

## KİMYASAL GÜBRE TÜKETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BURSA İLİ ÖRNEĞİ

Aslıhan KATİP \*

Alınma: 19.08.2020; düzeltme: 01.09.2020; kabul: 14.09.2020

**Öz:** Bu çalışmada, Bursa’da 2008 ile 2016 yılları arasında kullanılan kimyasal gübre türleri yapılarına göre sınıflandırılarak yıllık miktarları ve ilçelere göre kullanım miktarları hesaplanmıştır. İlçelerde kullanılan gübre türleri Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritalandırılarak tarımsal ürün çeşitleri ile gübre türleri arasındaki istatistiksel ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi ile değerlendirilmiştir. Bursa’da nüfus ve ihracatın artması nedeniyle tarımsal üretim ile birlikte gübre kullanımı artmıştır. Azot içeren gübrelerin diğer gübre grupları arasında en yüksek kullanıma sahip olduğu belirlenmiştir. Azotlu (maksimum 82,47 kg/ha-Karacabey), azot, fosfor ve potasyumlu (maksimum 31,59 kg/ha-Karacabey), kalsiyum nitratlı (maksimum 8,1 kg/ha-Yenişehir) ve azot ve fosforlu (maksimum 58,45 kg/ha-Yenişehir) gübrelerin kullanımı en çok Karacabey, Yenişehir, Mustafakemalpaşa ve İnegöl’de bulunmuştur. Triple Süper Fosfat (TSP) (maksimum 12,5 kg/ha-Gürsu) ve Zn’li (maksimum 26,84 kg/ha-Gemlik) gübreler Gürsu, Orhangazi, Mudanya, Gemlik ve İznik’te daha fazla kullanılmıştır. En yüksek korelasyon ( $r^2$ ) değerleri azot, fosfor ve potasyumlu gübreler ile tarla bitkileri ve sebze üretimi arasında (0,423-0,788) bulunmuştur. Ayrıca, azotlu, azotlu ve fosforlu ve azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin bitkisel üretim ile pozitif ilişkili ve üretimde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma yayılı kirlilik kaynağı olan tarımsal gübre kullanımının il bazındaki dağılımının belirlenebilmesi ve kirliliğin azaltılması için yapılabilecek gübre yönetimi çalışmalarına bilgi sağlaması açısından önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi Bilgi Sistemi, Gübre Türleri, Korelasyon ve Regresyon Analizi, Tarımsal Ürün Çeşitliliği, Yayılı Kirlilik Kaynakları

### Evaluation of Chemical Fertilizer Consumption: The Example of Bursa Province

**Abstract:** In this study, fertilizer types used in Bursa province between 2008 and 2016 were classified according to their chemical structure and their annual usage according to districts were calculated per unit of land. Amount of the fertilizer types used in districts were mapped with Geographical Information System and the statistical relationships between the types of agricultural product and fertilizer were calculated by correlation and regression analysis. Due to the increase in population and exports of Bursa, the fertilizer usage with agricultural production increased. Nitrogen fertilizers were determined to have the highest usage among other fertilizer groups. The usages of fertilizers of nitrogen (maximum 82.47 kg/ha-Karacabey), nitrogen phosphorus potassium (maximum 31.59 - kg/ha-Karacabey), and calcium nitrate (maximum 8.1 kg / ha-Yenişehir), nitrogen and phosphorus (maximum 58.45 kg/ha-Yenişehir) were more found in Karacabey, Yenişehir, Mustafakemalpaşa ve İnegöl. TSP (maximum 12.5 kg / ha-Gürsu) and zinc (maximum 26.84 kg / ha-Gemlik) fertilizers were used more in Gürsu, Orhangazi, Mudanya, Gemlik and İznik than the other districts. The higher correlation ( $r^2$ ) values than the others were found between nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers and field crops and vegetable production (0.423-0.788). Nitrogenous, nitrogenous and phosphorous and nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers were found to be positively related to crop production and effective in production. This study is important in order to

\* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle/ Bursa  
İletişim Yazarı: Aslıhan Katip (aballi@uludag.edu.tr)

determine the distribution of agricultural fertilizer usage, which is the diffuse pollution source, by districts and to provide information to fertilizer management studies that could be done to reduce pollution.

**Keywords:** Geographical Information System, Fertilizer Types, Correlation and Regression Analysis, Agricultural Product Diversity, Diffuse Pollution Sources

## 1. GİRİŞ

Gübreler bitkilerin daha iyi beslenebilmesi için ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri açısından verimli olabilmesi için toprağa ilave edilen doğal veya yapay maddelerdir. Çoğunlukla fosfat, nitrat, amonyum ve potasyum tuzları içeren, katı, sıvı ve gaz formunda bulunmaktadır. Yapay gübreler farklı kimyasal yapılarına ek olarak üretim maliyeti yüksektir ve üreticilerin satın alma güçlerini zorlamaktadırlar (Kaya, 2010).

Aşırı kimyasal gübre kullanımı, yüzey ve yeraltı suyu kalitesini ve tarım topraklarının fiziksel-kimyasal yapılarını bozmaktadır (Kashem ve Singh, 2002). Farklı hidrolojik özelliklere sahip bölgelerde bulunan topraklarda uygulanan gübrelerin etkileriyle ilgili birçok çalışma yürütülmüştür. Kimyasal gübrelerin kompostlara kıyasla toprakta metal hareketliliğine yol açması ve biyo-yararlı metallerin bitkiler tarafından alınmasına engel olması bakımından daha riskli olduğu belirlenmiştir (Karpouzas ve diğ., 2005; Nakano ve diğ., 2004). Fosfatlı gübrelerin fazla kullanımının, toprağın pH'ını azalttığı ve asitlenmesine neden olduğu (Lambert ve diğ., 2007), bu nedenle de iz metallerin daha kolay çözündüğü belirlenmiştir. Özellikle, alüminyum ( $Al^{+3}$ ) ve manganın ( $Mn^{+2}$ ) serbest kalması bitki ve mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yaratmaktadır (Kashem ve Singh, 2002; Staley ve Brauer, 2006). Ayrıca, fosfatlı gübre hammaddesi olan sedimanter kayalar yüksek konsantrasyonda ağır metal içerdikleri için üretim sırasında ağır metaller alıcı ortamlara karışmaktadır (Marrugo-Negrete ve diğ., 2017). Potasyum gübresinin fazla verilmesi ise bitkilerin besin dengesini bozarak çinko ( $Zn^{+2}$ ), kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ) ve demir ( $Fe^{+2}$ ) alımını engellemektedir (USEPA, 2011). Bu nedenle de toprağın verimi ve ürünlerin kalitesi azalmaktadır. Bazı kimyasal gübrelerin civa (Hg), kadmiyum (Cd), krom (Cr), arsenik (As), kurşun (Pb), bakır (Cu), nikel (Ni) ve Zn gibi elementleri içerdiği ve bu elementlerin toprakta ve bitkilerde birikime yol açtığı da bilinmektedir (Vetsch ve Randall, 2002).

Yüksek miktarda azotlu gübre kullanımının, marul ve ıspanak gibi yapraklı sebzelerde nitrat ( $NO_3^{-2}$ ), nitrit ( $NO_2^{-}$ ) ve nitrozaminler gibi kanserojen maddelerin birikimine neden olduğu bilinmektedir (Özdestan ve Üren, 2010). Organik gübrelerin bir kısmı bazı meyve türlerinde (çilek gibi) şeker oranını arttırmıştır (Zheng ve diğ., 2001). Soğanda yapılan bir gübreleme çalışmasında N ve S gübrelemesinin yaprak sayısı, bitki boyu, soğan baş çapı ve verimi üzerine etkili olduğu ancak N ve S alımını da arttırdığı görülmüştür. Ayrıca soğan yaprağının azot konsantrasyonunun azotlu gübre uygulamalarından etkilenecek arttığı belirlenmiştir (Gill ve diğ., 2007). Amonyum ( $NH_4^{+}$ ) iyonları topraklarda büyük miktarda biriktiğinde, dominant bir katyon haline gelebilmekte ve sodyum ( $Na^{+}$ ) gibi toprak koloitlerinin dağılmasını kolaylaştırmaktadır. Gübre ilaveleri organik madde miktarını arttırdığı için toprağın biyolojik aktivitesini arttırmakta ve toprağın su itici özelliklere sahip olmasına neden olabilmektedir (Olsen ve diğ., 1970).

Kimyasal gübre kullanımının toprak ve bitkilere olan olumsuz etkileri dışında hava kirliliğine de yol açtığı bilinmektedir. 1970' den 2007' ye kadar, küresel Diazot Monoksit ( $N_2O$ ) emisyonları %50 artmıştır (Smith ve diğ., 2007). Tarım, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki antropojenik  $N_2O$  emisyonlarının yaklaşık % 78'ini oluşturmaktadır ve tarımsal olarak üretilen  $N_2O$ 'nun % 38'i topraktan yayılmaktadır (USEPA, 2019). Küresel  $N_2O$  emisyonlarının 2030 yılına kadar % 35 ila %60 oranında artacağı tahmin edilmektedir (FAO/IFA, 2001).  $N_2O$ , 120 yıllık bir atmosferik kalma süresine sahiptir ve karbondioksitin ( $CO_2$ ) 310 katı bir küresel ısınma potansiyeline sahiptir. Toplam yağışın artması denitrifikasyon ve toprak  $N_2O$  emisyonlarını arttırmaktadır (Schwenke ve Haigh, 2016). Toprağın farklı şekillerde işlenmesi, mevsim ve iklim değişiklikleri ürün verimini ve emisyon miktarını etkilemektedir (Vetsch ve diğ., 2007; Halvorson ve diğ., 2006). Türkiye'de en çok kullanılan gübre türleri sırası ile azotlu, fosforlu ve potasyumludur (Şahin ve diğ., 2016).

AB Nitrat Direktifi ve Su Çerçeve Direktifleri (SÇD), kirlilik girdilerini azaltmayı hedefleyerek Avrupa'da su kalitesini korumak için tasarlanmış ana yasama araçlarıdır. Avrupa Birliği (AB) Nitrat (91/676 / EEC Direktifleri) ve Su Çerçeve Direktifleri (2000/60 / EC) gibi mevzuatın getirilmesine rağmen birçok AB üye ülkesinde tarımsal uygulamalar hala düşük su kalitesine neden olan önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Bu direktifler, Zorunlu olarak veya teşvik edilerek iyi tarım uygulamalarının kullanılmasıyla tarımsal besin maddelerinin azaltılmasını hedeflemektedirler. Tarımsal yayılı kirlilik, toplam azot (TN) bakımından tatlı su kirliliğinin baskın kaynağı, kayaçlar ve kanalizasyon atıklarından sonra toplam fosforun (TP) en önemli ikinci kaynağıdır (Harrison ve diğ., 2019). Sudaki azotlu ve fosforlu bileşiklerin konsantrasyonlarının aşırı yükselmesi sonucunda alglerin, su içi bitkilerin ve dolayısıyla organik madde üretiminin aşırı artışı ile çözünmüş oksijenin ve tür çeşitliliğinin azalması sonucunda ötrofikasyon olayı meydana gelmektedir (NOAA, 2018). Ayrıca, yüzeysel ve yeraltı sularında besin maddelerinin çok yükselmesi sucul canlılara, insanlara ve bitkilere toksik etki yaratabilmektedir (Kanaly ve diğ., 2002; Vyas ve Dave, 2010). Azotlu gübrelerden kaynaklanan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) toprakta nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) dönüşmekte, çocuklarda anemiye ve hipertansiyona yol açmakta ve kanserojen etki oluşturmaktadır (Horuz ve diğ., 2018). AB Su Çerçeve Direktifinde (SÇD), yayılı kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınıp kaynağında önlenmesi amacıyla kirlilik kaynaklarını ele almak, etkili önlemlere odaklanmak, kirliliği azaltmak için oluşturulacak politikalara bilgi üretmek başlıca bakış açılarıdır. Çevresel hedeflerin sektörel politikalara entegrasyonu tarımsal üretim ve yayılı kirlilik açısından da gerekmektedir (Wiering ve diğ., 2020). SÇD geleneksel boru sonu çözümlerinden sürdürülebilirliğe geçişi teşvik etmekte ve su havzalarının derinlemesine anlaşılmasına dayanarak su yönetimini su sisteminin bir bütünü olarak ele almaktadır. Yüzeysel sularda tarımsal kirliliğin azaltılması amacıyla kimyasal ve organik gübrelerin azaltılması için sınırlamalar getirilmiştir. Nitrat direktifinde organik gübrelerde 50 mg/L  $\text{NO}_3^-$  ve 170 kg N /ha veya daha az kullanılması sınırı getirilmiştir (Wiering ve diğ., 2020). Bu sınırlamalar için önlemler çoğunlukla çiftçiler tarafından alınmaktadır. SÇD' de yayılı kirlilik kaynağı ile başa çıkmanın önünde bilgi eksikliğinin olduğu belirtilmektedir. Gerçek kirlilik baskılarının ne olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Tarımsal alanlardan su kütesine giden maddelerin yollarının karmaşıklığı nedeniyle, modelleme ve ölçüm son derece zordur ve önlemlerin etkinliğini sağlamak ta bu nedenle zordur. Yayılı kirlilik kaynaklarının etkilerini hava koşulları da etkilemektedir ve zamanla değişmektedir. Emisyon ile çevresel hasar arasında geçen zaman farklı olmaktadır (Wiering ve diğ., 2020).

Haritalar yardımı ile havzalar bazında kullanım alanları belirlenerek yayılı kirlilik yüklerinin bulunduğu ve coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile yayılı kirleticilerin haritalandırıldığı çalışmalar yapılmıştır (Katip ve Karaer, 2013; Reaney ve diğ., 2019; Aravinthasamy ve diğ., 2020). Coğrafi bilgi sistemlerinde bulunan hesaplama yöntemleri toprak kirliliği, gübre ve doğal kaynak yönetimi konularında mekânsal dağılımının incelenmesinde başarı ile uygulanmıştır (Bhunia ve diğ., 2018; Göl ve diğ., 2017) ve karar verici kurumlara bilgi vererek yönetime destek olmaktadır (Betzek ve diğ., 2017). Etkili bir gübre yönetimi için yayılı kirliliğin önlenmesi, toprağın farklı şekillerde işlenmesini, mevsimsel ve iklimsel değişiklikleri ve dolayısıyla meteorolojik parametrelerin değerlendirilmesini, yetiştirilen bitki çeşidini, arazi miktarını ve toprağın özelliklerini göz önüne almaktadır. Bu nedenle çok kapsamlı olup ziraat, meteoroloji ve çevre mühendislikleri gibi farklı bilim dallarını içeren multi-disipliner bir çalışmadır.

Bu çalışmanın amacı Bursa'da kimyasal gübrelerin oluşturabileceği potansiyel yayılı kirlilik dağılımını belirlemektir. Bursa İlinde 2008 ile 2016 yılları arasında kullanılan kimyasal gübre çeşitleri sınıflandırılarak ilçeler bazındaki dağılımları, yıllık miktarları ve değişimleri hesaplanmıştır. Hesaplanan gübre türlerinin Bursa İlçelerindeki dağılımları Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritalandırılmıştır. Ayrıca, tarımsal ürün çeşitleri ile gübre türleri arasındaki istatistiksel ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Bu çalışma önlenmesi zor olan yayılı kirlilik kaynaklarının kaynağında belirlenebilmesi ve kontrol altına alınabilmesi için gereken mekânsal dağılım bilgisinin elde edilebilmesi açısından önemlidir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışma Alanı

Bursa İli 40 derece boylam ve 28-30 derece enlem daireleri arasında ve Güney Marmara Bölgesi'nde bulunması nedeniyle tarımsal açıdan iklimsel avantajlara sahiptir. Türkiye'nin tarımsal üretiminin de önemli bir kısmını sağlamaktadır. Bursa'nın yüzölçümü göller dahil olmak üzere 10.886,38 km<sup>2</sup> ve 2018 yılı nüfusu, tahmini verilere göre 2.974.981'dir (BİTOM, 2018). Toplam 17 ilçeden oluşmuştur. İlçeleri; Büyükorhan, Gemlik, Gürsu, Harmancık, İnegöl, İznik, Karacabey, Keles, Kestel, Mudanya, Mustafakemalpaşa, Nilüfer, Orhaneli, Orhangazi, Osmangazi, Yenişehir ve Yıldırım'dır (Demirci, 2017).

### 2.2. İstatistiksel Hesaplama ve Haritalama

Bu çalışmada Bursa ve ilçelerinde 2008 ile 2016 yılları arasında tüketilen kimyasal gübre ve üretilen tarımsal ürün miktarları hesaplanmıştır. Aynı yıllardaki farklı gübre türleri ile farklı bitkisel üretim miktarları Minitab 18 istatistik programı kullanılarak korelasyon ve regresyon analizi ile istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir (Loukil ve diğ., 2014). Avrupa Birliği Nitrat Direktifinde 170 kg N/ha sınır değerinin olması ve bu açıdan değerlendirilebilmesi için ilçelerdeki toplam gübre miktarları ilçe yüzey alanları ile oranlanarak birim hektar başına düşen gübre kullanımları hesaplanmıştır ve haritalandırılmıştır. Gübre kullanımının ilçeler bazında haritalandırılmasında ArcGIS 10.3.1 Coğrafi Bilgi Sistemi programı kullanılmıştır (Seyedmohammadi ve diğ., 2017). ArcGIS programı bir çok ekoloji ve kirlilik araştırmasında kullanılmıştır (Peprah, 2014; Li, 2015; Chen ve diğ., 2016).

İlçe bazında gübre kullanımı ve tarımsal üretim ile ilgili veriler Bursa İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nün Faaliyet Raporlarından sağlanmıştır (BİTOM, 2016). Buna ek olarak, Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınan veriler kullanılarak 2009 ile 2015 yılları arasında Türkiye'de tüketilen gübre miktarları türlerine göre hesaplanmıştır (TÜİK, 2018). Hesaplanan değerler Dünya'da kullanılan tür ve miktarları ile karşılaştırılmıştır. Çeşidin çok olması sebebi ile Bursa'da yetiştirilen bitkisel ürünler meyve, sebze ve tarla bitkileri olarak Tablo 1'de, kimyasal gübrelerin içerdiği elementlere göre gruplandırılması da Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan bu gruplandırmalar hesaplamaları ve haritalandırmayı kolaylaştırarak daha etkin değerlendirmeyi sağlamıştır.

**Tablo 1. Bursa İli gruplandırılmış bitkisel ürün türleri (BİTOM, 2016)**

Meyve	Sebze	Tarla Bitkileri
Zeytin	Domates (Sofralık ve salçalık)	Mısır (Silajlık, dane, hasıl)
Armut	Fasulye (Taze)	Buğday
Elma (Starking, grannysmith, golden, diğer)	Biber (Sivri, salçalık, kapyra, dolmalık)	Yonca
Ayva	Soğan (Kuru)	Patates
Şeftali (Nektarin ve diğer)	Karpuz	Çeltik
Çilek	Karnabahar	Ayçiçeği (Çerezlik, yağlık)
İncir	Pırasa	Fasulye (Kuru)
Kiraz	Bezelye	Fiğ (Adi, yeşil ot, macar)
Üzüm (Sofralık-çekirdekli)	Patlıcan	Arpa
Ceviz	Kabak (Sakız)	Yulaf (Yeşil ot)
Erik	Enginar	Nohut
Ahududu	Hıyar (Sofralık)	Şekerpancarı
Kestane	Ispanak	Yulaf (Dane)
Kavun	Lahana (Beyaz, kırmızı)	Çavdar
	Kereviz (Kök)	
	Marul (Kıvırcık)	
	Barbunya	
	Brokoli	
	Maydonoz	

**Tablo 2. Bursa İli kimyasal gübrelerin gruplandırılması (BİTOM, 2016)**

	Gübre Grubu					
	Sadece Azotlu Gübreler	Trisüperfosfat (TSP) Gübresi	Kalsiyum Nitrat Gübresi	Zn İçeren Gübreler	Azot, Fosfor ve Potasyumlu Gübreler	Azot ve Fosforlu Gübreler
Kullanılan Kimyasal Gübreler	Amonyum sülfat ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %21)			Kompoze 15 (%N)-15 (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-15 (K <sub>2</sub> O)+ Zn	Potasyum sülfat (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Monoamonyum fosfat (MAP, NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> - %12 N + %61 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
	Amonyum nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> %26)			Kompoze 20 (%N)-20 (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-0 Zn	Potasyum nitrat (KNO <sub>3</sub> )	Diamonyum fosfat (DAP, (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ),
	Amonyum nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> %33)				Kompoze 15 (%N)-15 (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-15 (K <sub>2</sub> O)	Kompoze 20 (%N)-20 (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-0
	Üre (CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> - %46 N)	Tek Çeşit	Tek Çeşit		Kompoze 12 (%N)-30(%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-12(K <sub>2</sub> O), Kompoze 13 (%N)-24(%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-12(K <sub>2</sub> O) Kompoze 16 (%N)-16(%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )-16(K <sub>2</sub> O) Diğer Kompoze	

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1. Bitkisel Üretim

Bursa İli 2016 yılı verilerine göre 340.912,5 ha tarım arazisine sahiptir ve bitkisel üretim çeşitlerini meyve, sebze ve tarla bitkileri oluşturmaktadır. Bursa İli 2008-2016 yılları arası gruplandırılan bitkisel üretim miktarları hesaplanmıştır ve Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3. Bursa bitkisel üretim miktarı (ton/yıl) (BİTOM, 2016)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Meyve	522.419	596.487	542.206	549.825	591.090	639.849	622.352	593.678	576.109
Sebze	1.312.542	1.358.282	1.220.201	1.715.410	2.037.107	2.065.515	2.231.379	2.731.066	2.338.604
Tarla Bitkileri	1.180.401	1.141.883	2.082.394	1.857.280	1.726.883	2.031.251	2.261.809	2.092.997	2.175.032
Toplam	3.015.362	3.096.652	3.844.801	4.122.515	4.355.080	4.736.615	5.115.540	5.417.741	5.089.745

Bursa'da toplam tarımsal üretim en fazla 2015, en az 2008 yılında görülmüştür. Sebze ve tarla bitkileri üretimi yıllar içerisinde birbirine benzer değişim göstermekte olup meyve üretimi en düşük 2008 yılında, en yüksek 2013 yılında görülmüştür. Bursa'da tarımsal üretimin nüfus ve ihracat artışı ile doğru orantılı olduğu ve üretimin artma eğiliminde olduğu görülmüştür (Katip, 2019). Üretimdeki artışın nüfus ve ihracat artışından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. İstatistiksel değerlere bakıldığında toplam sebze ve bazı meyve türlerinin (turunçgiller, nar, armut, kiraz vb.) üretimindeki artışın ihracat artışı ile doğru orantılı olarak gerçekleştiği görülmüştür (Demirci, 2017; TÜİK, 2018).

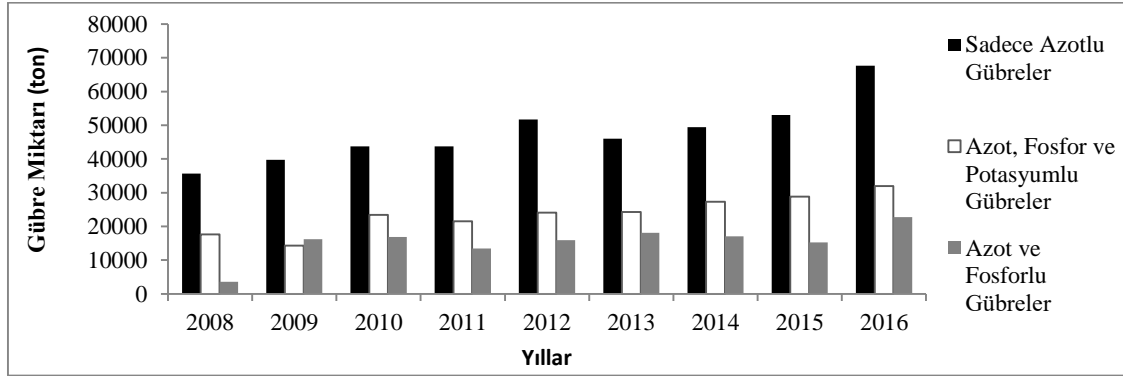
Bursa İli ilçeler bazında düşünüldüğünde, 4 alt bölgeye ayrılmaktadır. 1. Bölge, Osmangazi, Yıldırım, Gürsu, Kestel, Yenişehir ve İnegöl İlçelerinin bulunduğu 3.094,88 km<sup>2</sup>'lik alanı kaplamaktadır. Bölgede Bursa Ovası (208 km<sup>2</sup>), Yenişehir Ovası (200 km<sup>2</sup>) ve İnegöl Ovası (150 km<sup>2</sup>) bulunmaktadır. Ağırlıklı olarak sulu tarımın yapıldığı bölgede tarım alanlarının genel kullanımı bağ-bahçe, meyve ve sebze ağırlıklıdır. 2. Bölge, Nilüfer, Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçelerinin bulunduğu 3335 km<sup>2</sup>'lik alanı kaplamaktadır. Bölgede

Mustafakemalpaşa Ovası (193 km<sup>2</sup>) ve Karacabey Ovası (537 km<sup>2</sup>) bulunmaktadır. Ağırlıklı olarak sulu tarımın yapıldığı bölgede tarla bitkileri ve sebze tarımı yapılmaktadır. Karacabey bölgesinde sertifikalı tohumculuk sektörü gelişmiştir. 3. Bölge Mudanya, Gemlik, Orhangazi ve İznik İlçelerini kapsayan 1.988 km<sup>2</sup>'lik alandır. Bölgede İznik Ovası (76 km<sup>2</sup>) ve Orhangazi Ovası (97 km<sup>2</sup>) bulunmaktadır. Bölgenin karakteristik bitki örtüsü zeytin olup, bunun yanında sulu tarımın yapıldığı alanlarda tarla ve bahçe bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. 4. Bölge Keles, Orhaneli, Büyükorhan ve Harmancık ilçelerini kapsayan 2.400 km<sup>2</sup>'lik alandır. Topografya bakımından bölgenin engebeli arazi yapısı ve karasal iklimin hakim olması nedeniyle tarım sınırlı bir şekilde yapılmaktadır. Bölgede bulunan Keles ve Orhaneli ilçelerinde ekonomik anlamda çilek yetiştiriciliği ön planda gelmektedir (BTMP, 2002).

### 3.2. Kimyasal Gübre Kullanımı

2008-2016 yılları arasında Bursa'da toplam kimyasal gübre kullanımı giderek artmıştır. 2008 yılında en az kullanım 56790 ton, 2016 yılında en yüksek kullanım 126700,58 ton olarak belirlenmiştir.

Sadece azot içeren gübreler diğer gübre grupları arasında en yüksek kullanım miktarına sahip olan gruptur. En yüksek kullanımın 2016 yılında 67634,79 ton olduğu görülmüştür. 2015 yılında bitkisel üretim miktarı 2016'ya göre fazla olmasına rağmen kullanılan sadece azotlu gübre miktarı daha azdır. Azot, fosfor ve potasyumlu gübre grubu en fazla kullanım miktarına sahip ikinci gruptur. En fazla kullanım 2016 yılında 31933,70 ton, en düşük kullanım ise 14256,69 ton ile 2009 yılında olmuştur. Azotlu ve fosforlu gübreler grubu kullanım miktarı sıralamasında üçüncüdür. En yüksek ve en düşük kullanım miktarları sırası ile 2016 yılında 22704,80 ton ve 2008 yılında 3532,00 tondur. Şekil 1'de azotlu, azot-fosforlu ve azot-fosfor-potasyumlu gübrelerin yıllık kullanım miktarları gösterilmiştir.



Şekil 1:

Azotlu, azotlu-fosforlu ve azot-fosfor-potasyumlu gübrelerin yıllık kullanım miktarları

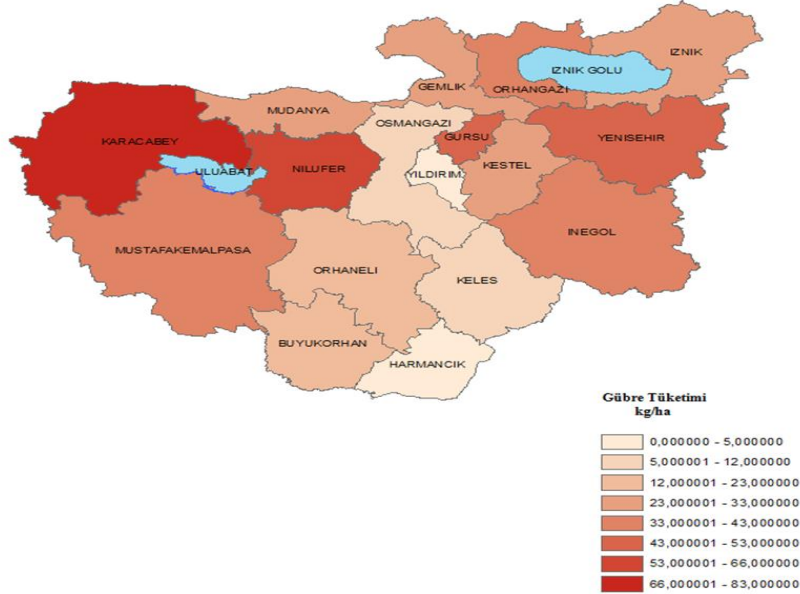
TSP gübresine ait veriler incelendiğinde en yüksek kullanım miktarına 2010 yılında 683,23 ton ile ulaşıldığı görülmektedir. 2011 yılında bitkisel üretim daha önceki yıllara göre yüksek olmasına rağmen en düşük kullanım (257,05 ton) gerçekleşmiştir. 2008 yılında ise herhangi bir kullanım olmamıştır.

Kalsiyum nitrat gübresini kullanımı 2015 yılında itibaren başlamıştır. 2015 yılı kullanımı 99,85 ton ve 2016 yılı kullanımı 617,30 ton'dur. Zn içeren gübrelerin kullanımına 2016 yılında başlandığından sadece o yıla ait veriler söz konusudur. 2016 yılındaki 3.304,50 tonluk kullanım miktarı ile kimyasal gübre kullanım sıralamasında dördüncü grup olmuştur.

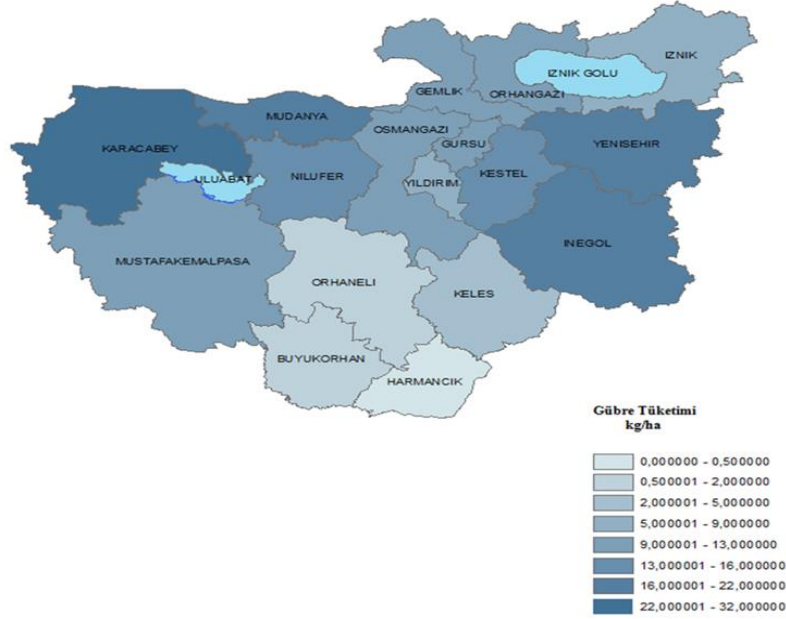
Bursa ilçelerindeki 2011-2016 yılları arası kimyasal gübre kullanımı değerlendirilmiştir ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak haritalandırılmıştır. Azotlu gübrelerin yıllık toplam tüketim ortalamasına göre en fazla kullanıma sahip ilçe 5.045,3 ton ile Karacabey, en düşük kullanım ise 2,12 ton ile Yıldırım'da görülmüştür. Birim hektara düşen azotlu gübre miktarları

Karacabey’de 82,47 kg/ha, Yıldırım’da 1,14 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Araziye her yıl uygulanacak hayvan gübresi miktarının 170 kg N/ha geçmemesi gerektiği Avrupa Birliği NO<sub>3</sub>-N direktifinde belirtilmektedir (Gatzweiler, 2003). İlçelerin hiçbirinde bu değer aşılmamıştır.

Azot, fosfor ve potasyumlu yıllık toplam tüketim ortalamaları göre en fazla kullanıma sahip ilçe azotlu gübrelere benzer olarak 1.932,78 ton ile Karacabey olurken, en düşük kullanıma sahip ilçe 1,87 ton ile Harmancık olmuştur. Birim hektara düşen miktarlar, Karacabey’de 31,59 kg/ha, Harmancık’ta 0,16 kg/ha olarak belirlenmiştir. Karacabey Ovası 537 km<sup>2</sup> ile Bursa İl sınırları içinde en büyük yüzey alanına sahip ovadır. Ayrıca, Karacabey’de yoğun tarla bitkileri ve sebze sulu tarımı yapılmaktadır ve sertifikalı tohumculuk sektörü de gelişmiş olduğu için (BTMP, 2002) gübre tüketimi en yüksek bulunmuştur. Ülkemizde sebze üretiminde azotlu ve azot, fosfor ve potasyumlu gübreler kullanılmakta olduğu belirlenmiştir (Çolakoğlu ve diğ., 2005). Karacabey’de de sebze üretimi daha baskındır. Yapılan korelasyon hesaplamaları da bu ilişkiyi doğrulamıştır ve sonuçlar üretim çeşidi ile gübre kullanımı konusunda uyumlu çıkmıştır. Azotlu ve azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin kullanımları Yenişehir, Mustafakemalpaşa, İnegöl ve Nilüfer’de yüksek bulunmuştur. Bu ilçelerde, meyve, sebze ve tarla bitkileri üretilmektedir. İstatistiksel hesaplamalarda sebze ve tarla bitkileri ile azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin kullanımları arasındaki korelasyonlar önemli bulunmuştur. Ülkemizde meyve, sebze ve tarla bitkilerinde en çok azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin kullanıldığı belirlenmiştir (Çolakoğlu ve diğ., 2005). Bursa ilçelerinde Azotlu (N) ve azot, fosfor ve potasyumlu (NPK) gübrelerin birim alana göre kullanım miktarları Şekil 2’de gösterilmiştir.



(a) Azotlu gübreler



(b) Azot, fosfor ve potasyumlu gübreler

### Şekil 2:

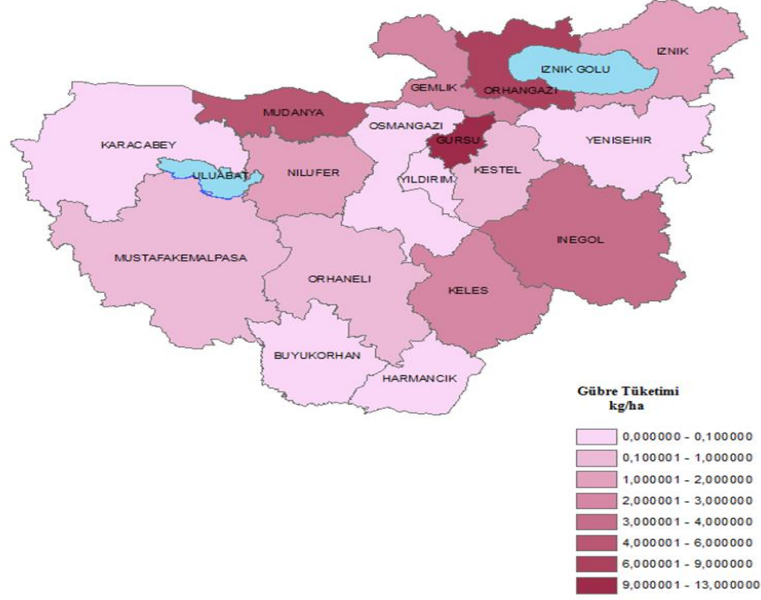
Bursa ilçelerinde Azotlu (N) ve azot, fosfor ve potasyumlu (NPK) gübrelerin birim alana göre kullanım miktarları

Trisüperfosfat (TSP) Gübresi tüketim miktarlarının yıllık ortalamalarına göre en fazla kullanıma sahip ilçe 97,52 ton ile İnegöl olurken, Büyükşehir, Harmanlık ve Yıldırım ilçelerinde bu gübre türünün kullanımı mevcut olmadığı belirlenmiştir. Birim hektara düşen kullanım incelendiğinde, en fazla kullanıma sahip ilçe 12,54 kg/ha ile Gürsu olmuştur. Hollanda 'da tarım arazilerine kullanımına izin verilen fosfat seviyesi 1990 yılında çayır ve mısır alanlarında sırasıyla 250 ve 350 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha iken 1994 yılından sonra her iki alan içinde 175 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha' düşürülmüştür. İlçelerde kullanılan fosforlu gübrelerin hiçbiri bu değeri aşmamaktadır (Balci ve diğ., 2016). TSP gübresinin yüksek kullanıldığı İnegöl ve Gürsu İlçelerinde meyve ve sebze üretimi yapılmaktadır. Bu ürünler ile TSP gübresi arasında istatistiksel korelasyonlar önemli bulunmamıştır. Ülkemizde de meyve ve sebze üretiminde fosforlu gübreler, azotlu ve azot fosfor potasyumlu gübrelerden sonra 3. sırada kullanılmaktadır (Çolakoğlu ve diğ., 2005). Bu nedenle TSP'nin bu ilçelerde diğer gübre türleri ile birlikte kullanıldıkları tahmin edilmiştir.

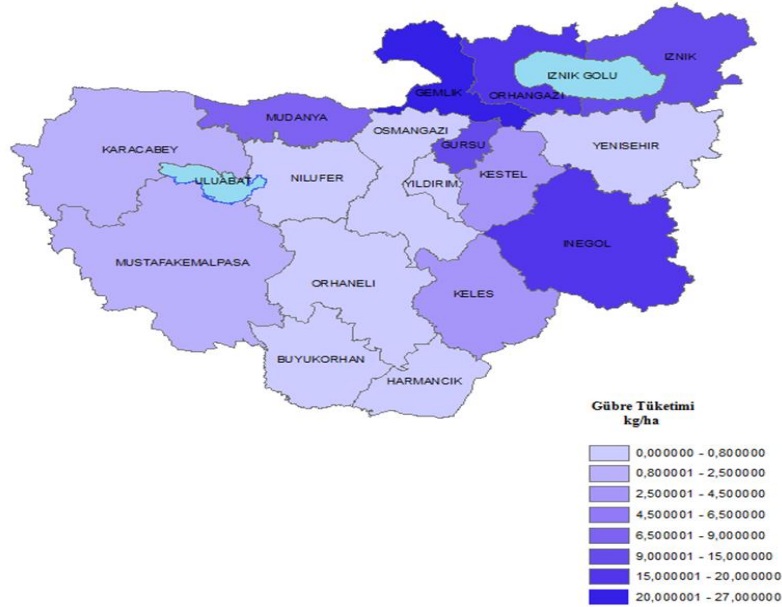
Bursa ilçelerinde trisüperfosfat (TSP) ve Zn içeren gübrelerin birim alana göre hesaplanan kullanım miktarları Şekil 3'te gösterilmiştir. 2016 yılında kullanılmaya başlanan Zn içeren gübrelerin yıllık tüketim ortalamalarına göre en fazla kullanıma sahip ilçe TSP kullanımına benzer olarak 453,13 ton ile İnegöl olurken, Büyükşehir, Harmanlık, Nilüfer, Orhaneli, Osmangazi, Yenişehir ve Yıldırım ilçelerinde bu gübre türünün kullanımı mevcut olmadığı belirlenmiştir. Zn içeren gübrelerin birim hektara düşen miktarlarına göre en fazla kullanıma sahip ilçe 26,84 kg/ha ile Gemlik olmuştur. Birim hektar başına kullanılan TSP ve Zn'li gübreler Mudanya ve Orhangazi'de yüksek bulunmuştur. Gemlik, Mudanya ve Orhangazi İlçelerinde Ülkemiz açısından önemli seviyede zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytin üretiminde çinkolu gübrelerin yararlı olduğu ve kullanıldığı bilinmektedir (Haspolat ve Nikpeyma, 2009). Kalsiyum nitrat gübresinin yıllık tüketim ortalamalarına göre en fazla kullanıma sahip ilçe 290,84 ton ile



Yenişehir olurken, Büyükorhan, Harmancık, İznik, Keles, Kestel, Orhanlı, Orhangazi ve Yıldırım ilçelerinde bu gübre türünün kullanımı mevcut olmadığı görülmüştür. Birim hektara göre Yenişehir’de kullanım 8,1 kg/ha’ dır. Yenişehir’de en çok meyve üretimi yapılmaktadır. Kalsiyum nitrat gübresi de meyve üretiminde kullanılmaktadır (Özkan ve Müftüoğlu, 2017).



(a) TSP gübresi

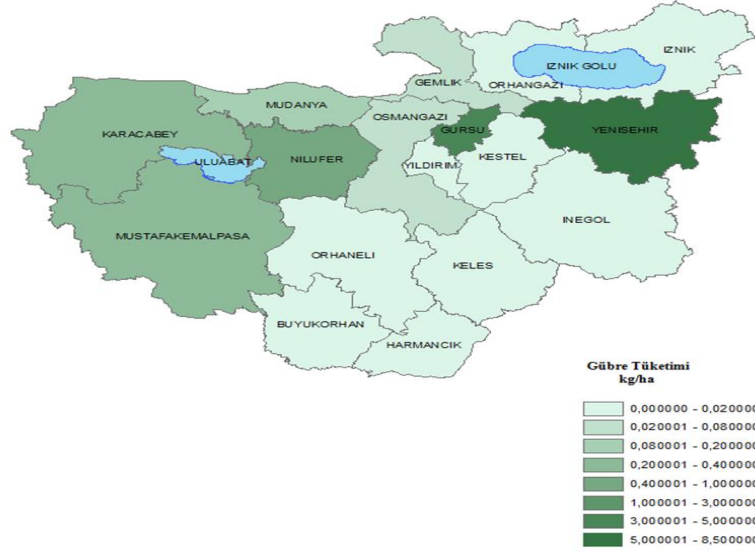


(b) Zn içeren gübreler

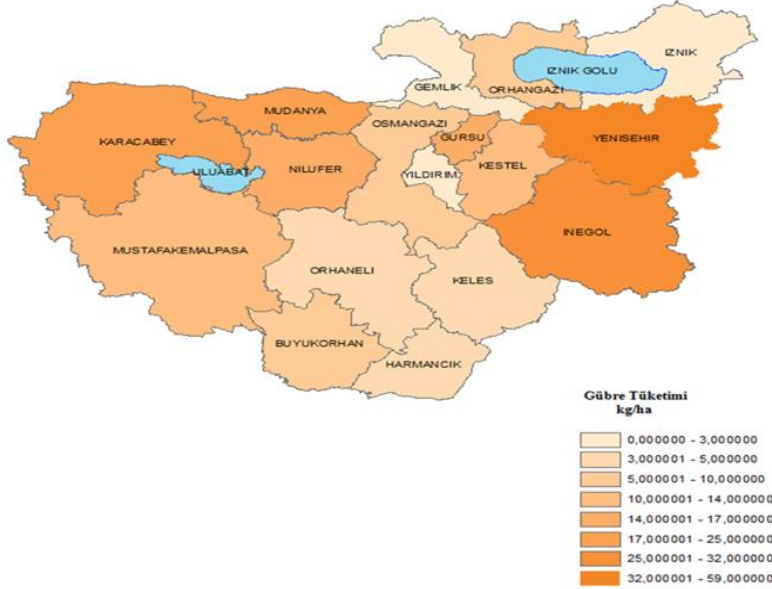
### Şekil 3:

Bursa ilçelerinde trisüperfosfat (TSP) ve Zn içeren gübrelerin birim alana göre hesaplanan kullanım miktarları

Kalsiyum nitrat gübresine benzer olarak azot ve fosforlu gübrelerin en fazla kullanıma sahip ilçe 2.099,15 ton ile Yenişehir olurken, en düşük kullanıma sahip ilçe 0,17 ton ile Yıldırım olmuştur. Birim hektara düşen kullanıma göre 58,45 kg/ha ile Yenişehir en yüksek olurken, en düşük ilçe 0,091 kg/ha ile Yıldırım olmuştur. Kalsiyum nitrat ve azot ve fosforlu gübreler Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde de yüksek bulunmuştur. Bursa ilçelerinde Kalsiyum nitrat ve azot ve fosforlu gübrelerin birim alana göre hesaplanan kullanım miktarları Şekil 4'te gösterilmiştir.



(a) Kalsiyum nitrat gübresi



(b) Azot ve fosforlu gübreler

**Şekil 4:**

Bursa ilçelerinde Kalsiyum nitrat ve azot ve fosforlu gübrelerin birim alana göre hesaplanan kullanım miktarları

### 3.4. İstatistiksel Hesaplamalar

Bursa’da 2009-2016 yıllarına ait bitkisel üretim ile kimyasal gübre türlerinin kullanım miktarları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizine göre, bitkisel üretim ile gübre kullanımı ilişkisi pozitif bulunmuştur. Bazı gübre türleri ile meyve, sebze ve tarla bitkileri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Üretim arttıkça gübre kullanımının artmaktadır.

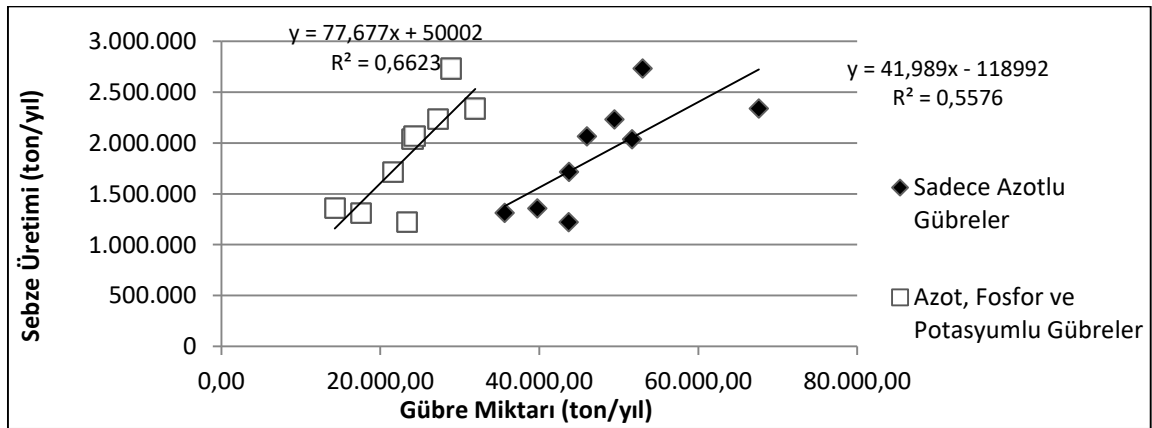
Meyve üretimi ile gübre türlerinin arasındaki  $r^2$  değerleri 1’e yakın bulunmamıştır. Sadece, azot ve fosforlu gübreler ile olan arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Sebze üretimi ile azot, fosfor ve potasyumlu gübre türü ve sadece azot içeren gübre türü arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur. Tarla bitkileri üretimi ile sadece azot içeren, azot ve fosforlu ve azot, fosfor ve potasyumlu gübre türleri ile olan ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitkisel ürünler ile yapılan korelasyon analizine göre en yüksek  $r^2$  değeri azot, fosfor ve potasyumlu gübreler ile tarla bitkileri arasında bulunmuştur. Bu gübre türü ile sebze üretimi arasındaki  $r^2$  değeri diğer gübre türlerinden yüksek bulunmuştur. Bu çalışmadan, gruplandırılan 6 gübre türünden 3 tanesinin (Azotlu, azotlu ve fosforlu ve azot, fosfor ve potasyumlu) bitkisel üretimde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Kalsiyum nitrat ve çinko içeren gübrelerin yeni kullanılmaya başlanmış olması nedeniyle veri sayısı yetersizdir ve korelasyon analizi yapılamamıştır. Gelecek yıllarda bu iki gübre türü ile bitkisel üretim arasındaki ilişkiler belirlenmelidir. Tablo 4’te Bursa İli bitkisel üretim ve gübre türleri arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir.

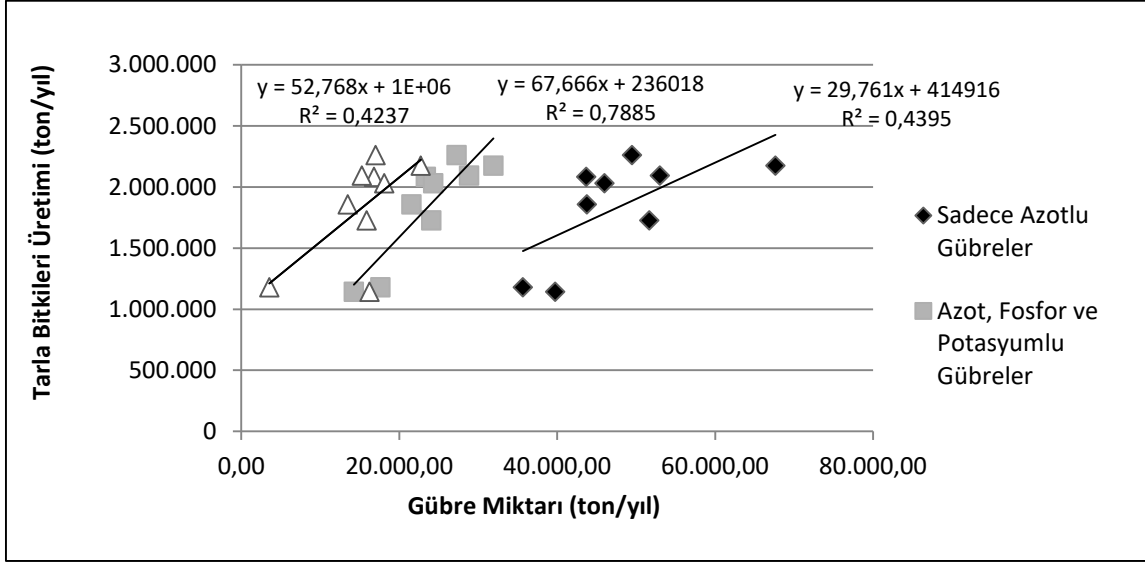
**Tablo 4. Bursa İli bitkisel üretim ve gübre türleri arasındaki korelasyon katsayıları**

Üretilen Ürün	Sadece Azotlu Gübreler	TSP	Kalsiyum Nitrat	Zn İçeren Gübre	Azot, Fosfor ve Potasyumlu Gübreler	Azot ve Fosforlu Gübreler
Meyve Üretimi	r 0,2984	0,4278	-	-	0,3016	0,5794
Sebze Üretimi	$r^2$ 0,0890	0,1830	-	-	0,0909	0,3357*
Tarla Bitkileri Üretimi	r 0,7467	0,2260	-	-	0,8138	0,4698
	$r^2$ 0,5576*	0,0511	-	-	0,6623*	0,2207
	r 0,6630	0,5209	-	-	0,8879	0,6510
	$r^2$ 0,4395*	0,2714	-	-	0,7885*	0,4237*

\* $p < 0,05$  önem seviyesinde

Sebze ve tarla bitkileri üretimi ile kullanılan gübre türleri arasında istatistiksel önemli bulunan regresyon grafikleri Şekil 5’te gösterilmiştir.





Şekil 5:

*Sebze ve tarla bitkileri üretimi ile gübre türleri arasında istatistiksel önemli bulunan regresyon grafikleri*

Başarılı gübre seçimi için, N, P, K ve S elementlerinin konsantrasyonları bakımından toprağın durumunun bilinmesi ve en uygun miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Her yıl kullanılan alanın % 25-30'luk kısmında örnekleme yapılarak, toprak pH'sının izlenmesi gerekmektedir (Aygün ve diğ., 2017). Toprak yapısının korunması, sıkışmasının minimize edilmesi ve toprak drenajının artırılması için gereken bakım çalışmalarının yapılması da toprak verimini arttırmaktadır. Ayrıca, gübrenin bitki türüne uygun olması, doğru zamanda, doğru iklim şartlarında ve doğru yerde uygulanması gerekmektedir (Aygün ve diğ., 2017). Bu çalışmada sadece bitki türlerinin kullanılan gübre türleri ile ilişkileri incelenmiştir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda diğer etkilerin de incelenmesi gerekmektedir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada yapılan istatistiksel analize göre, Bursa'da toplam kimyasal gübre kullanımının giderek arttığı görülmüş olup, en yüksek korelasyon değerleri azot, fosfor ve potasyumlu gübreler ile tarla bitkileri ve sebze üretimi arasında bulunmuştur. Ayrıca, gruplandırılan 6 gübre türünden 3 tanesinin (Azotlu, azotlu ve fosforlu ve azot, fosfor ve potasyumlu) bitkisel üretim ile pozitif ilişkili olarak daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bazı yıllarda üretim fazla olmasına rağmen kullanılan gübre grubu (sadece azotlu ve TSP) daha az kullanılmıştır. Bu durumun kullanılan gübrenin yanlış veya eksik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatistiksel olarak ilişkili olan diğer gübre gruplarının da üretimi arttırabileceği söz konusudur. İlçelere göre gübre türlerinin kullanımının değiştiği görülmüştür. Sadece azotlu ile azot, fosfor ve potasyumlu gübreler, TSP ile çinko içerikli gübreler, kalsiyum nitrat gübresi ile azot ve fosforlu gübrelerin kullanımı ilçelere göre benzer dağılımda bulunmuştur. TSP ve çinko içerikli gübrelerin dışındaki gübre grupları en çok Karacabey, Yenişehir, Mustafakemalpaşa ve İnegöl'de kullanılırken, bu gübreler Orhangazi, Mudanya, Gemlik ve İznik'te daha çok kullanılmıştır. TSP gübresi Gürsu ve İnegöl'de de çok kullanılmıştır. Çalışmada yapılan CBS analizinde, toplam gübre kullanım miktarı ile birim alana düşen gübre kullanımının farklı olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan analizlere göre, gübre kullanımını azaltmak için yapılabilecek yönetim çalışmalarında birim alanda kullanılan miktara göre değerlendirme yapılması gerektiği belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen sonuçlar doğrultusunda bazı çözüm önerileri ise aşağıda sunulmuştur:

- Bu çalışmadan elde edilen bulgu ve sonuçlar göz önüne alınarak ileride yapılacak bilimsel çalışmalarda ürün cinsinin gübre kullanımı ile olan ilişkisinin de daha kapsamlı olarak incelenmesi gerektiği önerilebilir. Bu bağlamda, konunun sadece üretim miktarları ile değil, toprak yapısı ile ilişkilendirilmesi sağlanacak ve gübre yönetimi için faydalı olacaktır.
- Kalsiyum nitrat gübresi ve çinko içerikli gübrelerin kullanımına, sırasıyla 2015 ve 2016 yıllarında başlanmıştır. Bu nedenle bu gübrelerin bitkisel üretime olan etkileri diğer gübre türleri ile birlikte uzun yıllar incelenmelidir.
- Yanlış gübre kullanımının su kirliliğine etkisinin belirlenmesi amacıyla kullanılan gübre türü ile yeraltı ve yüzeysel sularında serbest forma geçen  $\text{NO}_3\text{-N}$  ve  $\text{PO}_4\text{-P}$  ve Zn konsantrasyonlarının da incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca bakanlık tarafından kayıt altına alınmayan bazı gübre türleri olabileceği için bakanlık tarafından denetimlerin ve izlemelerin yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, uygun gübrenin kullanılmasını sağlayabilecek gübre yönetimi çalışmaları tarımın desteklenmesini, ekonomik kayıpları azaltmayı, üretimi arttırmayı ve çevre kirliliğinin azaltılmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte, gıda ithalatının ve dolayısı ile  $\text{CO}_2$  emisyonlarının azaltılmasına ve iklim değişikliğine uyum çalışmalarına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, iklim değişikliği nedeni ile farklı meteorolojik parametrelerin gübreleme çalışmalarında değerlendirilmesi ve ilişkilendirilmesi gübre kaynaklı kirleticilerin yayılma hızının ve miktarının azaltılmasını mümkün kılacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kapsamında hesaplanan verileri aldığımız Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Personeline ve değerlendirmedeki yardımlarından dolayı, Gülbiye DEMİRCİ ve Eski Bursa İl Tarım Müdürü Hasan KÜÇÜKBALLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

1. Aravinthasamy, P., Karunanidhi, D., Subramani, T., Anand, B., Roy, P.D. ve Srinivasamoorthy, K., (In press), Fluoride contamination in groundwater of the Shanmuganadhi River basin (south India) and its association with other chemical constituents using geographical information system and multivariate statistics, *Geochemistry*, doi: 10.1016/j.chemer.2019.125555
2. Aygün, C., Kara, İ., Sever, A., Erdoğan, İ., Atalay, A., Özyayın, K., Yıldız, H., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Ünal, E., Aydoğmuş, O., Dedeoğlu, F., Tuğaç, M., Torunlar, H., Cebel, H., Başkan, O., Keçeci, M. ve Bozkurt, M. (2017) Eskişehir İli Meralarının Azotlu ve Fosforlu Gübre Gereksinimlerinin Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1), 44-51. doi:10.21657/topraksu.305724.
3. Balci, D., Konca, C., Uzun, C., Kirimker, O., Ozcelik, M., Ceyda Meco, B. ve Gecim, E., (2016) Associating liver partition with portal vein ligation for staged hepatectomy for gastrointestinal cancer liver metastasis: An initial experience with 12 cases. 11th International Congress of the European-African Hepato-Pancreato-Biliary Association, 21-24 April 2015, Manchester, UK, 18 (S2), c831-c832.
4. Betzek, N.M., De Souza, E.G., Bazzi, C.L., Sobjak, R., Bier, V.A. ve Mercante, E., (2017) Interpolation methods for thematic maps of soybean yield and soil chemical attributes. *Semina: Ciências Agrárias*. 38 (2), 1059-1069. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n2p1059
5. BİTOM, (2016) <https://bursa.tarimorman.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 14.01.2016, Konu: Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Tarımsal Üretim Raporları.

6. BTMP, (2002) Bursa Tarım Master Planı 2002-2010. Erişim Tarihi: 07.09.2020, Konu: Bursa İli Tarımsal Veriler
7. Bhunia, G.S., Shit, P.K. ve Maiti, R., (2018) Comparison of GIS-based interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon (SOC). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 114-126. doi: 10.1016/j.jssas.2016.02.001
8. Chen, Y., Shan, X., Jin, X., Yang, T., Dai, F. ve Yang, D., (2016), A comparative study of spatial interpolation methods for determining fishery resources density in the Yellow Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, 35(12), 65-72. doi: 10.1007/s13131-016-0966-y
9. Çolakoğlu, H., Çokuysal, B. ve Çakıcı, H. (2005) Türkiye’de Gübre Üretimi ve Tüketimi, International Potash Institute Publications, Erişim Tarihi: 07.09.2020. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Production-and-Consumption-of-Fertilizers-in-Turkey.pdf>.
10. Demirci, U. B. (2017), Ammonia borane, a material with exceptional properties for chemical hydrogen storage. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(15), 9978-10013. doi:10.1016/j.ijhydene.2017.01.154
11. FAO/IFA. (2001) Global Estimates of Gaseous Emissions of NH<sub>3</sub>, NO and N<sub>2</sub>O from Agricultural Land, International fertilizer industry association food and agriculture organization of the united nations, Rome, Italy.
12. Gatzweiler, F.W. (2003) Patterns of institutional change for sustainability in central and eastern European agriculture, CEESA Discussion Paper, Berlin. doi:10.1.1.875.6923
13. Gill, N., Shaikh, A. A., Khan, M. M. ve Memon, M.S., (2007) Influence of intestinal cestodes on the blood picture of the brown rats (*Rattus norvegicus*) of Hyderabad Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (24), 4479-4484. doi:10.3923/pjbs.2007.4479.4484
14. Göl C., Bulut S., Bolat F., (2017), Comparison of different interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon and some soil properties in the Black Sea backward region of Turkey, *Journal of African Earth Sciences*, 134, 85-91. doi:10.1016/j.jafrearsci.2017.06.014
15. Halvorson, K.G., Sevcik, M.A., Ghilardi, J.R., Rosol T.J. ve Mantyh P.W. (2006) Similarities and differences in tumor growth, skeletal remodeling and pain in an osteolytic and osteoblastic model of bone cancer. *Clinical Journal of Pain*, 22(7), 587-600. doi:10.1097/01.ajp.0000210902.67849.e6
16. Harrison, S., McAree, C., Mulville, W. ve Sullivan, T. (2019) The problem of agricultural ‘diffuse’ pollution: Getting to the point, *Science of the Total Environment*, 677, 700-717. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.169
17. Haspolat, G. ve Nikpeyma, Y. (2009) Gemlik Zeytin Çesidinde Biyolojik Olarak Selatize Edilmis KNO<sub>3</sub> (Potasyum Nitrat), ZnSO<sub>4</sub> (Çinko Sülfat) Ve MgSO<sub>4</sub>’ün (Magnezyum Sülfat) Yapraktan Uygulanmasının ve Plastik Malç Uygulamasının Meyve Verimine ve Kalitesine Etkisi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 12(2), 26-35.
18. Horuz, A., Karaman, M.R. ve Sürücü, A. (2018), Bitkilerin Amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ve Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ile Beslenmelerinin Fizyolojik Etkileri ve İnsan Sağlığıyla Olan İlişkileri, *Proceedins Book of International Eurasian Congress on Natural Nutrition & Healthy Life*, Ankara-Turkey.
19. Kanaly, R.A., Harayama, S. ve Watanabe, K. (2002) *Rhodanobacter* sp. strain BPC1 in a benzo(a)pyrene-mineralizing bacterial consortium, *Appl. Environ. Microbiol.*, 68(12), 5826-5833. doi:10.1128/AEM.68.12.5826-5833.2002

20. Karpouzias, D.G., Fotopoulou, A., Menkissoglu-Spirodi, U. ve Singh, B.K. (2005) Non-specific biodegradation of the organophosphorus pesticides, cadusafos and ethoprophos, by two bacterial isolates. *FEMS Microbiology Ecology*, 53(3), 369-378. doi:10.1016/j.femsec.2005.01.012
21. Kashem, M.A. ve Singh, B.R. (2002) The effect of fertilizer additions on the solubility and plant-availability of Cd, Ni and Zn in soil. *Nutr Cycl Agroecosyst* 62: 287–296. doi:10.1023/A:1021226201136
22. Katip, A. ve Karaer, F. (2013) Research on the Non-Point Pollution Loads in the Lake Uluabat Basin, *Journal of Environmental Protection*, 4(7) 29-37. doi:10.4236/jep.2013.47A004.
23. Katip, A. (2019) Bursa İli Tarımsal Pestisit Kullanımının Değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 197-205. doi:10.17798/bitlisfen.452738.
24. Kaya, M.B. (2010) Toprak Gübrelemede Organik Madde, Fosfor ve Potasyum Parametre Kontrol Sistemlerinin Bulanık Mantık ile Tasarımı ve Modellenmesi, Süleyman Demiral Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.
25. Lambert, R., Grant, C. ve Sauve, S. (2007) Cadmium and zinc in soil solution extracts following the application of phosphate fertilizers. *Science of the Total Environment*, 378(3), 293-305. doi:10.1016/j.scitotenv.2007.02.008
26. Li, W., (2015) Contemporary ecology research in China. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
27. Loukil, B., Mallem, L., Maamar, H. ve Boulakoud, M.S. (2014) The study of risk associated with handling of fertilizer in workplace on some lipid and hormone parameters. *World Applied Sciences Journal*, 32(6), 1159-1162. doi: 10.5829/idosi.wasj.2014.32.06.86141
28. Marrugo-Negrete, J., Pinedo-Hernández, J. ve Díez, S. (2017) Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution and origin in agricultural soils along the Sinú River Basin, Colombia. *Environmental Research*, 154:380-388. doi: 10.1016/j.envres.2017.01.021
29. Nakano, T., Yokoo, Y., Nishikawa, M. ve Koyanagi, H. (2004) Regional Sr-Nd isotopic ratios of soil minerals in northern China as Asian dust fingerprints, *Atmospheric Environment*, 38, 3061-3067. doi: 10.1016/j.atmosenv.2004.02.016
30. [https://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/media/supp\\_etuar09b\\_eutro.html](https://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/media/supp_etuar09b_eutro.html), NOAA, (2018) Erişim Tarihi: 26 06. 2018. Konu: Yüzeysel Sularda Ötrofikasyon, NOAA, (2018)
31. Olsen, L.C., Seeman, S.E. ve Scott, H.W. (1970) Expanded pyrolytic graphite: Structural and transport properties. *Carbon*. 8(1), 85-86.
32. Özdeştan, Ö. ve Üren, A. (2010) Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Nitrate, *Akademik Gıda*, 8(6), 35-43.
33. Özkan, N ve Mücellâ Müftüoğlu, N. (2017) Farklı Kalsiyum ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Domates Verimi ve Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 213-219.
34. Peprah, K. (2014) Mitigating Land Degradation with Chemical Fertilizer Application in the Asunafo Forest, Ghana. *International Journal of Science and Research*, 3(4), 476-482.
35. Reaney, S.M., Mackay, E.B., Haygarth, P.M., Fisher, M., Molineux, A., Potts, M., Benskin, C. ve McW. H. (2019) Identifying critical source areas using multiple methods for effective diffuse pollution mitigation, *Journal of Environmental Management*, 250, 109366. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109366

36. Schwenke, G.D. ve Haigh, B.M. (2016) The interaction of seasonal rainfall and nitrogen fertiliser rate on soil N<sub>2</sub>O emission, total N loss and crop yield of dryland sorghum and sunflower grown on sub-tropical Vertosols, *Soil Research*, 54, 604-618. doi: 10.1071/sr15286
37. Seyedmohammadi, J., Esmaelnejad, L. ve Ramezanzpour, H. (2017) Geospatial modelling for optimum management of fertilizer application and environment protection. *Modeling Earth Systems and Environment*, 3(28), doi: 10.1007/s40808-017-0296-x.
38. Smith, B.W., Miles, P.D., Perry, C.H. ve Pugh, S.A. (2007) *Forest Resources of the United States*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service: Washington, DC, USA.
39. Staley T. E. ve Brauer D.K., (2006) Survival of a Genetically Modified Root-Colonizing Pseudomonad and Rhizobium Strain in an Acidic Soil. *Soil Science Society of America Journal*. 70, 1906-1913. doi: 10.2136/sssaj2005.0056
40. Şahin D., Yılmaz H. ve Hayvalı Z. (2016) Synthesis spectroscopic and spectrophotometric study of BODIPY appended crown ether sensor for ion detection. *Research on Chemical Intermediates*. 42, 6337-6350. doi: 10.1007/s11164-016-2466-2.
41. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), Erişim Tarihi: 29.01.2018, Konu: TÜİK, (2018), Bitkisel üretim istatistikleri
42. <http://Water.Epa.Gov/Drink/Contaminants/Basicinformation/Lead.Cfm>, Erişim Tarihi: 30.01.2011 Konu: USEPA, (2011), United States Environmental Protection Agency. Basic information about lead in drinking water.
43. <https://www.epa.gov/superfund/superfund-soil-screening-guidance> Erişim Tarihi: 19.08.2019 Konu: USEPA, (2019), United States Soil Screening Guidance: User 's Guide. Environmental Protection Agency.
44. Vetsch, J.A. ve Randall, G.W. (2002) Corn production as affected by tillage system and starter fertilizer, *Agronomy Journal*, 94, 532-540. doi: 10.2134/agronj2002.5320
45. Vetsch, J.A., Randall, G.W. ve Lamb, J.A. (2007) Corn and soybean production as affected by tillage systems, *Agronomy Journal*, 99, 952-959. doi: 10.2134/agronj2006.0149
46. Vyas, T.K. ve Dave, B.P., (2010) Effect of addition of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on biodegradation of crude oil by marine bacteria, *Indian J. Mar. Sci.*, 39, 143-150.
47. Wiering, M., Boezeman, D. ve Crabbé A. (2020) The Water Framework Directive and Agricultural Diffuse Pollution: Fighting a Running Battle?, *Water*, 12:1447. doi: 10.3390/w12051447
48. Zheng, C., Zhang, X., Qiao, Z., Lei, D. (2001) Preparation and characterization of nanocrystal V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, *Journal of Solid State Chemistry*, 159(1), 181-185. doi: 10.1006/jssc.2001.9148