinde uygulamalara göre farklılık göstermiş ve en düşük değerler 2. dönemde bentonitli kükürt; 3. dönemde sıvı kükürt; 4. dönemde bentonitli kükürt; 5. dönemde sıvı kükürt; 6. dönemde sıvı kükürt uygulamasından elde edilmiştir. 1. dönem dışındaki tüm dönemlerde herhangi bir materyalin uygulanmadığı kontrol uygulamasında en yüksek değerler gerçekleşmiştir (Şekil 2). Her dönemdeki pH değerindeki değişimler kontrol uygulamasına göre 2. dönemde bentonitli kükürt uygulamasında 0.25 birimlik, 3. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 0.16 birimlik, 4. dönemde bentonitli kükürt uygulamasında 0.33 birimlik, 5. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 0.20 birimlik, 6. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 0.26 birimlik düşüş gerçekleşmiştir. Her dönemdeki uygulamalar arasında farklılık olduğu gibi her uygulamanın dönemleri arasında da uygulamaya bağlı olarak (kontrol, bentonitli kükürt ve sıvı kükürt) pH değişiminde farklılıklar oluşmuştur (Çizelge 3).

Soliman ve ark. (1992) mısır bitkisinde yaptıkları bir saksı çalışmasında pH değeri 8.3 olan kaba tekstürlü kireçli bir toprakta kükürt (S) uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Artan miktarlarda 1000, 3000, 6000 mg kg⁻¹ S ilave edilmesi toprak pH'sında sırasıyla 0.2, 0.5 ve 0.9 birim düşüğe neden olmuştur. Güneri (2007), limon ve portakal bahçelerinde kükürt, jips ve amonyum sülfat uygulamaları içinde pH'nın düşürülmesinde en etkili yöntemin elementel kükürt uygulaması olduğu sonucuna varmıştır. Murovhi (2013), 13 yaşındaki Valencia portakal çeşidinde yaptığı çalışmada 0, 60, 120, 180 ve 240 g S ağaç⁻¹ olacak şekilde kükürt uygulamasının artan kükürt seviyesine bağlı olarak toprak pH'sında azalma meydana getirdiğini tespit etmiştir. Uçgun ve ark. (2019) hububat tarımında sulu kükürt, bentonitli kükürt + çiftlik gübresi, leonardit uygulamaları içinde bentonitli kükürt +

çiftlik gübresi uygulamasının yapıldığı parselde en düşük pH değerlerini elde etmişlerdir.



Şekil 2. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin Uygulamaların toprak pH'sı üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, * 0.05 düzeyinde önem seviyesini, ** 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 2. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the soil pH in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, * indicates the significance level at 0.05 level, ** indicates the significance level at 0.01 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.

Çizelge 3. Her uygulamadaki pH değerlerinin dönemlere göre değişimi

Table 3. Variation of pH values in each treatment according to the periods

Uygulamalar Treatments	Toprak Örnekleme Dönemleri Soil Sampling Periods					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	7.44 b	7.70 a	7.76 a	7.82 a	7.66 a	7.79 a**
Demir Sülfat	7.55 a	7.61 a	7.64 a	7.70 a	7.59 a	7.68 a
HCl	7.54 a	7.69 a	7.69 a	7.64 a	7.66 a	7.72 a
Bentonitli Kükürt	7.50 bc	7.45 c	7.61 ab	7.42 c	7.47 bc	7.73 a**
Sıvı Kükürt	7.51 bc	7.59 abc	7.60 ab	7.67 a*	7.46 c	7.53 bc

Harfler her satırdaki sayıları karşılaştırır. Aynı harfler istatistiksel olarak sayılar arasında farklılığın olmadığını, farklı harfler farklılığın olduğunu gösterir. *: 0.05 düzeyinde önem seviyesini ifade eder. **: 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade eder.

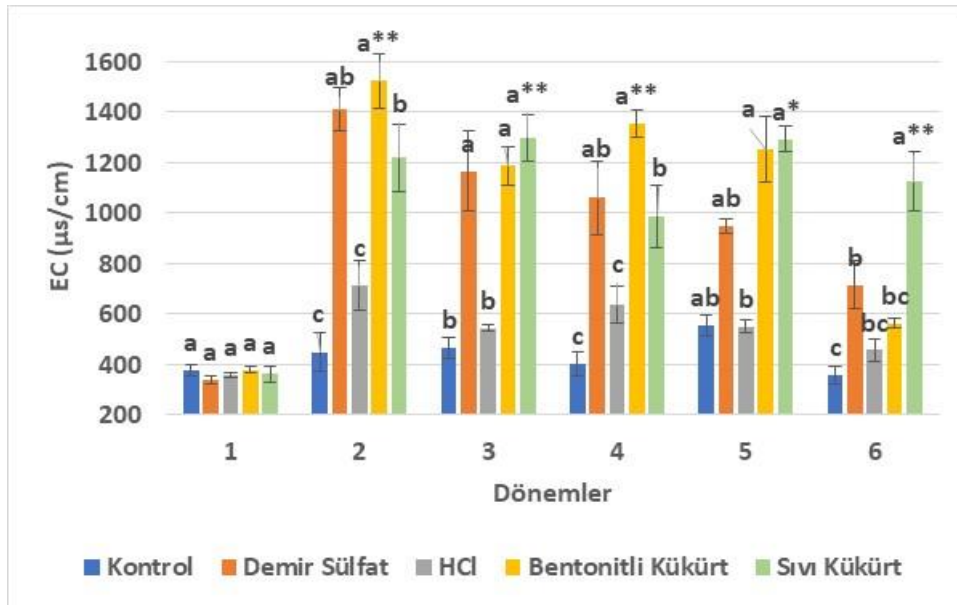
Vejetasyon başlangıcında (16 Nisan) birbirine çok yakın olan EC değerleri, vejetasyon ilerledikçe her dönem kendi içinde değerlendirildiğinde uygulamalara göre aralarında önemli farklılıklar oluşmuştur. En yüksek değerlerin olduğu uygulamalar dönemlere göre değişmiş 2. ve 4. dönemde bentonitli kükürt, 3, 5 ve 6. dönemlerde sıvı kükürt uygulamasında oluşmuştur. Özellikle bentonitli kükürt ve sıvı kükürt uygulamalarında oluşan bu yüksek değerler kiraz ağaçlarının verimini olumsuz etkileyebilecek düzeylere kadar ulaşmıştır (Şekil 3). Kontrol uygulamasına göre 2.

dönemde bentonitli kükürt uygulamasında 1076 birimlik, 3. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 835 birimlik, 4. dönemde bentonitli kükürt uygulamasında 955 birimlik, 5. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 444 birimlik, 6. dönemde sıvı kükürt uygulamasında 769 birimlik artış gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasında farklılık olduğu gibi her uygulamaya ait dönemler arasında da kontrol uygulaması dışında EC değişiminde farklılıklar oluşmuştur (Çizelge 4).

Kotuby-Amacher ve ark. (2000) kiraz ağaçlarının tuz toleransının diğer ılıman iklim

meyvelere göre düşük ve eşik değerin $900 \mu\text{s cm}^{-1}$ olduğunu ve bu değer $1900 \mu\text{s cm}^{-1}$ olduğunda ise verimde %10 azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada uygulamalara göre değişmekle birlikte toprağın EC değerleri $1500 \mu\text{s cm}^{-1}$ değerlerine kadar yükselmiştir. Toprak çözeltisinde tuz seviyesinin artması verimde azalmalara neden olduğu gibi bitkide

morfolojik (Erturk ve ark., 2007) ve fizyolojik (Aras ve Eşitken, 2018; Eraslan ve ark., 2016) değişimlere de neden olmaktadır. Ayrıca tuzlu şartlarda bitkiler toprakta bulunan besin elementlerinden de yeterince yararlanamadığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Lacerda ve ark., 2018; Ribeiro ve ark., 2021).



Şekil 3. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin toprak tuzluluğu üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, * 0.05 düzeyinde önem seviyesini, ** 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 3. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the soil salinity in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, * indicates the significance level at 0.05 level, ** indicates the significance level at 0.01 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.

Çizelge 4. Her uygulamadaki EC değerlerinin dönemlere göre değişimi

Table 4. Variation of EC values in each treatment according to the periods

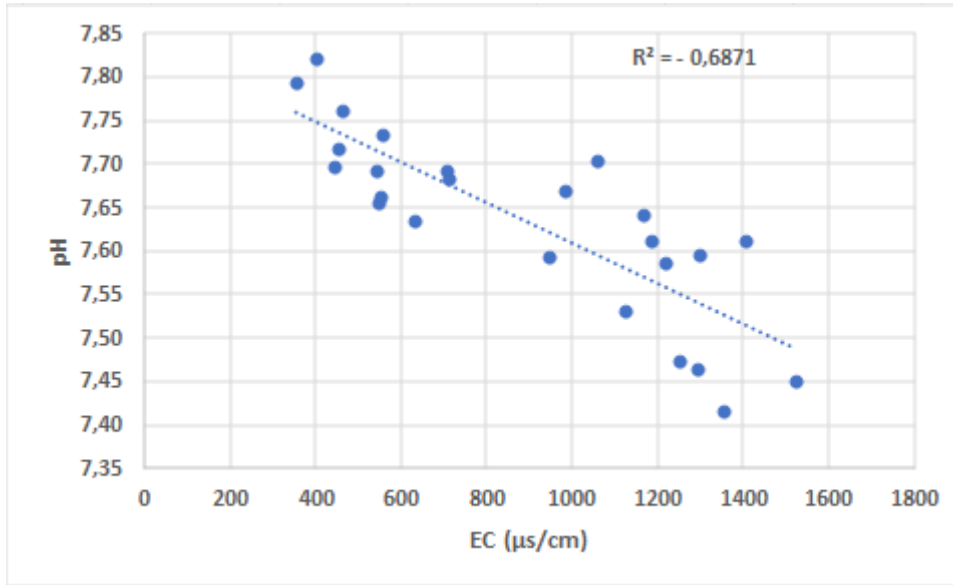
Uygulamalar Treatments	Toprak Örnekleme Dönemleri Soil Sampling Periods					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	375 a	448 a	464 a	403 a	555 a	356 a
Demir Sülfat	338 d	1410 a**	1166 ab	1062 b	948 bc	715 c
HCl	358 d	711 a**	543 bc	636 ab	550 abc	456 cd
Bentonitli Kükürt	379 b	1524 a**	1187 a	1358 a	1251 a	561 b
Sıvı Kükürt	362 c	1218 ab	1299 a**	986 b	1295 a	1125 ab

Harfler her satırdaki sayıları karşılaştırır. Aynı harfler istatistiksel olarak sayılar arasında farklılığın olmadığını, farklı harfler farklılığın olduğunu gösterir. **: 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade eder.

pH'nın yüksek olduğu uygulamalarda düşük olan EC değerleri, pH'nın düşük olduğu uygulamalarda ise yüksek seviyelerde olmuştur (Şekil 2, Şekil 3). Hem pH hem de EC değerleri üzerine uygulamaların etkisi olmadığı 1. dönem hesaba katılmazsa diğer dönemlerde elde edilen

pH ve EC değerleri arasında istatistiksel olarak önemli negatif korelasyon (-0.68^{**}) elde edilmiştir (Şekil 4). Aizat ve ark. (2014) pH'nın çözünebilir tuz miktarını arttırarak EC üzerine arttırıcı etkisi olduğunu ifade etmiştir. Smith ve Doran (1997) yaptıkları çalışmada EC ve pH arasında negatif bir

korelasyon olduğunu tespit etmiştir. Benzer sonuçları Aini ve ark. (2014)'da ifade etmiştir.



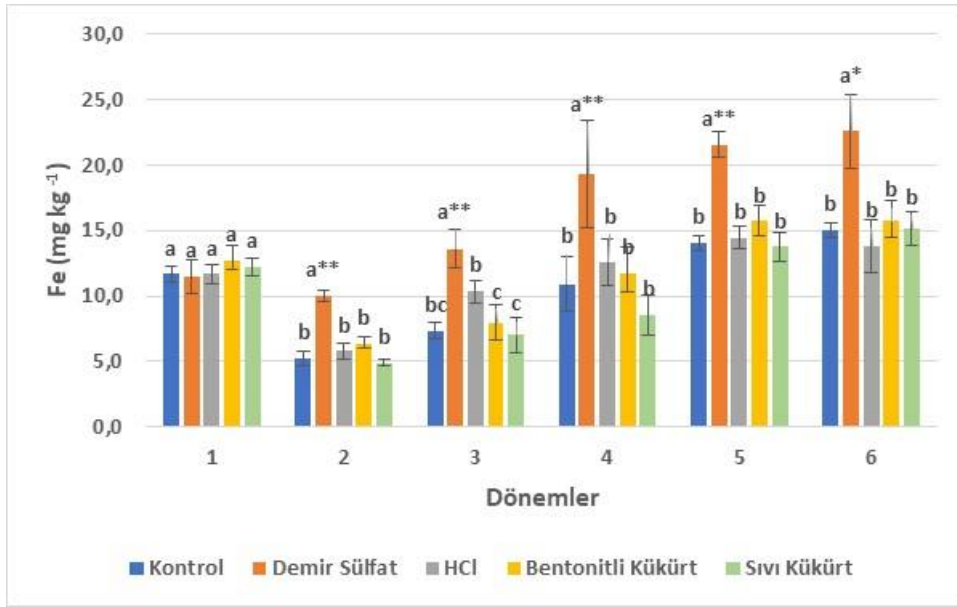
Şekil 4. Gisela 6 anacı üzerine aşılı bir kiraz bahçesinin toprağında toprak pH'sı ve tuzluluğu arasındaki korelasyon

Figure 4. Correlation between soil pH and salinity at soil of sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock

Toprakların bitkiye yarayışlı Fe içerikleri değerlendirildiğinde; 1. dönem dışındaki tüm dönemlerde demir sülfatın diğer uygulamalara göre içerdiği yüksek Fe miktarına orantılı olarak Fe içerikleri istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Şekil 5). Bakır içerikleri uygulamaya bakılmaksızın sezon boyunca artış göstermiştir. Sadece 6. dönemde uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmuş ve sıvı kükürt uygulamasında en yüksek değer elde edilirken en düşük değer demir sülfat uygulamasında olmuştur (Şekil 6). Toprakların Mn içeriği yönünden ilk 3 dönemde uygulamalar açısından bir farklılık bulunmamış fakat 4, 5 ve 6. dönemde istatistiksel olarak uygulamalara göre farklılıklar elde edilmiştir. Söz konusu dönemlerdeki Mn, bentonitli kükürt uygulamasında en yüksek seviyelerde gerçekleşmiştir. Diğer uygulamalarda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 7). Toprakların bitkiye yarayışlı Zn kapsamı üzerine demir sülfatın etkisi çok dikkat çekici olmuştur. İlk dönem dışındaki diğer dönemlerde demir sülfat uygulamasının diğer uygulamalara göre Zn üzerindeki etkisi diğer uygulamaların kendi arasındaki farklılığı gölgede bırakmıştır. Yani demir

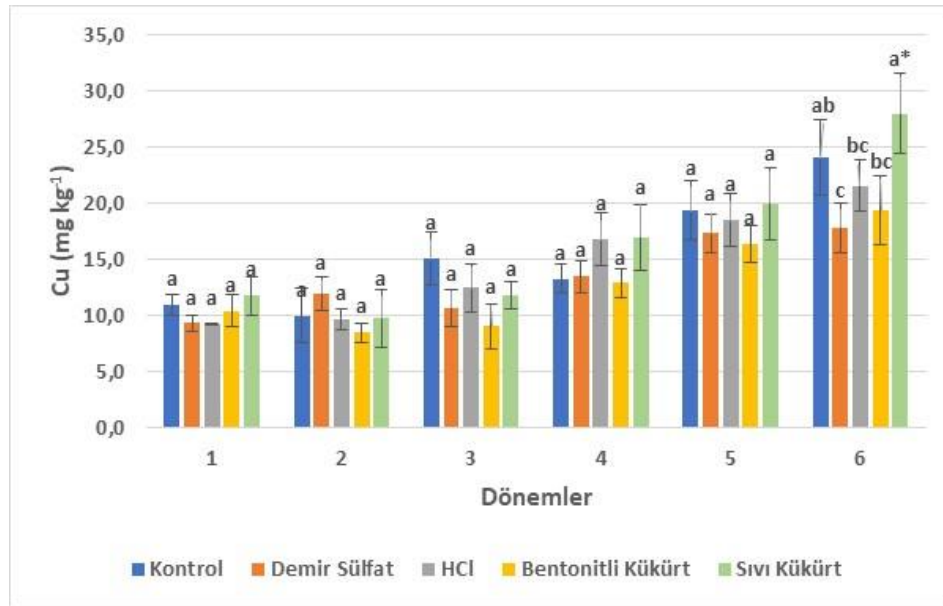
sülfat dışındaki tüm uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Diğer uygulamalarda en fazla 5 mg kg⁻¹'a ulaşan Zn seviyesi, demir sülfat uygulamasında 35 mg kg⁻¹'a kadar yükselmiştir. Şayet demir sülfat uygulaması dikkate alınmazsa diğer uygulamalarda tüm dönemlerde sıvı kükürt öne çıkmıştır (Şekil 8).

Toprak pH'sının düşük olması ortamda H⁺ iyonlarının yükselmesi anlamına gelmektedir. H⁺ iyonları ise toprak yüzeyinde kuvvetli bir şekilde tutularak Cu, Mn, Fe, Zn gibi metal özellikte besin elementlerinin toprak yüzeyine tutulmasını azaltır ve toprak çözeltisinde daha uzun süreli yarayışlı halde kamasını sağlar (McCauley ve ark., 2009). Rengel (2001), Fe ve Mn'nin hareketliliği toprak pH'sı tarafından kuvvetli bir şekilde etkilendiğini ve pH'nın 1 birim değişmesine karşılık Fe⁺³'ün aktivitesinde 1000 kat Fe⁺²'nin aktivitesinde 100 kat değişme olduğunu bildirmiştir. Uçgun ve ark. (2019) toprak pH'sının düşürülmesi amacıyla sulu kükürt, bentonitli kükürt + çiftlik gübresi ve leonardit'in ekimle birlikte uygulandığı arpa yetiştiriciliği yapılan bir alanda bentonitli kükürt + çiftlik gübresi uygulamasının yapıldığı parselde en düşük pH değerini ve en yüksek bitkiye elverişli Fe ve Mn değerlerini elde etmişlerdir.



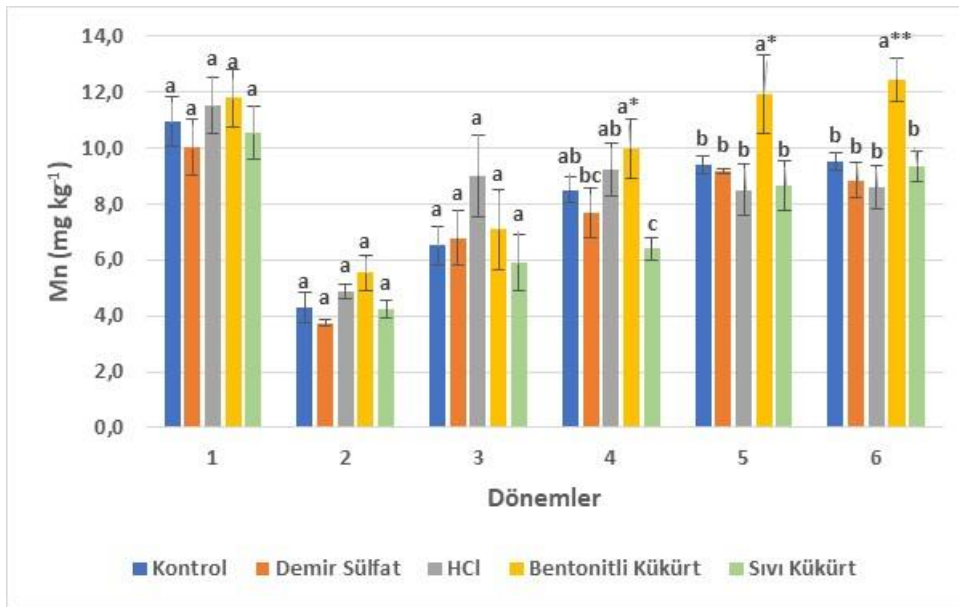
Şekil 5. Gisela 6 anacı üzerine aşıllı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin bitkiye yararışlı Fe üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, ** 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 5. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the plant-available Fe in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, ** indicates the significance level at 0.01 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.



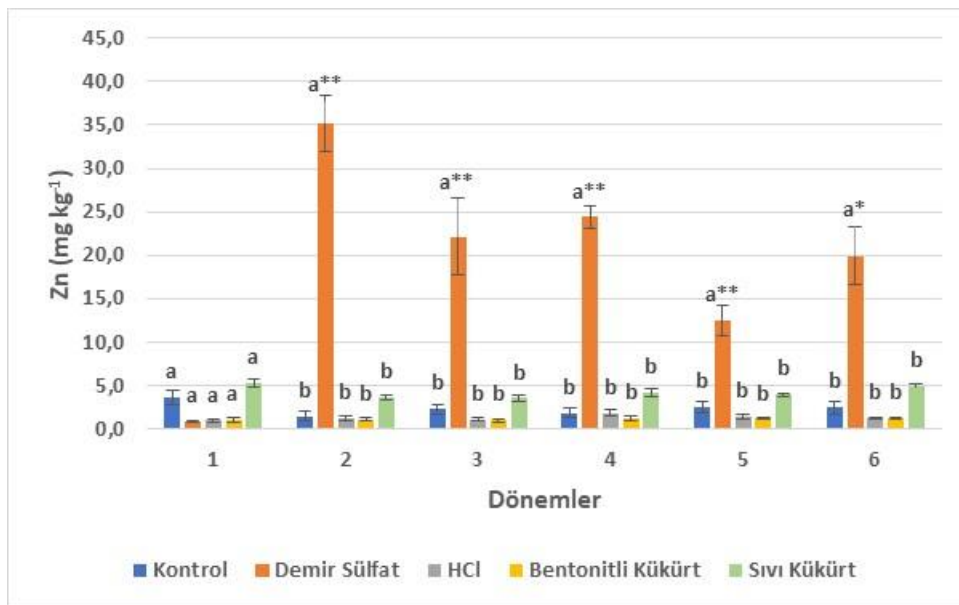
Şekil 6. Gisela 6 anacı üzerine aşıllı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin Uygulamaların bitkiye yararışlı Cu üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, * 0.05 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 6. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the plant-available Cu in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, * indicates the significance level at 0.05 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.



Şekil 7. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin bitkiye yararlı Mn üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, * 0.05 düzeyinde önem seviyesini, ** 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 7. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the plant-available Mn in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, * indicates the significance level at 0.05 level, ** indicates the significance level at 0.01 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.



Şekil 8. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verime ulaşmış kiraz bahçelerinde toprağa uygulanan pH düşürücü ıslah materyallerinin bitkiye yararlı Zn üzerine etkisi. Farklı harfler uygulamalar arasındaki farkı, * 0.05 düzeyinde önem seviyesini, ** 0.01 düzeyinde önem seviyesini ifade etmektedir. Dikey çubuklar ortalama \pm standart hatayı gösterir.

Figure 8. The effect of pH-reducing amendment materials applied to the soil on the plant-available Zn in sweet cherry orchard grafted on Gisela 6 rootstock with full yield. Different letters indicate the difference between treatments, * indicates the significance level at 0.05 level, ** indicates the significance level at 0.01 level. Vertical bars represent the average \pm standard error.

Yaprakların besin elementi konsantrasyonları uygulamalara göre değerlendirildiğinde istatistiksel olarak herhangi bir farklılık oluşmadığı görülmektedir. Sonuçlar Anonim (2012) ile karşılaştırıldığında denemenin yürütüldüğü kiraz

ağaçlarının yapraklarında toplam P (%0.23-0.38), Ca (%1.60-2.60), Fe (50-250 mg kg⁻¹), Cu (6-25 mg kg⁻¹), Mn (18-150 mg kg⁻¹) ve B (39-80 mg kg⁻¹) konsantrasyonları sınır değerleri içinde yani yeterli, toplam K (%1.00-1.90) sınır değerlerinin üzerinde

yani yüksek, N (%2.30-3.30), Mg (%0.49-0.65) ve Zn (20-200 mg kg⁻¹) ise sınır değerlerinin altında yani düşük seviyelerde olmuştur (Çizelge 5 ve 6). Yapraklarda analizlere göre düşük seviyede bulunan N, Mg ve Zn'nun görsel eksiklik belirtilerine rastlanmamıştır. Özellikle demir sülfat uygulamasının yapıldığı topraklarda çok yüksek miktarlarda bitkiler tarafından alınabilir formda Zn tespit edilmesine rağmen yaprak analizlerinde düşük olması dikkat çekici olmuştur. Yaprakların besin elementi içeriğine birçok faktör etki etmekle birlikte özellikle topraktaki pH ve EC değerinin daha etkili olduğu düşünülmektedir. Fakat yapılan bu çalışmada pH düşürücü ıslah materyallerinin toprakların EC ve pH değerleri üzerine önemli etkileri olmasına rağmen bu toprak özelliklerinin bitkilerin beslenme durumu üzerine önemli etkileri gerçekleşmemiştir. Çalışmanın yapıldığı toprak özellikleri incelendiğinde bitkiye yarayışlı besin elementlerinin yeterli, organik madde ve kireç içeriklerinin kiraz yetiştiriciliği için uygun değerlerde olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bunun yanında uygulamaların sınırlı alanlara yapılması beklenen etkinin görülmemesine neden olabilir. Yapılan birçok çalışmada özellikle toprak tuzluluğu ile bitki beslenmesi arasında ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Hu ve Schmidhalter (2005), tuz stresinin olduğu durumlarda önce ozmotik stresin oluştuğunu ve ozmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının K⁺, Ca²⁺ ve nitrat (NO₃⁻) gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde besin eksikliği veya dengesizlik meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Lacerda ve ark. (2018), mısır bitkisinde yaptıkları bir çalışmada; tuzlu şartlarda ihtiyacı kadar

uygulanan N ve K'dan bitkilerin yararlanmadığını ve büyük bölümünün yıkanarak kök bölgesinden uzaklaştığını tespit etmişlerdir. Uçgun ve ark. (2020), ıspanak bitkisinde yaptıkları çalışmada tuz uygulamalarının Ca, Mg ve S alımını önemli derecede azalttığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Loupassaki ve ark. (2002) zeytin ağaçlarında yaptıkları çalışmada tuz uygulamalarının N, K, Ca ve Mg alımını önemli derecede düşürdüğünü belirtmişlerdir. Neina (2019) toprak pH'sının toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyen en büyük toprak değişkeni olduğunu belirtmiştir. McCauley ve ark. (2009) toprak pH'sının bitki besin elementlerinin yarayışlılığını etkilediğini maksimum yarayışlılığın N, K, Ca, Mg ve S için toprak pH'sının 6.5-8.0; B, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn için toprak pH'sının 5.0-7.0 ve P için toprak pH'sının 5.5-7.5 olması gerektiğini belirtmişlerdir. Uçgun (2019), toprak pH'sı üzerine farklı materyallerin etkisini arpa bitkisi kullanarak araştırmışlar ve kullanılan materyaller arasında bentonitli kükürt + çiftlik gübresi uygulamasının yapıldığı parselde en düşük pH değerini ve yüksek bitkiye yarayışlı Fe ve Mn değerlerini elde etmişlerdir. Aynı zamanda söz konusu uygulama başakların N, P, K, Mg ve Fe içeriği üzerine de etkili olmuş ve Mg hariç diğerlerinde en yüksek değerlerin oluşmasına neden olmuştur. Murovhi (2013), portakal ağaçlarında artan dozda uyguladıkları S'ün toprak pH'sı ile yaprak N, Fe ve B içeriğini azalttığını, yaprak S ve Mg miktarını ise arttırdığını tespit etmiştir. Aka (2008), mandarin ağaçlarında uyguladıkları farklı dozlardaki S'ün yaprak P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn ve Zn içerikleri üzerine arttırıcı Na içeriği üzerine ise azaltıcı etkisinin olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 5. pH düşürücü ıslah materyallerinin Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verimdeki 0900 Ziraat çeşidinin yaprak makro besin elementi içerikleri üzerine etkisi

Table 5. The effect of pH-reducing amendment materials on contents of leaf macro nutrients of sweet cherry cv. 0900 Ziraat grafted on Gisela 6 rootstock with full yield.

Uygulamalar Treatments	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Kontrol	2.28 ± 0.05	0.29 ± 0.01	1.98 ± 0.09	1.67 ± 0.09	0.36 ± 0.00
Bentonitli Kükürt	2.18 ± 0.07	0.31 ± 0.02	2.03 ± 0.08	1.70 ± 0.14	0.37 ± 0.00
Demir Sülfat	2.19 ± 0.09	0.31 ± 0.02	2.04 ± 0.14	1.69 ± 0.15	0.37 ± 0.01
HCl	2.16 ± 0.14	0.28 ± 0.01	1.95 ± 0.12	1.61 ± 0.07	0.38 ± 0.01
Sıvı Kükürt	2.25 ± 0.03	0.28 ± 0.03	1.92 ± 0.06	1.63 ± 0.08	0.36 ± 0.01
Önem Seviyesi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD ±
Referans değer*	2.30-3.30	0.23-0.38	1.0-1.90	1.60-2.60	0.49-0.65

*: Anonim (2012); ÖD: önemli değil; Değerler kuru ağırlık üzerinden ifade edilmiştir; Çizelgedeki değerler ortalama ± standart hatayı gösterir.

Çizelge 6. pH düşürücü ıslah materyallerinin Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verimdeki 0900 Ziraat çeşidinin yaprak mikro besin elementi içerikleri üzerine etkisi

Table 6. The effect of pH-reducing amendment materials on contents of leaf micro nutrients of sweet cherry cv. 0900 Ziraat grafted on Gisela 6 rootstock with full yield.

Uygulamalar Treatments	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
Kontrol	71.07 ± 2.97	11.01 ± 0.37	26.82 ± 1.14	13.14 ± 0.67	53.87 ± 1.24
Bentonitli Kükürt	74.26 ± 3.94	11.84 ± 0.46	28.85 ± 1.76	13.15 ± 1.23	53.80 ± 0.99
Demir Sülfat	65.57 ± 3.20	11.14 ± 0.63	25.69 ± 1.42	12.97 ± 1.35	52.17 ± 1.78
HCl	69.33 ± 1.46	17.08 ± 0.51	28.44 ± 1.64	12.33 ± 1.00	55.28 ± 0.87
Sıvı Kükürt	69.38 ± 5.53	12.17 ± 1.68	25.64 ± 1.73	12.33 ± 0.96	52.86 ± 1.76
Önem Seviyesi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Referans değer*	50-250	6-25	18-150	20-200	39-80

*: Anonim (2012); ÖD: önemli değil; Değerler kuru ağırlık üzerinden ifade edilmiştir; Çizelgedeki değerler ortalama ± standart hatayı gösterir.

Ağaçların verim ve meyvelerin pomolojik özellikler incelendiğinde verim değerleri 23.7 kg ağaç⁻¹ (HCL uygulaması) ile 31.3 kg ağaç⁻¹ (bentonitli kükürt uygulaması) arasında değişmiştir. Pomolojik özelliklerden meyve eni 21.9 mm (HCL) ile 23.8 mm (sıvı kükürt uygulaması); sertlik 10.7 N (demir sülfat uygulaması)-11.5 N (sıvı kükürt uygulaması); SÇKM %15.3 (bentonitli kükürt uygulaması) ile %17.2 (kontrol uygulaması); pH 0.19 (sıvı kükürt uygulaması) ile 0.27 (kontrol uygulaması) arasında değişmiştir. Titre edilebilir asitlik en düşük kontrol uygulamasında (0.91) elde edilirken demir sülfat, HCl ve sıvı kükürt uygulamalarında yüksek (0.95) değer elde edilmiştir. Meyve renginin belirlenmesinde L* (parlaklık), a* [kırmızı (+) – yeşil (-)], b* [sarı (+) – mavi (-)], h° (hue açısı) ve C* (renk yoğunluğu) değerleri kullanılmaktadır. Kiraz meyvesinde renk, önemli bir kalite kriteri olması nedeniyle özellikle a* değeri ile rengin yoğunluğunu ve parlaklığını gösteren L* ve C* değerleri önemli olmaktadır. Uygulamalara göre

aralarında istatistiksel olarak farklılık olmamasına rağmen sayısal bazı farklılıklar oluşmuştur. En kırmızı ve renk yoğunluğu en fazla olan meyveler bentonitli kükürt uygulamasında ve en parlak meyveler ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Meyve kalitesini gösteren tüm parametreler beraber değerlendirildiğinde pH düşürücü ıslah materyali uygulamalarının bir etkisi olmamıştır (Çizelge 7 ve 8). Toprak pH'sı üzerine etkili olan uygulamalar topraktaki bazı besin elementlerinin yayıllılığı üzerine de etkili olmuştur. Fakat toprakta yayıllılığı artan besin elementinin deneme şartlarında kiraz ağaçlarının beslenmesi üzerine artırıcı bir etkisinin olmadığı yukarıda açıklanmıştır. Bununla birlikte, besin elementlerinin meyvelerin pomolojik özellikleri üzerine etkisi olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Örneğin Fallahi ve ark. (2010) besin elementlerinin meyve kalitesini etkilediğini ve bu konuda en önemli besin elementlerinin N, P, K, Ca and B olduğunu bildirmişlerdir. Aka (2008) mandarin ağaçlarında yaptıkları çalışmada artan S

dozlarına bağlı olarak yaprakların P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn ve Zn içerikleri artmasına rağmen meyve büyüklüğünde azalmanın olduğu fakat bu değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığını bulmuştur. Murovhi (2013) ise artan S dozlarına bağlı olarak portakal ağaçlarında meyve sayısı ve verimde artışlar olduğunu tespit etmiştir. Sanz ve ark. (1997) şeftali ağaçlarında Fe eksikliğinin erken dönemde teşhis edilmesi ve problemin düzeltilmesiyle meyve büyüklüğünün 2 katına çıktığını tespit etmişlerdir. Anonim (2006) elma

yapraklarında N seviyesinin yüksek olması meyve rengini (kırmızı ve sarı çeşitlerde) ve sertliğini azalttığını ve N seviyesinde %0.1 düzeyinde artışın meyve renginde %5 oranında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Uçgun (2019) kiraz ağaçlarında yaptıkları çalışmada artan dozda N uygulamalarına bağlı olarak yaprak ve meyvelerin N içeriklerinin arttığını ve bu artışa doğrusal olarak meyve renginde (a değeri) ve sertliğinde artışların olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 7. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verimdeki 0900 Ziraat kiraz çeşidinin meyve özellikleri üzerine pH düşürücü ıslah materyallerinin etkisi

Table 7. The effect of pH-reducing amendment materials on fruit characteristics of sweet cherry cv. 0900 Ziraat grafted on Gisela 6 rootstock with full yield.

Uygulamalar Treatments	Verim (kg ağaç ⁻¹) Yield (kg tree ⁻¹)	ME (mm) FW (mm)	Sertlik (N) Fruit firmness (N)	SÇKM (%) SSC (%)	pH	TEA (%) TA (%)
Kontrol	28.9 ± 6.36	23.6 ± 0.82	11.1 ± 0.54	17.2 ± 0.65	0.27 ± 0.07	0.91 ± 0.01
Bentonitli Kükürt	31.3 ± 7.48	22.4 ± 0.84	11.1 ± 0.78	15.3 ± 1.15	0.25 ± 0.02	0.92 ± 0.03
Demir Sülfat	29.6 ± 7.32	22.3 ± 0.75	10.7 ± 0.33	16.3 ± 0.72	0.20 ± 0.04	0.95 ± 0.03
HCl	23.7 ± 6.14	21.9 ± 0.50	10.8 ± 0.33	16.6 ± 0.96	0.20 ± 0.01	0.95 ± 0.02
Sıvı Kükürt	28.9 ± 4.28	23.8 ± 0.69	11.5 ± 0.41	16.3 ± 0.90	0.19 ± 0.02	0.95 ± 0.02
Önem Seviyesi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

ME (FW): meyve eni (fruit width); SÇKM (SSC): suda çözünebilir kuru madde (soluble solids concentration); TEA (TA): titre edilebilir asitlik (titratable acidity); ÖD: önemli değil; ±: standart hata ortalaması

Çizelge 8. Gisela 6 anacı üzerine aşılı tam verimdeki 0900 Ziraat kiraz çeşidinin meyve zemin rengi üzerine pH düşürücü ıslah materyallerinin etkisi

Table 8. The effect of pH-reducing amendment materials on fruit skin color of sweet cherry cv. 0900 Ziraat grafted on Gisela 6 rootstock with full yield.

Uygulamalar Treatments	a*	b*	c*	L*	h°
Kontrol	22.0 ± 0.90	10.1 ± 0.47	24.3 ± 1.02	31.0 ± 0.33	24.5 ± 0.22
Bentonitli Kükürt	24.1 ± 2.14	11.5 ± 1.34	26.8 ± 2.47	30.8 ± 0.66	25.3 ± 0.90
Demir Sülfat	23.0 ± 1.19	10.8 ± 0.54	25.5 ± 1.28	30.7 ± 0.37	25.0 ± 0.59
HCl	22.8 ± 2.12	10.6 ± 1.24	25.1 ± 2.44	30.6 ± 0.31	24.8 ± 0.63
Sıvı Kükürt	21.2 ± 0.91	9.7 ± 0.45	23.4 ± 1.01	30.6 ± 0.37	24.5 ± 0.32
Önem Seviyesi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

ÖD: önemli değil; ±: standart hata ortalaması

Sonuç ve Öneriler

Uygulamaların toprak pH'sı üzerine düşürücü etkisi olmuş ve 6. dönem dışında diğer dönemlerde bentonitli kükürt daha etkili bulunmuştur. Kontrole göre aradaki fark 0.3 birime kadar düşmüştür. Aynı uygulamaların EC üzerine ise arttırıcı etkisi olmuştur. Uygulanan materyale göre değişmekle birlikte kontrole göre bu fark 1076 µs cm⁻¹ değerlerine kadar yükselmiştir. Uygulamalara

göre toprakta ölçülen pH ve EC arasında negatif korelasyon elde edilmiştir. Toprakların bitkiye yararlı Fe içeriği doğal olarak demir sülfat uygulamasında en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Toprakların bitkiye yararlı Zn içeriği demir sülfat uygulamasından yüksek oranda etkilenmiştir. Yaprakların besin elementi konsantrasyonları uygulamaya bağlı olarak önemli bir değiş göstermemiştir. Kiraz ağaçları EC ve pH değişimlerine hızlı tepki veren türler arasında yer

alır. Normal şartlarda EC ve pH değerlerindeki bu değişimin bitki besin elementlerinin alımı üzerine etkisinin olması beklenmiş fakat yaprak analizleri ile bu durum ispatlanamamıştır. Bu sonuçlar üzerine deneme alanının organik madde ve kireç gibi diğer toprak özellikleri etkili olabileceği gibi uygulamaların sınırlandırılmış alanlara yapılmış olması da etkili olabilir. Özellikle deneme toprağının organik maddesi kiraz yetiştirilen alanlar dikkate alındığında nispeten yüksek (%2.1), kireç içeriğinin ise düşük olduğu (%13.2) görülmektedir. Denemenin yapıldığı şartlarda toprakların pH değerinin düşürülmesinde ağaçların beslenme durumu ve meyve kalitesi dikkate alındığında kiraz yetiştiriciliğinde kullanmak üzere herhangi bir ürün önerilmemiştir. Deneme farklı toprak şartlarında aynı metotla ya da taç iz düşümünde daha geniş beslenme alanlarında tekrarlanabilir. Özellikle toprakta demir sülfat kaynaklı yüksek düzeyde bulunan Fe ve Zn'nun niçin bitkiler tarafından alınmadığı konusu daha detaylı çalışılmalıdır.

Ekler

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Kadir UÇGUN ve Murat CANSU çalışmayı beraber tasarlayarak denemeleri kurmuşlar ve çalışmayı birlikte yürütmüşlerdir.

Kaynaklar

- Aini, I. N., Ezrin, M. H., & Aimrun, W. (2014). Relationship between soil apparent electrical conductivity and pH value of Jawa series in oil palm plantation. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.028>
- Aizat, A. M., Roslan, M. K., Sulaiman, W. N. A., & Karam, D. S. (2014). The relationship between soil pH and selected soil properties in 48 years logged-over forest. *International Journal of Environmental Sciences*, 4(6), 1129–1140. <https://doi.org/10.6088/ijes.2014040600004>
- Aka, M. A. (2008). *Genç satsuma ağaçlarına uygulanan farklı seviyedeki kükürdün verim ve bazı besin elementlerinin alınımı üzerine etkisi*. Ege Üniversitesi.
- Anonim. (2006). *Fertilizing apples*. Spectrum Analytic Inc.
- Anonim. (2012). *Tree Fruit Production Guide*. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/tree-fruit->

- production-guide
- Aras, S., & Eşitken, A. (2018). Physiological responses of cherry rootstocks to short term salinity. *Erwerbs-Obstbau*, 60(2), 161–164. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0350-x>
- Aydemir, O., Akgül, M., Canbolat, M. Y., & Işıldar, A. A. (2005). *Toprak Bilgisi* (3. baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Eraslan, F., Arici, Ş. E., Erdal, İ., & Küçükyumuk, Z. (2016). Kiraz Anaçlarının in vitro koşullarda tuz stresine tolerans mekanizmalarının fizyolojik parametreler ve antioksidan enzim izoformları ile belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi - Journal of Agricultural Sciences*, 22, 117–128. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001374
- Erturk, U. S., Sivritepe, N., Yerlikaya, C., Bor, M., Özdemir, F., & Turkan, I. (2007). Responses of the cherry rootstock to salinity in vitro. *Biologia Plantarum*, 51, 597–600. <https://doi.org/10.1007/s10535-007-0132-7>
- Fallahi, E., Fallahi, B., Peryea, F. J., Neilsen, G. H., & Neilsen, D. (2010). Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. *Acta Horticulturae*, 868, 49–59. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2010.868.3>
- Güçdemir, I. H. (2006). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Güneri, M. (2007). *Alkali topraklarda farklı gübreleme uygulamalarının bazı turuncgil türlerinde gelişme, verim ve kalite özelliklerine etkileri üzerinde araştırmalar (Doktora Tezi)*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, izmir.
- Güneri, M., Mısırlı, A., Yokaş, İ., & Yağmur, B. (2012). Valensiya portakal çeşidinde kükürt, jips, amonyum sülfat ve sitrik asit uygulamalarının bitki besin elementleri içeriklerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1), 83–92.
- Hoying, S., Fargione, M., & Iungerman, K. (2004). Diagnosing apple tree nutritional status: leaf analysis interpretation and deficiency symptoms. *New York Fruit Quarterly*, 12(1), 16–19.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541–549. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420516>
- Jackson, M. L. (2005). *Soil Chemical Analysis - Advanced Course* (Second Edi). UW-Madison Libraries Parallel Press.
- Kacar, B. (2012). *Toprak Analizleri* (3. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karaçalı, İ. (1993). *Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması*. Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Kaymak, M. R. (2011). *Kükürt'ün Toprak ve Bitki Besleme Yönünden Önemi (Yüksek Lisans Tezi)*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kotuby-amacher, J., Koenig, R., & Kitchen, B. (2000). Salinity and Plant Tolerance. In *Utah State University Electronic Publishing*.
- Lacerda, C. F. D., Ferreira, J. F. D. S., Suarez, D. L., Freitas, E. D., Liu, X., & Ribeiro, A. D. A. (2018). Evidence of nitrogen and potassium losses in soil columns cultivated with maize under salt stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(8),

- 553–557. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p553-557>
- Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3), 421–428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Longstroth, M. (2012). Lowering the Soil pH with Sulfur. *MSU Extension*, 4–5. http://blueberries.msu.edu/uploads/files/Lowering_Soil_pH_with_Sulfur.pdf
- Loupassaki, M. H., Chartzoulakis, K. S., Digalaki, N. B., & Androulakis, I. I. (2002). Effects of salt stress on concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and sodium in leaves, shoots, and roots of six olive cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 25(11), 2457–2482. <https://doi.org/10.1081/PLN-120014707>
- Manitoba. (2013). *Effects of manure and fertilizer on soil fertility and soil quality*. Government Canada. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/environment/nutrient-management/pubs/effects-of-manure-fertilizer-on-soil-fertility-quality.pdf>.
- McCauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. (2009). Soil pH and organic matter. *Nutrient Management Module No. 8*, 8, 1–12. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.566.6336&rep=rep1&type=pdf>
- Murovhi, N. R. (2013). Effect of different rates of sulphur fertilization on fruit yield and leaf mineral composition of “Valencia” oranges in the subtropical environment of South Africa. *Acta Horticulturae*, 1007, 303–310. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1007.33>
- Neina, D. (2019). The Role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019(3), 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Ribeiro, A. D. A., Lacerda, C. F., Rocha Neves, A. L., Sousa, C. H. C. D., Braz, R. D. S., Oliveira, A. C. D., Pereira, J. M. G., & Ferreira, J. F. D. S. (2021). Uses and losses of nitrogen by maize and cotton plants under salt stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(8), 1119–1133. <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1779228>
- Ryan, J., Estafan, G., & Rashid, A. (2001). *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual* (Second). ICARDA.
- Sanz, M., Pascual, J., & Machín, J. (1997). Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: Influence on fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*, 20(11), 1567–1572. <https://doi.org/10.1080/01904169709365357>
- Smith, J. L., & Doran, J. W. (1997). Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. *Methods for Assessing Soil Quality*, 49, 169–185.
- Soliman, M. F., Kostandi, S. F., & Beusichem, M. L. van. (1992). Influence of sulfur and nitrogen fertilizer on the uptake of iron, manganese, and zinc by corn plants grown in calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23(11–12), 1289–1300. <https://doi.org/10.1080/0010362920936866>
- Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1975). *Soil Fertility and Fertilizers* (Third Edit). Macmillan Publishing Co., Inc.
- Uçgun, K. (2019). Effects of nitrogen and potassium fertilization on nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 114–118. <https://doi.org/10.15835/nbha47111225>
- Uçgun, K., Ferreira, J. F. D. S., Liu, X., Filho, J. B. D. S., Suarez, D. L., Lacerda, C. F. D., & Sandhu, D. (2020). Germination and growth of spinach under potassium deficiency and irrigation with high-salinity water. *Plants*, 9(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/plants9121739>
- Uçgun, K., Kelebek, C., Cansu, M., Altındal, M., & Yalçın, B. (2019). Toprak pH'sını etkileyen bazı materyallerin hububat tarımında kullanımı. *Toprak Su Dergisi, Özel Sayı*, 94–100. <https://doi.org/10.21657/topraksu.655284>
- Vossen, P. (2006). Changing pH in Soil. *University of California Cooperative Extension*, 11, 1–2. <http://vric.ucdavis.edu/pdf/Soil/ChangingpHinSoil.pdf>