T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAKTA AZOT HARİTALANMASINDA COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TEKNİKLERİNİN KULLANIMI: CULLAP SULAMA BİRLİĞİ ÖRNEĞİ

Mükerrem BİRLİK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ

ŞANLIURFA
2019

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında, Mükerrem BİRLİK'in hazırladığı **"Toprakta Azot Haritalanmasında Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerinin Kullanımı: Cullap Sulama Birliği Örneği"** konulu bu çalışma 29/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU .....

Üye : Prof. Dr. Erhan AKÇA .....

Üye : Prof. Dr. Saffet ERDOĞAN .....

Bu tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına göre düzenlediğini onaylarım.

Prof. Dr. İrfan ÖZBERK
Enstitü Müdürü

Bu çalışma 17098 nolu HÜBAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan alıntıların, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Toprak ve Bitkide Azot 5
2.2. Suda Nitrat 6
2.3. Bitkisel Üretimde Azot Alım Etkinliği 8
2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 10
2.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Mekansal Veri Yapıları ve Veri Depolama 13
2.4.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Avantajları ve Metodolojisi 15
2.4.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi 16
2.4.4. CBS' nin Tarımda Kullanımına Yönelik Gelişmeler 18
2.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Haritalama 19
2.4.6. CBS Teknikleriyle Yapılmış Bazı Çalışmalar 20
3. MATERYAL ve YÖNTEM 25
3.1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu 25
3.1.2. Toprak Örneklemesi 26
3.2. Yöntem 27
3.2.1. Toprak Analizleri 27
3.2.1.1.Toprak Reaksiyonu (pH) ve Elektriksel İletkenlik (EC) 27
3.2.1.2.Toprakların Kireç Miktarı (% $CaCO_3$) 27
3.2.1.3.Tekstür (Bünye) 27
3.2.1.4. Nitrat Azotu Tayini 28
3.2.2.1. CBS Analizleri ve Haritaları 28
3.2.2.2. Jeoistatistiksel Analiz 29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 30
4.1. Çalışma Alanında Çiftçi Gübre Uygulamaları 31
4.2. Toprak Örneklerinde Nitrat (NO_3) Analizlerinin Yapılması 33
4.3. Nitrat Haritalaması ve Zamansal Değişim 38
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 42
KAYNAKLAR 44
ÖZGEÇMİŞ 49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAKTA AZOT HARİTALANMASINDA COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TEKNİKLERİNİ KULLANIMI (CULLAP SULAMA BİRLİĞİ ÖRNEĞİ)

Mükerrem BİRLİK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Yıl: 2019, Sayfa:49

Bu çalışma toprakta azot haritalanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanarak Cullap Sulama Birliği alanında bulunan Kaynaklı Köyündeki 1000 dekarlık alanda yürütülmüştür. Pamuk bitkisinde 2017 yılı ekim öncesi (Nisan) ekim ortası (Temmuz) ve pamuk hasadı sonrası (Kasım) aylarında yapılan örnekleme ile bitki tarafından alınan ve toprakta kalan nitrat geniş alanlar için haritalanarak birikim seviyeleri belirlenmiştir. Kaynaklı köyünde 1000 dekarlık alanda GPS kullanarak ve koordinatlı olarak 0-30 cm toprak derinliğinden 100×100 m aralıklarla örnekleme yapılmıştır. Araziden alınan toprak örneklemesinden yapılan nitrat (NO_3) analizleri koordinatlı olarak ArcGIS yazılımına entegre edilmiştir. Toprakların nitrat analiz değerleri kullanılarak ordinary kriging enterpolasyon yöntemi ile nitrat dağılım haritaları oluşturulmuştur. Yapılan harita verileri incelenerek ekim öncesi, ekim ortası ve ekim sonrası arazinin nitrat değişimi yorumlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Nitrat Azotu, CBS, Azot Haritalama

ABSTRACT

MSc Thesis

USING THE GIS TECHNIQUES IN THE SOIL NITROGENE MAPPING: CULLAP WATER USER ASSOCIATION EXAMPLE

Mükerrem BİRLİK

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Year: 2019, Page:49

In this study, it has been carried out in 1000 decare area in Kaynakli Village in Cullap Irrigation Union area by using Geographical Information Systems (GIS) techniques in nitrogen mapping in soil. Cotton plant in pre-planting (April) mid-October (July) and cotton harvesting (November) in 2017 soil nitrate for large areas of accumulation levels were determined by mapping. In a 1000 decare area in Kaynaklı village, GPS sampling was carried out in a coordinated and 100 × 100 m range from 0-30 cm soil depth. The nitrate (NO_3) analyzes from the soil sample taken from the land were coordinated to the ArcGIS software. Nitrate distribution maps were prepared by using ordinary kriging interpolation method using nitrate analysis values of soils. The map data was examined and the nitrate change of the land before and after the planting was observed.

KEY WORDS: Nitrate Nitrogen, GIS, Nitrogene Mapping

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının seçimi, planlanmasında ve yürütülmesinde, benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve hoşgörüsünden yararlandığım ve beni sabırla dinleyen hertürlü konuda yardımda bulunan değerli hocam sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca her türlü bilgi ve deneyimleriyle bana destek veren değerli hocalarım Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM, Doç. Dr. Volkan Ali BİLGİLİ, Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN, Doç. Dr. Ahmet ALMACA ve Dr. Öğr. Üye. Sema KARAKAŞ'a tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Laboratuar ve arazi çalışmalarımda bana yardımcı olan Ziraat Mühendisi Ömür Aybike YILDIRIM ve diğer arkadaşlarıma içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım boyunca daima yanımda olan, yardımlarını hiç esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Zehra COŞKUN'a ve sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Metodolojisi (Parkey, 2008)……. 16
Şekil 3.1. Çalışma Alanının Konumu……... 26
Şekil 4.1. Nisan, Temmuz ve Kasım Aylarına Ait Nitrat Haritaları ve Referens Değerleri 39
Şekil 4.2. Farklı 3 Zamanda Nitratın Yeterlilik Haritalaması……. 41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Kaynaklı Köyü Çevresinde Bulunan Çeşitli Yerler ve Konumları …….. 25
Çizelge 4.1. Ekim Öncesi Alınan Topraklarda Nitrat ve Diğer Bazı Analiz Değerleri……. 33
Çizelge 4.1. (Devam)……. 34
Çizelge 4.1. (Devam)…..……..... 35
Çizelge 4.2. Pamuk Gelişim Ortası Toprak Örn. Nitrat ve Bazı Analiz Değerleri…… 35
Çizelge 4.2. (Devam)……...……..…… 36
Çizelge 4.2. (Devam)……...…..……. 37
Çizelge 4.3. Pamukta Hasat Sonrası Yapılan Örn. ile Toprakta Kalan Nitrat Miktarı…….. 37
Çizelge 4.3. (Devam)……. 38

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ArcGIS	Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yazılımı
ATP	Adenozin Trifosfat
CBS/GIS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EC	Elektriksel iletkenlik
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
NAD	Nikotin Amid Adenindinükleotit
RNA	Ribonükleik Asit
UA	Uzaktan Algılamadan

1. GİRİŞ

Dünya, nüfusun hızla artmasının beraberinde getirdiği artan besin ihtiyacının karşılanabilmesi için, son yıllarda yoğun şekilde kullanılan tarımsal kimyasallardan kaynaklanan çevre ve toprak kirliliği ile karşı karşıyadır. Yapılan araştırmalar tarımın gelecekte daha da yoğun olarak yapılacağını göstermektedir. Buna paralel olarak ortaya çevresel sorunlar çıkmaktadır. Biyolojik ve ekolojik dengenin gelişiminin bozulması, tarımsal ürünlerdeki kimyasal artıklar insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Gereğinden fazla gübre ve pestisit kullanımı genellikle insan ve çevresi için oldukça önemli tehlikelerin oluşumuna neden olmaktadır (Atılgan ve ark. 2007)

Artan nüfusla birlikte bu beslenme ihtiyacının karşılanması, ya tarım alanlarının arttırılması ya da ekilen tarım alanlarında birim alandan daha fazla ürün elde etmeyle sağlanabilmektedir. Bu nedenle, artan beslenme ihtiyacının karşılanması için en uygun yaklaşımın, birim alandan elde edilecek ürünün arttırılması yoluna gitmektir.

Birim alandan elde edilen ürünün arttırılması için tarımsal uygulamalarda yapılacakların başında sulama ve gübreleme gelmektedir. Her iki uygulamanın da verim üzerinde olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Ne yazık ki uygun olmayan şekillerde yapılan sulama ve gübreleme uygulamaları, olumlu etkinin aksine, tarım yapılan alanların tarım dışı alanlara dönüşmesine neden olabilmektedir. Gübreleme ürün miktarının arttırılmasına yönelik olarak yapılan uygulamaların başında gelmektedir. Azotlu gübreler verim ve verim unsurları üzerine etkisinin her geçen gün daha da fazla anlaşılmasından ötürü, en çok kullanılan gübre grubunun başında yer almaktadır. Bitki gelişiminde en önemli ve mutlak bir besinin başında azot elementi gelmektedir (Kara, 2006).

Azot bitki ve diğer canlılar için çok önemli bir elementdir. Genel olarak kuru madde ilkesine göre bitkilerde total azot % 0.2-6.0 ve nitrat halindeki azot ise % 0.0-3.5 arasında değişmektedir. Bitkilerde azot noksanlığında ilk dönemlerde belirgin

gelişme noksanlıkları, ilerleyen dönemlerde bitki gelişmesinde durma gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, diğer elementlerin alımına etki etmesinden dolayı azot noksanlığında bazı elementlerin alımının azaldığı ve yavaşladığı bilinmektedir. Karbon, oksijen ve hidrojen gibi hayati elementlerle birleşerek sırasıyla aminoasitleri, proteinleri, hücre ve hücrenin protoplazma ve çekirdeğini meydana getirmektedir. Topraktan bitki kökleri tarafından nitrat (NO_3^-) halinde alınan azot çok kısa bir zaman dilimi için önce amonyağa çevrilir ve daha sonra amino grupları halinde organik asitlere bağlanır Azot, bitki büyümesi için hayati öneme sahip ATP (adenozin trifosfat), NAD (nikotin amid adenindinükleotit), RNA (ribonükleik asit) ve DNA (deoksiribonükleik asit) gibi birçok bileşiklerin bünyesinde önemli bir rol oynamaktadır. Azotun başka bir fonksiyonu da, bütün bitkilerde potasyum, fosfor ve diğer bitki besin elementlerinin kullanılmasında regülatör vazifesi görmesidir. Her bitki, hücresi için daha fazla ürün yapma, daha iyi büyüme ve solunum için uygun miktarlarda azota ihtiyaç vardır. Azot tarımsal ürünlerin renk ve lezzetlerini iyileştirir, ağırlıklarını ve kalitelerini, dolayısıyla pazar kıymetini artırır (Topbaş 1987).

Toprakta bitkinin ihtiyacı kadar azot bulunmalıdır. Azotun yetersiz bulunduğu durumlarda ise gübreleme ile karşılanmalıdır. Bilinçli şekilde yapılan gübreleme olumlu etkiler yapmaktadır. Ancak, bitkinin ihtiyacından fazla yapılan gübreleme; toprakta, bitkide ve çevrede olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Bitki tarafından alınamayan azot, sulama suyu ve yağış ile taşınarak su kaynaklarında ötrofikasyon, denitrifikasyonla gaz haline geçerek asit yağmurları, yeraltı içme sularında nitrat birikimi, sera etkisi ile küresel ısınma ve ozon tabakasında incelme gibi potansiyel çevre kirliliğine neden olmaktadır. Yüksek nitrat (NO_3^-) içerikli gıda ve içme suyu ile insan vücuduna giren nitrat, önce nitrite dönüşüp sonrasında sekonder aminlerle tepkimeye girerek nitrozamin bileşiklerini oluştururlar.Toprağa gübre olarak verilen azotun normal şartlarda bitki tarafında en fazla % 50'si kullanabilmektedir. Geri kalan kısmı ise, hem de çevre kirliliği açısından hem de ekonomi ve çiftçi açısından ciddi sorunlara neden olmaktadır (Byrnes, 1990; Powlson, 1993; Jarvis, 1993).

Bitkilere azotun verilme zamanı da oldukça önemlidir. Toprak yapısına göre değişiklik göstermekle birlikte, azot oldukça hareketli bir element olduğundan, bölünerek verilmesi daha uygundur. Azot en düşük kullanım etkinliğiyle, ekimden kısa bir süre sonra tek seferde verilmesi uygundur (Anonim, 1981).

Azotun etkisinin saptanmasında yersel ve uzaysal verilerin kullanılması azot kullanım etkinliğini arttıracak çevresel ve ekonomik yararlar elde edilebilecektir. Bu nedenle CBS azot kullanım çalışmalarında etkin rol oynamaktadır.

Coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak geniş alanlardaki besin elementlerinin gösterdikleri değişimler yakalanabilmektedir. Böylece zaman ve masraftan tasarruf edilerek büyük alanlarda topraktaki bitki besin element miktarları ve dağılım durumları doğru bir şekilde belirlenerek topraklara gerektiği kadar gübreleme uygulanabilmektedir. Jeoistatistiksel yöntemler sayesinde birçok unsurun mekânsal düzeni istatistiksel metotlar ile analiz edilebilmektedir. Jeoistatistik metotlar son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerindeki gelişme nedeniyle yaygınlaşmıştır. Mekânsal istatistiklerden noktasal dağılımının gösterilmesinde Coğrafi Bilgi sistemleri kullanılmaktadır (Stoyan ve Penttinen, 2000).

Bu çalışmada, Şanlıurfa ili Cullap Sulama Birliği alanındaki Kaynaklı Köyü arazilerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak topraktaki Nitrat (NO_3^-) azotunun alansal dağılımı CBS teknikleri kullanılarak haritalanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprak ve Bitkide Azot

Bölgeden bölgeye değişkenlik göstermekle birlikte, topraklardaki azot miktarları aynı toprakların horizonları arasında da farklılıklar gösterebilmektedir. Topraktaki azot miktarı, alt katmanlarında %0.02'den daha az iken, bu oran organik topraklarda %2.5'dan daha fazla bulunabilmektedir. Kültür topraklarında ise bu değer genellikle %0.03-0.4 arasındadır (Güzel ve ark., 2002).

Topraktaki azotun yaklaşık (%95)'i humin maddeleri, bitki artıkları, biyokütle ve ölü organizmaların yapılarında ve organik formdadır. Organik formdaki bu azotun, çok küçük bir kısmı (%5) inorganik formdadır. Büyük bir miktarı organik formda bulunan azotun her yıl yalnızca küçük bir miktarı (%2-3) mineralize olmaktadır. Yüzey toprağında bulunan azotun %8 ve alt toprakta bulunan azotun ise %40 kadarı NH_4^+şeklinde kil mineralleri tarafından fikse edilmiş durumda olup, bu azottan bitkilerin faydalanması oldukça yavaş ve zordur (Kacar ve Katkat, 2007).

Önemli bitki besin elementlerinden biri olan azot, bitki bünyesine NH_4^+ ve NO_2^- formlarında alınmakla birlikte, az da olsa organik azot bileşikleri şeklinde de alınabilmektedir. Topraktan bitki tarafından alınan nitrat azotu, fotosentez sonucunda ortama verilen enerjiyi kullanarak bitki içinde NH^+_4 formuna dönüştürülür. Toprakta ve atmosferde bulunan azot, NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, N_2O, NO ve N_2 formlarında bulunabilir. Toprağın verimliliği için NH_4^+, NO_2 ve NO_3^- formları çok önemlidir. Ancak bu formlar toprakta oldukça düşük düzeylerde olup, özellikle nitrat formu, kültür bitkileri yetiştiriciliğinin yapıldığı topraklarda kolaylıkla yıkanabilmektedir. Amonyum (NH_4^+), organik maddenin mikrobiyal parçalanmasından dolayı sürekli olarak ortama ilave edilmektedir. Ancak, ılıman iklim ve aerobik hava koşullarında nitrifikasyonun daha hızlı meydana gelmesinden dolayı; amonyum nitrata hızlı bir şekilde dönüşerek topraktan yıkanmaktadır (Özbek ve ark., 1993).

Azotun oksit formları ise, denitrifikasyonla bitkinin kullanamayacağı formları oluştururlar. Bitki dokularındaki miktarı %1-5 arasında değişmekle birlikte, kuru ağırlıkta %1.5'luk azot bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için oldukça önemli bir yeri vardır (Brown ve ark., 1987; Kacar ve Katkat, 2007).

Öncelikle bitki nitrat formundaki azotu tercih etmektedir. Nitratın yanı sıra amonyum ve üre şeklindeki azot da bitkiler tarafından alınabilir. İklim ve toprak koşullarına bağlı olarak toprakta hangi şeklin daha fazla bulunabildiği, düşük toprak pH'sı koşullarında nitrat alımının oldukça hızlı olduğu bilinmektedir. Alınan bu nitrata karşılık bitki bünyesinde organik anyon sentezinde ve inorganik katyonların (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}) birikiminde artış olmaktadır. Gelişme ortamı alkalin bir karakter kazanmakta ve bitki kökleri kök ortamına bir miktar bikarbonat HCO_3^- iyonu salmaktadır. Bunun tersine amonyum azotu uygulandığında bitkide daha fazla karbonhidrat ve daha yüksek oranda protein üretilmekte ve enerji artımı sağlanmaktadır (Güzel ve ark., 2002).

2.2. Suda Nitrat

Azot, hem inorganik hem de organik formlar dahil olmak üzere çeşitli şekillerde suya girer. N'nin birincil inorganik formları, amonyak, amonyum, nitrat ve nitrittir. Organik azot (organik-N) proteinlerde, amino asitlerde, üre, canlı veya ölü organizmalarda (yani algler ve bakteriler) ve çürüyen bitki materyallerinde bulunur (Wall, 2013).

Gübre ve gübre kullanımındaki artışların bir sonucu olarak, son yirmi yılda yüzey sularındaki ve yeraltı sularındaki azot seviyeleri %50 oranında artmıştır. Yıkanma yoluyla oluşan azot kayıpları, toprağın fiziksel özelliklerinde ve toprağın N durumundaki farklılıklar nedeniyle bir tarlada değişiklik gösterir. Suda çözünen bir besin maddesi olan NO_3, sonuçta kirletici bir sızıntı suyu olarak sığ yer altı suyuna taşınır. NO_3 seviyeleri, son 40 yılda yeraltı suyunun ve yüzey suyunun kalitesinin düşmesi nedeniyle dünya çapında endişe verici olmuştur. NO_3 içme suyunda güvenli içme suyu standartlarını aştığı zamanlarda, insan sağlığı için her zaman zararlıdır.

NO_3 kirliliği ile bağlantılı ana problemler, methemoglobinemi (mavi bebek sendromu) bebekleri ve insan doğum kusurlarıdır. NO_3 ile kirlenmiş yüzey ve yeraltı suyunun sağlığa ve çevreye etkileri ile ilgili kaygı, ekim alanlarındaki NO_3 kayıplarını tahmin etmeyi ve ekin üretim uygulamalarının NO_3 süzülmesinin üzerindeki etkisini değerlendirmeyi zorunlu kılmıştır (Xu, ve ark., 2013).

Azot, yağmur suyu veya sulama suyuyla birlikte topraktaki yer altı suyuna kolayca süzülür. Yoğun tarım bölgelerinde büyük miktarda azotlu gübrelerin uygulanması, topraklarda aşırı azot birikimine ve yeraltı suyu kütlelerine aşırı sızmaya neden olur. Kapsamlı sulama ve azot (N) gübrelerinin birlikte kullanılması, düşük N kullanım etkinliği ve yüksek N kaybıyla sonuçlanır. Çeşitli araştırmalar ayrıca, azot kirliliği oranının arttığını ve yoğun çiftçiliğin uygulandığı bölgelerde yeraltı sularındaki azot konsantrasyonunda çarpıcı artışlar olduğunu bildirmiştir. Kirlenmiş yeraltı suyu kaynakları genellikle içme suyu kuyularının yakınında bulunduğundan, bu kuyuları çevreleyen alandaki yönetim uygulamalarının yeraltı suyu azot konsantrasyonlarını ve özellikle nitrat azotunu (NO_3) nasıl etkileyeceğini belirlemek esastır. Nitrat, gübrelerden, çürüyen bitkilerden, gübre ve diğer organik kalıntılardan oluşur. Hava, toprak, su ve yiyeceklerde (özellikle sebzelerde) bulunur ve doğal olarak insan vücudunda üretilir. Birçok durumda, yeraltı suyu nitrat konsantrasyonları şu anda önerilen 11.3 mg NO_3-N L^{-1} içme suyu standardına yaklaşmakta veya aşmaktadır. İçme suyundaki fazla nitrat (> 50 mg L^{-1}), hemoglobinin, kandaki oksijen seviyelerini azaltan methemoglobine dönüştürülmesi gibi sağlık risklerine neden olur. Yüksek düzeyde nitrat içeren içme suyu tüketen insanlar arasında ilave sonuçlar olduğunu bildirmiştir. Tiroid bezinin genişlemesi, 15 tür kanser ve iki tür doğum kusurunun görülme sıklığı ve hatta hipertansiyon. Ek olarak, artan nitrat alımının neden olduğu mide kanseri oranlarında artış bildirilmiştir (Gao ve ark., 2012).

Genel olarak yeraltı sularında ölçülen azot formları nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) ve amonyak (NH_3^+) iyonlarını içerir. Çoğu analiz (NO_3^-) ve (NO_2^-)'yi birleştirir ve araştırmacılar bunu (NO_3^-) olarak bildirir; çünkü (NO_2^-), yeraltı sularında (NO_3^-)'ten daha küçük konsantrasyonlarda meydana gelir. Nitrit aynı zamanda hem

nitrifikasyon hem de denitrifikasyonun bir ara ürünüdür, yani nispeten kararsızdır, bu da yeraltı sularında sınırlı oluşumu açıklamaya yardımcı olur (Keeney, 1986).

Nitrifikasyon, oksitleyici bir işlemdir ve (NO_3^-)'e göre indirgeyici bir işlemi denitrifiye eder, ancak her ikisi de biyolojik olarak aracılık eder. Organik azot nadiren ölçülür ve yer altı sularındaki düzeyi yeterince bilinmemektedir. Genel kabul görmüş bir hipotez, ölçülebilir NH_3^+ ve organik azotun yer altı sularında nadiren meydana gelmesidir, çünkü bunları üretmek için gereken biyolojik aktivite, yeraltı suyu sistemlerinde minimum düzeydedir (Korom, 1992).

2.3. Bitkisel Üretimde Azot Alım Etkinliği

Yeryüzündeki tüm yaşam formları enerji, beslenme ve su gerektirir. Bitki büyümesi ve yeterli gıda ve lif üretimi için su, ışık, oksijen, karbondioksit ve çok sayıda mineral element gereklidir. Nitrojen (N) elementi, bitkilerin normal büyümesi için esastır. Tüm hayati biyolojik süreçler, N'nin temel bir bileşen (proteinler, nükleik asitler) olduğu fonksiyonel plazmanın varlığı ile ilgilidir. Azot ayrıca, klorofil, nükleotitler, proteinler, alkaloitler, enzimler, hormonlar ve vitaminler gibi bitki metabolizması için birincil fizyolojik öneme sahip birçok bileşiğin temel bir bileşenidir.

Azot, diğer toprak kaynaklı elementlerden çok daha büyük miktarlarda bitkilerin ihtiyaç duyduğu bir besindir; mahsullere endojen uygulama sıklıkla verimin iyileşmesine neden olur. Birçok baklagil ve diğer bazı türler atmosferden N elde edebilir, ancak çoğu tür onu yalnızca topraktan alır. Tarımsal sistemlerde, N topraktan organik maddenin mineralizasyonu yoluyla ve hem organik hem de inorganik dış kaynaklardan elde edilir. Optimum verim için, N kaynağı, tesisin ihtiyacına göre, modeline ve toplam miktarına uygun olarak mevcut olmalıdır.

Azot eksikliği, ürün gelişimi ve verimi üzerinde belirgin olumsuz etkiler gösterebilir. Büyüme bodurdur ve yapraklar klorotiktir. Çünkü N eksikliği proteinlerin ve klorofilin sentezini sınırlar. Klorofil eksikliği, bitkinin CO_2'yi

özümseme ve karbonhidratları sentezleme kapasitesini inhibe eder, büyüme döngüsünün kısalmasıyla zayıf erken çiçeklenme ve çürümeye yol açar. Azot eksikliği bulunan bitkiler, zamanında ve uygun şekilde uygulanırsa N gübrelerinin eklenmesine hızlı bir şekilde yanıt verir. Bununla birlikte, erken evre N eksikliğinden kaynaklanan yıllık bitkiler üzerindeki olumsuz etkiler, genellikle N'nin geç uygulanmasıyla düzeltilemez (Marschner, 1995).

Azot, başarılı bir bitki büyümesi için gerekli olan temel bir elementtir. Her ne kadar inorganik azot bileşikleri (NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^-) topraktaki toplam azotun % 5'inden azını oluştursa da çoğu bitki tarafından emilen elementin ana şeklidir. Farklı kırpma sistemlerinin beslenme durumunu korumak için inorganik ve organik gübreler uygulanır. Organik bir tarım sistemi için, sürekli gübre uygulaması topraktaki azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum ve magnezyum içeriğini arttırır. Organik gübreler topraklara uygulandıktan ve mineralizasyon başladıktan sonra, inorganik azot salınır ve bitkiler tarafından emilir. Bununla birlikte, mineralizasyon oranı, tarımsal yönetim, mikroorganizma, toprak özellikleri, sıcaklık ve su içeriği ve ayrıca organik gübre türü gibi birçok faktör tarafından kontrol edilmektedir. Uygulanan organik gübrelerde azot salınımını öngörmek için birçok model geliştirilmiştir.

Azotlu gübreler tarımsal sistemlere uygulandıktan sonra, gübreler doğrudan bitkiler tarafından emilir veya oksidasyon işlemi yoluyla çeşitli diğer biçimlere dönüştürülür. Fazla azot, liç, uçuculaşma ve denitrifikasyon yoluyla iyonik veya gaz halinde kaybolur. Nitrat bitki kökleri tarafından absorbe edilmezse, akıntı ile taşınır veya toprağa suyla birlikte sızar. Azot havuzunun fitoyararlanımı, fazla azot uygulandığında artar ve bu artış, çevre üzerindeki potansiyel tehlikeyi arttırır. Azotlu gübrelerin aşırı uygulanması ile ötrofikasyon, sera etkisi ve asit yağmuru gibi çevresel problemler arasında yakın ilişkiler vardır. Kirlenmiş yeraltı suyu veya yüksek nitrat konsantrasyonuna sahip mahsullerin tüketilmesi insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Donner ve Kucharik tarafından yapılan bir çalışmada, azotlu gübre uygulama oranı %30 artırıldığında mısır verimi %4 artmış, ancak yıkanma ile kaybedilen nitrat miktarı %53 artmıştır. Her ne kadar azotlu gübre

uygulama oranı %30 azaldığında verim %10 azalmış olsa da, yıkanma kaybı %37 daha az olmuştur (Liu and ark., 2014).

2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Günümüz teknolojileri doğadaki döngülerin bilgisayar ortamında modellenmesine, yorumlanmasına ve anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Bu teknolojilerden en önemlisi ise Coğrafi Bilgi Sistemleri'dir. Coğrafi Bilgi Sistemleri , farklı disiplinlerden kullanıcıları olması sebebiyle çeşitli şekillerde tanımlanabilmektedir. Bazı araştırıcılara göre; CBS, konumsal bilgi sistemlerinin tamamını içeren ve coğrafik bilgiyi sorgulayan bilimsel bir kavramdır. Bir kısım araştırıcılar ise, CBS`yi organizasyona yardımcı bir veri tabanı yönetim sistemi olarak adlandırmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

CBS, bir alan, durum ya da olaylar hakkındaki verileri toplamaya, depolamaya, analiz etmeye, işlemeye, yaygınlaştırmaya ve sunmaya yarayan yazılım ve donanım sistemlerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 2000). CBS, planlamacılarının karar vermesinde yardımcı olan modellerin oluşturulmasını sağlayan analitik gücü yüksek bir araçtır ve aynı zamanda uzaysal analiz özelliği ile önceleri elde edilemeyen daha doğru ve güncel bilgileri üretme, bu bilgilere daha derin anlam kazandırma özellikleriyle geleceğin planlanmasına da yardımcı olmaktadır (Mitchell, 1999).

Veri ve bilgilerin sistemli sekilde toplanıp depolanması, işlenmesi ve anlamlı hale dönüştürülmesi için oluşturulmuş sistemlere bilgi sistemi denir. Veri ve bilginin hızla artışı günümüzde, bilginin etkin, kolay ve verimli kullanılmasına duyulan ihtiyaç bilgi sistemlerinin geliştirilmesini kaçınılmaz hale getirmiştir. Bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu karar verme işlemini kolaylaştırmak ve bu süreci kısaltmaktır (Yomralıoğlu, 2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin bilgi sistemlerinden farkı; sistemin değişik nesnelere ait öznitelik bilgilerine ilave olarak konum bilgilerini de içermesidir (Sağlam ve ark., 2004). Coğrafi Bilgi Sistemleri, mekansal kökenli bilgilerin (grafik ve öznitelik) bilgisayar ortamında toplanması, girilmesi,

saklanması, sorgulanması, mekansal analizlerinin yapılması, görüntülenmesi ve farklı formatlarda çıktı alınması için oluşturulan bir bilgi sistemidir (Aranoff, 1991). CBS 1960'lı yılların başında daha çok bilgisayar destekli harita birleştirme amaçlı geliştirilmişken (Yomralıoğlu, 2000) günümüzde pek cok alanda farklı amaçlara hizmet eden bir teknolojiye dönüşmüştür. Coğrafi bilgi sistemleri'nin bileşenleri iki ayrı perspektifte incelenebilmektedir.

Geometrik işlemler, koordinat belirlemesi ve uzunluk, açı ve alan ölçmeden oluşmaktadır. CBS'de herhangi bir noktanın koordinatı sisteme eklenebileceği gibi, sistemde var olan katmanlardaki noktaların koordinatları da otomatik olarak bulunabilmektedir. Benzer şekilde uzunluk, açı ve alan ölçme işlemleri de CBS'de otomatik olarak yapılabilmektedir. Ayrıca haritacılıkta özel amaçlar için geliştirilmiş teğet nokta, poligon vb hesapların yapılabildiği fonksiyonlar da mevcuttur (Yomralıoğlu, 2000).

Coğrafi doğrulukları sağlanan haritalar arazi çalışmaları ile kontrol edilmekte, haritaların arazi ile doğruluklarının sağlanmasında küresel konum bulma sistemleri kullanılmaktadır. Toprak haritalarının oluşturulması ve bu haritada yer alan bir veya birden fazla özellik için istenilen ölçek ve detayda özel amaçlı haritaların üretilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin sorgulama ve birleştirme işlemleri kullanılmaktadır.

Toprak özelliklerinin hızlı ve doğru tahmin etme yöntemleri ekolojik modelleme çalışmalarının yanı sıra arazi yönetim problemlerinin doğru birşekilde değerlendirilmesi için önemlidir. Toprak analizleri pahalı olmasının yanı sıra bir alanın uzaysal değişkenliğini yeterli bir şekilde karakterize etmesi için yoğun örnekleme gereklidir ve büyük ölçekli doğru tahminlerin yapılması güçtür (Dent ve Young, 1981). Dahası kimyasal işlemlere tabi tutularak yapılan laboratuar analizleri zaman harcayan ve çevre için tahrip edici niteliktedirler (Shepherd ve Walsh, 2002; Dematte ve ark., 2007). Toprak özelliklerini ve değişkenlerini ölçmek için toprak özelliklerini yorumlayabilen yeni ve hızlı metotlar gereklidir (McKenzie ve ark., 2000, Shepherd ve Walsh, 2002).

Bilgisayar sistemleri ile yapılan toprak etüd ve haritalama geleneksel metotlar ile karşılaştırıldığında arazi çalışmaları için harcanan süreyi %80 azaltmaktadır. Ayrıca çalışmaların doğruluğu detay derecesine bağlı olmakla birlikte %90'ın üzerinde başarı göstermektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile birlikte, veri toplama aşamasında zaman kaybı olmadan büyük alanlardan elde edilen verilerin değişkenlikleri hakkında hızlı ve etkili bir şekilde sonuç alınabilmektedir. Bunun dışında, değişken parametrelerin yüzeysel dağılımlarının belirlenmesi ve bunlarla ilgili daha iyi karar verilebilmesi için CBS ve jeoistatistik yöntemleri birlikte kullanılabilmektedir. Özellikle son yıllarda geliştirilen CBS yazılımlarına jeoistatistik yöntemlerinin entegre edilmesi sayesinde taban suyu tuzluluğu, derinliği ve toprak tuzluluğunun değişimi gibi birçok çalışmada CBS ve jeoistatistik yöntemlerinin birlikte kullanılması mümkündür (Aranoff, 1991).

Günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlayan uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri ile son derece kısa sürede ve yüksek doğruluk oranı ile istatistiksel bilgiler elde edilmekte ve gerekli sorgulamalar bu teknik ve teknolojilerle mümkün olabilmektedir (Berberoglu ve ark., 2003; Musaoğlu ve ark., 2004; Chang-qing ve ark., 2005).

Coğrafi bilgi sistemi oluşturulabilmesi için, kullanılan veri kaynakları yedi başlık altında toplanabilmektedir (Bal, 2000).

- Uydu görüntüleri
- Hava fotoğrafları
- Haritalar
- Baskı kalıpları (Orijinal, Taranmış sayısal veriler)
- Arazi Ölçümleri (Açı, Uzunluk, Yükseklik, Manyetik, Gravite, GPS)
- Dökümanlar, kayıtlar (Grafik ve öznitelik verileri)
- Diğer veriler (Daha önceden hazırlanmış CBS verileri)

Coğrafi verilerin söz konusu olduğu her alanda, Coğrafi bilgi sistemleri kolayca uygulanabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerinin; yeryüzüne dair karar verme yeteneklerinin arttırılması ve ileriye dönük sağlıklı kararlar verilmesinden, kartografik olarak, hızlı, güvenilir, kolayca yenilenebilecek ve güncelleştirilebilecek şekilde haritalar üretimine, elle yapılan işlerin otomasyonundan, karmaşık yeryüzü olaylarının daha iyi anlaşılması, analizi ve modellenmesine kadar birçok konuda yararları ve kullanım alanları vardır (Batuk ve ark, 1996).

2.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Mekansal Veri Yapıları ve Veri Depolama

Coğrafi verinin belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerlerine mekansal veri denir. (Tekinsoy, 2002). Bir veri tabanı nesnelerle ilgili bilgiler ve bu bilgilerin her biri ile olan ilişkilerinin toplamından oluşur. Buradaki amaç, daha önce ayrı ve birbirinden bağımsız olan gerçek olayların ilişkilendirilmesidir (Aranoff, 1989; Demir, 2002).

Bir veri tabanı farklı içeriklerde bilgiye sahip ve birden fazla dosyalardan oluşmaktadır. Bu dosyalardaki verilere rahatça ulaşabilmek için dosyalar arasında bir yapılaşmaya ihtiyaç vardır. Hiyerarşik veri yapısı, ağ veri yapısı, ilişkisel veri yapısı ve nesneye yönelik veri yapısı olmak üzere bir veri tabanının yapılaşmasında 4 farklı veri yapısı bulunur. Hiyerarşik veri yapısı ayırt edici, anahtar rol oynayan özelliklerin oluşturulmasıyla gerçekleşir. Ağ veri yapısı, özellikler grafik görünümlerin ve bunların gerçek koordinatlarının veri tabanının çok çeşitli kısımlara yazıldığı zamanlarda bağlantı gereksinimini karşılar durumdadır. İlişkisel veri yapısı basit veri toplanmasını sağlar ve depolama ilişkilere göre gruplandırılan iki boyuttaki tabloda gerçekleştirilir. Nesneye yönelik veri yapısında ise belirlemeler, her sınıfın kendine özgü ve diğerleri ile ortak olan özelliklerine göre düzenlenir (Dinç, 2000).

Mekânsal veri; vektör veya raster veri yapısında olabilir. Raster veri yapıda mekânsal özellikler, düzenli ve aralıklı bir koordinat sisteminde düzenlenmektedir. Mekânsal özellikler vektör yapıda ise, vektörlerin kombinasyonları tarafından tanımlanmışlardır. Bir CBS'de benimsenen veri yapısı, ne kadar farklı verinin

düzenlendiğini ve işlendiğini belirler. Bununla birlikte mekânsal analizlerdeki performanslarını ortaya koymak için gerekli olan CBS özelliklerini de göstermektedir (Gedikoğlu, 2000).

Vektör veri yapısında her mekânsal veri nokta, çizgi ve alan detaylar olarak ele alınmaktadır. Matematiksel terimlerle bir vektör, bir başlama noktası (x ve y koordinatları verilen), bir doğrultu ve uzunluğu ile belirlenmektedir. Bir nokta özellik, bir koordinat çifti olup ölçümüne izin verilebilir bir alana sahip değildir. Bir çizgi özellik ise, bir seri vektör ile ifade edilmektedir. Bir çokgen özellik (poligon), kapalı bir alan olarak ölçülen bir seri vektör ile ifade edilmektedir. Vektör teknikle grafik veri toplamada en fazla el ile sayısallaştırıcılar ve stereo sayısallaştırıcılar kullanılır (Gedikoğlu, 2000).

Raster veri yapısı vektör veri yapısı ile karşılaştırıldığında gereksiz verinin daha az olduğu görülür. Bu veri yapısında farklı özellikler açık ve sürekli olarak ifade edilebilmektedir. Vektör yapıda harita bindirmeleri bu avantajlarına rağmen, genel veri işlenmesi, genelleştirme ve genel mekânsal analizler yavaş ve zordur (Gedikoğlu, 2000).

Mekânsal özelliklerin coğrafi açıdan referanslı olmaları onların bilinen bir koordinat sistemine sahip herhangi bir harita da temsil edilebilmelerini sağlamaktadır. Raster veri, her özelliğin resim birimleri (piksel) olarak ifade edilmesini sağlar. İki boyutlu bir şeklin bilgisayarda raster teknikle ifade edilmesinde, şekli içeren grafik alan üzerinde bir grid ağı oturtulduğu farzedilir. Her bir piksel içinde bulunan değer bilgisayarda herhangi bir nesnenin raster teknikle gösteriminde, eleman değerleri her bir piksele verilen kodlara göre saklanmaktadır (Selçuk, 1999; Gedikoğlu, 2000; Tekinsoy, 2002).

Raster teknik bir grafik veri toplama ve grafik gösterim şeklidir. Raster teknikle bir pikselin her yerinde aynı detayın olduğu farz edilir. Bu nedenle piksel boyutu büyüdükçe çok ufak detayların gösteriminde güçlüklerle karşılaşılır. Raster teknikte mekânsal özellikler arasındaki topolojik ilişkileri izlemek oldukça zordur.

Bu teknikte gereksiz veri fazlalığı olabilmekte bu da mekânsal analizlerde zaman kaybına neden olabilmektedir (Gedikoğlu, 2000).

Raster tekniğin dezavantajları yanında bu tekniğin avantajları sürekli yüzeylerin temsilinin genel olarak daha iyi olması, referanslamanın basit ve kolay olması, raster yapıda tanımlanmış coğrafi birimlerin, mekânsal modellemeler için büyüklük ve şekil bakımından daha tutarlı olması ve basit raster yapıda kodlanmış veri katmanlarının harita bindirmelerinin etkili bir şekilde işlenebilmesi yer almaktadır (Gediklioğlu, 2000).

2.4.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Avantajları ve Metodolojisi

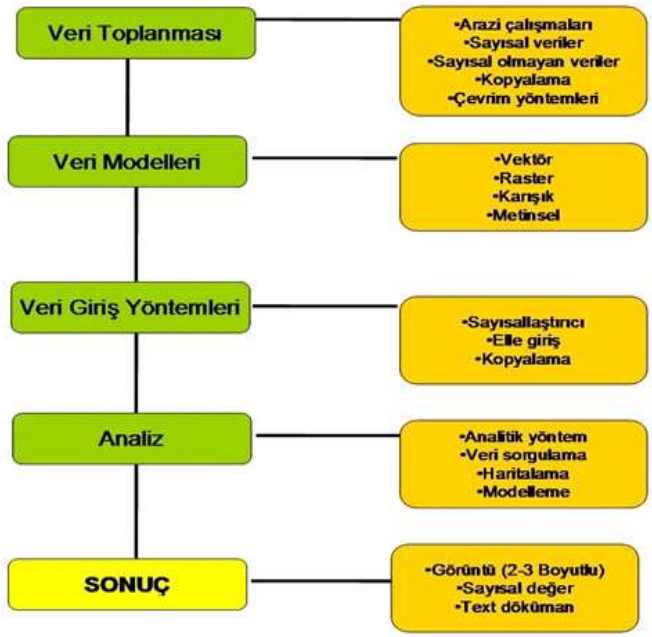
Geniş yorum tekniği, Coğrafi Bilgi Sisteminin en büyük avantajı olup, elde edilen veriden sorgulama yapar. Coğrafi Bilgi Sisteminin tanım kapsam ve kabiliyetleri açısından konuya yaklaşıldığında klasik yöntemler ile yapılan çalışmalara göre bazı avantajlar sağladığı bilinmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, alansal kaynakların yönetiminde uygulanılabilen karar destekli sistemlerdir. CBS, bütünsel yapısı ile verilerin ve bilgilerin bütünleşmesine imkan sağlar. CBS kullanımının bazı yararları şunlardır;

a. Büyük alansal verilerin yönetimi ve saklanmasında uygun bir araçtır.
b. Alansal ilişkilerin ve özelliklerin tanımlanmasında etkin bir teknolojidir.
c. Karar vermeye yardımcı olan bir yöntemdir.
d. Yüksek kalitedeki haritaların hazırlanması için önemli bir mekanizmadır.

Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) uygulamalarında ilk dosya ve görüntülerin hazırlanması çalışmanın en fazla meşgul eden aşamasıdır. Sonraki yeni dosya oluşturma aşamaları hazırlanmış olan bu dosya ve görüntüler üzerinde kopyalama ve güncelleştirme işlemleri ile sağlanılır. Bu sayede aynı işlerin tekrarlanmadığı, zaman ve emek tasarrufunun meydana geldiği, hata payının minimuma indirildiği, hataların çok kolay ve hızlı bir şekilde düzeltildiği, bir görüntü oluşturma işlemi ile çaba harcamaksızın o görüntüye ait sayısal ve grafik değerlere ulaşılması Coğrafi Bilgi

Sisteminin metodolojisini uygulayan programın kabiliyetlerinin meydana getirdiği analiz yöntemleri, hazırlanan dosyaların taşınması, kopyalanması, başka çalışmalara intibak ettirilmesi, diğer Coğrafi Bilgi Sistemi programlarına çevirim imkanı v.b. gibi avantajlar Coğrafi Bilgi Sisteminin metodolojisinin tercih edilmesine sebep olmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sisteminin metodolojisi, çok genel olarak ölçekle ve alansal büyüklükle sınırlandırılmayan bir doğal ortama bağlı, onun fiziksel özelliklerine ait bilgi toplama, depolama ve analiz yapma biçimidir. Coğrafi Bilgi Sisteminin kapsam özellikleri onun metodolojisini belirleyen temel unsurdur (Gümrükçüoğlu, 2003).



Şekil 2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Metodolojisi (Parkey, 2008)

2.4.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi

Son yıllarda hızla ilerleyen ve teknolojinin vazgeçilmez amaçlarından biri olan bilgiden yararlanma olgusu, ülkelerin sahip olduğu ve geleceğe yönelik planlamalarında kullanabileceği en büyük hazinedir. Toplumsal kalkınma sürecinde, doğru politikaların üretilmesine olan gereksinim yanında, bireylerin kaliteli hizmet beklentilerinin artması, internetle birlikte gelen yoğun bilgi istemleri, iletişim

ağlarının coğrafi referanslı bilgilere açılması, kimi yeniliklere ve gelişmelere neden olmaktadır. Bilgi teknolojileri, gelişmekte olan ülkelerde birey, toplum ve yönetim düzeylerine farklı boyutlarda yansımakta, bunun sonucu olarak da yönetsel yapıları yeni yapılanmalara zorlamaktadır (Akdeniz ve Aydınlı, 2004).

1940'lardan sonra gelişen bilgisayar teknolojisi ve daha sonraki gelişmelerin coğrafi bilgi sistemlerinin doğmasına neden olduğu iddia edilmektedir. CBS'nin kavramsal anlamda ilk ortaya çıkışı Kanada'nın ulusal arazilerinin özelliklerine göre saptanmasına yönelik olarak geliştirilen Kanada CBS Projesiyle olmuştur. Öte yandan 1966 yılında Harvard Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir proje de ilk kuramsal CBS çalışması olarak anılmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

Her ne kadar ilk ortaya çıkışı 1960'lı yıllara rastlasa da süreç içerisinde coğrafi bilgi sistemlerindeki yenilikler ve gelişmeler nedeniyle belli başlı gelişme aşamalarından söz edilebilmektedir. Literatüre bakıldığında tarihsel süreci beş temel aşamada özetleyen görüşlerin bulunduğu görülmektedir. İlk aşama 1960'lı yılların ortaları olarak benimsenmektedir. Bu dönem, konumsal istatistiksel analizlerin oldukça güç olduğu, basit veri oluşturma ve kodlamaların yapıldığı dönemdir. İkinci aşama, 1960'ların sonu ile 1970'lerin başına rastlayan dönemdir. Bu aşamada, daha gelişmiş konumsal analiz yöntemleri, iki boyutlu haritalardan daha çok grafik gösterimler yoğunluktadır ve profesyonel kullanım artmıştır. Üçüncü aşama, 1970'li yılların ortalarında diğer meslek ve disiplinlerle, özellikle fen bilimleri ve mühendislik alanlarında önemli denilebilecek işbirliği ve ortaklıkların yaşandığı dönemdir. Dördüncü aşama, 1970'li yılların sonları ile 1980'li yılların ortalarını kapsamaktadır. Bu aşamanın en tipik özelliği, daha küçük ve daha düşük sistem donanımına sahip bilgisayarların kullanılarak, basit, esnek, verilere erişimi hızlı, analitik ve grafik üretken yeteneği olan yazılımların üretilmesidir. Beşinci aşama, coğrafi bilgi sistemlerinin temel araştırmalarda yeniden canlanma ve karar verme süreçlerine yardımcı olduğu aşamadır. Bunun sonucu olarak, öğrenebilen ve bilgiyi uygulayabilen bir "akıllı yazılım" gelişmesi olmuştur (Yomralıoğlu, 2000).

2.4.4. CBS' nin Tarımda Kullanımına Yönelik Gelişmeler

CBS ilk olarak erozyon risk haritalarının oluşturulmasında kullanılmış, daha sonra diğer alanlardada kullanılmaya başlanmıştır (Çetin ve Gülmez, 2003).

CBS teknolojisi ile tarım alanlarında ürünlerin rekolte tahminleri, ürün deseni belirleme, arazi yapısı tespiti ile ilgili çalışmalarla birlikte hayvancılık sektöründe de bu sistemden faydalanılmaktadır. Ekonomik kaynakların belirlenmesi, hayvan hastalıklarının kontrolü gibi çalışmalar yapılabilmektedir (Çiçek ve Şenkul, 2006).

Tarımsal uygulamalarda parselasyon durumu ve toprak haritası, arazi yetenek sınıfları, sulu tarıma uygunluk sınıfları, tarımsal kullanıma uygunluk durumları ve potansiyel kullanım grupları harita katmanları halinde CBS ortamına aktarılmakta, parsel bazında ideal arazi kullanımları saptanabilmektedir. Bu şekilde her bir parsel için uygun olan yönetim sisteminin meydana getirilmesi, potansiyel arazi kullanımına göre üretimi yapılacak ürünlerin yada münavebe sistemine göre uygun ürün deseninin belirlenmesi mümkün olmakta, münavebe uygulamaları için birden çok senaryo üretilebilmektedir. CBS'nin tarımsal amaçlı en yaygın kullanımı toprak tasnifi, rekolte tahmini, toprak etütleri, havza planlama konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır (Başyiğit ve Şenol, 2008).

Tarım Ekonomisi alanında da CBS teknolojisi yardımıyla bir çok çalışma yapılabilmektedir. CBS yardımıyla arazi yapısını ve ürün deseninin tespiti, herhangi bir yatırım için en uygun yerin neresi olacağının belirlenmesi, alternatif yatırımlardan en uygun olanının tespit edilmesi, üreticilerin çevre sorunlarına yönelik duyarlılık durumlarının nasıl olduğunun ortaya çıkarılması, hane halkının demoğrafik yapısının belirlenmesi, üretici ve tüketici profilinin saptanması, kırsal turizm potansiyellerinin ne olduğu ve nerelerde yer aldığının tespit edilmesi, faaliyette bulunan fabrikaların pazar olanaklarının belirlenmesi, herhangi bir ürün için potansiyel müşterilerin dağılımının belirlenmesi, farklı bir ürün için pazarlama stratejileri geliştirmek amaçlı sosyo-ekonomik yapının tespit edilmesi, eldeki verilerin nasıl bir dağılım göstereceğinin belirlenmesi, taşınmazların değer tespiti ve değerine etki eden

faktörlerin ve etki derecelerinin tespit edilmesi, tarım sigortaları içeriğindeki alanların ve ürünlerin belirlenmesi gibi çalışmalar yapabilmektedir (Akça ve Esengün, 2003).

2.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Haritalama

CBS haritaları; verilerin toplanma aşamasında kullanılan haritalar, sorgulama ve analiz etme safhasında ekran haritaları, meydana getirilen bilginin kullanılmasında ve paylaşılması için oluşturulan haritalar olarak kullanılırlar. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin ana çıkış şekilleri ekran haritaları ve analog haritalardır. CBS projelerinin hemen hemen hepsi veri girişi sırasında doğru ve iyi planlanmış haritalara gereksinim duyarlar. Kullanıcının yanılmaması için CBS verileri sunulurken doğru tasarlanmış haritaların önemi büyüktür. Sonuç olarak bu haritalar kullanıcısının veriler doğrultusunda niteliği-niceliği bilgilerini kullanarak haritalar yardımıyla karar vermesine yardım edecektir. Kullanıcı karar verirken uygun görmediği bilgi ve verileri kabul etmeyecek ve bu verilerden yararlanmayacaktır (Uluğtekin ve İpbüker, 1996).

Konuma dayalı problemlerin çözümü için haritalar büyük bir öneme sahiptir. Harita öteleme, seçme, sınıflandırma, grafik gibi işlemlerle meydana getirilir. Bu gibi işlemler veri tabanı oluşturmak amaçlı kullanılır (AGI, 1992).

CBS kullanıcıları için özel bir objenin doğası ve çevresine ilişkin ne tür bir harita kullanacakları ve hangi ölçekte olması gerektiği büyük önem arzeder. Özellikle harita ölçeği konumsal verinin sayısallaştırılması amacıyla görünebilirlik ve çözünürlük açısından büyük önem taşır. Haritayı ekranda küçülttükçe detaylar azalıp verilerin okunaklılığı azalır. Ölçek küçüldüğünde kıyı çizgileri gibi objeler birbirini kesen çizgiler halinde gözlemlenecektir. Ölçek büyüdüğü zaman ise ekrandaki harita görüntüsünde oldukça az topoğrafik bilginin bulunması komşuluk ilişkilerinin görülememesi yön bulma gibi birtakım problemler oluşturacaktır. Bu problemin düzeltilebilmesi veri genelleştirmesi ile sağlanacaktır (Bildirici ve Uçar, 1997).

2.4.6. CBS Teknikleriyle Yapılmış Bazı Çalışmalar

Atay ve Ayebare (2017), yaptıkları çalışmada, tarımla bütünleşmiş mekânsal-zamansal bilgi sisteminin pestisit kullanımı için uygulanabilir tampon alanın görselleştirilmesinde nasıl yararlı olabileceğini göstermek için bir girişimde bulunmuştur. Bu çalışma, ürün alanı oluşturmak için mahsul alanı lokasyonundaki uzaysal zamansal kayıtların kullanılabileceğini göstermektedir. CBS kullanarak, tarımsal pestisitlere potansiyel maruziyet bölgeleri ve yakınlık önlemleri belirlenebilir. Sonuç olarak, bu çalışmada, tarım alanlarının etrafındaki püskürtme alanlarının genişliğinin önemini ortaya koymak ve bilgilendirmek için web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Modelin sonuçları, tarımsal böcek ilacı kullanım yönetimi ve tarım uygulamalarına birçok fayda sağlamaktadır. Bildiğimiz kadarıyla, tüm yetiştiricileri, bayileri, ziraat mühendislerini, zirai ilaç şirketlerini, tüketicileri bir araya getiren ve yetiştiricilere sprey sürüklenme tampon bölgesini göz önünde bulundurarak böcek ilacı kullanımının nasıl görselleştirilebileceğini öneren herhangi bir araştırma projesi yoktur. Bizim çözümümüz, üreticilerin ürünler hakkında karar vermelerine ve pestisitin en iyi nasıl kullanılacağına yardımcı olacak, bunun yanında, bayiler hasat bulma konusunda yardım alacaklardır. Son olarak, insanlar tükettikleri yiyecekleri öğrenecekler. Üstelik, çiftçiler arasında, aynı ilçede bir ilçede yetiştikleri zaman pestisit kullanım miktarındaki değişiklikler gözlemlenebilir ve bu kullanım çeşitlemeleri tarımsal, sosyoekonomik, çevresel ve biyolojik faktörlerle ilişkilendirilebilir.

Şimşek ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada, Şanlıurfa ili sınırları içerisinde kalan Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında en geniş tarım alanı ve sulama sistemine sahip olan Harran Ovası'nın uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojileri kullanılarak ovada büyük bir alana hâkim olan pamuk, hububat ve mısır ürünlerine ait alanların, 2013 ve 2014 tarihleri için çok zamanlı LANDSAT 8 uydu görüntülerinin normalleştirilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) işlemine tabi tutulması ile vejetasyon değişimi belirlenip, kural tabanlı sınıflandırma sonucu tematik ürün desen haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan ürün desen haritasının parsellere işlenip parsellerle kontrol edilmesi sonucunda %97,3 uyumlu olduğu

tespit edilmiştir. Tematik ürün desen haritasının kontrol edilerek yüksek uyumlulukta olması ÇKS beyanlarının kontrolüne olanak sağlamış olup, ova sınırları içerisinde kalan köylere ait tarımsal ürün beyanları toplanarak, tematik haritanın kontrol edilmesi sonucunda pamuk bitkisinde %99, mısır bitkisinde %91, hububatta ise %92 oranında beyanlarda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir.

Karadağ (2016), "Kelkit Havzası organik tarım potansiyelinin belirlenmesi ve CBS kullanılarak haritalanması" adlı doktora çalışmasında; ArgGIS programında (9.3) IDW (Inverse-Distance-Weighted-Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon) analizi metoduyla haritalar meydana getirilmiştir. Haritalar; Kelkit Havzası Organik Tarıma Uygun Alanlar Haritası, Organik Bağcılık için uygun Alanlar Haritası, Organik Meyvecilik (Ceviz, Kiraz, Elma, Kayısı) için uygun Alanlar Haritası şeklinde sınıflara ayrılmıştır. Bölgenin organik tarım potansiyeli oluşturulan haritalar doğrultusunda meydana getirilmiştir.

Kılıç (2010), "Orta Kelkit Havzasının bazı toprak özelliklerinin CBS ve UA ile haritalanması" adlı yüksek lisans çalışmasında, LANDSAT ETM+ bantları ve Orta Kelkit Havzasının bazı yüzey toprağı değişkenleri arasındaki ilişkiler UA ve CBS teknolojileri kullanılarak 2008-2009 yıllarında incelenmiştir. Sonuçlar; pH, organik madde, $CaCO_3$ ve N içeren dört toprak değişkeninin band-5 (orta-kızıl ötesi) yansıma değerleriyle önemli korelasyona sahip olduğunu meydana çıkarmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkılarak 4 model geliştirilmiş ve haritalanmıştır.

Sonuç olarak; mevcut meyve bahçeleri için yapılan analiz neticesinde %0,5'lik kısmı düşük risk, %46,9'luk kısmı yüksek risk, %10,8'lik kısmı çok yüksek risk tehdidi altında bulunduğu saptanmıştır. Mevcut meyve bahçelerinde don riskinin yüksek olduğu, ilkbahar geç donları riskini azaltacak, donlara dayanımı arttıracak yöntemlerin tespitine yönelik akademik araştırmaların artması gerektiği saptanmıştır. Klasik yöntemlerle meydana getirilmesi çok zor ve masraflı olan bu çalışma CBS teknolojisi kullanılarak klasik yöntemlere göre, daha ucuz ve kolay bir şekilde oluşturulmuştur. Geliştirilen risk analizi metodu, araştırmacılar tarafından gerekli düzenlemeler yapılması halinde diğer türler içinde rahatlıkla kullanılabilir.

Aydoğdu ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada, Şanlıurfa ili Harran Ovası tarım alanlarının amaç dışı kullanımları Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile ArcGIS ortamında, 2004 yılı Ikonos uydu görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarım alanlarında konut ve sanayi olmak üzere 2 alanda amaç dışı kullanım olduğu görülmüştür. Toplamda 4224 adet yapılaşmanın 11 651 dekar tarım alanını işgal ettiği tespit edilmiştir. Tarım alanlarında amaç dışı kullanım bu hızla devam ederse, Harran Ovası yerini kısa bir süre sonra büyük bir Harran köyüne bırakacaktır.

Uz ve Çabuk (2005), Eskişehir ili kent merkezine ait yeşil alanların coğrafi bilgi ve uzaktan algılama sistemleri ve yüksek çözünürlüklü Ikonos uydu görüntüleri ve multispektral uydu verileri ile farklı yöntemler kullanarak saptanabilirliği incelenerek ve bu sistemlerin planlama bilgi sistemi oluşturulmasında kullanılabilirliği ve avantajları çalışılmıştır. Görüntü işleme yöntemleri ile Eskişehir Kenti bitki indeksi ve mevcut alan kullanımına bağlı yeşil alanlar tespit edilmiştir (Şekil 2.7., 2.8.). Yüksek çözünürlüklü uydu verileri yardımıyla ise, Eskişehir Kent Merkezindeki çözünürlüğün yetersiz olması nedeniyle Landsat görüntüsü üzerinden yapılan görüntü işleme yöntemleri ile belirlenemeyen yeşil alanlar sayısallaştırılmıştır.

Zhu ve ark. (2001), CBS yaptıkları çalışma ile uzman bilgi ve bulanık mantık (Fuzzy Logic) yöntemlerini kullanarak toprak özelliklerini bulmaya/tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla toprak veya arazi modelini çıkartmak, (Soil-Land Inference Model, SOLIM) adında bir model geliştirmişler ve etkileşim, benzerlik ve olasılık yaklaşımıyla bir bölgedeki toprak özelliklerini araştırmışlardır. Bu yöntemin temeli toprak ve çevreye ait bilgi ve kavramların CBS nin bulanık mantık altındaki analiz gücünün kullanımına dayanmaktadır. Toprakların alansal ve parametrelerindeki olası değişiklerinin, özellikle toprak yapan faktörlerin detaylı analizlerinin CBS kullanılarak yapılmasını içermektedir. Bu model gerek toprak etüdlerinde gerekse revize çalışmalarında zamansal ve ekonomik faydalar sağlamaktadır. Ancak elde edilecek sonuçların doğruluğu ve kalitesi tamamen çevresel ve toprak-peyzaj verilerinin doğruluğuna ve kalitesine bağlıdır.

Karaca (2001), "CBS' nin Burdur yerleşim alanına uygulanması" adlı yüksek lisans çalışmasında; bölgenin 1/5000 ölçekli şehir mühendislik jeolojisi, hidroloji, eğim ve sıvılaşma haritaları sayısallaştırılmış ve uydu görüntüsü kullanılarak bölgenin kırık sistemleri araştırılmıştır. Sayısal veri haline getirilen ve farklı katmanlar halinde meydana getirilen bütün haritalar, Arc View programında üst üste çakıştırılmıştır. Bu haritalar üzerinde amaca yönelik olarak sorgulamalar yapılarak bölgenin yerleşime uygunluk haritası oluşturulmuştur.

Mıtış (2000), "CBS teknikleri kullanılarak Çukurova bölgesi toprak özelliklerini içine alan bir veri tabanı meydana getirilmesi ve değişik amaçlara yönelik bilgi üretimi üzerine bir çalışma" adlı doktora tez çalışmasında; Çukurova bölgesinin toprak özelliklerinden oluşan bir veri tabanı meydana getirilmiştir. Böylece bu veri tabanı kullanılarak Çukurova bölgesiyle ilgili sorgulamalara cevap alınabilmektedir. Bu çalışma sonucunda bölgede; narenciye bahçesi, botanik bahçesi veya yeni yerleşim yeri tesis edilebilecek en uygun yerleri yeni yollar ve kanallar için güzergahları belirlemek mümkün olmuştur. Meydana getirilen coğrafi veri tabanına yeni özelliklerin eklenmesi ve yapılacak yeni sorgulamalar ve analizler ile her zaman yeni ve güncel raporlar hızlı bir şekilde oluşturulabilecektir.

Arslan (1999), "Hava fotoğrafları ve CBS yardımıyla Uludağ'ın Sarıalan ve zirve arasındaki bölgesinin vejetasyon haritasının çıkarılması" adlı doktora tez çalışmasında, Uludağ Milli Parkında Sarıalan ve Zirve arasında kalan bölgenin vejetasyon mozaiği hava fotoğrafları ve CBS Teknikleri kullanılarak haritalanmıştır. Çalışma alanında Rudealvejatasyon tipi %43.31 lik bir pay ile hakim olduğu ve bu vejatasyon tipinin bozulmuş alanlarda yayılış gösterdiği, Uludağ Milli Parkının antropojenik etkenlere maruz kaldığı ortaya çıkarılmıştır.

Çullu ve ark. (1995), Konya da bulunan Malya Tarım İşletmesine ait tuzlu ve alkali arazileri uydu verileriyle haritalamışlardır. Ana materyal olarak kullanılan uydu verileri bilgisayar ortamında sınıflandırılmış ve sınıflandırılan bu verilerden toprakların tuzluluk ve alkalilik durumu haritaları oluşturulmuştur. Çoraklaşmadan etkilenen bu araziler, 1960 yılındaki çorak alanlarla karşılaştırılarak tuzluluk

değişimleri meydana çıkarılmıştır. Yaklaşık 30 yılda çiftlik arazilerindeki çoraklaşmanın %20' den %33' e kadar yükseldiği görülmüştür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

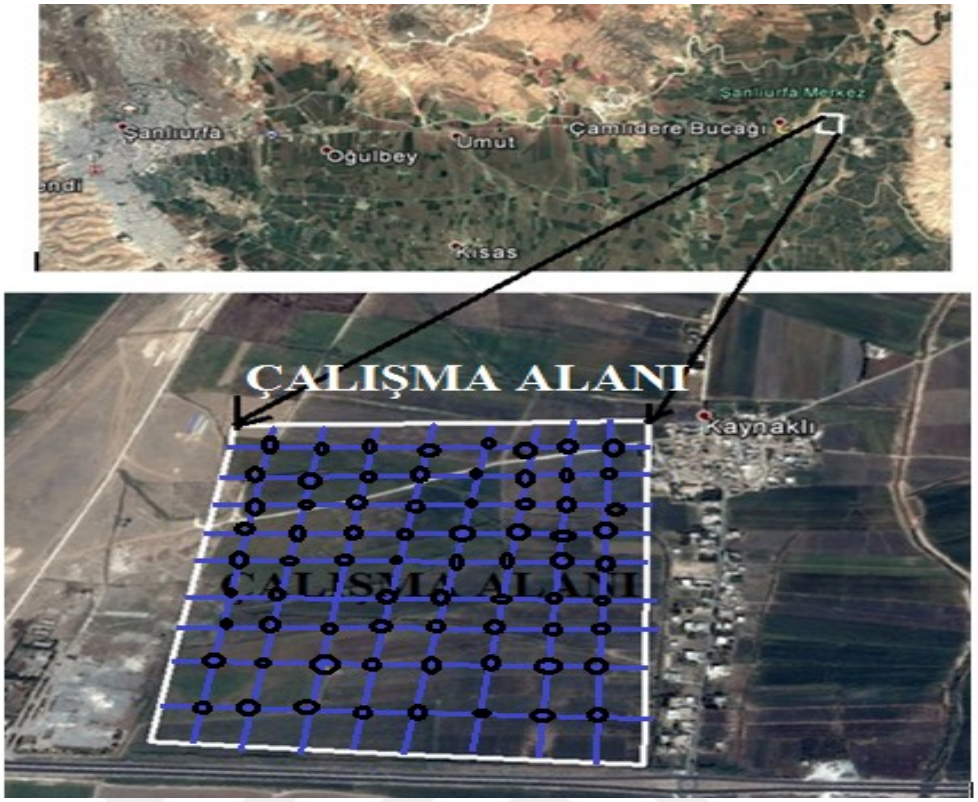
3.1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Şanlıurfa ilinin Haliliye ilçesine bağlı bulunan Kaynaklı köyü 37,159580 enlem ve 39,091106 boylamda yer almaktadır. Kaynaklı Köyü haritası konumu ise 37^0 9'34,4880" Kuzey ve 39^0 5' 27,9816" Doğu GPS koordinatlarıdır. Kaynaklı Köyü bağlı olduğu Şanlıurfa Merkez ilçe merkezine 26 kilometre mesafe uzaklıktadır. Yaklaşık 4000 da sulanabilir alanı kaplamaktadır. Toplam ekilen arazi 3600 da olup bunun 3200 da'ında pamuk ekimi yapılmaktadır. Toprakların geneli 2. Sınıf arazi grubunda yer almaktadır. Kaynaklı köyü nüfusu 1200 olup, rakımı 465 metredir.

Kaynaklı Köyü çevresinde bulunan çeşitli yerler ve Kaynaklı Köyü ile arasındaki mesafeler (Çizelge 3.1.).

Yer	Mesafe (km)	Yer	Mesafe (km)
Ağveran	8.5	Mağaracık	7.3
Akdoğan	7.2	Sacık Platosu	6.7
Aktaş	10.1	Şanlıurfa Plotosu	8.4
Anaz	5.9	Şenocak	3
Balkatan	2.1	Topraklı	6.7
Beşik	2.4	Yazılı kavak	8.2
Havşanlı	10.4	Yeşilyurt	3.6

Çizelge 3.1. Kaynaklı Köyü çevresinde bulunan çeşitli yerler ve konumları



Şekil 3.1. Çalışma Alanının Konumu

3.1.2. Toprak Örneklemesi

Cullap Sulama Birliği alanında bulunan Kaynaklı Köyü arazisinde toprak çeşitlerini temsil edecek şekilde GPS (Küresel Konumlama Sistemi) kullanılarak 2017 yılında pamuk tarımı yapılan arazilerden ekim öncesi (Nisan) ve Ekim sonrası (Temmuz) ve pamuk hasat sonrasında (Kasım) aylarında 0-30 cm derinliğinde yaklaşık 1x1 km^{2}'lik (1000 dekar) alanı temsil edecek şekilde toprak örneği alınmıştır. 1000 dekarlık alandaki arazi 100x100 m'lik gridlere bölünmüş ve gridlerin kesişim noktalarından GPS ile örnekleme yapılmıştır. Toplam alandan her çalışma döneminde 100 toprak örneklemesi yapılmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuarda kurutularak analize hazır hale getirilmiştir. Aynı zamanda koordinatlı olarak alınan örnekleme yerleri CBS yazılımında ilgili arazilere entegre edilmiştir. Alanın toprak veri tabanının oluşturulması için toprak serileri sayısallaştırılarak öznitelik tablosu hazırlanmış ve veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı bilgileri kullanılarak toprak örneklemesi ve dağılım yoğunluğu belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Analizleri

Araziden alınan bozulmuş toprak örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç, tekstür ve nitrat azotu analizleri yapılmıştır.

3.2.1.1.Toprak Reaksiyonu (pH) ve Elektriksel İletkenlik (EC)

Hava koşullarında kurutulup 2 mm elekten geçirildikten sonra analize hazır hale getirilen topraklar 1:2.5 toprak-su karışımı içinde pH ve EC metre ile ölçümler yapılmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak örneklerinin reaksiyonu 'cam elektrotlu pH metre' ile ölçülmektedir. Aktüel asitlik için topraklar $^1/_{2.5}$ oranında arı suyla; katyon değişim asitliği için ise $^1/_{2.5}$ oranında nKCL ile ıslatılıp bir gece bekletilip takiben ölçme yapılmıştır (Irmak, 1954; Jackson, 1962; Gülçur, 1974).

Elektriksel iletkenlik: Hazırlanan toprak saturasyonekstraktının 25^0 deki elektriksel iletkenliği 'Conductance Bridge' aletinde milisiemens/cm olarak ölçülmek suretiyle belirlendi (Jackson, 1962; Eruz, 1979).

3.2.1.2.Toprakların Kireç Miktarı (% $CaCO_3$)

HCL ile reaksiyona giren toprağın çıkardığı karbondioksit miktarının Scheiblerkalsimetresi ile ölçülmesi sonucu belirlendi (Nelson, 1982).

3.2.1.3.Tekstür (Bünye)

Hidrometre okuma yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi (Bouyoucoos, 1951). Organik madde miktarı: Topraklar hava kuruda kurutulup 0,5 mm'lik elekten elenir.

0.5 gr toprak 500 ml' lik erlenlerin içerisine konulur. Üzerine 10 ml potasyum dikromat eklenir. Toprak iyice ıslandıktan sonra üzerine 20 ml derişik sülfürik asit eklenir ve soğutulur daha sonra 180^0C de 20 dakika ısıtılır. Sonra tekrar soğutulur. Soğuduktan sonra üzerine 200 ml su eklenir iyice karıştırılır soğuduktan sonra 3-5 damla indikatör eklenir ve demir sülfat heptahidrat çözeltisi ile titre edilir (Walkley, ve ark. 1934).

3.2.1.4. Nitrat Azotu Tayini

Topraklar hava kuruda kurutulup 0.5 mm' lik elekten geçirilir. 10 gr. toprak örneğine 50 ml. Saf su ilave edilir. Bir saat 150 devirde çalkalandıktan sonra süzülerek süzükler elde edilir. Süzüklerden alınan 1 ml. Örneklerin üzerine 0.5 ml. TRI (1gr. Sodyum salisilat, 0.2 gr. NaCl, 0.1 gr. Amonyum sülfamat, 0.049 NaOH , 100 ml. Saf su) eklenir ve 200^0 C de buharlaştırılır. 1 ml.sülfürik asit eklenir. Üzerine 5 ml. Saf su ilave edilir. 5ml. NaOH ve 5 ml. Saf su eklenip, 410 nm. de spektrofotometrede okutulur (Yang ve ark, 1998).

3.2.2.1. CBS Analizleri ve Haritaları

Azot haritalaması (Nitrat) 3 toprak örneklemesi için yapılmıştır.

2017 yılı Nisan Temmuz ve Kasım ayları için alınan toprak örneklemesinde, NO_3 analizleri koordinatlı olarak ArcGIS yazılımına yüklenmiş ve jeoistatistik haritalama için hazırlanmıştır.

Toprakta nitrat (NO_3) azot haritalanması için 1x1 km'lik alan içinde ve her 100x100 metrelik gridlerle aralıklarla 0-30 cm derinliğinden alınan ve nitrat (NO_3) analizleri ArcGIS yazılımına entegre edilmiştir. Örnek alınan alanlardaki analiz değerleri (NO_3) kullanılarak ordinary kriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak NO_3 dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Nitrat azotu dağılım haritaları arasındaki ilişki ve nitratın zamansal değişimi yorumlanmıştır.

3.2.2.2. Jeoistatistiksel Analiz

Ordinary kriging yaygın olarak kullanılan bir mekansal enterpolasyon metodu olup, örnek alınmamış yerlerdeki özelliklerin tahmininde kullanılmaktadır. Tahmin yapılırken, komşu örneklerin değerlerinden yararlanılmakta ve onlara tahmin edilecek noktaya olan mesafelerine göre ağırlıklı ortalama tayin etmektedir ve OK Denklem (3.1) ile ifade edilmektedir;

$$Z^*_{OK}(x_0) = \sum_{i=1}^{n} w_i Z(x_i)$$

Denklem 3.1. OK'un Formülü

burada $Z^*_{OK}(x_o)$ örnek alınmamış yerdeki (x_o) tahmin, n komşu aralıktaki örnek sayısı ve w_i inci örneğe atanan ağırlık $Z(x_i)$'dır,

Her bir örneğe atanan ağırlıkların uygun bir şekilde belirlenmesi, krigingvaryansının ($E[\{Z^*(x_0) - Z(x_0)\}^2]$) en düşük olmasını ve tahminlerin geçerli olmasını sağlar (Webster ve Oliver, 2001). Kriging ağırlıkları örnekler arasındaki kovaryansın hesaplanmasını ve uzaysal korelasyonu modellenmesini sağlayan semivariogramların hesaplanmasıyla tespit edilmiştir.

Semivaryans (3.2) formülü ile hesaplanmıştır (Journel ve Huijbregts,1981);

$$\hat{\gamma}(h) = 0.5n\sum_{i=1}^{n}[Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2$$

Denklem 3.2. Semivaryans Formülle

Burada h mesafesinde yer alan noktalar arasındaki semivaryans, $Z(x_i)$ ve $Z(x_i+h)$, h kadar bir mesafe ile birbirinden ayrılmış olan örnekleme noktaları, n ise h mesafedeki örnek çiftlerinin sayısı göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bitkisel üretimde yüksek verim için en çok azota (N) ihtiyaç duyulmaktadır (Kacar 1984, Aktaş 1995).

Azot atmosferde fazlaca bulunmasına rağmen, bitkiler tarafından alınamamaktadır. N_2 bitki tarafından kullanılabilen azot formu değildir. Bitkiler azotu nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde absorbe ederler. Bunlardan başka baklagil bitkileri havanın bağımsız haldeki azotundan da yararlanabilirler. Bitki bünyesine alınan azot indirgenmekte ve ($-NH_2$) şekline dönüşmektedir. Daha sonra indirgenmiş azot yağ asitleri ile birleşerek amino-asitleri oluşturmakta ve dolayısıyla protoplazmanın yapımında rol oynamaktadır. Böylece azot tüm canlı varlıkların asal yapımaddesi görevini üstlenmektedir. Klorofil moleküllerinin yapılarında da yer alan azot, bitkilerin koyu yeşil renk almalarına ve kuvvetli gelişmelerine sebep olmaktadır. Azot eksikliğinde protein ve enzimlerin sentezinde yavaşlama, bitki gelişmesinin durması ve bodurlaşması, bitki renginde solma ve sararma, dolayısıyla klorofil ve fotosentezde azalmaya neden olur (Kaçar 1984).

Azot, bitki büyümesi ve gelişimi için temel bir elementtir; Bununla birlikte, çevre kirliliği nedeniyle, bu yapraklı sebzelerin yenilebilir kısımlarında, özellikle aşırı azotlu gübre uygulanmışsa, yüksek nitrat konsantrasyonları birikir. Bu bitkileri tüketmek insan sağlığına zarar verebilir; Bu nedenle, azotlu gübrenin tarımsal uygulaması için uygun bir strateji geliştirmek önemlidir (Liu ve ark., 2014).

Azot toprağa gübre olarak organik veya inorganik şekilde verilmektedir. Organik azot biyolojik olarak mineralizasyona uğrayarak önce amonyum azotuna, bu da nitrifikasyona uğrayarak nitrat azotuna dönüşmektedir (Güneş ve Aktaş, 1992).

Hangi şekilde olursa olsun, toprağa verilen azotun bitki tarafından alınmayan kısmının ne kadarının toprakta kaldığının bilinmesi kayıpların tahmininde önemli veriler olacaktır. Arazilerden noktasal olarak alınan örnekler, o alanı temsil etmekle birlikte koordinatlı olarak ve farklı noktalardan alınan örnekleme ile yapılan

haritalama ile geniş alanları tahmin etmek mümkün olmaktadır. Bu nedenle her bir ürün için gübreleme öncesi, bitki gelişim dönemi ortası ve hasat sonrası örnekleme yapmak, toprakta kalan azotu belirlemek açısından izlenmesi gereken yoldur.

Bitki gelişimine olumlu etkisi olmakla birlikte toprağa verilen fazla gübre topraktan yıkanarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır. "Fazla Gübre Yüksek Verim" algısı, çiftçilerde geleneksel olarak fazla gübre kullanımının en önemli nedenlerinden birisidir. Bilimsel çalışmalar, gübreleme öncesi toprak analizinin yapılması ve azot gübresinin toprak ve iklimsel özelliklere göre kullanılması gerektiğini söylemektedir.

Tarımsal üretimde en önemli girdilerden biri gübredir. Yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşın fazla uygulanması durumunda ise taban ve yüzey sularınınn kirliliğine, azot oksit (NO, N_2O, NO_2) emisyonu ile hava kirliliğine neden olmaktadır (Güler 2004).

Genelde toprak analizinden sonra azot gübrelemesi yapılması gerekirken, çiftçiler çoğunlukla analiz yapmadan ve geleneksel duyumlarla gübreleme yapmaktadır. Bu durum bazı zamanlarda toprağa fazla miktarda azotlu gübrelerin verilmesiyle sonuçlanmaktadır. Bitki ihtiyacından fazla kullanılan azot gübreleri, taban sularına doğru yıkanabilmekte veya atmosfere karışarak ekonomik kayıp ve küresel ısınmaya neden olabilmektedir.

4.1. Çalışma Alanında Çiftçi Gübre Uygulamaları

Harran Ovası'nda sulu tarım yapılan arazilerde yaygın bitki olarak pamuk tercih edilmektedir. Çalışma alanı olan Kaynaklı Köyü ovanın kuzeyinde yer almakta olup, arazilerin yaklaşık %10'luk bölümünde buğday ekimi ve hemen arkasından ikinci ürün mısır üretimi yapılmaktadır. Yaygın ürün olan pamuk bitkisinde taban gübre ortalaması olarak 30 kg 20-20 ve üst gübre olarak ortalama 60 kg üre ve diğer azotlu gübrelerin kullanıldığı anket çalışması ile elde edilmiştir. Çiftçiler ekim öncesi gübre analizini yaptırmazken, araziye uyguladığı gübre dozları ve zamanı ise

çevredeki duyumlardandır. Bilindiği gibi toprağa verilen azot bitkinin ihtiyaç duyduğu kadarı topraktan almakta ve geriye kalan gübrenin çok az bir kısmı bir sonraki yıla kalmaktadır.

Yapılan sulama ile birlikte ürün veriminin yükselmesi nedeniyle aşırı gübre kullanımı yaygınlaşmıştır. Toprağa verilen fazla azotun hareketliliğinin yüksek olması nedeniyle aşırı sulamalar ile yıkanarak kayıplara neden olmaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalarda yılda hektar başına azot kaybının 100-500 kg olduğu tespit edilmiştir (Fried ve Broeshart, 1967). Fazla azot gübresi kullanımı sonucunda sadece su kaynakları kirlenmemekte, aynı zamanda insan ve hayvan sağlığı tehdit edilmektedir (Kaplan ve ark. 1999, Sönmez ve ark. 2007).

Türkiye'nin birçok bölgesinde olduğu gibi, Harran Ovası'ndaki çiftçilerin toprağa uyguladıkları fazla azotlu gübre, bitkiler tarafında alınan ve toprakta kalan miktarın tahmininin yapılması bu çalışmanın ana fikir noktasını oluşturmuştur. Ovada yaygın bitki olan pamuk bitkisi için uygulanan gübre dozu ve zamanı verilen gübrenin ne kadarının bitki tarafından alındığı ve ne kadarının yıkanma ve gaz haliyle kayıplara uğradığının tahmini önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Harran Ovası Cullap Sulama Birliği alanında yer alan Kaynaklı köyünden seçilen 1000 dekarlık alanda ekim öncesi, ekim ortası ve hasat sonu GPS kullanılarak 0-30 cm derinlikten 100 m x 100 m aralıklarla koordinat verili toprak örneklemesi yapılmıştır.

Toprağa farklı formlarda verilen azotlu gübrelerin çoğunlukla nitrat formuna dönüşerek bitki tarafından alındığı ve geriye kalan miktarının iklimsel özellikler ve toprak karakteristiklerine göre yıkandığı düşünüldüğünde, hasat sezonu sonunda ne kadar nitratın toprakta kaldığının haritalama ile belirlenmesi yol gösterici olacaktır.

Bu çalışmada özellikle hasat sezonu sonucunda ne kadar nitratın toprakta kaldığının alansal olarak belirlenmesi, azotun kullanım etkinliği, uygulama miktarının belirlenmesi ve kayıplarının tahmini açısından önemli fikirler sunacaktır.

4.2. Toprak Örneklerinde Nitrat (NO_3) Analizlerinin Yapılması

1000 dekarlık alanda 100x100 m aralıklarla ve 0-30 cm derinlikten 3 farklı zamanda (ekim öncesi, ekim ortası ve hasat sonu) alınan topraklar laboratuvarda analiz edilerek azot (NO_3) miktarı mg/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Ekim Öncesi Alınan Topraklarda Nitrat ve Diğer Bazı Analiz Değerleri

Örnek No	NO_3 Miktarı (mg/kg)	pH (Ext.)	Toprak Tuz İçeriği EC (µS/cm)	Kireç (%)	%Kil	%Silt	%Kum	Bünye Sınıfı
1	45,16	7,2	1016	20,05	45,76	22	32,24	Killi
2	50,47	7,3	1365	25,08	53,76	16	30,24	Killi
3	54,09	7,3	1019	21,06	53,76	18	28,24	Killi
4	58,93	7,5	987	30,4	47,26	18,5	34,24	Killi
5	15,88	7,6	720	19	49,76	20	30,24	Killi
6	23,57	7,4	772	24,3	47,76	18	34,24	Killi
7	12,03	7,4	929	19	47,76	24	28,24	Killi
8	17,74	7,6	796	20	43,76	24	32,24	Killi
9	17,74	7,4	758	20	53,76	18	28,24	Killi
10	55,09	7,4	919	20,1	41,76	28	30,24	Killi
11	37,97	7,4	770	29,6	53,76	16	30,24	Killi
12	8,06	7,6	922	18,2	41,76	28	30,24	Killi
13	18,61	7,4	848	20,1	39,76	26	34,24	Killi
14	36,85	7,4	1011	25,08	53,76	16	30,24	Killi
15	37,34	7,3	1074	23,9	47,76	20	32,24	Killi
16	14,39	7,1	964	20,1	41,76	28	30,24	Killi
17	40,57	7,5	903	29,6	49,76	20	30,24	Killi
18	12,66	7,5	713	19	39,76	26	34,24	Killi
19	11,29	7,3	943	20,6	30,24	20	32,24	Killi
20	21,22	7,6	933	19,7	41,76	28	30,24	Killi
21	23,20	7,2	947	27,7	39,76	26	34,24	Killi
22	19,85	7,4	772	20,5	41,76	22	36,24	Killi
23	11,79	7,5	799	19	49,76	22	28,24	Killi
24	14,76	7,3	861	26,6	47,76	28	24,24	Killi
25	31,20	7,3	811	19	51,76	22	26,24	Killi
26	47,64	7,3	886	17	45,76	22	32,24	Killi
27	34,24	7,6	841	24,3	47,76	22,2	30,04	Killi
28	12,66	7,7	874	19,07	32,24	18	28,24	Killi
29	56,58	7,2	974	19	43,76	22	34,24	Killi
30	62,10	7,3	892	21	47,76	19	32,24	Killi
31	67,62	7,5	898	18,2	49,76	18	32,24	Killi
32	18,36	7,5	962	27,3	53,76	6	40,24	Killi
33	9,43	7,4	881	19	47,76	24	28,24	Killi
34	15,88	7,2	834	20,1	47,76	24	28,24	Killi
35	55,31	7,2	1054	20,1	43,76	24	32,24	Killi
36	54,09	7,5	806	22,4	51,76	14	34,24	Killi

Çizelge 4.1. (Devam).

37	12,66	7,6	910	20,09	45,76	24	30,24	Killi
38	81,51	7,0	1005	18,6	47,76	20	32,24	Killi
39	25,93	7,4	794	25,8	43,76	20	36,24	Killi
40	7,32	7,2	1013	24,3	45,76	22	32,24	Killi
41	33,87	7,5	723	28,12	49,76	20	30,24	Killi
42	22,83	7,4	800	28,1	45,76	22	32,24	Killi
43	55,46	7,5	720	18,1	51,76	22	26,24	Killi
44	23,20	7,5	871	16,3	47,76	28	24,24	Killi
45	42,18	7,4	1430	26,6	49,76	22	28,24	Killi
46	48,39	7,5	871	17,8	41,76	22	36,24	Killi
47	63,15	7,4	1013	18,1	47,76	20	32,24	Killi
48	70,60	7,5	844	20,14	45,76	22	32,24	Killi
49	11,29	7,5	862	19	53,76	16	30,24	Killi
50	21,22	7,5	759	24,3	53,76	16	30,24	Killi
51	83,75	7,2	762	19,7	47,76	20	32,24	Killi
52	63,77	7,5	762	27,3	41,76	22	36,24	Killi
53	59,93	7,6	983	21,2	49,76	18	32,24	Killi
54	53,97	7,5	779	12,1	41,76	22	36,24	Killi
55	36,48	7,5	833	36,4	43,76	20	36,24	Killi
56	31,27	7,4	743	18,13	45,76	22	32,24	Killi
57	27,05	7,4	726	25,08	49,76	22	28,24	Killi
45	36,23	7,4	1430	26,6	49,76	22	28,24	Killi
46	11,54	7,5	871	17,8	41,76	22	36,24	Killi
47	39,08	7,4	1013	18,1	47,76	20	32,24	Killi
48	29,16	7,5	844	20,14	45,76	22	32,24	Killi
49	20,35	7,5	862	19	53,76	16	30,24	Killi
50	19,85	7,5	759	24,3	53,76	16	30,24	Killi
51	9,55	7,2	762	19,7	47,76	20	32,24	Killi
52	39,58	7,5	762	27,3	41,76	22	36,24	Killi
53	38,34	7,6	983	21,2	49,76	18	32,24	Killi
54	57,94	7,5	779	12,1	41,76	22	36,24	Killi
55	41,56	7,5	833	36,4	43,76	20	36,24	Killi
56	33,87	7,4	743	18,13	45,76	22	32,24	Killi
57	22,83	7,4	726	25,08	49,76	22	28,24	Killi
58	55,46	7,5	656	20,6	41,76	22	36,24	Killi
59	23,20	7,5	833	28,1	47,76	20	32,24	Killi
60	42,18	7,5	732	20,5	41,76	22	36,24	Killi
61	48,39	7,2	826	21,4	43,76	20	36,24	Killi
62	63,15	7,3	881	37,2	41,76	22	36,24	Killi
63	70,60	7,4	971	22,8	45,76	22	32,24	Killi
64	11,29	7,4	771	25,08	39,76	26	34,24	Killi
65	21,22	7,6	1016	19,3	39,76	22	33,84	Killi
66	83,75	7,5	808	19	53,76	18	28,24	Killi
67	63,77	7,6	720	22,1	45,76	22	32,24	Killi
67	59,93	7,3	852	19	41,76	28	30,24	Killi
68	53,97	7,4	795	25,08	43,76	24	32,24	Killi
70	36,48	7,3	737	27,3	53,76	18	28,24	Killi
71	31,27	7,4	866	23,5	41,76	28	30,24	Killi
72	27,05	7,4	707	20,1	47,76	20	32,24	Killi
73	17,74	7,4	782	21,2	49,76	20	30,24	Killi
74	49,13	7,2	947	25,4	41,76	22	36,24	Killi

Çizelge 4.1. (Devam).

75	57,69	7,4	768	17	47,76	28	24,24	Killi
76	21,96	7,5	809	26,6	45,76	22	32,24	Killi
77	22,21	7,4	773	25,08	45,76	22	32,24	Killi
78	46,77	7,3	820	19,7	43,76	22	34,24	Killi
79	64,89	7,6	871	17	49,76	18	32,24	Killi
80	12,90	7,0	869	17,3	47,76	24	28,24	Killi
81	89,45	7,4	983	21	43,76	24	32,24	Killi
82	52,11	7,2	910	18,1	45,76	24	30,24	Killi
83	46,71	7,3	901	19	43,76	20	36,24	Killi
84	41,32	7,3	824	25,08	49,76	20	30,24	Killi
85	66,50	7,5	777	26,6	45,76	22	32,24	Killi
86	28,29	7,5	888	22,8	47,76	28	24,24	Killi
87	51,36	7,5	902	22,04	49,76	22	28,24	Killi
88	34,24	7,6	933	24,3	43,76	20	36,24	Killi
89	72,33	7,4	806	17,8	41,76	22	36,24	Killi
90	72,33	7,5	899	19	45,76	22	32,24	Killi
91	33,13	7,4	1041	24,7	32,24	26	34,24	Killi
92	132,63	7,0	867	20,1	39,76	22	33,84	Killi
93	40,57	7,4	849	19	53,76	18	28,24	Killi
94	46,15	7,0	1005	19	53,76	18	28,24	Killi
95	51,74	7,5	1050	26,6	43,76	24	32,24	Killi
96	57,32	7,0	954	19	47,76	24	28,24	Killi
97	54,53	7,31	1218	13,6	47,76	18	34,24	Killi
98	51,27	7,4	923	15,2	53,76	18	28,24	Killi
99	48,01	7,0	752	19	49,76	20	30,24	Killi
100	36,66	7,4	726	22,16	47,26	18,5	34,24	Killi
101	25,31	7,4	753	19	45,76	22	32,24	Killi
102	59,93	7,2	824	18,6	32,24	26	34,24	Killi
103	58,81	7,2	850	21,2	43,76	24	32,24	Killi

Bitkinin aldığı azot miktarını tahmin etmek için pamuk gelişiminin ortalarına yakın bir zaman olan Temmuz ayında yapılan örneklemenin analiz sonuçları (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Pamuk Gelişim Ortası Toprak Örn. Nitrat ve Bazı Analiz Değerleri

Örnek No	**NO_3 Miktarı (mg/kg)**	**pH (Ext.)**	**Toprak Tuz İçeriği EC (µS/cm)**	**Kireç (%)**	**%Kil**	**%Silt**	**%Kum**	**Bünye Sınıfı**
1	48,80	7,5	1210	19,0	51,76	14	34,24	Killi
2	12,78	7,7	1011	22,4	45,76	24	30,24	Killi
3	36,57	7,2	2330	19,7	43,76	20	30,24	Killi
4	21,22	7,5	1674	19,7	51,76	22	26,24	Killi
5	13,50	7,8	1050	25,1	49,76	22	28,24	Killi
6	14,95	7,5	1707	20,01	39,76	26	34,24	Killi
7	12,42	7,4	1569	19,3	41,76	28	30,24	Killi
8	10,04	7,2	2630	19,7	43,76	24	32,24	Killi
9	12,70	7,4	1521	19,3	47,76	22,2	30,04	Killi

Çizelge 4.2. (Devam)

10	11,12	7,5	1489	25,08	53,76	18	28,24	Killi
11	12,86	7,4	1459	19,0	43,76	22	34,24	Killi
12	8,92	7,7	1332	19,3	47,76	19	32,24	Killi
13	8,43	7,5	1692	19,7	49,76	18	32,24	Killi
14	15,43	7,6	1525	27,3	47,76	24	28,24	Killi
15	17,28	7,7	829	21,2	47,76	28	24,24	Killi
16	27,75	7,7	1025	21,2	45,76	26	28,24	Killi
17	10,89	7,8	1650	28,1	43,76	24	32,24	Killi
18	21,22	7,3	2250	19,0	45,76	24	30,24	Killi
19	23,31	7,3	2130	21,0	47,76	20	32,24	Killi
20	26,19	7,6	1049	25,8	47,76	28	24,24	Killi
21	13,82	7,3	2271	21,2	43,76	20	36,24	Killi
22	15,92	7,3	3620	15,2	43,76	22	34,24	Killi
23	15,03	7,3	1812	19,7	49,76	20	30,24	Killi
24	20,47	7,8	1011	19,0	45,76	22	32,24	Killi
25	17,09	7,7	1022	19,7	51,76	22	26,24	Killi
26	62,57	7,4	1669	19,7	47,76	28	24,24	Killi
27	20,26	7,4	1573	19,0	49,76	22	28,24	Killi
28	10,75	7,6	1669	22,0	41,76	22	36,24	Killi
29	22,78	7,0	4390	20,01	47,76	20	32,24	Killi
30	22,61	7,1	6150	19,0	39,76	26	34,24	Killi
31	64,30	7,6	1060	19,0	41,76	28	30,24	Killi
32	17,19	7,4	2013	24,3	43,76	24	32,24	Killi
33	15,51	7,6	2280	21,2	47,76	18	34,24	Killi
34	23,79	7,4	1833	19,3	47,76	20	32,24	Killi
35	18,23	7,1	3740	19,0	49,76	22	28,24	Killi
36	45,50	7,5	1360	17,4	51,76	22	26,24	Killi
37	7,88	7,8	906	21,6	47,76	28	24,24	Killi
38	10,87	7,5	1521	21,0	47,76	19	32,24	Killi
39	10,05	7,4	2150	16,7	47,76	24	28,24	Killi
40	25,24	7,2	2920	19,0	47,76	28	24,24	Killi
41	25,85	7,4	2151	21,0	45,76	26	28,24	Killi
42	30,01	7,4	1637	19,7	43,76	20	30,24	Killi
43	21,98	7,7	1400	19,0	51,76	22	26,24	Killi
44	27,70	7,65	1319	23,5	41,76	28	30,24	Killi
45	14,20	7,5	1807	19,3	43,76	24	32,24	Killi
46	12,83	7,6	1085	19,1	49,76	18	32,24	Killi
47	16,86	7,5	1756	19,7	45,76	24	30,24	Killi
48	23,15	7,8	835	24,2	47,76	18	34,24	Killi
49	29,26	7,6	1197	19,3	43,76	22	34,24	Killi
50	9,16	7,5	1487	20,5	47,76	20	32,24	Killi
51	31,19	7,3	2800	19,0	49,76	18	32,24	Killi
52	14,77	7,6	1344	20.0	47,76	22,2	30,04	Killi
53	7,15	7,6	1136	19,0	51,76	22	26,24	Killi
54	9,14	7,6	1362	19,0	45,76	26	28,24	Killi
55	13,51	7,5	1450	19,3	45,76	24	30,24	Killi
56	16,24	7,5	2055	19,3	45,76	24	30,24	Killi
57	15,29	7,7	998	20,5	43,76	22	34,24	Killi
58	9,75	7,6	1157	19,0	47,76	28	24,24	Killi
59	19,79	7,8	1683	20,5	45,76	22	32,24	Killi
60	60,51	7,4	1177	21,2	41,76	28	30,24	Killi
61	12,13	7,5	1560	22,0	49,76	22	28,24	Killi

Çizelge 4.2. (Devam)

62	46,21	7,7	952	21,0	45,76	22	32,24	Killi
63	12,54	7,5	1321	21,0	47,26	18,5	34,24	Killi
64	9,14	7,5	1420	22,8	49,76	22	28,24	Killi
65	13,78	7,5	1285	19,7	51,76	22	26,24	Killi
66	12,54	7,6	2094	19,0	45,76	22	32,24	Killi
67	16,88	7,4	1646	20,5	47,26	18,5	3424	Killi
68	20,50	7,5	2380	19,0	43,76	20	36,24	Killi
69	15,83	7,7	921	19,7	45,76	22	32,24	Killi
70	16,76	7,6	1882	24,3	49,76	20	30,24	Killi
71	15,81	7,6	1598	19,0	41,76	28	30,24	Killi
72	9,47	7,7	1187	19,0	43,76	22	34,24	Killi
73	14,44	7,5	1458	22,0	43,76	20	36,24	Killi
74	41,00	8,0	1054	25,8	47,76	20	32,24	Killi
75	17,14	7,7	909	20,1	45,76	24	30,24	Killi
76	12,38	7,8	1802	22,1	43,76	24	32,24	Killi
77	8,23	7,8	1071	22,4	45,76	26	28,24	Killi
78	29,98	7,6	876	22,4	47,76	28	24,24	Killi
79	58,76	7,5	1409	19,1	49,76	18	32,24	Killi
80	11,25	7,8	1203	20,1	53,76	18	28,24	Killi
81	13,60	7,6	1213	16,7	47,76	19	32,24	Killi
82	10,20	7,5	1402	19,7	43,76	22	34,24	Killi
83	41,90	7,4	2330	19,0	47,76	22,2	30,04	Killi
84	18,81	7,4	2050	19,0	43,76	24	32,24	Killi
85	25,00	7,5	1648	20,5	51,76	22	26,24	Killi
86	17,92	7,5	1794	20,1	47,76	18	34,24	Killi
87	9,24	7,6	1041	30,24	45,76	26	28,24	Killi
88	80,04	7,5	1124	19,0	43,76	24	32,24	Killi
89	26,23	7,5	1452	19,0	45,76	24	30,24	Killi
90	15,43	7,4	1100	20,1	47,76	20	32,24	Killi

Pamuk hasat sonu toprağındaki nitrat birikimini belirlemek amacıyla çalışma alanında koordinatlı olarak 38 toprak örneği alınarak analiz edilmiştir. Nitrat analiz değerleri (mg/kg) (Çizelge 4.3)'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Pamukta Hasat Sonrası Yapılan Örn. ile Toprakta Kalan Nitrat Miktarı

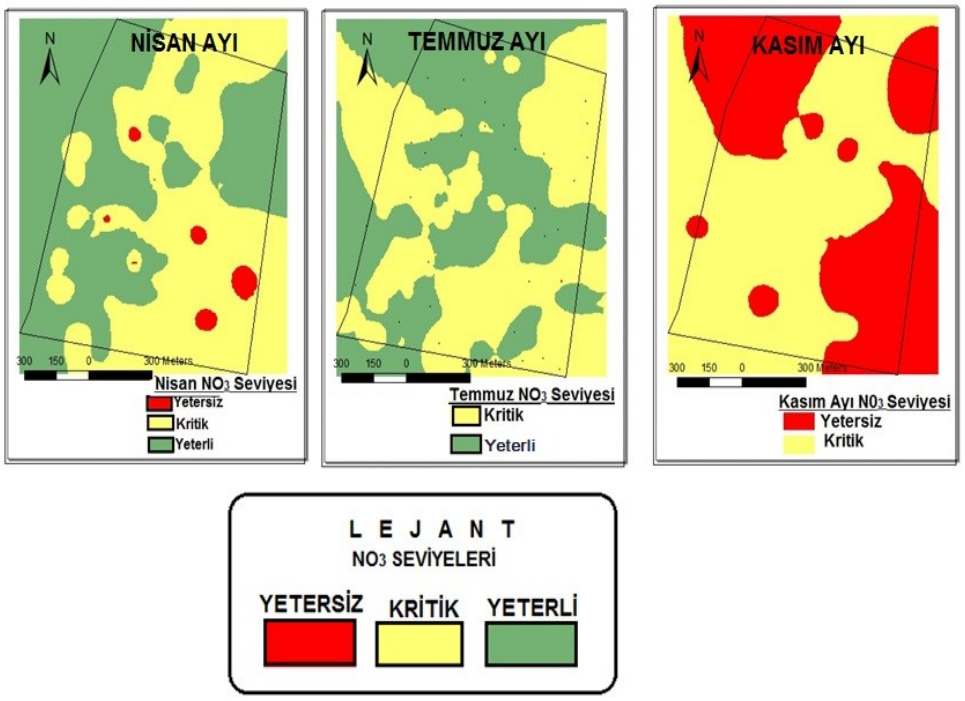
Örnek No	**NO_3 Miktarı (mg/kg)**	**pH (Ext.)**	**Toprak Tuz İçeriği EC (µS/cm)**	**Kireç (%)**	**%Kil**	**%Silt**	**%Kum**	**Bünye Sınıfı**
1	4,	8,0	1399	27,4	45,76	26	28,24	Killi
2	15,9	7,8	1248	34,2	43,76	22	34,24	Killi
3	17,4	7,7	1725	29,7	43,76	22	34,24	Killi
4	3,7	7,8	1502	31,9	43,76	22	34,24	Killi
5	7,4	7,9	1229	34,2	47,76	19	33,24	Killi
6	28,7	7,7	1766	29,64	49,76	18	32,24	Killi
7	0,58	8,1	849	34,2	47,76	19	33,24	Killi
8	2,3	7,8	1813	26,9	43,76	24	32,24	Killi
9	12,2	7,7	1879	27,4	43,76	22	34,24	Killi

Çizelge 4.3. (Devam)

10	7,5	7,8	941	34,2	47,76	19	32,24	Killi
11	34,0	7,8	1489	22,04	47,76	20	32,24	Killi
12	1,9	8,0	1283	29,64	43,76	22	34,24	Killi
13	15,1	7,8	1324	21,28	45,76	26	28,24	Killi
14	13,7	7,7	1766	20,52	43,76	22	34,24	Killi
15	0,9	8,0	978	21,2	47,76	20	32,24	Killi
17	1,4	8,3	956	28,8	47,76	20	32,24	Killi
18	2,2	8,2	824	19,8	45,76	26	28,24	Killi
19	6,9	8,1	1202	31,2	45,76	26	28,24	Killi
20	4,7	8,0	2100	27,4	47,76	20	32,24	Killi
21	18,9	7,6	2410	30,4	43,76	22	34,24	Killi
22	2,5	7,6	974	27,4	43,76	22	34,24	Killi
23	4,53	8,1	910	30,4	43,76	26	30,24	Killi
24	33,4	7,7	1718	30,02	47,76	20	32,24	Killi
25	4,4	8,0	803	32,6	47,76	28	24,24	Killi
26	8,5	7,9	994	33,4	45,76	26	28,24	Killi
27	0,3	7,9	1073	30,4	53,76	16	30,24	Killi
28	1,8	8,0	727	30,04	47,76	19	32,24	Killi
29	0,4	7,7	1345	25,08	39,76	26	34,24	Killi
30	20,5	7,2	1455	24,3	43,76	22	34,24	Killi
31	2,3	8,0	636	25	51,76	22	26,24	Killi
32	5,3	8,0	885	20,52	47,76	28	24,24	Killi
33	16,7	7,9	1100	22,1	43,76	24	32,24	Killi
34	4,0	8,0	1126	18,3	49,76	18	32,24	Killi
35	43,4	7,7	2142	18,3	47,76	19	33,24	Killi
36	3,2	8,0	895	22,8	43,76	22	34,24	Killi
37	4,4	8,0	1047	25	47,76	18	34,24	Killi
38	12,5	7,9	1070	22,8	47,76	18	34,24	Killi

4.3. Nitrat Haritalaması ve Zamansal Değişim

3 farklı zamanda; a)pamuk ekim öncesi (nisan), b)pamuk gelişim ortası (temmuz) ve c)hasat sonu (Kasım) koordinatlı olarak alınan toprak örneklerinde yapılan nitrat analizleri (Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3) kullanılarak ArcGIS yazılımında jeoistatistiksel olarak analiz edilerek haritalanmıştır. Harran Ovası'nda genelde pamuk ekim işlemleri nisan ayı sonu ve mayıs ayı başlarında yapılmaktadır. Bu nedenle araştırma alanında ekim öncesi gübreleme yapılmadan ilk toprak örneklemesi tamamlanmıştır. 3 farklı zamanda alınan topraklarda yapılan ve Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'de verilen Nitrat değerleri (mg/kg) kullanılarak çalışma alanının nitrat (NO_3) haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Nisan, Temmuz ve Kasım Aylarına Ait Nitrat Haritaları ve Referens Değerleri

Toprakta analiz edilen nitrat miktarları Şekil 4.1.'de verilen lejanda göre yapılmıştır. Lejand sınıflamasına göre, kırmızı renkler toprakta yetersiz miktarlarda nitrat bulunduğunu, sarı renkler toprakta kritik değerlerde nitrat bulunduğunu ve yeşil renkler ise toprakta yeterli derecede nitrat değerlerinin bulunduğunu göstermektedir. Toprakta analiz edilen nitrat miktarları referans diğerler (Bagshaw ve ark., 2010) ile karşılaştırılmıştır. Bagshaw ve ark. (2010)'na göre, topraktaki nitrat değerlerinin bitkiden bitkiye göre değişmekle birlikte genellikle 10-50 mg/kg arasında olmasının arzu edildiğini, 0-10 mg/kg'lık değerlerin yetersiz, 10-20 mg/kg'lık değerlerin kritik değere yakın olduğu ve 20-40 mg/kg'lık değerlerin ise yeterlilik seviyesinde olduğunu vurgulamışlardır. 50 mg/kg'ın üstündeki değerlerin ise aşırılık seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir.

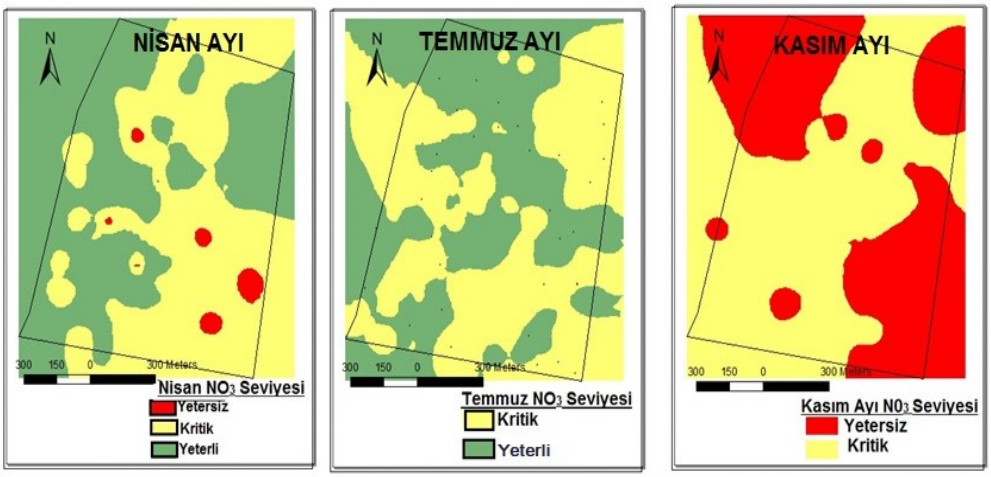
Şekil 4.1'deki haritalar incelendiğinde pamuk ekim öncesi (nisan) 20-40 mg/kg değerleri ile 10-20 mg/kg arasındaki nitrat dağılım alanlarının haritalanın neredeyse tamamına yakın bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. Pamuk ekim öncesi toprağa gübre verilmediği halde, toprakta bulunan bu fazla nitratın topraktaki organik madde ve önceki zamanlardan kalan gübrelemeden kaynaklanabilir.

Aydemir (1979), bildirdiğine göre, gübrelerle toprağa uygulanan azotun yaklaşık % 50'si bitkilerce ilk yıl alınmakta, % 30'u mikroorganizmalarca fiske edilmekte, % 15'i denitrifikasyonla ve % 5'i de yıkanma ile kaybolmaktadır. Allisona (1955), toprağa uygulanan azotlu gübrelerdeki azotun bir kısmı amonyak şeklinde uçarak kaybolmakta ve bu miktar bazı şartlar altında % 50'ye kadar çıkabilmektedir. Bu şekilde ortaya çıkan azot kayıpları toprağın CaCO3 miktarı, toprak pH'sı, uygulanan gübrenin cinsi, uygulanan gübrenin azot konsantrasyonu, gübrenin uygulama şekli ve diğer bazı toprak özellikleri ile ilgili bulunmaktadır. Topraklara uygulanan üre, reaksiyonun ilk aşamasında bazik bir etki yaparken, son etki olarak toprakta nitrik asit meydana gelir ve toprağa asidik etki yapar (Topbaş, 1987).

Pamuk gelişim ortasına doğru (temmuz ayında) alınan toprak örneklerindeki nitrat miktarının azalma göstermesine rağmen, alanın çoğunluğunun nitrat miktarının 10-40 mg/kg değerleri arasında olduğu anlaşılmaktadır. Pamuk ekimi ve kardeşlenme ile birlikte verilen yaklaşık 25 kg N miktarına rağmen, nisan ayına göre azalma göstermesinin nedeni, azotun bitki tarafından fazla kullanılmasından dolayıdır.

Pamuk hasadı sonrası topraktaki nitrat azot miktarını belirlemek için Kasım ayında alınan toprakların önemli bir kısmındaki nitrat dağılımının nisan ve temmuz aylarına göre önemli derecede azaldığı, tüm alandaki dağılımın yetersiz ve kritik değerler arasında olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Bu durum, pamuk hasat sonrası topraklarda yeterlilik seviyesinde nitratın kalmadığının bir işaretidir. Temmuz ayından sonra pamukta sulama sayısı ve bitki gelişimindeki artış, azot tüketimdeki fazlalaşmanın önemli nedenleridir.

Pamuk ekim öncesi, ortası ve hasat sonu topraktaki nitratın yeterlilik durumunu belirlemek için ArcGIS yazılımındaki nitrat değerleri yetersiz, kritik ve yeterli olarak 3 sınıfa ayrılarak haritalanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Farklı 3 Zamanda Nitratın Yeterlilik Haritalaması

Şekil 4.2.'deki haritalar incelendiğinde pamuk ekim öncesi toprakta yeterli ve kritik seviyelerde nitrat olduğu, Temmuz ayında ise aynı alanın bir kısmının kritik seviyeye düştüğü ve hasat sonunda ise arazilerin tamamına yakınının yetersiz ve kritik nitrat değerlerine kadar azaldığı anlaşılmaktadır. Bu da kasım ayındaki haritalamada nitrat sınıfının yetersiz ve kritik değerleri arasında yer alması, azotun önemli bir kısmının pamuk tarafından kullanılmasından dolayıdır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) sulamalarından sonra Harran Ovası'nda pamuk bitkisi en fazla ekimi yapılan ürün olarak tercih edilmektedir. Bölge ikliminin uygun olması yanında, son yıllarda pamuk destekleme ve satış fiyatlarının yüksek olması fazla tercih edilme nedeni olarak görülmektedir.

Bölgede bulunan araştırma enstitüleri ve ziraat fakültelerinde yapılan araştırmalara göre pamuk bitkisine ne kadar gübre ve hangi zamanlarda ve ne şekilde verileceği belirlenmiştir. Tüm bunlara rağmen bölgedeki çiftçiler gübrelemeyi geleneksel metotlarla yaptığından çoğu zaman aşırı ve yanlış gübreleme uygulamalarına neden olmaktadır. Çiftçilerle yapılan anket çalışmaları sonucunda yıllık ortalama olarak pamuk bitkisine 90 kg'ye yakın azot gübresi (çoğunlukla üre gübresi) verildiği belirlenmiştir. Genelde gübreleme, taban ve kardeşlenme zamanında olmak üzere 2 farklı dönemde verilmektedir.

Bu tez çalışmasında 1000 dekarlık alandan ve farklı 3 zamanda alınan toprak örneklerindeki nitrat (NO_3) değerleri mg/kg olarak belirlenmiştir. Koordinatlı olarak alınan toprak örnekleri ArcGIS yazılımındaki jeoistatistiksel menüsü ile mekansal olarak haritalara dönüştürülmüştür. Her 3 zamandaki haritalar incelendiğinde pamuk ekim öncesinde dahi arazilerin önemli bir bölümünde yeterli nitrat değerinin olduğu, pamuk gelişimi ortasında gübreleme yapılmasına rağmen tüketim nedeniyle azaldığı ve hasat sonunda ise topraktaki nitratın azaldığı yetersiz ve kritik seviyeye kadar düştüğü harita yorumlarından anlaşılmaktadır.

Geleneksel olarak yapılan azot uygulamasıyla araziye verilen yaklaşık 20-25 kg'a karşılık gelen azotun bitkiler tarafından yaklaşık yarısının alınabildiği ve geriye kalan kısmının ise toprakta kaldığı veya yıkandığı tahmin edilmektedir. Bu çalışma verilerine göre pamuk ekim öncesi dahi arazilerin önemli bir bölümünde fazla miktarda alınabilir azot olan nitrat gübresinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle gübreleme yapmadan önce mutlaka toprak analizlerinin yapılması, ve taban gübresi

ile birlikte geleneksel miktarda değil yeterli miktarda gübrelemenin yapılması gerekmektedir. Üst gübreleme ise yine topraktaki miktar, bitki çeşidinin alınım miktarı da dikkate alınarak yeterli seviyede verilmelidir. Böylelikle topraga verilen ve bir kısmı kayıp olan gübre miktarı azaltılarak azot ve ekonomik kayıplar önlenebilir.

Ayrıca son yıllarda doğrudan bitkilerin yapraklarındaki klorofil değerlerinden gidilerek azot eksikliğini tahmin eden cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Analizi zor ve pratik olmayan azot analizi yerine daha pratik metotların çiftçiye yaygınlaştırılmasında yarar bulunmaktadır. Böylelikle yüksek gübre girdisinden şikayetçi olan çiftçinin gideri azaltılabildiği gibi, atmosfer ve suların kirlenmesi de önlenmiş olur.

KAYNAKLAR

AKALAN, İ., 1983. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 878, 295-305/164s

AKBAŞ, F., 2004. Toprak Özelliklerinin Haritalanmasında Jeoistatiksel Tekniklerin Kullanımı. Bilişim Günleri, 6-9 Ekim, Tokat, s. 1-10.

AKDENİZ, H. ve AYDINLI, H.Đ., 2004. Yerel Yönetimlerin Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak Yeniden Yapılandırılması. Yerel Yönetimler Kongresi., 3-4 Aralık, Biga/Çanakkale.

AKTAŞ, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:1429, Ders Kitabı, Ankara, 416s

AL-KUISI, M., AL-QINNA, M., MARGANE, A., and ALJAZZAR, T., 2009. Spatial assessment of salinity and nitrate pollution in Amman Zarqa basin: a case study. Environ Earth Sci, 59:117-129.

ALLISON, L.E. and MOODIE, C.D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al(ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy. Am. Soc. of Agron.,Inc. 677, USA

ARANOFF, S., 1989. "Geographical Information Systems: A Management Perspective", WDL Publications, Ottawa, Canada, 67p

ARSLAN, H., 1999. Hava Fotoğrafları ve CBS yardımı ile Uludağ'ın Sarıalan ve Zirve arasındaki bölgesinin Vejetasyon Haritasının çıkarılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Uludağ, 126s.

ATAY, C.E. ve AYEBARE, P., 2017. Determination of Buffer-Zones using Agricultural Information System. TEM Journal, Volume 6(2): 367-371.

ATEŞALP, M., 1977. Aşın Kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi asit topraklannın makro ve mikro besin maddeleri kapsamlanna ve verimlerine etkisi. Toprak ve GübreAraştırma Enstitü Müdürlüğü, Ankara Yayın No:72, S 24-33.

ATILGAN, A., COPKAN, A., SALTUK, B. ve ERKAN, M., 2007. Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri.15, 62: 37-47.

AYDEMİR, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 734, 117-192.

AYDOĞDU, M., TARİNİ, M., AKÇAR, H.T. ve AYDEMİ, A., 2009. Harran Ovasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama İle Tarım Arazilerinde Amaç Dışı Kullanımın Tespiti,TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi.

BERBEROGLU, S., ALPHAN, H. ve YILMAZ, K.T., 2003. A Remote Sensing Approach for Detecting Agricultural Encroachment on the Eastern Mediterranean Coastal Dunes of Turkey Turkish Journal of Agriculture Forestry, 27: 135-144.

BOUYOUCOS, G. J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size anaiyis of Soils. Agronomy Journal, 54:464-465.

BROWN, M.E., BURLINGHAM, S.K. and IACKSON, R.M., 1964. Studies on Azotobacter Species in Soil. III. Effect of Artificial Inoculation on Crop Yields. Plant and Soil, 2: 194-213.

BÜYÜK, G., 2006. Çukurova Koşullarında Mısır Çeşitlerinde Değişik Dönemlerde Uygulanan Farklı Azot Dozlarının Azot Kullanım Etkinliğine, Tane Verimine ve Kaliteye Etkisi Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana., 143s.

CHANG-QING, K., XIAO-MEI, L. and SHEN, C., 2005. Urban land use change of Guangzhou, south China, using multiple temporal satellite images. International Geoscience and Remote Sensing Symposium. (IGARSS2005), 2005, South Korea, pp: 2335-2338.

DASH, J., SARANGI, A. and SINGH, D., 2010. Spatial variability of groundwater depth and quality parameters in the national capital territory of Delhi. Environ Manag, 45:640-650.

DOĞRULUK, Ö., 2007. CBS Kapsamında Batıkent Telekom Santrali Kahramanmaraş Şebeke Planlarının Sayısallaştırılması, Sorgulama ve Analizlerinin Yapılması. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 57s.

DONNER S.D. and KUCHARİK J.A., 2003. Evaluating the impacts of land management and climate variability on crop production and nitrate export across the Upper Mississippi Basin. Global Biogeochem. Cycle.;17 doi: 10.1029/2001GB001808.

EKICI, K., ALIŞARLI, M. ve SANCAK, Y.C., 2008. Veteriner Fakültesi Dergisi, Peynir çeşitlerinde nitrit ve nitrozaminler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2:71-72.

ERKAN, E., 2012. Malatya İlinde Kayısı için İlkbahar Geç Donları Risk Haritası' nın CBS ile oluşturulması., Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 91s.

FRIED, M. and BROESHARD, H., 1967. The Soil-Plant System in Relation to Inorganic Nutrition. Academic Press.New York, London, 575p

GAO, Y., YU, G., LUO, C. and ZHOU, P., 2012. Groundwater Nitrogen Pollution and Assessment of Its Health Risks: A Case Study of a Typical Village in Rural-Urban Continuum, China, PLoS One. 7(4): 33982.

GRIFFIN, G., JOKELA, W., ROSS, D., PETTINELLI, D., MORRİS, T. and WOLF, A., 2009. Chapter Recommended Soil Nitrate Tests. Recommended Soil Testing Procedures for the Northeastern United States. Cooperative Bulletin No: 493.

GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 1970 ve 201, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul, 75s

HARMON, J.E. and ANDERSON, S.J., 2003. The design and implementation of geographic information systems. John Wiley & Sons. Inc.. Hoboken, New Jersey, p 96

IRMAK, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul.

İSMAİLÇELEBİOĞLU, Y.N., 1973. Muhtelif Bölgelerden lzole Edilen Azotobacter Chrococcum ile Aşılamanın Erzurum Kan Siltli Kili ve Palandöken Çakıllı Tınmda Yetiştirilen Buğday ve Patates Bitkilerinin Verimi Üzerine Etkisi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No : 274, s.69-96.

İSMAİLÇELEBİOĞLU, Y.N., 1990. Değişik kökenli Azotobacter chrcoccum kültürleriyle farklı aşılama işlemlerinin iki ayn toprakta yetiştirilen şeker

pancar ve domates bitkilerinin ürün verimine etkisi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No : 298, s.25-32.
JACKSON, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis, Constable and Company Ld., London, England.
JOKELA W.E. and RANDALL, G.W., 1997. Fate of fertilizer nitrogen an affected by time and rate of application on corn, Soil Science Society of America Journal, 61, 1695-1703.
JOURNEL, A.G. and HUIJBREGTS, J., 1981. Mining Geostatistics: academic Press, London, 600 p.
KACAR, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 899, Ders Kitabı, Ankara, 250.
KAÇAR, B,, 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No : 899, Ankara, 317.
KAEAR, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 899, s, 169-175.
KARA, B., 2006. Çukurova Koşullarında Değişik Bitki Sıklıkları ve Farklı Azot Dozlarında Değişik Bitki Sıklıkları ve Farklı Azot Dozlarında Mısırın Verim ve Verim Özellikleri ile Azot Alım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
KARACA, Ö., 2001. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Burdur Yerleşim Alanına Uygulanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitisü, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, s, 48.
KARAM, F., MOUNZER, O., SARKIS F. and LAHOUD, R., 2002. Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes, J. Appl. Hort, 4(2):70-76.
KEENEY, D.R., 1986. Sources of nitrate to ground water. CRC Crit. Rev. Environ. Contr. 16(3): 257-304.
KILIÇ, O.M., 2010. Orta Kelkit Havzasının Bazı Toprak Özelliklerinin CBS ve UA ile Haritalanması. Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 68s.
KIYAK, A., 2008. CBS Kullanılarak Adapazarı İli'nin Mikrozemin Parametre Haritalarının Hazırlanması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adapazarı, 99s.
KOROM, S.F., 1992. Natural denitrification in the saturated zone B: A review. Water Resour. Res. 1657-1668.
LAMBERT, R.J., ESGAR, R.W. and JOOS, D.K., 2000. Factors Affecting the Removal of Soil Nitrogen by Corn Hybrids, Illinois Fertilizer Conference Proceedings January 24-26..
LILLESAND, T.M. and KIEFER, R.W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation 4th Ed. New York USA, 112s.
LIU, CW., SUNG, Y., CHEN, B.C. and LAI, H.Y., 2014. Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (Lactuca sativa L.). International journal of environmental research and public health, 11(4), 4427-4440.
MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, London, 889.

MITIŞ, B., 2000. CBS Kullanılarak Çukurova Bölgesi Toprak Özelliklerini Kapsayan Bir Veri Tabanı Oluşturulması ve Değişik Amaçlara Yönelik Bilgi Üretimi Üzerine Bir Çalışma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 119s.

MOLA, E., 2005. Deliklitaş Mahallesi Eskişehir CBS ile Deprem Risk Analizi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 152s.

MOMLL, LG., and DOWSON, J.E., 1962. Growth rates of nitrifying chemoautotrophs İn soiI. Jour Bacteriologia, 16: 418-428.

MUCHOW, R.C., 1994. Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments. Field Crops Research., 38(1): 1-13 .

MUSAOGLU, N., SEKER Z.D., KABDASLI, S., KAYA S. and DURAN, Z., 2004. Usıng Remote Sensing and Gıs for The Assessment of Vısual Attributes: A Case study of the South Coastal Zone of Turkey. PSP. Fresenius Environmental Bulletin, 13(9): 854 - 859

OOSTERHUIS, D.M. and BONDADA, B.R., 2001. Yield Response of Cotton to Foliar Nitrogen as Influenced by Sink Strength, Petiole, and Soil Nitrogen. Journal of Plant Nutrition, 24:413-422.

ÖĞÜŞ, L, 1970. Toprak Bitki Münasebetleri. S., BİLEN, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 75, Erzurum, 27-32s.

ÖZYAZICI, M A., DENGIZ, O., YDOĞAN, M., BAYRAKLI, B., KESIM, E., ÖZTEKIN, U., YILDIZ, H I. ve EDIZ, Ü., 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Tarım Topraklarının Bazı Makro ve Mikro Bitki Besin Maddesi Konsantrasyonları ve Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile Haritalanması. Orman Fakültesi Dergisi, 16 (2): 187-202.

ÖZYAZICI, M., A., DENGIZ, O. ve İMAMOĞLU, A., 2014. Siirt İli Bazı Arazi ve Toprak Özellklerinin CBS Analizleriyle Değerlendirilmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1: 128-137.

RAO, K.P. and Rains, DW. 1976. Nitrate absorbtion by barley. Plant Physio1., 57 :55-58.

RICHARDS, L.A., 1954. Dignsis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. LWW, 78: 154.

SAĞLAM, A., DUZGUN, H.S.B. ve USUL, N., 2004. Çanakkale Savaşlarına Farklı Bir Yaklaşım: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gelibolu 1915. Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı - The Turkish Yearbook of Gallipoli Studies, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Atatürk ve Çanakkale Savaşları Araştırma Merkezi, 2(5): 117-133.

SARIMEHMETOĞLU, G., 2007. Farklı Sulama Uygulamaları Altında Mısır Çeşitlerinin Sulama Suyu ve Gübre Kullanım Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 59s.

SEZEN, Y., 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 127, 120-122/85s

STALEY, T. E. and PERRY, H.D., 1995. Maize silage utilization of fertilizer and soil nitrogen on a Hillland Ultisol relative to tillage method, Agronomy Journal, 87: 835-842.

STOYAN, D. and ANTTI, P., 2000. Recent application of point process methods in forest statistics, Statistical Science, 15: 61-78.

ŞİMŞEK, F.F., TEKE, M. ve ALTUNTAŞ, C., 2016. Uzaktan Algılama Tekniği İle Tarım Arazilerinde Çiftçi Ürün Beyanlarının Kontrolü: Harran Ovası Örneği Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, 5-7 Ekim, Adana, 372-376.

THOMAS, J., 1986. Ion Selective Electrode Reviews, Volume 7. UK: Pergamon Press, USA, 346-348.

TOPBAŞ, M.T., 1987. Azotlu Gübreler. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya, 176s. US Department Agr. Handbook, No: 60.

UZ , Ö., ve ÇABUK, A., 2005. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Planlama Bilgi Sistemi: Eskişehir Kenti Yeşil Alanlarının Tespiti. Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 2005, İstanbul., s. 402–412.

ÜNAL, H., ve BAŞKAYA, H.S., 1981. Toprak: Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No : 59, s. 144-232.

XU, L., NIU, H., XU, J. and WANG, X., 2013.Nitrate-Nitrogen Leaching and Modeling in Intensive Agriculture Farmland in China, Scientific World Journal, 2(5): 99-100.

YANG, C.Y., CHEN, M.F., TSAI, S.S. and HSIEH, Y.L., 1998. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. Japanese Journal of Cancer Research, 89:124-130.

YOMRALIOĞLU, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Akademi Kitapevi, Trabzon, 2. Baski, 479s.

ZHU, A. X., HUDSON, B., BURT J., LUBICH K. and SIMONSON, D., 2001. Soil Mapping Using GIS, Expert Knowledge, and Fuzzy Logic. Soil Science Societry of America Journal, 65: 1463-1472.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mükerrem BİRLİK
Uyruğu : T. C
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa, 24.02.1977
Telefon : 0 542 280 29 79
e-mail : mukbir@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Şanlıurfa Lisesi	1994
Üniversite	:	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	1999

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl		Kurum	Görevi
2005 – 2007	**:**	Şehitlik İlköğretim Okulu	İngilizce Öğr.
2008 – 2010	**:**	Kısas İlköğretim Okulu	İngilizce Öğr
2011 - 2015	**:**	Mitar Tarımsal Danışmanlık	Ziraat Mühendisi
2015-	**:**	Cullap Sulama Birliği	Tarım Danışmanı

YABANCI DİLLER

İngilizce