



Fertility Status and Spatial Distribution of Soil Properties for Tobacco Growing Lands in Tokat Province[#]

Hikmet Günel^{1,a,*}, Elif Günel^{1,b}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 5th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Tokat, TARGID 2020)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 10/11/2020 Accepted : 21/11/2020</p> <p>Keywords: Tobacco Mapping Plant Nutrition Fertility Zinc</p>	<p>In this study, a total of 202 surface (0-20 cm) soils were collected from the lands of the producers who made contractual production with private companies in the villages where tobacco cultivation is intensively carried out in the Erbaa district of Tokat province. Basic soil properties, macro phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na) and micro nutrient (Fe), zinc (Zn) copper (Cu) and manganese (Mn) concentrations of soil samples were determined. Spatial distributions of clay content, pH, EC, calcium carbonate, macro and micro nutrient concentrations of tobacco growing lands were modeled using geostatistical methods and spatial distributions were mapped. The coordinates of the sampling locations were recorded using a precise GPS. Soils were mostly neutral and slightly alkaline. Neutral soil pH is desired for sustainable tobacco production. Plants may not be able to uptake some of nutrients in soils with moderate alkalinity. In this case, the use of acid character fertilizers is recommended. All of the macro nutrients are at sufficient levels in the tobacco growing lands. Copper and iron concentrations were at sufficient levels in all fields. Plant available manganese was sufficient in almost half of the sampled lands, while it was insufficient in the other half. Available zinc concentration was well below the sufficient level in most of the lands. In order to increase the production to the desired level, fertilizers should be applied based on the plant requirement and soil analysis results. The registration of the soil sampling locations provides an opportunity to create a very useful database for researchers, producers and suppliers who want to understand how the quality of the tobacco growing lands has changed over time.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(sp1): 116-124, 2020

Tokat İlinde Tütün Yetiştiriciliği Yapılan Arazilerin Verimlilik Durumu ve Toprak Özelliklerinin Alansal Dağılımı

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 10/11/2020 Kabul : 21/11/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tütün Haritalama Bitki Besleme Verimlilik Çinko</p>	<p>Bu çalışmada, Tokat ili Erbaa ilçesinde tütün yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı köylerde özel firmalar ile anlaşmalı üretim yapan üreticilerin arazilerinden toplam 202 adet yüzey (0-20 cm) toprağı alınarak temel toprak özellikleri, makro fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) ve mikro besin elementleri demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) konsantrasyonları belirlenmiştir. Kil içeriği, pH, EC, organik madde, kireç, makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonlarının tütün yetiştirilen arazilerdeki dağılımı jeostatistiksel yöntemlerle modellenmiş ve alansal dağılımları haritalanmıştır. Bu çalışmada alınan her bir toprak örneğinin yerine ait koordinat hassas bir GPS yardımı ile kayıt edilmiştir. Topraklar çoğunlukla nötr ve hafif alkali karakterdedir. Nötr toprak pH'sı bitkisel üretim için arzu edilen bir pH aralığıdır. Hafif alkali olan topraklarda bir kısım besin elementlerinin alımı zorlaşabilir. Bu durumda asit karakterli gübrelerin kullanımı tavsiye edilmektedir. Makro besin elementlerinin tamamı, tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerde yeterli düzeylerde. Mikro elementlerden bakır ve demir tüm arazilerde yeterli düzeylerde. Yarıyışlı mangan örneklenen arazilerin hemen hemen yarısında yeterli iken diğer yarısında yetersiz düzeydedir. Yarıyışlı çinko ve bor konsantrasyonları ise arazilerin büyük bir kısmında yeterli seviyenin oldukça altındadır. Üretimin arzu edilen düzeye çıkarılabilmesi için, bitki gereksinimi ve toprak analiz sonuçları dikkate alınarak gübreleme yapılmalıdır. Örneklem noktalarının yerlerinin kayıt edilmiş olması, tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin kalitelerinin zamanla nasıl değiştiğini anlamak isteyen araştırmacılar, üreticiler ve tedarikçi firmalar için çok faydalı bir veri tabanı oluşturma fırsatını vermiştir.</p>

^a hikmet.gunal@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-4648-2645>

^b elifgunal@yahoo.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-0624-2919>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Tütün (*Nicotiana tabacum* L.), dünya çapında sigara ve puro üretimi için yaygın olarak yetiştirilirken, *Nicotiana rustica* L., enfiye ve çiğneme amacıyla kullanılmaktadır (Poustini ve Shamel 2000). Kökeni Güney Amerika olan tütün bitkisi, günümüzde dünyanın hemen her ülkesinde yetiştirilebilmektedir (FAO, 2020). Tütün bitkisi diğer kültür bitkilerinin yaşamlarını devam ettirebildikleri oldukça farklı topraklarda çok rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Her farklı tütün çeşidinin kendine has özel istekleri olmakla birlikte, tütün bitkisi kendini çok farklı iklim ve toprak koşullarına adapte edebilmektedir. Ancak arzu edilen koşullar sağlandığında pazar değeri daha yüksek olan renk, tekstür ve aroma gibi özelliklere sahip tütün yetiştirmek mümkün olabilmektedir. Tütün yetiştiriciliğinde su, tüm bitki büyüme süreçlerinde yer alır ve bitkinin arzu edilen gelişimini tamamlayabilmesi için sürekli su temini gereklidir. Bir tütün bitkisinin erken döneminde büyüme yavaştır ve mevcut toprak suyu rezervleri ilk altı hafta boyunca bitkiyi desteklemek için yeterli olmalıdır. Hızlı büyümenin sonraki aşamalarında, yağış veya sulama yoluyla elde edilebilen su miktarı, verim veya yaprak kalitesi açısından bitkinin gelişimini kalıcı olarak etkileyebilir. Tütün bitkisi yaprakları olgunlaştığında, aşırı solmayı önlemek ve tekdüze olgunlaşmayı sağlamak için su gereklidir. Sıcak ve kuru havalarda, güneş kavurmasından kaynaklanan yaprak hasarını dengelemek ve yanlış olgunlaşmayı azaltmak için sulama kullanılabilir. Yaprak şişkinliğini sağlamak için hasat zamanında bile bitkinin toprakta var olan suyu kullanabilmesi önemlidir (Maw ve ark., 2009).

Drenajı iyi olan ve iyi havalandırılan topraklar, kaliteli tütünlerin yetişmesine olanak sağlamaktadır. Türkiye’de yetiştirilen tütünler, mineralce fazla zengin olmayan, pH’sı 5,5-8,0 arasında olan hafif nemli, geçirimli, derin topraklarda özellikle kırmızı renkli topraklarda iyi gelişim göstermekte ve kalitesi artmaktadır. Türk tütünlerinin hafif eğimli, dalgalı arazilerde düz arazilere oranla daha iyi yetişmesi, söz konusu alanlarda yetişemeyen birçok bitkiye alternatif oluşturarak önemini korumasını sağlamıştır.

Tütün topraktan ekstra besin elementleri kaldırarak toprak verimliliğini olumsuz etkiler (Moula ve ark., 2018). Araştırmacılar, aynı arazide tütünün ardışık olarak yetiştirilmesi toprakların verimliliğinde önemli düzeyde azalmaya neden olacağı vurgulamış ve bu durumda üreticilerin ne tütünden ne de diğer ürünlerinden arzu ettikleri verimi alamayacaklarını bildirmişlerdir. Dünyanın en yoğun tütün üreten ve tüketen ülkelerinden olan Çin’in Shaoyang şehrinde tütün yetiştirilen arazilerin toprak verimliliği durumlarını araştırmak için, toplam 285 toprak numunesi analiz eden (Xue-qin ve ark., 2009), toprakların yarayışlı çinko, fosfor, azot, alınabilir bor konsantrasyonları ve organik madde içeriğinin yeterli olduğunu bildirirken değiştirilebilir magnezyum, alınabilir potasyum ve suda çözünür klor’un birçok örnekleme noktasında yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Örnekleme noktalarının özellikleri arasında büyük değişkenlikler olduğunu bildiren araştırmacılar, pH’nın düşük olduğu arazilerde toprak asitliğinin düzenlenmesi, N ve P uygulamalarının kontrol edilmesi ve eksikliği görülen arazilerde Mg ve K içeren gübrelerin kullanılmasının tütün yetiştiriciliğinin geliştirilmesi adına önemli olacağını vurgulamışlardır. Bir başka çalışmada da Çin’in Guangxi Baise bölgesinde tütün

ekimi yapılan toprakların temel besin elementleri içeriklerini ve uygulanması gereken gübreleme stratejisini belirlemek amacı ile Huang ve ark. (2010), 8 tütün ekim bölgesinden toplam 236 tütün ekim toprağı örneği almış ve besin içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprakların pH değerlerinin, organik madde kapsamının ve değişebilir Ca ve mevcut S içeriklerinin tütünün büyümesi adına uygun olduğunu belirtirken, mevcut N ve P konsantrasyonlarının biraz yüksek, ancak mevcut K konsantrasyonunun yetersiz ve Mg’un biraz düşük olduğunu belirtmişlerdir. Toprak analiz sonuçlarına dayanarak, üreticilerin N ve P uygulamalarında toprakta daha fazla birikimi önlemek amacı ile kontrollü gübreleme yapılması tavsiye edilirken, tütünün yeterli büyüebilmesi adına K ve Mg içeren gübrelerin uygulanması gerektiği vurgulanmıştır.

Topraklar, farklı yoğunluklarda ve farklı ölçeklerde devam eden fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin birleşik etkileri nedeniyle mekânsal olarak oldukça değişkendir (Goovaerts, 1998). Arazilerin değişkenliğini dikkate almadan, tüm arazilerin benzer olduğunu düşünerek yapılan uygulamalar, genellikle girdilerin yeterli veya yüksek olduğu yerlerde aşırı veya girdilerin çok düşük olduğu yerlerde yetersiz uygulanmasına neden olacağı belirtilmiştir (Ferguson ve ark., 2002). Tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerde de diğer tüm tarım ürünlerinin yetiştirildiği arazilerde olduğu gibi bu sorunu çözenin en doğru yolunun, değişken oranlı gübre uygulaması yoluyla bölgeye özgü besin yönetimi olduğu rapor edilmiştir (Xin-Zhong ve ark., 2009). Tütün kalitesi, tütün dikiminden hasat sonuna kadar olan ve kurutulmuş tütün yapraklarının tarımsal özelliklerini ve kimyasal bileşimini etkileyen bir dizi fizyolojik süreç arasındaki dengeye bağlıdır (Çakır ve Cebi, 2010). Toprağın verimlilik ile ilgili bileşenleri de tütünün kalitesini etkileyen en önemli bileşenlerdir. Bu çalışmada; Tokat ili Erbaa ilçesinde tütün yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı köylerde özel firmalar ile anlaşmalı üretim yapan üreticilerin arazilerinden toplam 202 adet yüzey (0-20 cm) toprağı alınarak toprak verimliliğinde önemli olan temel toprak özelliklerinin yer aldığı bir veri seti oluşturulmuş, her bir özelliğin alansal dağılımı haritalandırılarak, tütün yetiştiriciliği açısından incelenen özellikler tartışılmıştır.

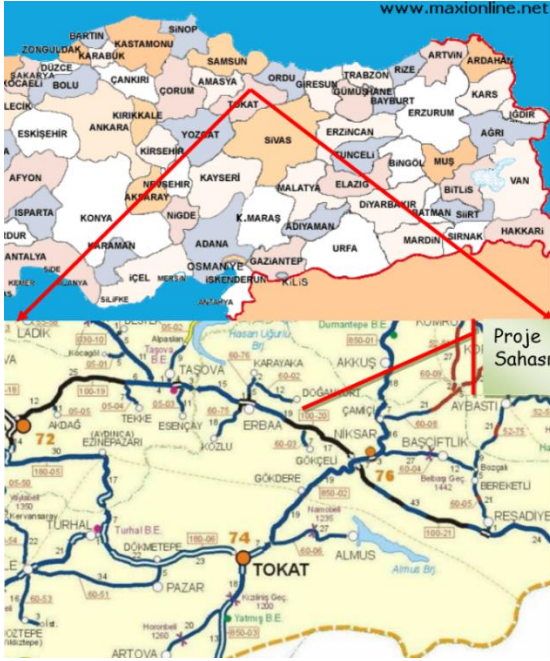
Materyal ve Yöntem

Rakımı ortalama 245 m olan Erbaa, Tokat’ın en düşük rakım değerlerine sahip ilçesidir. Tokat ile merkezine olan uzaklık yaklaşık 90 km’dir.

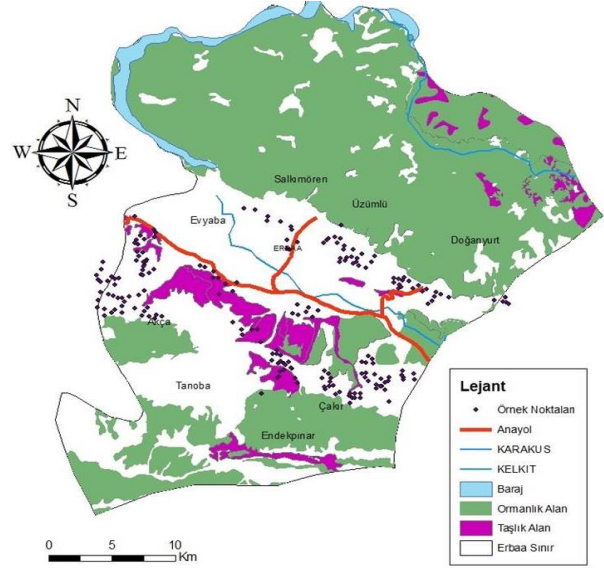
Tütün üreticilerine ait toplam 202 araziden 0-20 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Her noktanın koordinatı kayıt edilmiştir. Araziden alınan örnekler içerisindeki kaba çakıl ve kaya parçaları ile kök ve diğer bitki atıkları temizlendikten sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan toprak örnekleri tahta tokmakla parçalanmış ve 2 mm’lik elekten geçirilerek laboratuvar analizler için uygun hale getirilmiştir.

Toprak Analizleri

Çalışmada belirlenen toprak özellikleri, kullanılan toprak analiz yöntemleri ve kaynaklar Çizelge 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu
Figure 1. Location of the study area



Şekil 2. Örnekleme noktalarının dağılımı
Figure 2. Distribution of sampling points

Çizelge 1. Toprak analizleri ve kullanılan yöntemler
Table 1. Soil analysis and methods used

Özellik	Yöntem ve Literatür
Tekstür	Hidrometre Yöntemi, Bouyoucus (1951)
Kireç (CaCO ₃)	Kalsimetre Yöntemi, Allison ve Moodie, (1965)
Organik Madde	Değiştirilmiş Walkey-Black Yöntemi, Nelson ve Sommers, (1982)
pH ve Elektriksel İletkenlik	1:2,5 toprak/su ekstraktında, Richards, (1954)
Bitkiye yararlı demir, çinko, mangan ve bakır	DTPA ekstraktında Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik (AAS) Yöntem, Lindsay ve Norvell (1978)
Bitkiye yararlı fosfor	Sodyum Bikarbonat Yöntemi, Olsen ve ark. (1954)
Bitkiye yararlı bor	Azometin-H Yöntemi, Wolf, (1971)
Değişebilir potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum	Nötr 1 Normal Amonyum Asetat ekstraktında Fleymfotometrik Yöntem, Jackson, (1958)

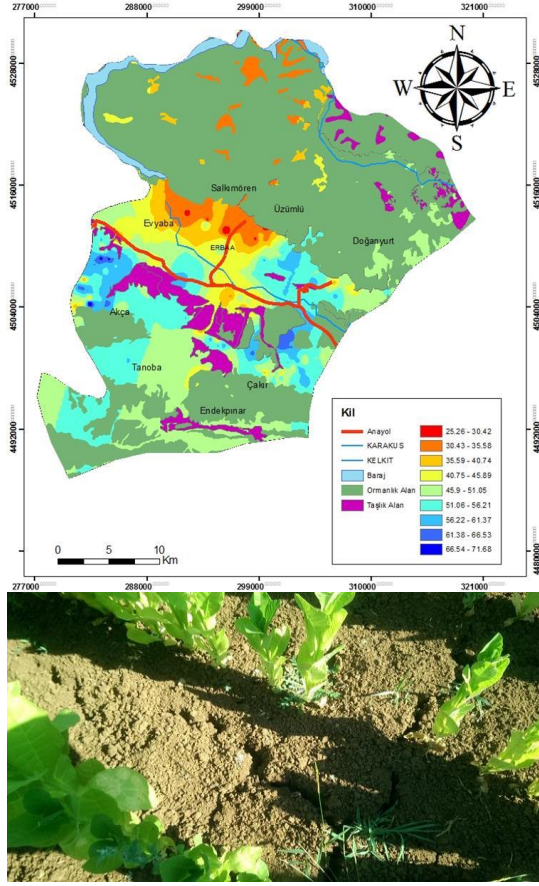
Bulgular ve Tartışma

Tütün yetiştirilen arazilerin büyük çoğunluğunda kil içeriğinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Toprakların kil ve kum içerikleri sırası ile %27,0-77,0 ve %8,0-55,5 arasında değişmekte olup (Şekil 3), ortalama kil ve kum içerikleri %50,9 ve %25,4 olarak hesaplanmıştır. Kilin yüksek olması, su ve besin elementi tutulmasını iyileştirmesine rağmen, özellikle sıcak ve kurak geçen yaz aylarında derin çatlakların oluşumu, köklere zarar verebilmektedir (Şekil 3 b). Killi topraklarda oluşan derin ve geniş çatlaklar, yağış veya sulama esnasında, suyun çatlaklara girerek çok hızlı bir şekilde derinlere inmesine neden olmaktadır. Tercihli akış adı verilen bu olay, arazi yüzeyine uygulanan besin elementlerinin çok hızlı bir şekilde kök bölgesinin altına inmesine yol açtığından, gübre kullanım etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır (Nimmo, 2012).

Tütün; düz düze yakın taban arazileri ile eğimli yüksek arazilerde yetiştirilmektedir. Yüksek kil içeriğinin olduğu arazilerde üreticiler toprak işleme zamanına dikkat etmezler ise oluşacak sıkışmış katman, su ve havanın dahası köklerin derine inmesini engelleyeceğinden dolayı, tütün veriminde azalmaya neden olacaktır (Şekil 4).

Tütün için en ideal pH'nın 7,0 civarında olduğu ifade edilmektedir. Çalışma alanının ortalama pH'sı 7,70 olup, 6,50 ile 8,05 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 5a). Çalışma yapıldığı dönemde, tütün ekili alanlarda, pH bakımından önemli bir sorun bulunmamasına rağmen, uzun yıllar sürekli tütün ekiminin toprak pH'sının asitleşmesine neden olabileceği bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2016). Toplam 1,2 milyon hektarlık tütün ekim alanı ile Çin, dünyadaki en büyük tütün üreticisidir. Sürekli yoğun tütün ekimi, Çin'de toprakların önemli miktarda asitleşmesine neden olduğu bildirilmektedir. Örneğin, Chongqing Şehrinde 10 yıllık tütün ekiminden sonra toprak pH'sı $\leq 5,5$ olduğunu bildiren araştırmacılar, yıllık 0,020 birim pH inmesi ile %12,3 artmıştır (Zhang ve ark., 2016). Araştırmacılar bu durumun arazilerin sürdürülebilir kullanımını tehdit eden önemli bir unsur olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışma alanı topraklarının EC değerleri alanda genel olarak tuzluluğun olmadığını belirtmesine rağmen en yüksek EC değeri, alanda lokal da olsa tuzluluk sorunu bulunan arazilerin olduğuna işaret etmektedir. Toprakların EC değerleri 0,28 ile 4,01 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup (Şekil 5b), ortalama EC değeri 0,67 dS m⁻¹ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanında toprakların kil içeriklerinin dağılımı ve yüksek kil içeriğinin olduğu arazilerde oluşan derin çatlaklar

Figure 3. Distribution of clay content of soils in the study area and deep cracks in lands with high clay content



Şekil 4. Yüksek kil içeriklerine sahip arazilerde sıkışma ile birlikte kök gelişiminin sınırlanması

Figure 4. Restriction of root growth due to compaction in lands with high clay content.

Organik madde içeriği çoğunlukla düşük olup, tütün yetiştirilen arazilerde %0,13 ile %4,17 arasında değişmektedir (Şekil 6a). Ortalama organik madde içeriği ise 1,41%'dir. Tütün çoğunlukla yağışa bağlı olarak yetiştirilmekte ve sulama yapılmamaktadır. Bu durumda, toprağın su depolama kapasitesi oldukça önemlidir. Su depolanmasına en büyük katkıyı yapacak bileşenlerin başında ise, organik madde gelmektedir. Su tutma kapasitesi yüksek olduğunda, tutulan su sıcak ve kurak yaz aylarında bitkinin yaşamının devamını sağlayacaktır.

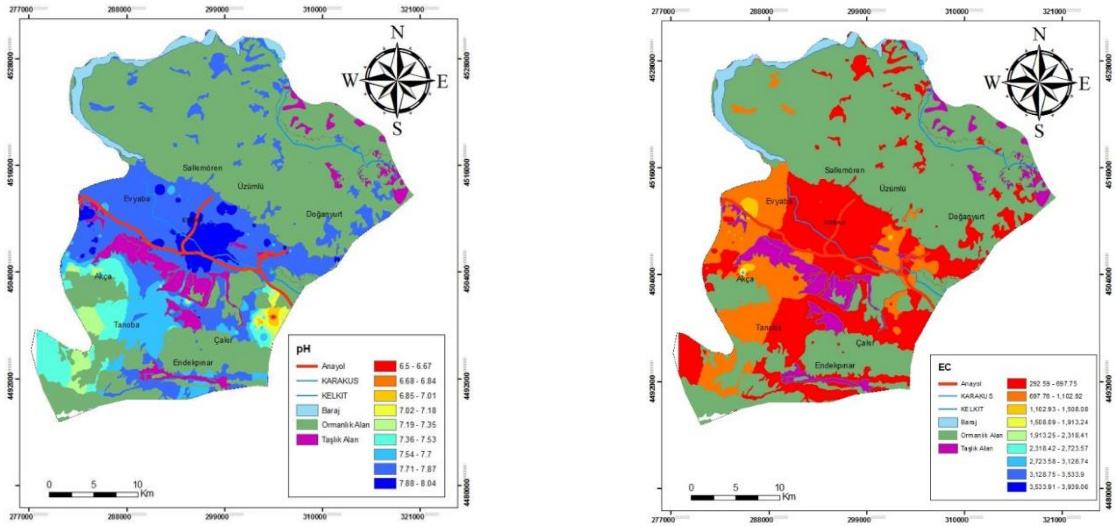
Çin'in Nanping bölgesinde tütün yetiştirilen arazilerde toprak organik maddesinin durumu ve toprak besin elementleri ile ilişkisini araştıran Chao-yan ve ark. (2011), ortalama toprak organik madde içeriğinin $25,97 \pm 7,74 \text{ g kg}^{-1}$ (CV %29,80) olduğunu bildirmişlerdir. Organik madde içeriğinin, mevcut kükürt ve suda çözünür klorür ile önemli pozitif veya negatif korelasyona ve tekstür, toplam azot, fosfor ve potasyum, mevcut potasyum, yavaş kullanılabilir potasyum, değiştirilebilir kalsiyum ve magnezyum, mevcut demir, mangan ve bakır ile önemli düzeyde pozitif korelasyona sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu nedenle, toprakların organik madde içeriğinin artırılmasının, toprağın azot içeriğini arttırmanın en doğru yolu olduğu ifade edilmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanında da, organik madde düzeyinin ürün rotasyonu, bitkisel ve hayvansal atıkların ilavesi yolu arttırılması, toprakta eksikliği görülen besin elementlerinin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tütün yetiştiriciliğinde azot yönetimi, tütün üretiminin önemli bir bileşenidir. Uygun N yönetimi yapraklarda fazla nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) birikimini sınırlayabilir ve gübre N kullanım verimliliğini optimize edebilir ve tütün yaprağı verimi ve kalitesini azaltmadan yeraltı ve yüzey suyu kirliliği potansiyelini azaltabilir (MacKown ve ark., 1999). Gübrede yer alan N'a ek olarak, toprak organik maddesinden kaynaklanan N mineralizasyonu da tütün bitkisi için önemli bir N kaynağıdır. Ancak toprakta N mineralizasyonu, toprak işleme yönteminden etkilenebilir. Azaltılmış veya sıfır toprak işleme yöntemleri, geleneksel toprak işlemeye kıyasla daha yüksek toprak N mineralizasyon potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir (Pandey ve ark., 2010). Araştırma alanında, görüşme yapılan üreticilerin tamamı, tütün yetiştirilen arazilerin hazırlığında, kulaklı pulluk kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, çalışma alanı topraklarının düşük organik madde içeriğini de açıklamaktadır. Organik maddenin çok hızlı bir şekilde ayrışmasına neden olan bu geleneksel uygulamanın yerine toprağın erozyona karşı da korunmasını sağlayacak toprak işleme yöntemlerinin benimsenmesi, tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin sürdürülebilir kullanımlarını sağlamaya katkı verecektir.

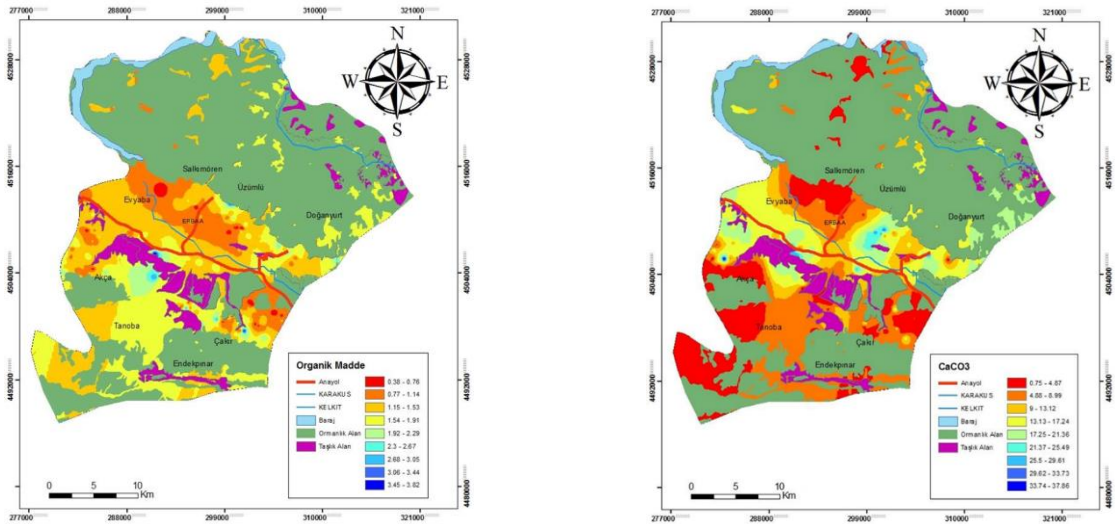
Diğer birçok toprak özelliğinde olduğu gibi, kireç içeriği de oldukça geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Ortalama kireç içeriği %10,3 olsa da tütün yetiştirilen arazilerde bu değer %0,71-41,46 arasında değişim göstermiştir (Şekil 6b).

Makro Besin Elementleri

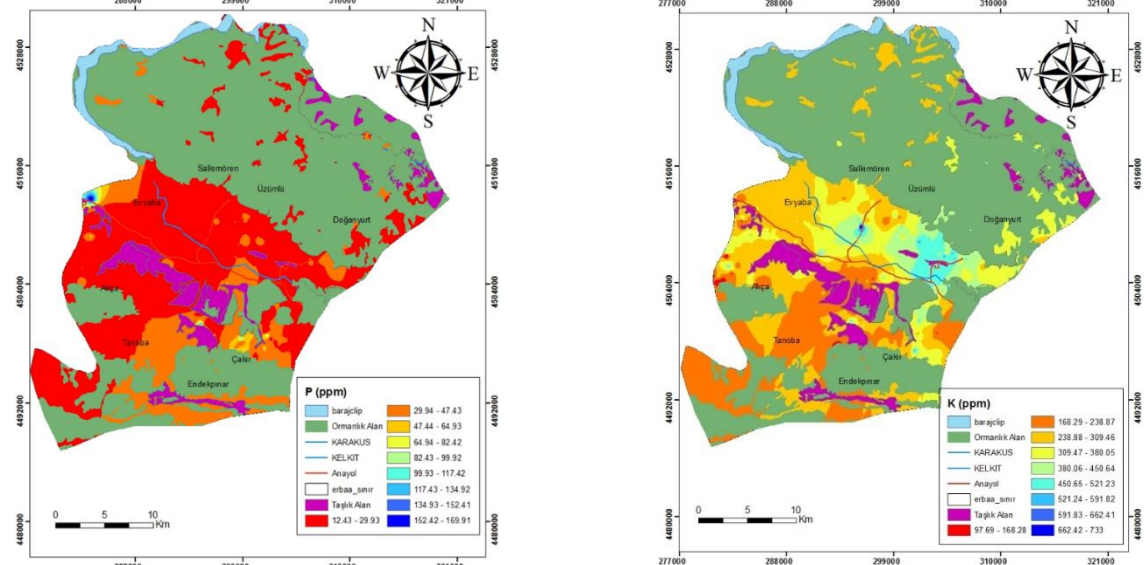
Tütünün kalitesinin değerlendirilmesinde yaprağının kimyasal bileşimi (nikotin, şeker, klorür (Cl) ve potasyum (K) içerikleri gibi) önemli bir rol oynamaktadır. Bu bileşenlerin mutlak ve nispi miktarları, yalnızca tütün çeşidi, olgunluğu, toprak ve iklim koşullarına ve kurutma süreçlerine (Dell 1991) değil, aynı zamanda gübrelerin yöntemine ve uygulama miktarına da bağlıdır (Tariq ve ark., 2010). Gübre, tütünün büyümesinde ve gelişmesinde önemli bir rol oynar ve farklı gübreler, güneşte kurutulan tütün yapraklarının farklı aroma ve yağ içeriklerine sahip olmasına yol açar. Bu nedenle, gübrelerin akılcı bir şekilde uygulanması, tütün yaprağının verimini ve kalitesini arttırmanın önemli bir yolu olarak kabul edilmektedir (Zeng ve ark., 2013).



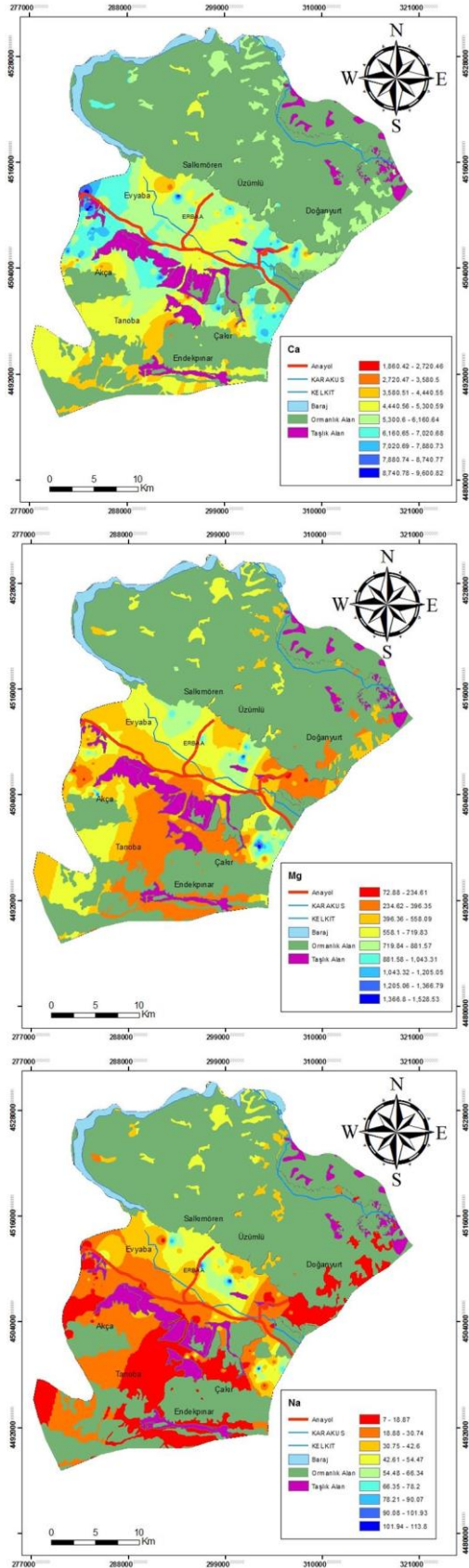
Şekil 5. Çalışma alanında toprakların pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin dağılımı
Figure 5. Distributions of pH and electrical conductivity (EC) values in the study area



Şekil 6. Çalışma alanında toprakların organik madde ve kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) içeriklerinin dağılımı
Figure 6. Distributions of organic matter and calcium carbonate ($CaCO_3$) contents in the study area



Şekil 7. Çalışma alanında yarıyışıl fosfor (P) ve potasyum (K) konsantrasyonlarının dağılımları
Figure 7. Distributions of available phosphorus (P) and potassium (K) concentrations in the study area



Şekil 8. Çalışma alanı içerisinde toprakların değişebilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) konsantrasyonlarının dağılımı

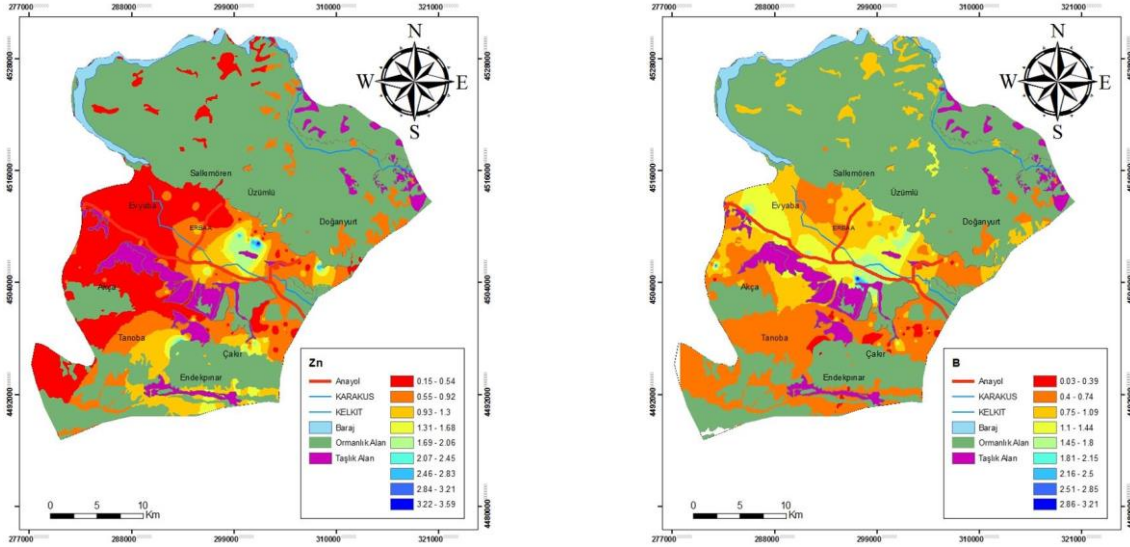
Figure 8. Distributions of exchangeable calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na) concentrations in the study area

Bitkisel üretimde üreticiler, yaygın bir şekilde azot ve fosfor içeren gübreleri kullanmaktadır. Arazi çalışmaları esnasında üreticiler ile yapılan görüşmelerde de tütün yetiştiricilerinin çoğunlukla taban gübresi (çoğunlukla di amonyum fosfat, 18 N-46 P₂O₅) kullandıkları, bitkinin sonraki gelişme döneminde ise herhangi bir gübre kullanmadıkları anlaşılmıştır. Üreticilerin kullandıkları taban gübrelerinin miktarı ve sıklığı, tütün ekili arazilerden alınan örneklerin yarıyıllık P konsantrasyonlarının 6,66 ile 101,18 ppm arasında değişmesine neden olmuştur (Şekil 7a). Ortalama P konsantrasyonu ise 15,96 ppm'dir. Yetiştirme sezonunun ortalarına yakın bir dönemde örnekleme yapılmış olması da yer yer P'nin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Alınabilir potasyum içeriği ise 12,7 ile 242,6 kg K₂O da arasında değişirken, ortalama değer 90,7 kg K₂O da olduğu görülmektedir (Şekil 7b). Bu değerler, tüm çalışma alanında tütün ekili arazilerde K bakımından herhangi bir sorun olmadığını göstermektedir.

Çalışma alanında örnekleme yapılan tütün ekili arazilerden alınan toprakların değişebilir Ca, Mg ve Na konsantrasyonları sırası ile 1851,1-10177,3 mg kg⁻¹, 44,2-1708,6 mg kg⁻¹ ve 5,6-121,9 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 8a, b ve c). Değişebilir Ca, Mg ve Na konsantrasyonlarının çalışma alanındaki ortalama değerleri ise sırası ile 5764,8, 507,6 ve 26,7 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Zhang ve ark. (2016), 10 yıllık uzun süreli sürekli tütün ekiminden sonra yedi ayrı tütün ekimi yapılan bölgede toprakların değiştirilebilir bazik katyonları içeriklerinde önemli ölçüde azalma olduğunu belirlemişlerdir. Tütün ekim alanlarındaki toprak asitlenmesi, temel olarak toprak üstü tütün biyokütlesi tarafından bazik katyonlarının alınması ve uzaklaştırılmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Mineral besinlerinin toprağa geri dönmeyen biyokütle hasadı ile uzaklaştırılması, tarım sistemlerinde H⁺ birikimine yol açtığı ve doğrudan toprak katyonlarının ve pH'nın azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Randall ve ark., 2006). Genel olarak, tütün hasadı ile birlikte 1 ha araziden 339,23 kg bazik katyon uzaklaştırıldığı rapor edilmiş ve bu miktarın anyonların uzaklaştırılmasından 7,57 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu durumda, topraktaki H⁺ iyonu miktarının yıllık 12,52 kmol artacağına dikkat çekilmiştir. Ayrıca, tütün bitkilerinin kalsiyum alımı da H⁺ iyonu konsantrasyonunun artmasının önemli bir nedenidir. Bitki köklerinden H⁺ salınımı ile bazik katyonların aşırı emilimi arasında önemli bir pozitif ilişki olduğu bildirilmiştir (Rengel 2003). Bu çalışmanın yapıldığı dönemde, toprakların oluştuğu ana materyallerin (kireç taşı) de etkisi ile değişebilir bazik katyonların konsantrasyonlarında bir azalma olduğu izlenimi uyanmamıştır. Ancak, Zhang ve ark. (2016)'nın çalışmasında rapor edilen bulgular, sürekli tütün üretiminin devam ettirilmesinin bazik katyonların miktarında gelecekte önemli düzeyde azalmaların olabileceğini göstermektedir.

Mikro Besin Elementleri

Tütün, topraktan oldukça yüksek miktarda besin elementi kaldıran bir kültür bitkisidir. Birçok ürün ile karşılaştırıldığında tütün, topraktaki besin maddesini çok hızlı tükettiği ve sağlıklı bitki büyümesi için uygun olmayan bir ortamın oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Pius,0 2010).



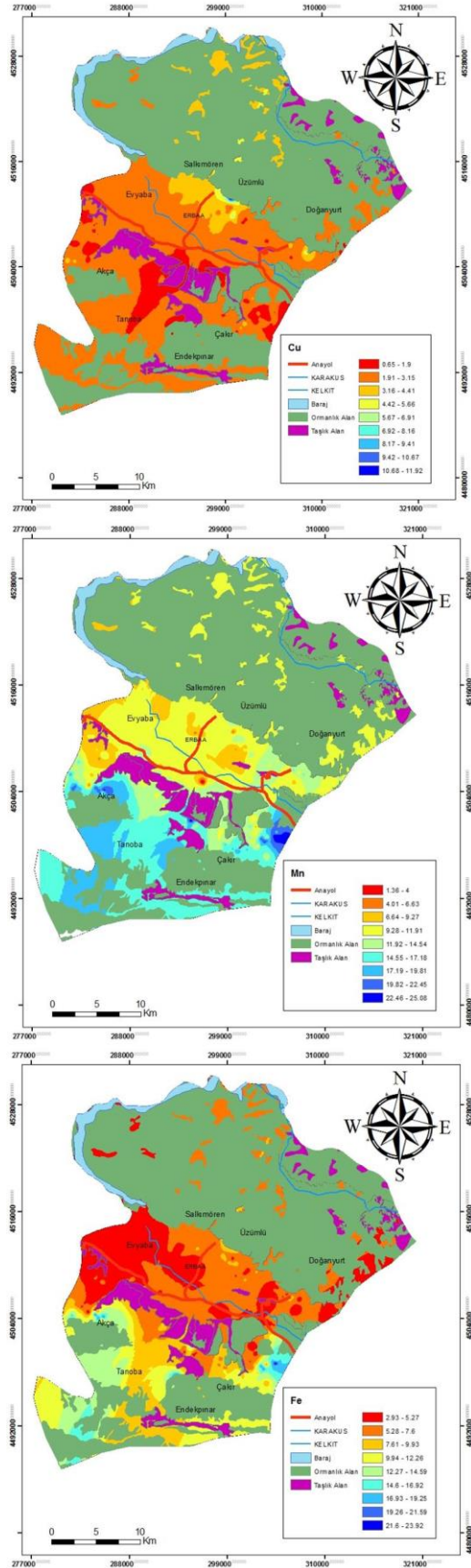
Şekil 9. Çalışma alanında yarayışlı çinko (Zn) ve bor (B) konsantrasyonlarının dağılımları
Figure 9. Distributions of available zinc (Zn) and boron (B) concentrations in the study area

Çalışma alanı içerisinde, birçok arazide çinko, mangan ve bor konsantrasyonlarının yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma alanı topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu 0,14 ile 3,62 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama Zn konsantrasyonunun 0,68 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Toprakta bitki için yarayışlı Zn konsantrasyonu eşiği 0,7 ile 2,4 mg kg⁻¹ arasında olarak belirtilmiştir (FAO, 1990). Buna göre, özellikle çalışma alanının batı bölümünde yer alan arazilerde toprakların Zn konsantrasyonu yetersiz düzeydedir. Toprakta Zn konsantrasyonunun yetersiz olduğu koşullarda, Zn içeren gübrelerin uygulanması gerekmektedir. Çinko uygulamalarının tütünün verim ve kalite parametrelerine etkisi araştıran Iqbal ve ark. (2016), 6 kg ha⁻¹ Zn uygulamasının K alımını ve tütün yapraklarındaki Zn'nin yanı sıra nikotin içeriği ve toplam şekerleri artırdığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, 3 kg ha⁻¹ Zn uygulamasında ise sertleştirmeden sonra yeşil yaprak ve kurumadan sonra kuru yaprak verimini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak, topraktaki 3 kg ve 6 kg Zn ha⁻¹ uygulamasının optimum gübre dozları oldukları belirtilirken ve tütün yapraklarında daha yüksek verim ve kalite için bu dozların önerilebileceği ifade edilmiştir.

Eksikliği ve fazlalığı çok dar bir aralıkta olan B konsantrasyonu, 0,01-3,33 ppm arasında değişmektedir. Ortalama B konsantrasyonu 0,67 ppm'dir. Toprakta yarayışlı B konsantrasyonu için belirlenen ve yeterli olarak tanımlanan eşik değeri 1,0-2,4 mg kg⁻¹'dir (Wolf, 1971). Bu eşik değerinin altında olduğunda topraklar B açısından yetersiz olarak kabul edilmektedir. Bor, sadece verimi etkilemekle kalmaz, aynı zamanda tütün yaprağının pazarlama değerini de etkiler. Borun topraktaki ve ayrıca bitkilerdeki diğer mikro besinleri etkileyebileceği birçok çalışmada da ortaya açıkça konulmuştur (Ali ve ark., 2015). Çalışma alanında B bakımından yeterli araziler olduğu gibi, noksanlığın şiddetli olduğu arazilerinde var olduğu görülmektedir. Çalışma alanının güney batı bölümünde B noksanlığı bulunan arazilerde B içeren gübrelerin kullanımı verimde artışı sağlayacaktır (Şekil 9). Topraktaki yüksek hareketliliği nedeniyle, B kumlu tekstüre sahip topraklarda kolayca tutulmaz ve kireçli ve alkali reaksiyonlu topraklarda da bitkiler tarafından

kolaylıkla alınmaz. Bu nedenle, B eksikliğine duyarlı olan tütün bitkisine uygun bir yöntem kullanarak, tütün yetiştiriciliği yapılan arazilere her yıl düzenli olarak B uygulaması yapılması gerektiği bildirilmiştir (Tariq ve ark., 2010). Bor, aynı zamanda tütün için faydalı olan farklı N bazlı enzimleri artırırken, diğer yandan tütün kalitesi ve sigara için kişinin sağlığı için zararlı olan azalmış NO₃ içeriği gibi farklı N bileşiklerini etkileyebilir. Buna ilaveten, B, tütün yapraklarındaki P ve K konsantrasyonları üzerinde de olumlu bir etkisi vardır (Ali ve ark., 2015). Tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin beslenme durumunu belirleyen Yin ve ark. (2010), Nandan bölgesi topraklarının değişebilir kalsiyum, alınabilir Zn, Fe ve Mn konsantrasyonlarının fazla olduğunu, buna karşılık alınabilir magnezyum ve borun ise yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, Nandan bölgesinde tütün ekim alanlarında Mg ve B besin elementlerinin (gerektiğinde) ilavesi ile birlikte N, P ve K içeriği ve toprak pH seviyesinin de dikkate alınması gerektiği ve tütünün yüksek verimliliğini sürdürmek için uygun gübre yönetiminin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Çalışma alanında, tütün yetiştirilen arazilerde toprakların demir (Fe), bakır (Cu) ve mangan (Mn) içerikleri sırası ile 2,47-23,96 mg kg⁻¹, 0,59-6,64 mg kg⁻¹ ve 1,06-25,10 mg kg⁻¹ arasında değişmiş olup, ortama değerler sırası ile 7,56, 2,30 ve 13,01 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde toprakların Fe, Cu ve Mn konsantrasyonlarının alansal dağılımları Şekil 10a, b ve c'de gösterilmiştir. DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe konsantrasyonunun noksanlığı için belirlenen değeri < 2,5 mg kg⁻¹ olduğundan (Lindsay ve Norvell, 1969), tüm çalışma alanı topraklarında Fe'in tütün bitkilerinin normal gelişimi için yeterli olduğu söylenebilir. Ancak, çalışma alanı topraklarının yüksek kireç içeriği, toprakta Fe yüksek dahi olsa, bitkilerde tarafından alımı için bir engel oluşturabileceği unutulmamalıdır. Demir içeriğine benzer şekilde, toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonları da bu eşik değeri olarak belirtilen < 0,2 mg kg⁻¹ dan daha yüksektir. Yarayışlı Mn konsantrasyonu için "yeterli" olarak kabul edilen aralık 14-50 mg kg⁻¹ (FAO, 1990) olarak bildirilmiştir. Buna göre, çalışma alanında, Mn konsantrasyonunun yeterli olduğu alanlar olduğu gibi Mn açısından yetersiz arazilerin olduğu da anlaşılmaktadır.



Şekil 10. Çalışma alanında yayarışlı bakır (Cu), mangan (Mn) ve demir (Fe) konsantrasyonlarının dağılımları

Figure 10. Distributions of available copper (Cu), manganese (Mn) and iron (Fe) concentrations in the study area

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, uzun yıllardır tütün yetiştiriciliğinin yoğun bir şekilde yapıldığı Tokat ili Erbaa ilçesi tarım arazilerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve her bir özelliğe ait alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Örneklenen her noktanın yerine ait koordinatlar kayıt edildiğinden, toprak özelliklerinin zamansal değişiminin izlenmesi mümkün olacaktır. Coğrafi bilgi sistemleri teknikleri ile jeostatistiksel yöntemlerin kullanımı ile hazırlanan bireysel toprak haritaları, toprak özelliklerinin alansal dağılımlarını gösterdiğinden, Erbaa'da kaliteli Basma tütün çeşidi yetiştirilecek alanların tespitini mümkün kılmaktadır. Buna ilaveten, bitkinin beslenmesinde önemli olan makro ve mikro besin elementlerinin belirlenmiş olması, tütün için gerekli olan besin elementlerinin tütün yetiştirilen arazilerdeki durumunu anlamak adına da önemlidir. Besin elementleri açısından noksanlık ve fazlalık olan arazilerin tespitini mümkün kılan bu çalışma, bölgede üreticilere gübre kullanımında da rehberlik edecek bilgiler içermektedir.

Arazilerin yüksek kil içeriği tütün yetiştiriciliği adına bitkisel üretimin en önemli kısıtlarındandır. Buna ilaveten organik madde kapsamının oldukça düşük olması, toprakların bozulmaya karşı dirençlerinin zayıf olmasına neden olacaktır. Organik maddenin yetersizliği, yılın önemli bir kısmında çıplak olan arazi yüzeyinden özellikle şiddetli yağışların olduğu dönemlerde yüzey akışı ile sediment taşınmasını kolaylaştıracaktır. Makro besin elementlerinden fosfor ve potasyum konsantrasyonu yeterli olan arazilerde, yayarışlı çinko ve bor konsantrasyonlarının yeterli seviyenin oldukça altında olduğu araziler olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması adına, arazilerin organik madde içeriklerinin zenginleştirilmesi ve çinko ve bor gibi mikro besin elementlerinin eksiliğinin giderilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Öz Ege Tütün Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ve Socotab Yaprak Tütün Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketinin destekleri ile yürütülmüştür.

Kaynaklar

- Ali F, Ali A, Gul H, Sharif M, Sadiq A, Ahmed A, Ullah A, Mahar A, Kalhoro SA 2015. Effect of boron soil application on nutrients efficiency in tobacco leaf. American Journal of Plant Sciences, 6(09): 1391-1400. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69139>
- Allison LE, Moodie CD, 1965. Carbonate. In : C.A. Black et al (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bouyoucos GJ 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. Agr. J. 43(9): 434-439. <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x>
- Çakır R, Çebi U 2010. Yield, water use and yield response factor of flue-cured tobacco under different levels of water supply at various growth stages. Irrigation and Drainage, 59(4): 453-464. <https://doi.org/10.1002/ird.503>
- Chao-yang C 2011. Study on the Status of Soil Organic Matter and Its Relationship with Soil Nutrient in Nanping Tobacco-growing Areas. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 19.

- FAO 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- FAO 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) FAOSTAT 2020: FAO Statistical Databases Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ferguson RB, Lark RM, Slater GP, 2003. Approaches to management zone definition for use of nitrification inhibitors. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 937–947. <https://doi.org/10.2136/sssaj2003.9370>
- Goovaerts P 1998. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. *Biol. Fert. Soils.* 27: 315–334. <https://doi.org/10.1007/s003740050439>
- Hunag J, Lin B, Zhou W, Gao H, Wei X, Nong S 2010. Major Nutrient Characteristics and Fertilization Strategy of Tobacco-planting Soils in Baise of Guangxi Journal of Chinese Tobacco Science, 4.
- Jackson M 1958. Soil chemical analysis. p. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Iqbal A, Saeed A, Perveen S, Samad RA, Rafique F, Anam M, Tung SA, Saleem F 2016. Effect of different methods of zinc application on yield and quality of flue cured virginia Tobacco. 9(6): 1-7. <https://doi.org/10.12692/ijb/9.6.1-7>
- Lindsay WL, Norvell WA 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- MacKown CT, Crafts-Brandner SJ, Sutton TG 1999. Relationships among soil nitrate, leaf nitrate, and leaf yield of burley tobacco: effects of nitrogen management. *Agronomy Journal*, 91(4): 613-621. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.914613x>
- Maw BW, Stansell JR, Stansell BG 2009. Soil-plant-water relationships for flue-cured tobacco. The University of Georgia, Cooperative Extension. Research Bulletin, 427: 1–36.
- Moula MS, Hossain MS, Farazi MM, Ali MH, Mamun MAA 2018. Effects of consecutive two years tobacco cultivation on soil fertility status at Bheramara Upazilla in Kushtia District. *J. Rice Res*, 6(1): 1-4. <https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000190>
- Nelson DW, Sommers LE 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *Methods of Soil Analysis, Part.2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No.9. (2nd Ed).* ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29>
- Nimmo JR 2012. Preferential flow occurs in unsaturated conditions. *Hydrological Processes*, 26(5): 786-789. <https://doi.org/10.1002/hyp.8380>
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Dept. of Agric. Cric.* 939.
- Pandey CB, Chaudhari SK, Dagar JC, Singh GB, Singh RK 2010. Soil N mineralization and microbial biomass carbon affected by different tillage levels in a hot humid tropic. *Soil and Tillage Research*, 110(1): 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.06.007>
- Pius YZ 2010. Impact of small scale tobacco growing on the spatial and temporal distribution of Miombo woodlands in Western Tanzania, *J Ecol Nat Environ* 2: 10-16. <http://hdl.handle.net/123456789/846>
- Poustini G, Shamel R 2000. Physiological and agronomic response of two burley tobacco cultivars to nitrogen fertilizer. *Tranian Journal of Agricultural Science* 31: 363–369. <https://doi.org/10.1023/A:1024784020597>
- Randall PJ, Abaidoo RC, Hocking PJ, Sanginga N. 2006. Mineral nutrient uptake and removal by cowpea, soybean and maize cultivars in West Africa, and implications for carbon cycle effects on soil acidification. *Experimental Agriculture*. 42: 475–494. <https://doi.org/10.1017/S001447970600384X>
- Richards LA 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook 60:94.
- Rengel Z 2003. Handbook of Soil Acidity. CRC Press, New York
- Tariq M, Akbar A, Lataf-ul-H, Khan A 2010. Comparing application methods for boron fertilizer on the yield and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Communications in soil science and plant analysis*, 41(13): 1525-1537. <https://doi.org/10.1080/00103624.2010.485234>
- Wolf B 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manures, Water and Nutrient Solutions. *Soil Science and Plant Analysis* (2), 363-374. <https://doi.org/10.1080/00103627109366326>
- Xin-Zhong W, Guo-Shun L, Hong-Chao H, Zhen-Hai W, Qing-Hua L, Xu-Feng L, Wei-Hong H, Yan-Tao L 2009. Determination of management zones for a tobacco field based on soil fertility. *Computers and Electronics in Agriculture*. 65(2): 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.08.008>
- Xue-qin XU 2009. Analysis of Soil Nutrient Characteristics in Main Tobacco-growing Areas in Shaoyang City of Hunan and Its Fertilization Countermeasures *J. Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 5.
- Yin YQ, Wei Z, He M, Chen D, Kong F 2010. Analysis of soil nutrient status in tobacco planting areas of Nandan County, Guangxi. *Guangxi Agricultural Sciences*, 41(2), 147-152. <http://www.gxaas.net>
- Zeng W, Long S, He M, Fan H, Cui X, Huang Y 2013. Effects of the Combined Use of Tobacco Special Inorganic Fertilizer and Cake Organic Fertilizer on the Quality of Tobacco K326. *Agricultural Science & Technology*, 14(8): 1142-1146.
- Zhang Y, He X, Liang H, Zhao J, Zhang Y, Xu C, Shi X 2016. Long-term tobacco plantation induces soil acidification and soil base cation loss. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(6): 5442-5450.