



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Develi Ovası Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Haritalanması

Hasan Ali İRİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama

Haziran-2013

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Develi Ovası Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Haritalanması

Hasan Ali İRİK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuh UĞURLU
2. Danışman: Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

2013, 57 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nuh UĞURLU
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Refik UYANÖZ

Bu araştırma Develi Ovası'nda 71367,21 ha alanda yürütülmüştür**.** Bu araştırmanın amacı tuzluluğun derecesi, dağılımı ve tipinin belirlenmesidir. Bu amaçla düzenli ızgara sistemi kullanılmış ve 1.5km x 1.5km ebatlarında kare köşelerinden örnek alınmıştır.Toplam 288 noktadan 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinlikten alınan örneklerin saturasyon çamuru ekstraklarının tuzluluğu, pH'sı ve SAR oranı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak haritalanmıştır. Sonuçlara göre alanın ovanın %50,13'ü tuzsuz, %12,88'i hafif tuzlu, %22,04'ü orta derecede tuzlu ve %14,94'ü çok fazla tuzlu sınıfında olduğu tespit edilmiştir.. Ovada tuzluluk ıslah çalışmalarının tuzluluk sınıfı dikkate alınarak yapılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Develi Ovası, Islah, Tuzluluk,

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF SOIL SALINITY OF DEVELI PLAIN AND MAPPING USING GIS

Hasan Ali İRİK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF AGRICULTURAL STRUCTURE AND IRRIGATION

Advisor: Prof.Dr. Nuh UGURLU
Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ali UNLUKARA
2013, 57 Pages

Jury
Prof. Dr. Nuh UĞURLU
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Refik UYANÖZ

The present research was conducted over 71367.21 ha land area of Develi Plain to determine the type, level and spatial distribution of soil salinity. Regular grid system (1.5 x1.5 km) was used and soil samples were taken from the corners of each grid. A total of 288 soil samples were taken from 0-30, 30-60, 60-90 cm soil depths with a soil auger. Salinity (EC), pH and sodium adsorption ratio (SAR) values of saturated extracts were determined. Results were mapped through geographical information systems (GIS) tools. Results revealed that 50.13% was found unsaline, 12.88% slight saline, 22.04% medium level saline and 14.94% high level saline. It was concluded that proper reclamation measures should be taken over the saline and alkaline sections of the plain.

Keywords: Develi Plain GIS, Reclamation, , Salinity

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr. Nuh UĞURLU'ya, bu çalışmanın yüksek lisans tezi olarak kabul edilmesinde, planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde her zaman yanımda olan arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam 2. Danışmanım Doç.Dr. Ali ÜNLÜKARA'ya ve tüm bölüm hocalarımıza en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin arazi çalışmaları için araç desteğini esirgemeyen Kayseri Şeker Fabrikası yönetim kurulu başkanı ve üyelerine, aracımız için yakıt desteği veren Develi Ziraat Odası başkanına, desteklerinden ötürü sayın Develi Belediye Başkanı Recep Özkan'a ve Nezir Ötügen'e ve elde ettiğimiz verilerin haritalanması sürecinde desteklerini esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Harita Müh. Öğretim üyesi sayın Doç.Dr. Abdurrahman GEYMEN hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca bu çalışmanın her safhasında maddi manevi desteğini ve sevgisini eksik etmeyen her zaman yanımda olan sevgili eşim Sevgi İRİK'e ve kıymetli aileme çok teşekkür ederim.

Hasan Ali İRİK
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **14**

3.1. Materyal 14
3.1.1. Araştırma Alanının Konumu ve Özellikleri 19
3.1.2. İklim Özellikleri 21
3.2. Metod 22
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınacağı Yerlerin Belirlenmesi ve Alınması 22
3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler 22
3.2.3. Tuzluluk Haritalarının Çizimi ve Analizi 24

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **26**

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Tuzluluğu 26
4.2. Araştırma Alanı Topraklarının EC'ye Göre Alansal Dağılımı 28
4.3. Araştırma Alanı topraklarının pH'ya Göre Alansal Dağılımı 34
4.4. Araştırma Alanı Topraklarının SAR'a Göre Alansal Dağılımı 39
4.5. Develi Ovası Topraklarının Tuzluluk Sınıflarının Alansal Dağılımı 44

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **45**

5.1 Sonuçlar 44
5.2 Öneriler 45

KAYNAKLAR **47**

ÖZGEÇMİŞ **50**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

EC: Elektriksel İletkenlik
EC_e: Saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği
ESP: Değişebilir Sodyum yüzdesi
pH: Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
SAR: Sodyum Adsorbsiyon Oranı
Na: Sodyum
K: Potasyum
Ca: Kalsiyum
Mg: Mağnezyum
Cl: Klor
SO_4: Sülfat
HCO_3: Bkarbonat
CO_3: Karbonat
B: Bor
Li: Lityum
Al: Alüminyum
F: Flor
Mn: Mangan
Ba: Baryum
Rb: Rubidyum
NO_3: Nitrat
Mo:Molibden

Kısaltmalar

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

1.GİRİŞ

Çoraklaşma (tuzlanma) ve alkalileşme, tarımsal alanların miktarını ve üretkenliğini azaltan zaman ve mekan boyutunda değişken dinamik toprak bozulma süreçleridir. Tuzlanma sodyum, mağnezyum ve kalsiyum klorür, sülfat ve karbonatlar gibi suda çözünebilir tuzların toprak yüzeyinde, alt toprak ve yeraltı suyundaki konsantrasyonlarından kaynaklanmaktadır. Alkalileşme ise sodyum iyonlarındaki zenginleşmeyi içine almaktadır. Kimyasal ve fiziksel özelliklerine dayalı olarak genellikle tuzdan etkilenmiş üç tip toprak bulunmaktadır: Tuzlu topraklar, tuzlu-sodyumlu topraklar ve sodyumlu topraklar (Richards, 1954).

Dünyanın gıda ihtiyacı gün geçtikçe artmakta ve önümüzdeki birkaç 10 yıl içerisinde gıda ihtiyacının karşılanmasının kuşkulu bir seviyeye gelmesi beklenilmektedir. Sulanan alanlarda yapılan üretim ile dünya gıda ihtiyacının 1/3' ü karşılanmakta ve 2040 yılına kadar bu oranın %50 dolaylarına çıkması gerekmektedir (FAO, 1988). Bu hedefin gerçekleşmesi oldukça güç görünmektedir çünkü sulanabilen arazilerde tuzluluk, yeraltı sularının kök bölgesini işgal etmesi (drenaj sorunu) ve diğer yanlış tarım uygulamalardan kaynaklanan sorunlar bulunmaktadır. Bazı alanlarda sürdürülebilir sulu tarım bu sorunların tehdidi altındadır. Aynı zamanda bu sorunlar birçok yerde su kaynaklarının kirlenmesine de neden olmaktadır.

Dünyadaki toplam alanın yaklaşık %46'sını kurak ve yarı kurak bölgeler kaplar. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık %50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır. FAO-UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, dünya genelinde 954 milyon ha tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış araziler bulunduğu bildirilmektedir. Bu tip sorunlu topraklar Afrika'da 80,5 milyon ha, Avrupa'da 50,8 milyon ha, Avustralya'da 357,3 milyon ha, Amerika'da 146,9 milyon ha ve Asya kıtasında 319,3 milyon ha alan kaplamaktadır (Sönmez, 2003). Tuzluluk dünya topraklarının önemli sorunlarından biridir. Dünyada her yıl 10 milyon ha arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi göz önüne sermektedir (Kwiatowski 1998). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başta gelen sebeplerindendir. Yanlış sulama uygulamaları da özellikle drenaj koşullarının kötü olduğu yerlerde tuzluluğa sebep olabilmektedir.

Türkiye'nin sulamaya açılan tarım alanlarında tuzluluk ve sodyumluluk, ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ülkedeki tarım topraklarının yaklaşık 1,5 milyon hektarında

tuzluluk ve sodyumluluk, 2,7 milyon hektarında ise ıslaklık sorunu olmak üzere toplam 4,2 milyon hektar tarım alanında drenaj ve arazi ıslahı sorunu bulunmaktadır.

Sulama projesi alanında tarla bazında toprak tuzluluk düzeylerinin ölçülmesi mümkündür. Tuzluluk düzeylerinden ve dağılımından yararlanılarak tuzluluğun bitki üretimi için kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığı anlaşılabilir. İnfiltrasyon, yıkama, evapotranspirasyon ve drenaj için tuzluluğun bir iz teşkil etmesinden dolayı herhangi bir yerde yıkamanın yeterliliği ve homojenliği tuzluluk düzeyi ve dağılımından belirlenebilir. Tuzluluğun kontrol edilmesinde kullanılan uygulamaların yeterliliğini değerlendirmek için sulama projesi alanlarında tarla bazında periyodik ve detaylı toprak tuzluluk düzeyleri ve dağılımına ait bilgilerinin elde edilmesi daha uygun ve pratik bir yaklaşım olmaktadır. Aynı zamanda bu tuzluluk bilgileri hem proje bazında, hem de tarla bazında drenaj probleminin dağılımını ve şiddetinin haritalanması kadar tuz yükleme kaynaklarının resmedilmesi için de kullanılabilmektedir (Rhoades ve ark, 1997).

Toprak tuzluluğunun ve drenaj sularının deşarj edildiği su kaynaklarındaki tuzluluğun kontrol altında tutulması şunları gerektirmektedir: (1) Sulama projesi alanında her bir tarlada kök bölgesi tuzluluğunun derecesi ve dağılımının bilinmesi (şartların uygun envanterinin çıkarılması); (2) zamanla toprak tuzluluğunda gözlenen değişim ve trendlerin bilinmesi ve bu şartlara bağlı olarak değişen yönetim uygulamalarının etkinliğinin belirlenebilme kabiliyeti (uygun bir izleme programı); (3) hem doğal ve hem de yönetim nedenli mevcut tuzluluk problemlerini ve sebeplerini teşhis etme yolları (problemi taramanın ve teşhis etmenin uygun bir aracı ve problemlerin nedenlerinin teşhis edilmesi); (4) Süre gelen sulama-drenaj sistemleri ve uygulamalarının toprak tuzluluğunu kontrol altında tutulmasına, su kaynaklarının muhafazasına ve aşırı tuzlanmaya karşı su kalitesinin korunması durumuna göre proje alanında yapılan uygulamaların değerlendirilebilmesini sağlayan bir araç (yönetim uygulamalarını değerlendirmenin uygun bir aracı); ve (5) Su ve tuz yükünün geldiği yerleri teşhis edebilmek için aşırı derine sızmaların meydana geldiği alanları belirleyebilme kabiliyeti (kirlenmenin alansal kaynaklarını belirlemenin uygun bir aracı) (Rhoades ve ark, 1997).

Tarımda toprak kalitesinin değerlendirilmesi, arazi kullanımının planlanması ve uygun ekim deseninin belirlenmesinde toprak özelliklerinin mekan boyutunda değişiminin haritalanması son derece önemlidir (Lesch ve ark, 2005). Tuzluluğun mekansal dağılımı, genişleme trendleri ve şiddeti hakkında bilgiler tuzlanma sürecini

kontrol etmek ve izlemek kadar zarar görmüş alanların kazanılması için esas teşkil etmektedir (Metternicht, 2001).

Bilginin gün geçtikçe önem kazandığı çağımızda sistematik bir şekilde toplanması, uygun ortamlarda işlenmesi ve kullanıcının istediği biçimlerde sunuma hazır hale getirilmesi ancak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanarak mümkün olmaktadır. CBS, mekana yönelik bilgilerin de ele alındığı ve kapsam yönünden bilgi sistemleri içinde en hacimlisidir. Birçok mühendislik dalında temel veri olarak kullanılması yanında çeşitli karar destek sistemlerine de veri üretmektedir.

Yaşadığımız dijital çağda, bilgi teknolojisi çok değişik alanlarda yoğun bir şekilde insanlığa hizmet etmektedir. Özellikle mekanlara bağlı, yer ve konuma dayalı bilgilerin yönetilmesinde CBS birçok ekonomik, politik, sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi ve entegrasyonu gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamalarda önemli rol oynamaktadır. CBS grafik ve metin formatındaki bilgileri bir arada bulundurabilen etkili bir sistemdir. İnternet vasıtasıyla da üretilen harita bilgileri paylaşıma açılarak, her türlü bilgi alışverişi mümkün hale gelmiştir. Bilhassa karar vericiler istenilen kriterlere uygun olarak mevcut veri tabanlarından gerekli sorgulamaları yaparak daha hızlı ve sağlıklı karar verme yeteneklerini de artırmıştır. Böylece CBS karar verme alternatifleri üretme ve konumsal bilgilerin karmaşık analiz yapısını basitleştirme açısından idarecilere ve uygulayıcılara önemli avantajlar sağlamaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

Ayrıca; Develi Ovası içerisinde Türkiye'nin ve Dünyanın önemli sulak alanlarından biri olarak kabul edilen Sultan Sazlığı Kuş Cenneti bulunmaktadır. Sultan Sazlığı, Kayseri'nin 70 km güneyinde, Develi-Yeşilhisar-Yahyalı üçgeninde bulunmakta olup yaklaşık 17200 hektarlık bir büyüklüğe sahiptir. Üzerinde barındırdığı 301 kuş çeşidi ile dünyanın önde gelen doğal hayat alanlarından biridir. Dünya batı pelartiği 5 anakolun birisinin üzerinden geçtiği Sultan sazlığı, kuşların göç yolu üzerinde bulunmakta olup çok sayıda kuş bu bölgede kuluçkaya yatmaktadır. Tatlı ve tuzlu ekosistemleri, geniş sazlık ve bataklık alanları, bu alanları çevreleyen çayır, mera ve step alanları gibi değişik karakterdeki habitatlardan oluşan Sultan Sazlığı, zengin besin varlığı ile başta su kuşları olmak üzere barındırdığı yaban hayatı yönünden, sadece ülkemizin değil Avrupa ve Ortadoğu'nun da en önemli sulak alanlarından birisidir (Anonymous, 2011). Ovada Sultan Sazlığı'na akan derelerin ve yer altı sularının sulamada kullanılması sonucu Kuş Cenneti göl alanı giderek küçülmüş ve kuş cenneti doğal yaşamı tehlikeye girmiştir. Su transferi ile bu doğal güzelliğin de risk altından kurtarılması planlanmaktadır.

Yapılan bu tez çalışması ile yakın zamanda havzalar arası su transferi yoluyla sulamaya açılacak Develi Ovası'nın tuzluluk tipi, tuzluluk derecesi ve dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Develi Ovası'nda Ağaçaşar ve Kovalı Barajları vasıtasıyla ve yeraltı kuyuları yardımıyla kısmen sulama yapılmaktadır. Ancak ovanın büyük bir kısmı sulanmamaktadır. Bu nedenle Ovada 57.666 ha arazinin sulanması amacıyla Seyhan havzasından Kızılırmak havzası içerisinde yer alan kapalı havza niteliğindeki Develi ovasına Zamantı Nehrinden su aktarılacaktır. Su aktarımı amacıyla inşa edilen Zamantı Regülatörü ve Derivasyon Tüneli tamamlanmıştır. Yakın bir zamanda su dağıtım şebekeleri inşa edilerek Develi Ovası planlandığı şekliyle sulamaya açılacaktır. Kapalı havza niteliğindeki Develi Ovasında yer yer tuzluluk problemi zaten bulunmaktadır ancak tuzluluğun şiddeti, tipi ve dağılımı hakkında herhangi bir bilgi mevcut değildir.

Havzalar arası su naklinin meydana getireceği değişikliklerin belirlenmesi açısından da önemli bir referans oluşturacak bu çalışmayla ovada oluşturulan düzenli ızgara örnekleme sistemiyle 288 noktadan 90 cm'ye kadar 3 farklı derinlikten toprak örnekleri alınarak bu örneklerde toprak tuzluluğu (EC), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve toprak reaksiyonu (pH) belirlenmiştir. Belirlenen bu özellikler için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri yardımıyla elektronik haritalara çizilerek ve ovada söz konusu özelliklerin alansal dağılımı elde edilmiştir. Bu şekilde tuzluluğun kontrol edilmesi için gerekli görülen ilk adım olan mevcut şartların envanteri bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Gelecekte sulama ve drenaj ile ovada meydana gelecek değişikliklerin belirlenebilmesi için bu çalışma bir referans teşkil edecektir. Ayrıca Ovada ıslah edilmesi gerekli alanlar bu çalışmada CBS yöntemi kullanılarak çizilen haritalar ile belirlenmiştir.

Kuş cennetine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda, göl ekolojisinin bozulmadan korunması ve iyileştirilmesi için sulak alan çevre şartlarının bilinmesi yararlı olacaktır. Yapılan bu tez çalışması ile Sultan Sazlığı çevresi tuzluluk bilgileri ortaya konulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tuzluluk, sularda veya topraklarda var olan çözünmüş mineral tuzların konsantrasyonundan ileri gelmektedir. Çözünmüş mineral tuzları, Na, Ca, Mg, ve K katyonlarını ve Cl, SO_4, HCO_3, CO_3 ve NO_3 anyonlarını içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Son derece yüksek tuzluluktaki sularda B, Sr, Li, SiO_2, Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al mineral maddeleri de tuzluluğa katkı sağlamaktadır (Tanji 1990).

Çoraklaşma (tuzlanma) ve alkalileşme, tarımsal alanların miktarını ve üretkenliğini azaltan zaman ve mekan boyutunda değişken dinamik toprak bozulma süreçleridir. Tuzlanma sodyum, mağnezyum ve kalsiyum klorür, sülfat ve karbonatlar gibi suda çözünebilir tuzların toprak yüzeyinde, alt toprak ve yeraltı suyundaki konsantrasyonlarından kaynaklanmaktadır. Alkalileşme ise sodyum iyonlarındaki zenginleşmeyi içine almaktadır. Ayrıca esas olarak sulama gibi insan aktivitelerinden kaynaklanan ikincil tuzlanmanın aksine insan müdahalesinin dışında jeolojik, iklimsel, topoğrafik ve hidrolojik etkenler nedeniyle oluşan birincil tuzlanma arasında da ayrım yapılmaktadır (Szabolcs, 1992).

Toprakların tuz içeriği toprak saturasyon çamuru veya su içerisinde daha seyreltik toprak süspansiyonunda ölçülen elektriksel iletkenlikten kabaca tahmin edilebilmektedir. Toprakta bulunan çözülebilir tuzlar daha iyi şekilde topraktan ekstrakte edilen suyun elektriksel iletkenliğinden elde edilebilmektedir. Genelde daha yüksek toprak nem içeriğine sahip topraklardan daha kolay ekstraksiyon sağlanacaktır (Richards 1969).

Tuzluluk çeşitli birimlerde ifade edilmektedir. Birim hacimdeki madde miktarını gösteren tuz konsantrasyonu (c), SI birim sisteminde bir metreküpte mol (mol/m^3) şeklinde ifade edilirken alternatif olarak bir metreküpte gram (g/m^3) veya bir litrede miligram (mg/l) şeklinde de ifade edilmektedir. Bu g/m^3 ve mg/l birimleri sayısal olarak milyonda kısım (ppm) birimine eş değerdir. Geleneksel olarak iyon konsantrasyonları litrede miliekivalan (me/l) şeklinde ifade edilmektedir. Konsantrasyonu me/l biriminde ifade edilen iyon konsantrasyonlarını mol/m^3 birimine çevirmek için bu konsantrasyon değeri iyon değerliğine bölünmektedir. Konsantrasyonunun mol/m^3 biriminden g/m^3 birimine dönüştürülmesi için iyonun atom ağılığı ile konsantrasyon değeri çarpılmaktadır.

Tuzlu topraklarda yetişen bitkiler, toprak çözeltisi tuz konsantrasyonuna tepki verirler. Ancak normalde tarla nem aralığı ile tuz konsantrasyonu ilişkisi bazen gözden kaçmaktadır. Çeşitli toprakların solma noktası yüzdeleri arasında 10 kattan daha fazla bir farklılık bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak toprak nem aralığı topraktan toprağa büyük oranda değişmektedir. Örneğin, kuru ağırlık bazında bir kumlu toprak ve bir killi toprak yüzde olarak aynı çözülebilir tuz içeriğine sahip olabilir. Fakat bu topraklar solma noktası civarındaki nem düzeyinde toprak çözeltisi konsantrasyonu, killi topraklar için kumlu topraklardan 10 kat daha yüksek olabilir (Richards 1969).

Bitki gelişimiyle ilişkili toprak tuzluluğunu değerlendirmek için genel bir metot olarak saturasyon çamuru ekstraktının elektriksel iletkenliği önerilmektedir. Tuzluluğun ölçülmesinde saturasyon ekstraksiyonu yönteminin özel olarak üstünlüğü, toprak saturasyon yüzdesinin tarla nem aralığı ile doğrudan ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Toprak analiz sonuçlarına göre oldukça geniş tekstür aralığı için saturasyon yüzdesi,15 atmosferlik basınçta toprak nem yüzdesinin yaklaşık olarak 4 katına eşittir. Tarlada toprak nemi, sürekli solma noktası yüzdesi tarafından temsil edilen bir alt limit ile yaklaşık solma noktasının iki katı kadar olan toprak elverişli nem aralığının üst sınırı gösteren bir limit arasında (tarla kapasitesi) dalgalanmaktadır. Buna göre saturasyon ekstraktında çözünebilir tuz konsantrasyonu, tarla yarayışlı nem aralığının üst sınırında toprak çözeltisi konsantrasyonunun yaklaşık yarısı kadar olma eğilimi sergiler iken tarla yarayışlı nem aralığının daha kuru alt sınırında toprak çözeltisinin sahip olacağı konsantrasyonun yaklaşık ¼'ü kadarı olma eğilimi göstermektedir. Böylece ince tekstürlü toprakların daha yüksek nem tutmaları nedeniyle bu topraklarda ki tuzun seyreltilme etkisi otomatik olarak hesaba katılmaktadır. Bu nedenle toprak saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği (ECe), bitkiler üzerine toprak tuzluluğunun etkilerini değerlendirmek için doğrudan kullanılabilmektedir (Richards 1969).

Toprak ve sulardaki tuzluluk toprak suyunun kullanılabilirliğini azaltır, tohum çimlenmesi, bitki gelişimi ve veriminde düşüşlere neden olur (Tanji 1990). Şayet verimde kayba neden olacak bir konsantrasyona kadar bitki kök bölgesinde tuz birikiyorsa bir tuzluluk problemi mevcuttur. Sulanan alanlarda, bu tuzlar genelde tuzlu yüksek su tablasından veya uygulanan sudaki tuzlardan kaynaklanmaktadır. Bitkilerin tuzlu toprak çözeltisinden suyu artık alamadığı ve önemli bir zaman diliminde su stresiyle sonuçlanan bir düzeye kadar kök bölgesinde tuz birikimi olduğunda verim kayıpları meydana gelir. Su alımı önemli derecede azalırsa, bitki gelişme hızını

yavaşlatır. Daha koyu veya mavimsi yeşil renk ve bazen daha kalın daha mumsu yapraklar gibi bitki semptomları görülebilir ki bu belirtiler kuraklık etkisiyle oluşan semptomlarla benzerdir (Ayers ve Westcot 1989). Örneğin Ünlükara ve ark. (2010) tarafından birim tuzluluk artışı için patlıcan bitki su tüketiminin %2.1 oranında azalmasına karşın veriminin %4.4 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Tuzluluğun bitki gelişimi ve verimi üzerine etkisini ortaya koymak için Maas ve Hoffman (1977) tarafından geliştirilen model yaygın şekilde kullanılmaktadır. Modele göre toprak saturasyon çamuru tuzluluğu bir eşik değere ulaşana kadar bitkiler verim kaybetmez iken eşik değerden sonra tuzluluğun her birim artışı için verim doğrusal bir oranda azalmaktadır. Örneğin Ünlükara ve ark. (2008) bamya veriminin 3,48 dS/m eşik değerinden sonra %4,2 azaldığını, Kurunç ve ark. (2011) dolmalık biber veriminin 1,2 dS/m eşik değerinden sonra %10,9 azaldığını ifade etmişlerdir.

Tuzlu topraklar buharlaşmanın yağıştan en az yılın bir kısmında önemli oranda fazla olduğu ve ana materyalde orta veya yüksek miktarda tuzun bulunduğu veya sığ derinlikte tuzlu taban suyunun mevcut olduğu durumlarda oluşmaktadır. Bu koşullar kapalı havzalarda, çevredeki yüksek alanlardan taban suyu akışı olan eski göl tabanlarında, sıcak ve en azından bir sezonun kurak geçtiği iklimlerde görülmektedir (Özer, 2004). Sulama proje alanlarında kullanılan bütün sular az veya çok tuz bulundurmakta ve her sulamayla birlikte bu tuz toprağa verilmektedir. Uygun miktarda yıkama yapılmadığı hallerde bu tuzların birikerek toprakta tuz problemi meydana getirmektedir (Ayyıldız, 1990). Harran Ovası'nda DSİ'nin yapmış olduğu çalışmalar sonucunda meydana gelen drenaj ve tuzluluk sorunlarının temel nedeninin sulama olduğu tespit edilmiştir. Proje alanında topoğrafyanın düz olması, mansap sorunun varlığı, toprakların ağır olması ve tesviye noksanlığı gibi doğal nedenlerin tuzluluk sorununu arttırdığı belirtilmektedir (Özer ve Demirel, 2003). Harran ovası ve çevresindeki tarım arazilerinde tuzluluk problemi ve bu problemin iklim özellikleriyle ilişkisi adlı bir çalışmada tuzluluğun nedenlerinin iklim koşulları, toprak özellikleri, sığ taban suyu, düşük sulama suyu kalitesi, yanlış ve aşırı sulama, arazi morfolojik özellikleri, arazi kullanımındaki yanlışlıklar ve sulama sonucu biriken suların tarım arazilerinden dışarı tahliye edilmemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Akış ve ark., 2005). Tuzluluk ve alkalilik geçmişte olduğu gibi bugün de birçok ülkede sorun olmaya devam etmektedir. Dünyanın değişik bölgelerinde sulamanın başlamasından birkaç yıl

sonra daha önce hiç rastlanılmamış olan tuzluluk ve alkalilik problemleri ortaya çıkmaktadır.

Toprakların sürdürülebilir kullanımına engel oluşturan ögelerden birisi de sodyumluluktur. Toprakta değişebilir katyonlar içerisinde sodyum artışı ile özellikle de fiziksel özelliklerin bozulması sebebiyle bitki gelişimi büyük ölçüde zarar görür (Abrol ve ark. 1988). Toprağa sızan su, toprak yüzeyinden geçmelidir. Bu nedenle sulama suyu ve toprak özellikleri su giriş hızını etkilemektedir. Buna göre toprak geçirgenliği ve toprak işleme problemleri, hem infiltre olan suyun tuzluluğu hem de üst toprağın Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) (veya eşdeğeri olan Sodyum Adsorpsiyon Oranı-SAR) dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Özetle, yüksek tuz konsantrasyonuna ve düşük Sodyum Adsorpsiyon Oranına (SAR) sahip toprak çözeltisi, iyi toprak özelliklerine destek olur. Aksine, düşük tuz konsantrasyonları ve nispeten daha yüksek Na tuzu oranı veya yüksek SAR değerleri, geçirgenliği ve toprak işlenebilirliğini kötü yönde etkilemektedir (Rhoades, 2012).

Toprak pH'sı bir toprağın en önemli kimyasal özelliklerinden biridir. Bitki besin maddelerinin elverişliliği, kök bölgesi pH'sı ile yakından ilgilidir. Toprak içerisindeki çeşitli bileşiklerin çözünürlükleri, değişim yerlerine iyonların bağlanma güçleri ve mikroorganizmaların aktivitesi pH ile yakından ilişkilidir.

Alkali topraklarda, sodyum karbonat ve bikarbonat varlığı nedeniyle pH genellikle tuzluluktaki artışla birlikte artmaktadır (Gupta ve ark., 1989). Bununla birlikte, Tan (1993) tarafından bildirildiğine göre topraklarda sodyumluluğun artması mutlaka pH'da da bir artışla sonuçlanmamaktadır. Sodyumlu toprakların çoğunluğu nötr reaksion gösterirken bazıları asidik reaksion bile göstermektedir. Yüksek sodik toprakların kuvvetli alkali reaksiyonu (pH= 10 civarında) sodyum karbonat ve bikarbonatın oluşması esnasında alkalileşme tarafından neden olunmaktadır. Kalsiyum karbonatın toprak minerolojisine baskın geldiği düşük alkali şartlar altında toprak pH'sı, tuzluluktaki artışla birlikte düşüş sergilemektedir (Lai ve Steawart, 1990).

ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflamasına göre; saturasyon çözeltisinin 25^{o}C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/m'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 15'in altında, pH değeri genellikle 8,5'ten küçük topraklar tuzlu topraklardır. Saturasyon çözeltisinin 25^{o}C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/m'den az, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 15'ten fazla, pH değeri genellikle 8,5-10 arasında ve kireç içermeyen topraklar sodyumlu topraklardır. Saturasyon çözeltisinin 25°C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/m'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 15'ten yüksek, pH

değeri nadiren 8,5'i geçen topraklar ise tuzlu-sodyumlu topraklardır (Güngör ve Erözel 1994).

Çoğu zaman tuzlanma ve alkalileşme şeklinde belirtilen nötr ve alkali tuzlanma yolları genellikle tuzlanmanın iki temel yolu şeklinde ayrılmaktadır (Cheverry 1974; Servant 1986). Bu iki farklı yolu ayırt etmek için kalıntı alkalinite (RA) kavramı kullanılabilmektedir (Van Beek ve Breemen, 1963). Kalıntı alkalinite bir veya birkaç mineralin çökelmesine göre tanımlanır. Tipik şekilde evaporasyon esnasında toprak çözelti konsantrasyonu artarken, kalsit ($CaCO_3$), sepiolit ($MgSi_3O_6(OH)_2$) ve jips ($CaSO_4.2H_2O$) gibi farklı mineraller çökelirler. Eğer toprağın kalıntı alkalinitesi negatif ise bu minerallerin peş peşe çökelmesi, Ca ve Mg'da nispeten artışa neden olur ve alkalinite düşer. Bu süreç tuzlu topraklara götürür. Yüksek konsantrasyon düzeylerinde ise muhtemel şekilde sodyumlu topraklara neden olur. Eğer kalıntı alkalinite pozitif ise mineral çökelme, alkalilikte ve pH'da bir artışa neden olur ve (Ca+Mg)/Na oranı düşüşü hızlı şekilde baskın hale geçerek sodikleşmeye neden olur (Valles ve ark.,1989). Alkaliniteden Ca^{+2} (eq l^{-1}) çıkartılması şeklinde hesaplanan kalsit kalıntı alkalik, kalsitin çökelmesine göre Kalıntı Alkalinite kavramının bir uygulamasıdır. Alkaliniteden Ca^{+2} ve Mg^{+2} (eq.l^{-1}) çıkarılması şeklinde hesaplanan kalıntı sodyum karbonat (RSC), kalsit ve mağnezyum silikat çökelmesinin her ikisin de bir uygulamasıdır. Toprak sodyumlulaşma düzeyi değişebilir sodyum yüzdesiyle (ESP) değerlendirilir. Toprak ekstraktı konsantrasyonu ise elektriksel iletkenlikle ölçülmektedir.

Toprak organik karbon yüzdesi ile değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) arasında negatif bir ilişki gözlenmiştir (Sreenivas ve C.K.Reddy, 2008). ESP'si yüksek topraklarda azalan bitki gelişimi ve biyolojik aktiviteden kaynaklanan düşük toprak organik karbon içeriği sonucunda organik madde üretimi baskı altına alınabilir (Nelson ve Oades, 1998). Bu sonuçlar, böyle topraklara organik madde uygulanmasının sodikleşmeyi düşüreceğine delil teşkil etmektedir (Sreenivas ve C.K.Reddy,2008).

Ayyıldız (1990), tuzlu toprakların ıslahında sadece yıkama yapılmasının yeterli olduğunu, tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında ise önce kimyasal ıslah maddelerinin uygulanması ve sonra da yıkama yapılmasının gerektiğini belirtmiştir. Tuzdan etkilenen alanlarda yetiştiricilik yapılırken, tuz etkisini en aza indirmek için, yeterli drenaj koşulları sağlanmalı, tuzluluk seviyesi iyi bir şekilde belirlenmeli, kültürel işlemler tuzlu şartlara uygun şekilde yapılmalı, sulama uygun ve yeterli düzeyde, mümkünse sık aralıklarla yapılmalı ve tuza toleransı yüksek bitkiler yetiştirilmelidir (Bernstein, 1960).

Tuzluluğu değerlendirmede kullanılan teknolojiler zor ve karmaşıktır çünkü toprak faktörlerinin etkisi (toprak geçirgenliği, su tablası derinliği, tünemiş yeraltı suyu tuzluluğu, topoğrafya, toprak ana materyali, jeohidroloji), yönetim nedenli süreçlerin etkisi (sulama, drenaj, toprak işleme, bitki yetiştirme uygulamaları) kadar iklimle ilişkili faktörlerin etkisi (yağış miktarı ve dağılımı, sıcaklık, nispi nem, rüzgar) nedeniyle tuzluluk mekansal olarak değişken ve dinamik bir tabiata sahiptir (Rhoades ve ark, 1997).

Tarımda toprak kalitesinin değerlendirilmesi, arazi kullanımının planlanması ve uygun ekim deseninin belirlenmesinde toprak özelliklerinin mekan boyutunda değişiminin haritalanması son derece önemlidir (Lesch ve ark, 2005). Tuzluluğun mekansal dağılımı, genişleme trendleri ve şiddeti hakkında bilgiler tuzlanma sürecini kontrol etmek ve izlemek kadar zarar görmüş alanların kazanılması için esas teşkil etmektedir (Metternicht, 2001).

Zaman ve mekan boyutunda tuzlulukta gözlenen değişkenlik Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeoistatistik yöntemler kullanılarak ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

CBS, kullanıcısının farklı disiplinlerden (uygulama gruplarından) olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin verememiştir. CBS, bir takım araştırıcılara göre, '*konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram*', bazı araştırıcılara göre, '*konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç*', geri kalan araştırmacılara göre de '*organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi*' olarak nitelendirilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Tuzluluk haritalarının hazırlanmasında CBS tekniklerinin kullanılması, drenaj çalışmalarında hızlı ve etkin karar vermeyi sağlamaktadır. CBS, bilgisayarlar yardımıyla haritaların hazırlanması, elle oluşturulan haritaların üzerinde değerlendirmelerin yapılması, yüzeysel dağılım gösteren verilerinin elde edilmesi ve depolanmasına yardımcı olmaktadır (Çetin ve Diker, 2003).

Cemek ve ark. (2006), Türkiye'nin kuzeyindeki Bafra ovasında bazı toprak özelliklerinin toprak tuzluluğu ve alkaliliği ile ilişkili olarak mekansal değişiminin belirlemek amacıyla 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden 60 toprak örneği almışlardır. pH, EC ve ESP'nin doğu ve kuzeydoğu taraflarında genel olarak yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Toprak özelliklerinin sıkı bir şekilde mekansal değişiminin

yeraltı su seviyesi, drenaj ve sulama sistemleri gibi dış faktörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Günal ve ark. (2008) tarafından Tokat Kazova'da yürütülen bir çalışmada sulama öncesi ve sulama sonrasında 400 ayrı noktadan, 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm toprak derinliklerinden alınan toprak örneklerinin ECe, değerini belirlenmiştir. Sulama öncesi ovanın ortalama toprak tuzluluğu 0.79 $dS.m^{-1}$, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak derinlikleri için ortalama toprak tuzluluğu sırasıyla 0.65, 0.71 ve 1.01 $dS.m^{-1}$ olduğu belirlenmiştir. Sulama sonrasında ovanın ortalama toprak tuzluluğu 0.67 $dS.m^{-1}$, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak derinlikleri için ise sırasıyla 0.50, 0.65 ve 0.83 $dS.m^{-1}$ olduğu belirlenmiştir. Sulamadan sonra toprak tuzluluğunda 0.12 $dS.m^{-1}$ kadar bir düşüş gözlenmiştir. Araştırmada yaklaşık 2 $dS.m^{-1}$'in üstünde tuzluluğa sahip alan oranının sulama öncesinde 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak derinlikleri için sırasıyla %28, %40 ve %60 olduğu sulama sonrasında ise söz konusu tabakalar için bu oranların sırasıyla %18, %37 ve %40 civarında olduğu ifade edilmiştir. Bitkilerin ortalama kök bölgesi tuzluluğuna tepki verdiği dikkate alındığında ovanın yaklaşık %20-30'u kadarında bir alanda duyarlı ve orta derece duyarlı bitkilerin tuzluluktan etkileneceği ve bir miktar verim kaybına uğrayabileceği belirtilmiştir.

Cemek ve ark. (2006), Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının CBS kullanarak belirlenmesi isimli çalışmalarında araştırma alanında 60 farklı noktadan 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerinden Ağustos 2003 ve Mart 2004 tarihlerinde toprak örnekleri alarak laboratuvar analizlerini yapmışlardır. Ağustos 2003'te çalışma alanının %17'sinde tuzluluğun 4 dSm^{-1} den fazla olduğu, Mart 2004 tarihinde ise aynı tuzluluk değerine sahip alanın %1'e düştüğünü belirlemişlerdir. Sonbahar ve kış yağışları ile yıkanmanın fazla olmasına rağmen drenaj sistemine sahip olmayan yerlerde tuzluluğun devam ettiğini belirtmişlerdir.

Çiftçi (1987), Konya Tigem arazilerinde yaptığı bir araştırmada, toprakların tuzlulaşmasına ve yer yer sodyumlulaşmasına asıl sebebin yüksek taban suyu seviyesi ve taban suyu tuz konsantrasyonu olduğunu tespit etmiştir.

Douaik ve ark. (2005), hassas veri aralıkları ile mekansal-zamansal kriging ve Bayesian maksimum entropi kullanarak toprak tuzluluğu haritası oluşturmuşlardır. 1994-2001 yılları arasında 19 farklı zamanda 25 hektarlık bir alandan toplam 413 örnek alarak laboratuvarda 1:2,5 toprak-su oranında elektriksel iletkenliğini belirleyerek jeoistatiksel araçlarla haritalamışlardır.

Feng ve ark. (2003), yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorun olan tuzluluğun potansiyel etkisinin, sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yeraltı sularına tuzun karışarak kalitelerinin bozulmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kara (1971), farklı sulama metodu uygulamalarında toprak profilindeki tuz ve bazı katyonların hareketleri ile bunların mevsimlik değişmeleri, tuz hareketinin taban suyu tuzluluğu ve seviyesi ile ilişkilerini incelemiştir.

Konukçu ve Akbuğa (2006), Konya-Çumra yöresinde yüzeysel ve tuzlu taban suyunun sulanan alanlardaki toprak-su ve tuz dengesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Sulanan alanların çoğunda yüksek ve tuzlu taban suyu problemi ile karşılaşıldığını ve bu alanlarda kapillar yükselme ve kapillar yükselmenin neden olduğu tuzluluğun dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Hooshmand ve ark. (2011) İran'da tarımsal alanlarda sodyum adsorpsiyon oranı ve klor içeriğini tahmin etmek için kriging ve cokriging kullanmıştır.

Arslan (2012) tarafından Bafra Ovası sağ sahil sulama alanında 2004-2009 yılları arasında yer altı suyu gözlemleri yapılmış ve ovanın yeraltı suyu tuzluluğunun mekânsal değişim haritaları elde edilmiştir. 2004 yılından 2009 yılına kadar yer altı suyu tuzluluğunun giderek azaldığı belirlenmiştir. Tuzluluktaki bu azalmada 6000 ha'lık bir alanda açılan drenaj kanallarının etkili olduğu bildirilmiştir. Tuzluluk giderek azalmasına karşın çalışma alanının %72'sinin hala tuzluluk riski altında bulunduğu ve alanda sürekli şekilde tuzluluğun izlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Arslan ve ark (2013) tarafından Bafra Ovası toprak özelliklerine çok değişkenli istatistik teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çok değişkenli istatistik tekniklerinden cluster analizine göre ova 3 gruba, faktör analizine göre 0-30 cm yüzey tabakası 4 gruba ve 30-60 cm alt tabaka 3 gruba ayrılmıştır.

Yılmaz ve Kara (2010), Konya-Sarayönü-Gözlü Köyü Sulama Kooperatifi Sulama Sahasındaki toprak ve su kaynaklarını tuzluluk yönünden incelemişlerdir. Toprakların pH değerleri 6.28-8.00 ve EC değerleri ise 0.587-1.434 dSm^{-1} arasında çıkmıştır.

Sudduth ve ark. (2005), Kuzey-Orta Amerika genelinde toprak özelliklerinin EC_a ile ilişkisini belirlemeye çalışmışlardır. İklim koşulları, yönetim uygulamaları ve geniş toprak tipleri aralığında belirlenen toprak özelliklerinin EC_a ile ilişkisini ortaya koymuştur.

Ünlükara ve ark. (2008), Tokat Kazova'da taban suyu gözlemlerinin CBS yöntemleriyle yaparak yorumlamışlardır. Çalışma alanında sadece %5-7'sinde taban suyu tuzluluğu 2dSm^{-1} den yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada Develi Ovasının toprak tuzluluğu 288 noktada 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden alınan örnekler ile belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek noktalarının yerlerinin belirlenmesinde ve elde edilen sonuçların haritalanmasında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniklerinden yararlanılmıştır. Yakın bir gelecekte havzalar arası su transferiyle tamamen sulamaya açılacak Develi Ovası'nda Türkiye'nin ve dünyanın sayılı kuş konaklama alanlarından birisi olan Kuş Cenneti bulunmaktadır. Bu çalışmayla söz konusu ovada hali hazırda sulanmakta olan alanlar, kuru tarım alanları ve mera alanlarının tuzluluk açısından durumları ortaya konularak tuzluluk açısından sınıflandırılması amaçlanmıştır. Ova için gelecekte yapılacak tarımsal amaçlı ve çevre amaçlı projeler için veri sağlanması yanında havzalar arası su transferinin gelecekte yol açacağı olası değişikliklerinin değerlendirilebilmesi içinde veri sağlanması hedeflenmiştir.

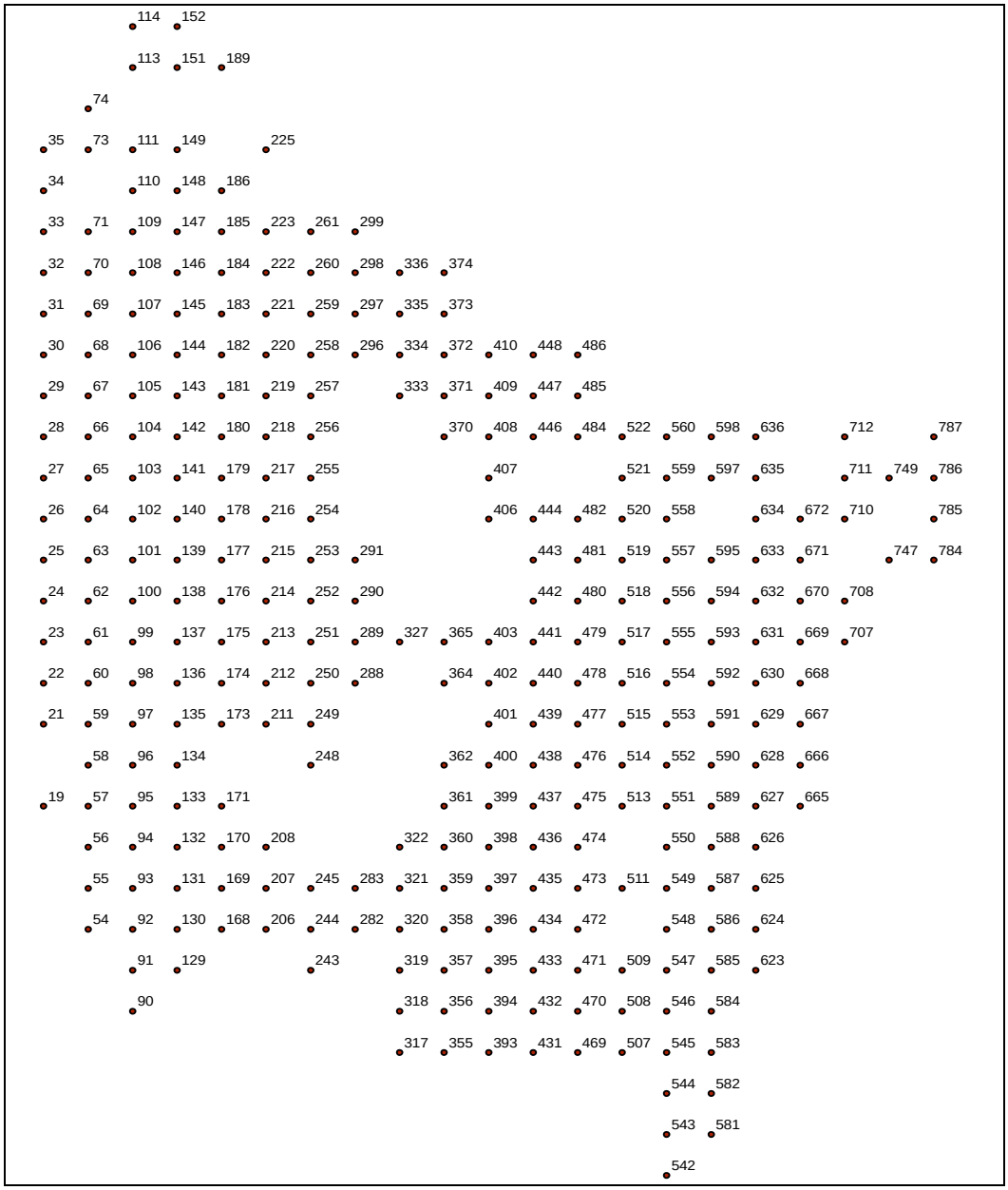
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

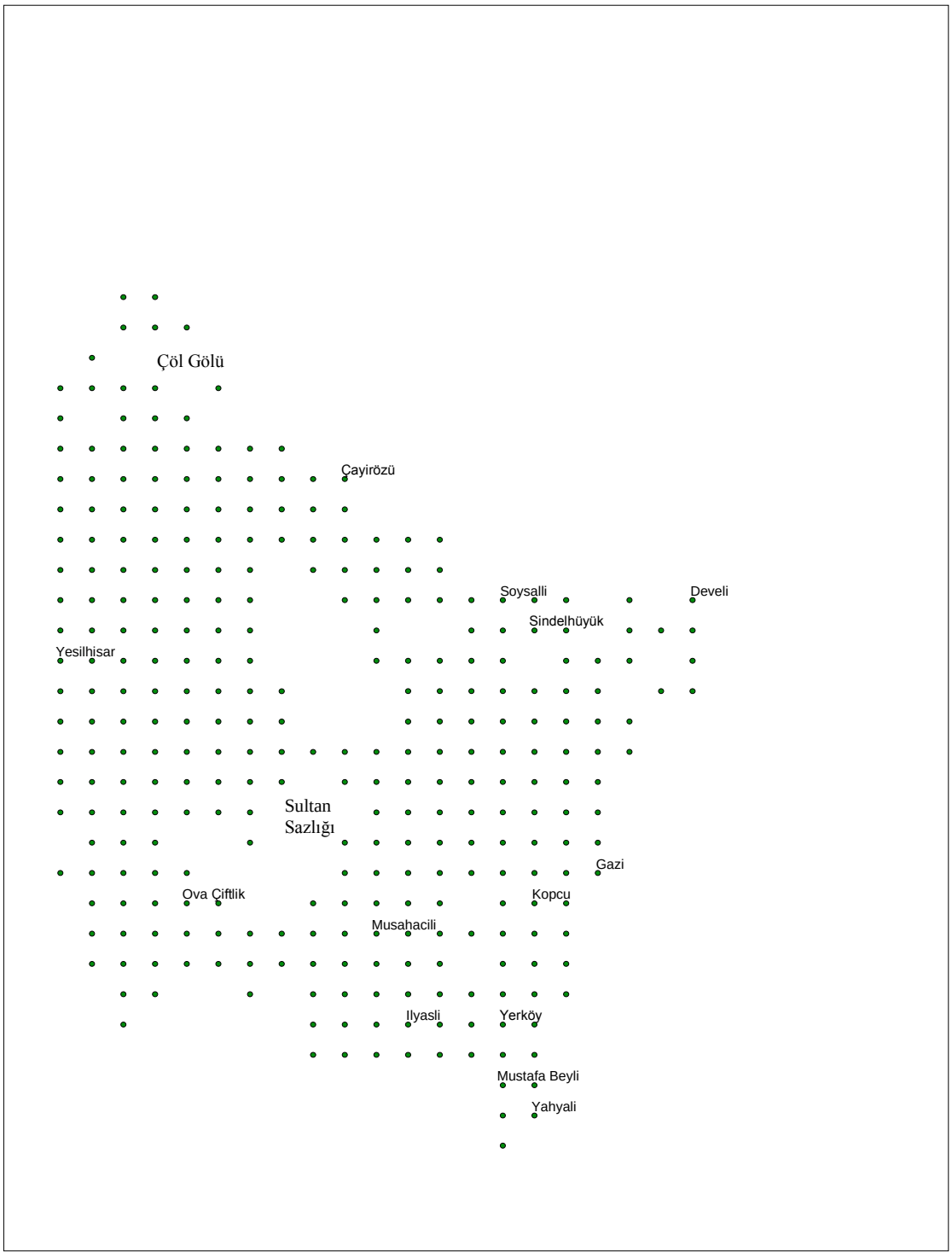
Araştırma Kayseri ilinde Develi Ovası'nda gerçekleştirilmiştir. Ovada düzenli ızgara örnekleme sistemi oluşturulmuştur. Düzenli ızgara örnekleme sisteminde noktalar arası mesafe 1500 m'dir. Düzenli ızgara sisteminin oluşturulmasında Erciyes Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümünden temin edilen 1/25000 ölçekli sayısallaştırılmış topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Düzenli ızgaraların oluşturulmasında ArcGIS 9.3 programından yararlanılmıştır.

Ovada tarım yapılan alanlardan ve mera alanlarına isabet eden tüm noktalardan örnekler alınmıştır. Buna göre toplamda 288 noktadan örnek alınmış olup her bir noktanın konumu Şekil 3.1.'de yerleri Şekil 3.2'de ve koordinatları ise Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Düzenli ızgara oluşturulmuş sayısal harita Macellan marka el CPS'ine aktarılmıştır. El CPS'i yardımıyla 15.08.2011 -10.09.2011 tarihleri arasında Şekil 1'de gösterilen tüm noktalardan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri her noktada 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden ayrı ayrı el burgusu ile alındıktan sonra etiketli poşetler içerisine konularak her akşam laboratuvara taşınmıştır. Toprak örnekleri poşetlerden çıkarılarak kağıt sergiler üzerinde gölgede kurutulmuştur. Kuruyan örneklerin kesekleri ahşap döveçler ile kırıldıktan sonra 2 mm göz açıklı eleklerden elenmiş ve analiz için depolanmıştır.



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler



Şekil 3.2. Araştırma alanında bulunan bazı yerleşim birimleri ve örnekleme noktaları

Çizelge 3.1. Nokta Coğrafi Koordinatları

Nokta No	X	y	Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
19	685500,0	4236000,0	95	688500,0	4236000,0	152	690000,0	4264500,0
21	685500,0	4239000,0	96	688500,0	4237500,0	168	691500,0	4231500,0
22	685500,0	4240500,0	97	688500,0	4239000,0	169	691500,0	4233000,0
23	685500,0	4242000,0	98	688500,0	4240500,0	170	691500,0	4234500,0
24	685500,0	4243500,0	99	688500,0	4242000,0	171	691500,0	4236000,0
25	685500,0	4245000,0	100	688500,0	4243500,0	173	691500,0	4239000,0
26	685500,0	4246500,0	101	688500,0	4245000,0	174	691500,0	4240500,0
27	685500,0	4248000,0	102	688500,0	4246500,0	175	691500,0	4242000,0
28	685500,0	4249500,0	103	688500,0	4248000,0	176	691500,0	4243500,0
29	685500,0	4251000,0	104	688500,0	4249500,0	177	691500,0	4245000,0
30	685500,0	4252500,0	105	688500,0	4251000,0	178	691500,0	4246500,0
31	685500,0	4254000,0	106	688500,0	4252500,0	179	691500,0	4248000,0
32	685500,0	4255500,0	107	688500,0	4254000,0	180	691500,0	4249500,0
33	685500,0	4257000,0	108	688500,0	4255500,0	181	691500,0	4251000,0
34	685500,0	4258500,0	109	688500,0	4257000,0	182	691500,0	4252500,0
35	685500,0	4260000,0	110	688500,0	4258500,0	183	691500,0	4254000,0
54	687000,0	4231500,0	111	688500,0	4260000,0	184	691500,0	4255500,0
55	687000,0	4233000,0	113	688500,0	4263000,0	185	691500,0	4257000,0
56	687000,0	4234500,0	114	688500,0	4264500,0	186	691500,0	4258500,0
57	687000,0	4236000,0	129	690000,0	4230000,0	189	691500,0	4263000,0
58	687000,0	4237500,0	130	690000,0	4231500,0	206	693000,0	4231500,0
59	687000,0	4239000,0	131	690000,0	4233000,0	207	693000,0	4233000,0
60	687000,0	4240500,0	132	690000,0	4234500,0	208	693000,0	4234500,0
61	687000,0	4242000,0	133	690000,0	4236000,0	211	693000,0	4239000,0
62	687000,0	4243500,0	134	690000,0	4237500,0	212	693000,0	4240500,0
63	687000,0	4245000,0	135	690000,0	4239000,0	213	693000,0	4242000,0
64	687000,0	4246500,0	136	690000,0	4240500,0	214	693000,0	4243500,0
65	687000,0	4248000,0	137	690000,0	4242000,0	215	693000,0	4245000,0
66	687000,0	4249500,0	138	690000,0	4243500,0	216	693000,0	4246500,0
67	687000,0	4251000,0	139	690000,0	4245000,0	217	693000,0	4248000,0
68	687000,0	4252500,0	140	690000,0	4246500,0	218	693000,0	4249500,0
69	687000,0	4254000,0	141	690000,0	4248000,0	219	693000,0	4251000,0
70	687000,0	4255500,0	142	690000,0	4249500,0	220	693000,0	4252500,0
71	687000,0	4257000,0	143	690000,0	4251000,0	221	693000,0	4254000,0
73	687000,0	4260000,0	144	690000,0	4252500,0	222	693000,0	4255500,0
74	687000,0	4261500,0	145	690000,0	4254000,0	223	693000,0	4257000,0
90	688500,0	4228500,0	146	690000,0	4255500,0	225	693000,0	4260000,0
91	688500,0	4230000,0	147	690000,0	4257000,0	243	694500,0	4230000,0
92	688500,0	4231500,0	148	690000,0	4258500,0	244	694500,0	4231500,0
93	688500,0	4233000,0	149	690000,0	4260000,0	245	694500,0	4233000,0
94	688500,0	4234500,0	151	690000,0	4263000,0	248	694500,0	4237500,0

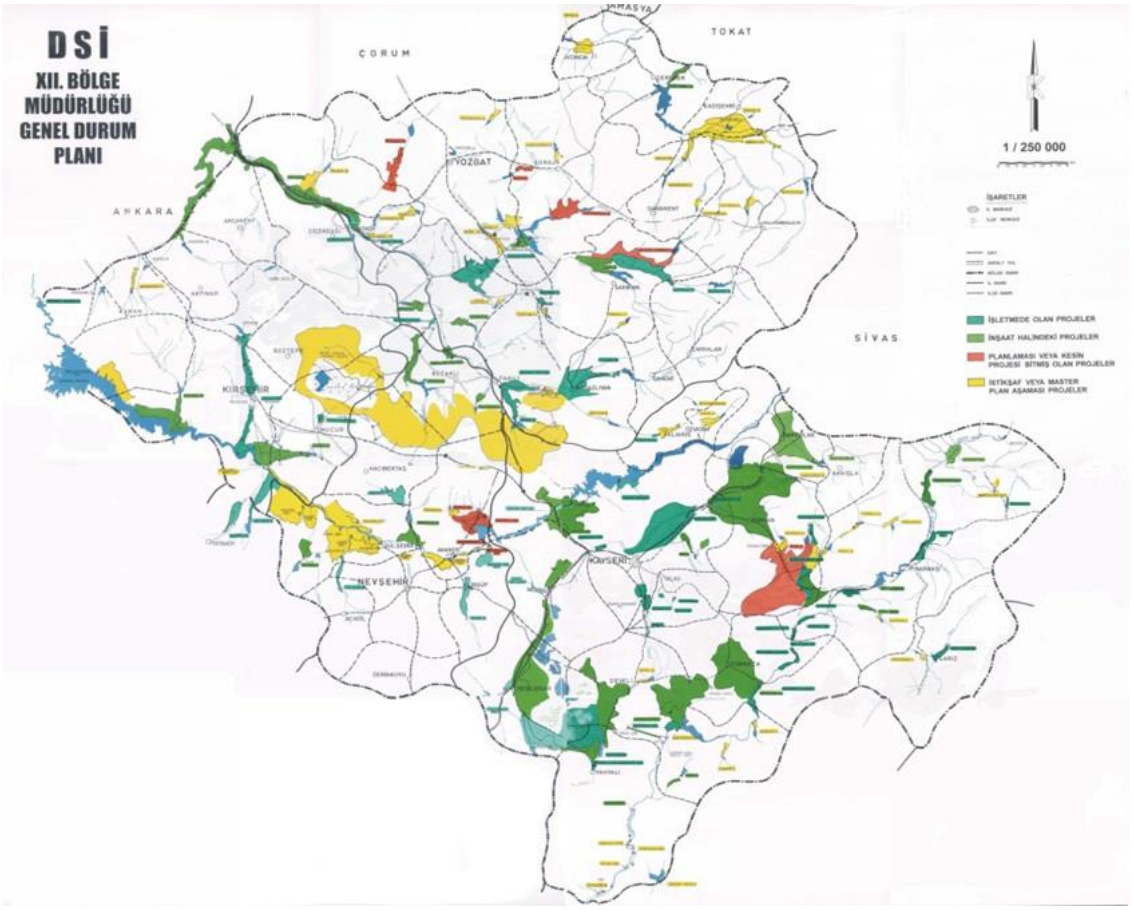
Nokta No	X	y	Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
249	694500,0	4239000,0	362	699000,0	4237500,0	469	703500,0	4227000,0
250	694500,0	4240500,0	364	699000,0	4240500,0	470	703500,0	4228500,0
251	694500,0	4242000,0	365	699000,0	4242000,0	471	703500,0	4230000,0
252	694500,0	4243500,0	370	699000,0	4249500,0	472	703500,0	4231500,0
253	694500,0	4245000,0	371	699000,0	4251000,0	473	703500,0	4233000,0
254	694500,0	4246500,0	372	699000,0	4252500,0	474	703500,0	4234500,0
255	694500,0	4248000,0	373	699000,0	4254000,0	475	703500,0	4236000,0
256	694500,0	4249500,0	374	699000,0	4255500,0	476	703500,0	4237500,0
257	694500,0	4251000,0	393	700500,0	4227000,0	477	703500,0	4239000,0
258	694500,0	4252500,0	394	700500,0	4228500,0	478	703500,0	4240500,0
259	694500,0	4254000,0	395	700500,0	4230000,0	479	703500,0	4242000,0
260	694500,0	4255500,0	396	700500,0	4231500,0	480	703500,0	4243500,0
261	694500,0	4257000,0	397	700500,0	4233000,0	481	703500,0	4245000,0
282	696000,0	4231500,0	398	700500,0	4234500,0	482	703500,0	4246500,0
283	696000,0	4233000,0	399	700500,0	4236000,0	484	703500,0	4249500,0
288	696000,0	4240500,0	400	700500,0	4237500,0	485	703500,0	4251000,0
289	696000,0	4242000,0	401	700500,0	4239000,0	486	703500,0	4252500,0
290	696000,0	4243500,0	402	700500,0	4240500,0	507	705000,0	4227000,0
291	696000,0	4245000,0	403	700500,0	4242000,0	508	705000,0	4228500,0
296	696000,0	4252500,0	406	700500,0	4246500,0	509	705000,0	4230000,0
297	696000,0	4254000,0	407	700500,0	4248000,0	511	705000,0	4233000,0
298	696000,0	4255500,0	408	700500,0	4249500,0	513	705000,0	4236000,0
299	696000,0	4257000,0	409	700500,0	4251000,0	514	705000,0	4237500,0
317	697500,0	4227000,0	410	700500,0	4252500,0	515	705000,0	4239000,0
318	697500,0	4228500,0	431	702000,0	4227000,0	516	705000,0	4240500,0
319	697500,0	4230000,0	432	702000,0	4228500,0	517	705000,0	4242000,0
320	697500,0	4231500,0	433	702000,0	4230000,0	518	705000,0	4243500,0
321	697500,0	4233000,0	434	702000,0	4231500,0	519	705000,0	4245000,0
322	697500,0	4234500,0	435	702000,0	4233000,0	520	705000,0	4246500,0
327	697500,0	4242000,0	436	702000,0	4234500,0	521	705000,0	4248000,0
333	697500,0	4251000,0	437	702000,0	4236000,0	522	705000,0	4249500,0
334	697500,0	4252500,0	438	702000,0	4237500,0	542	706500,0	4222500,0
335	697500,0	4254000,0	439	702000,0	4239000,0	543	706500,0	4224000,0
336	697500,0	4255500,0	440	702000,0	4240500,0	544	706500,0	4225500,0
355	699000,0	4227000,0	441	702000,0	4242000,0	545	706500,0	4227000,0
356	699000,0	4228500,0	442	702000,0	4243500,0	546	706500,0	4228500,0
357	699000,0	4230000,0	443	702000,0	4245000,0	547	706500,0	4230000,0
358	699000,0	4231500,0	444	702000,0	4246500,0	548	706500,0	4231500,0
359	699000,0	4233000,0	446	702000,0	4249500,0	549	706500,0	4233000,0
360	699000,0	4234500,0	447	702000,0	4251000,0	550	706500,0	4234500,0
361	699000,0	4236000,0	448	702000,0	4252500,0	551	706500,0	4236000,0

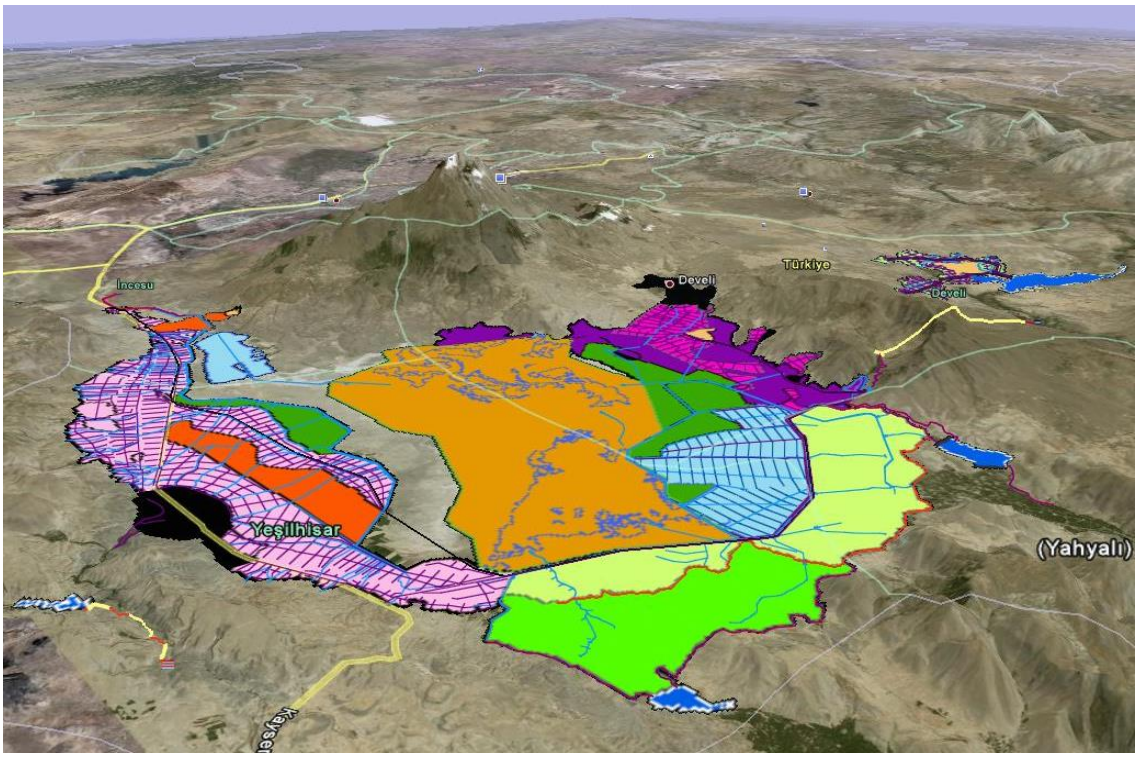
Nokta No	X	y	Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
552	706500,0	4237500,0	593	708000,0	4242000,0	667	711000,0	4239000,0
553	706500,0	4239000,0	594	708000,0	4243500,0	668	711000,0	4240500,0
554	706500,0	4240500,0	595	708000,0	4245000,0	669	711000,0	4242000,0
555	706500,0	4242000,0	597	708000,0	4248000,0	670	711000,0	4243500,0
556	706500,0	4243500,0	598	708000,0	4249500,0	671	711000,0	4245000,0
557	706500,0	4245000,0	623	709500,0	4230000,0	672	711000,0	4246500,0
558	706500,0	4246500,0	624	709500,0	4231500,0	707	712500,0	4242000,0
559	706500,0	4248000,0	625	709500,0	4233000,0	708	712500,0	4243500,0
560	706500,0	4249500,0	626	709500,0	4234500,0	710	712500,0	4246500,0
581	708000,0	4224000,0	627	709500,0	4236000,0	711	712500,0	4248000,0
582	708000,0	4225500,0	628	709500,0	4237500,0	712	712500,0	4249500,0
583	708000,0	4227000,0	629	709500,0	4239000,0	747	714000,0	4245000,0
584	708000,0	4228500,0	630	709500,0	4240500,0	749	714000,0	4248000,0
585	708000,0	4230000,0	631	709500,0	4242000,0	784	715500,0	4245000,0
586	708000,0	4231500,0	632	709500,0	4243500,0	785	715500,0	4246500,0
587	708000,0	4233000,0	633	709500,0	4245000,0	786	715500,0	4248000,0
588	708000,0	4234500,0	634	709500,0	4246500,0	787	715500,0	4249500,0
589	708000,0	4236000,0	635	709500,0	4248000,0			
590	708000,0	4237500,0	636	709500,0	4249500,0			
591	708000,0	4239000,0	665	711000,0	4236000,0			
592	708000,0	4240500,0	666	711000,0	4237500,0			

3.1.1. Araştırma Alanının Konumu ve Özellikleri

Develi Ovası Kayseri ilinin yaklaşık 45 km güney batısında bulunmaktadır. Ova 38°08′13″ - 38°20′21″kuzey enlemi, 35°03′33″-35°28′29″ doğu boylamında yer almaktadır. Develi, kuzey ve kuzeydoğuda Kızılırmak Havzası, doğuda ve güneyde Seyhan Havzası ve batıda Konya Havzası ile çevrili bir kapalı havzadır (Şekil 3.3). Develi Kapalı Havzası 3190 km^2 olup bu alanın 800 km^2'si Develi Ovası ile havzanın ortasında bulunan göl alanlarıdır. Ovanın doğu batı uçları arasındaki uzunluğu 35 km, kuzey güney uçları arasındaki uzunluğu ise 30 km kadardır. Ovanın deniz seviyesinden yüksekliği 1070 m ile 1150 m arasında değişmektedir.

Develi Ovasında çeşitli kuşların rahatça yaşayabilmesine imkan veren Türkiye'nin ve dünyanın sayılı kuş cennetlerinden olan Sultan Sazlığı ve Yay Gölü bulunmaktadır. Ovadaki bu göller Soysallı, Çayırözü, Dündarlı ve Yahyalı dere ve pınarları ile beslenmektedir. Ovada ayrıca Zamantı Irmağı, Develi Çayı ve Elbiz-Köşkpınar akarsuları yer almaktadır.





Şekil 3.3. Develi ovası genel görünümü (Anonim, 2008)

Ovada hem kuş cennetinin kurtarılması hem de 57666 ha arazinin sulanması amacıyla Develi Ovası II. Merhale Sulama Projesi kapsamında Seyhan Havzası'nda bulunan Zamantı Nehri'nden havzalar arası su transferi ile Kızılırmak Havzasında yer alan Develi Ovası'na su aktarılacaktır (Anonim, 2008).

Develi Ovası Sulama Projesi 2 merhaleye ayrılmıştır. Birinci merhale inşaatları 1987 yılında tamamlanarak 18420 ha alan sulamaya açılmıştır.

I. merhale kapsamında bulunan tesisler aşağıda özetlenmiştir.

- *Agcaşar Barajı ve Sulaması* = Su kaynağını Agcaşar Rezervuarı ve Yahyalı deresi oluşturmaktadır. 1988 yılında sulamaya açılan barajın sulama sahası 15410 ha'dır.
- *Kovalı Barajı* = Baraj Dündarlı Çayı üzerinde inşa edilmiş olup sulama sahası 3010 ha'dır.

II. merhale kapsamında aşağıda açıklanan tesislerin yapımı planlanmıştır.

- Gümüşören Barajı ve Gümüşören HES
- Agcaşar Barajı Takviye Kanalı
- Develi I. Merhale Agcaşar Sulaması Rehabilitasyonu
- Gümüşören baraj gölünden pompajla Gümüşören (Frakdin) Sulaması
- Sulak alanların (Sultan Sazlığı ve Yay Gölü) su ihtiyacının temini
- Develi Ovası Sağ Sahil Sulaması
  - Gümüşören Barajı (Zamantı) Sağ Sahil Sulaması
  - Sağ sahil YAS sulamaları
  - Sağ sahil YAS rehabilitasyonu
- Develi Ovası Sol Sahil Sulaması
  - Gümüşören Barajı (Zamantı) Sol Sahil Sulaması
  - Agcaşar Barajı Sol Sahil Sulaması
  - Sol sahil YAS sulamaları
  - Sağ sahil YAS rehabilitasyonu

3.1.2. İklim Özellikleri

Develi İlçesi'nde kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak karasal nitelikli Orta Anadolu iklimi egemendir. Ancak ilçe iklimi, yükseltiye göre yer yer farklılıklar gösterir. Buna bağlı olarak ilde iklim, çukurda kalan bölgelerde daha

yumuşakken, yaylalardan dağlık kesimlere doğru gidildikçe sertleşir. Örneğin, çevreye göre çukur bir alanda yer alan Develi Ovası'nda kış ayları görece yumuşak geçmektedir.

Develi İlçesi'nin birçok yerinde bozkır iklimi özellikleri vardır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Yüksek yerlerde ise yayla iklimi hüküm sürer. Ortalama yağış 317 mm, yıllık ortalama sıcaklık 11^0C buharlaşma ise 1565 mm'dir (DSİ 12. Bölge Müd., 2008).

Çizelge 3.2. Develi İlçesi 2011 Yılı Bazı Meteorolojik Verileri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*	11	12
T_{mak}(^{o}C)	3,8	6,0	11,3	15,1	20,0	25,0	31,8	30,1	26,0	12,7	6,8	6,9
T_{min}(^{o}C)	-3,7	-3,1	1,3	5,1	8,4	12,2	16,2	14,7	11,1	1,2	-2,1	-1,9
T_{ort}(^{o}C)	-0,4	0,7	5,5	9,7	14,0	19,0	24,5	22,9	18,4	6,1	1,6	1,8
RH_{mak}	83,7	85,0	79,3	76,8	73,0	66,4	56,1	58,0	56,4	78,6	79,1	73,1
RH_{min}	65,7	59,3	45,5	46,5	40,3	35,7	22,7	22,3	24,8	40,6	51,0	51,7
RH_{ort}	75,4	72,6	63,7	62,4	58,3	51,1	39,0	38,4	39,3	60,1	65,7	62,7
U (m/s)	2,2	2,1	2,3	2,6	2,2	2,2	2,2	2,0	2,1	1,8	1,8	2,3
Yağış (mm)	66,7	37,9	46,6	53,7	38,5	13	5,2	0	1,2	18,4	12,9	34,8

* Tamir ve bakım nedeniyle 10. Ay verileri eksik ölçümlerin ortalamasıdır

3.2. Metod

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınacağı Yerlerin Belirlenmesi ve Alınması

Toprak örneklerinin alınacağı yerler, Develi Ovası'nın sayısallaştırılmış 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalarından yararlanılarak belirlenmiştir. Bu haritalar, ArcGIS 9.3 ortamına aktarılmış ve 1500 m × 1500 m düzenli kare ızgara sistemi geçirilmiştir. Tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü alanlar, mer'a alanları ve Sultan Sazlığı Milli Parkı ve Ramsar alanı civarına düşen kare kesim noktaları, örnekleme noktaları olarak seçilmiştir. Toplam 288 noktanın coğrafi koordinatları ArcGIS yazılımı yardımıyla belirlendikten sonra, bu nokta koordinatları el GPS'ine aktarılmıştır. Arazide el GPS'i yardımıyla bulunan noktalardan 0-30, 30-60 ve 60-90 cm olmak üzere 3 farklı derinlikten toprak burgusu ile örnekler alınmıştır.

3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler

Toprak Tuzluluğu ve Reaksiyonunun Belirlenmesi: Laboratuvarda kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirilmiş toprak örneklerinden 150-200 g kadar örnek saturasyon çamuru karmak için seramik kaplara aktarılmıştır. Üzerine saf su ilave edilen

toprak örneği karıştırılarak ilave edilen su yedirilmiş ve saturasyon noktasına ulaşılana kadar bu işlem tekrar edilmiştir. Sature hale gelen toprak örnekler 24 saat süresince kapalı kaplar içerisinde laboratuar şartlarında gölgede bekletilmiştir. Sonra saturasyon durumu kontrol edilen toprak örnekleri Toprak Vakum Süzme Setine aktarılmış ve ekstrakları çıkartılmıştır. Saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği 25°C sıcaklık için Schott Instruments Lab 960 marka EC metre ile ölçülmüştür (Rhoades ve ark., 1999; Ayyıldız, 1990).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak pH tayini cam elektrotlu Thermo Orion 3Star marka dijital pH metre ile ABD Tuzluluk Laboratuvarı metot 21a kullanılarak yapılmıştır (Richards, 1954).

SAR: SAR değeri sodyum miktarının, kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamının yarısının karekköküne bölünmesiyle bulunmuştur (Richards, 1954; Ayyıldız, 1990).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \qquad (3.1)$$

Eşitlikte:

SAR: Sodyum Adsorpsiyon Oranı

Na: Saturasyon süzüğü Na miktarı (me/l)

Ca + Mg: Saturasyon süzüğü Ca + Mg miktarı (me/l)

Na Tayini: Fleym Fotometre yöntemi ile Na miktarı belirlenmiştir(Ayyıldız 1990).

Ekstraktların elektriksel iletkenliğine göre sulandırma faktörleri Çizelge 3.3'te verilmiştir (Ayyıldız 1990).

Çizelge 3.3. Saturasyon ekstraktlarının EC'lerine göre sulandırma faktörleri

Ekstrakt EC (dS/m) Değeri	Sulandırma Oranı
0-0.9	Sulandırılmaz
0.9-1.5	1/5
1.5-2	1/10
2-3	1/20
3-4	1/50
4-10	1/100
10-30	1/200
30-50	1/500
50-100	1/1000

Ca + Mg Tayini: Toprak saturasyon ekstraktının ECe değerlerine göre sulandırılan örneklerde EDTA titrasyonu yöntemi ile Ca+Mg miktarı belirlenmiştir (Ayyıldız 1990).

3.2.3. Tuzluluk Haritalarının Çizimi ve Analizi

Araştırma sonuçlarının istatistik analizinde bilgisayar programları MS Excell 7.0 ve SPSS 11.5 programlarından yararlanılmıştır. Sonuçların maksimum ve minimum değerleri, ortalaması, standart sapması ve standart hatası belirlenmiştir.

Araştırma alanında, toprakların nerede, hangi düzeyde ve hangi tuzluluk sınıfında olduğunu belirleyebilmek için laboratuvarda yapılan analizler sonucu elde edilen değerler yardımıyla tuzluluk haritaları çizilmiştir. Bu haritaların çiziminde ArcGIS9.3 programı kullanılmıştır.

Farklı derinliklere ait toprak tuzluluğu haritalarının oluşturulmasında aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir;

1) Çalışma alanından alınan toprak örneklerine ait laboratuvar analiz sonuçları Excel programında girilmiş ve xls formatında kaydedilmiştir. Her noktaya ait veri değerlerini içeren bu dosya ArcGIS9.3' de hazırlanan veri katmanları ile ilişkilendirilmiştir. Böylece tablosal değerlerin veri tabanına aktarılması sağlanmıştır.

2) Öznitelik tablosunda bulunan tuzluluk değerleri her bir derinlik için ayrı ayrı ele alınmış ve CBS' nin analiz fonksiyonlarından yararlanılmak suretiyle değerlendirilmiştir. Noktasal özellikte olan tuzluluk gözlem değerleri Inverse Distance Weight (IDW) enterpolasyon yöntemi kullanılarak enterpole edilmiş ve bütün derinlik sınıflarına ait veri katmanları üretilmiştir.

Hazırlanan bu veri katmanları CBS kapsamında birlikte veya ayrı ayrı değerlendirilmiş ve amaçlar doğrultusunda sorgulama ve sınıflandırma işlemlerine tabi tutulmuştur. Bu işlem numune alınan her toprak katmanı için gerçekleştirilmiştir.

Develi Ovası topraklarının EC_e, pH ve SAR değerlerine göre haritalamak amacıyla aşağıda verilen Çizelge 3.4-3.6'ya göre tarafımızdan sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.4. Develi Ovası Topraklarının EC'ye Göre Sınıfları

Develi Ovası Topraklarının EC_e (dS/m) Sınıfları	
I.Sınıf	0-2
II.Sınıf	2-4
III.Sınıf	4-8
IV.Sınıf	8-12
V.Sınıf	12-20
VI.Sınıf	20>

Çizelge 3.5. Develi Ovası Topraklarının pH'ya Göre Sınıfları

Develi Ovası Topraklarının pH Sınıfları	
I.Sınıf	5.5-6.5
II.Sınıf	6.5-7.5
III.Sınıf	7.5-8
IV.Sınıf	8-8.5
V.Sınıf	8.5-9
VI.Sınıf	9>

Çizelge 3.6. Develi Ovası Topraklarının SAR'a Göre Sınıfları

Develi Ovası Topraklarının SAR Sınıfları	
I.Sınıf	0-7
II.Sınıf	7-15
III.Sınıf	15-30
IV.Sınıf	30-60
V.Sınıf	60>

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Tuzluluğu

Develi ovası toprakları için yapılan istatistik analizine göre 0-30 cm derinlik için ortalama ECe değeri 6,75 dS/m olup en az 0,28 dS/m ve en yüksek 109,1 dS/m arasında değişim göstermiştir. Bu katman için standart sapmanın 11,8 olması tuzluluğun son derece değişken olduğunu belirtmektedir. Toprak reaksiyonu ortalama değeri pH= 8.32 olup toprak reaksiyonu en az 6.99 ve 9.98 arasında değişim göstermiştir. Bu tabaka için standart sapma 0.39 olup toprak reaksiyonu oldukça değişkendir. Bu tabakanın ortalama SAR değeri 25.4 düzeylerinde oldukça yüksektir. SAR değerleri 0.05-1699 arasında dalgalanmakta olup 102.7 standart sapma değeri ile son derece değişken bir durum arz etmektedir.

Çizelge 4.1. Develi Ovası Toprakları Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

EC						
Derinlik	N	Min	Mak	Ortalama	Standart Sapma	Standart hata
0-30	312	0.28	109.1	6.75	11.8	0.66
30-60	290	0.23	71.4	7.64	11.56	0.68
60-90	244	0.32	59.2	7.65	11.37	0.73
Ortalama	312	0.32	109.1	7.66	11.69	0.66
pH						
Derinlik	N	Min	Mak	Ortalama	Standart Sapma	Standart hata
0-30	312	6.99	9.98	8.34	0.39	0.022
30-60	290	5.45	9.95	8.3	0.44	0.026
60-90	244	7.46	9.85	8.23	0.40	0.025
Ortalama	312	6.76	9.48	8.31	0.35	0.02
SAR						
Derinlik	N	Min	Mak	Ortalama	Standart Sapma	Standart hata
0-30	312	0.05	1698.92	25.4	102.7	5.81
30-60	290	0.21	263.57	22.11	33.42	1.96
60-90	244	0.06	233.42	19.43	30.24	1.94
Ortalama	312	0.22	1678.92	26.96	100.16	5.67

Develi ovası toprakları için yapılan istatistik analizine göre 30-60 cm derinlik için ortalama ECe değeri 7.64 dS/m olup en az 0,23 dS/m ve en yüksek 71.4 dS/m arasında değişim göstermiştir. Bu katman için standart sapmanın 11,56 olması tuzluluğun son derece değişken olduğunu belirtmektedir. Toprak reaksiyonu ortalama değeri pH= 8.3 olup toprak reaksiyonu en az 5.45 ve 9.95 arasında değişim göstermiştir. Bu tabaka için standart sapma 0.44 olup toprak reaksiyonu da oldukça değişkenlik sergilemektedir. Bu tabakanın ortalama SAR değeri 22.11 düzeylerinde oldukça yüksektir. SAR değerleri 0.21-263.7 arasında dalgalanmakta olup 33.42 standart sapma

değeri ile son derece değişken bir durum arz etmesine karşın 0-30 cm tabakası değişkenliğinde göre daha az değişkenlik göstermektedir.

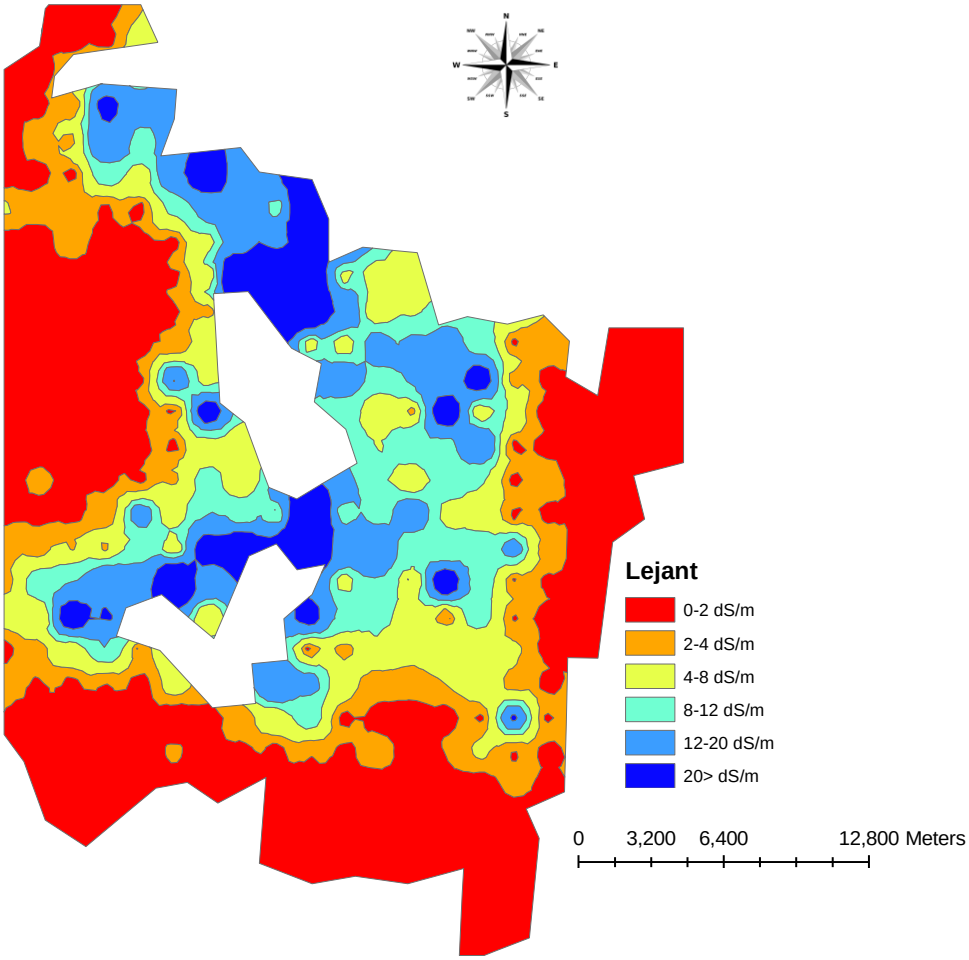
Develi ovası toprakları için yapılan istatistik analizine göre 60-90 cm derinlik için ortalama ECe değeri 7.65 dS/m olup en az 0.32 dS/m ve en yüksek 59.2 dS/m arasında değişim göstermiştir. Bu katman için standart sapmanın 11.37 olması tuzluluğun son derece değişken olduğunu belirtmektedir. Toprak reaksiyonu ortalama değeri pH= 8.23 olup toprak reaksiyonu en az 7.46 ve 9.85 arasında değişim göstermiştir. Bu tabaka için standart sapma 0.40 olup toprak reaksiyonu da oldukça değişkenlik sergilemektedir. Bu tabakanın ortalama SAR değeri 19.43 düzeylerinde oldukça yüksektir. SAR değerleri 0.06-233.4 arasında dalgalanmakta olup 30.24 standart sapma değeri ile son derece değişken bir durum arz etmektedir.

Develi ovası toprakları 0-90 cm derinlik için ortalama ECe değeri 7.66 dS/m olup en az 0.32 dS/m ve en yüksek 109.1 dS/m arasında değişim göstermiştir. Bu katman için standart sapmanın 11.69 olması tuzluluğun son derece değişken olduğunu belirtmektedir. Toprak reaksiyonu ortalama değeri pH= 8.31 olup toprak reaksiyonu en az 6.76 ve 9.48 arasında değişim göstermiştir. Bu tabaka için standart sapma 0.35 olup toprak reaksiyonu da oldukça değişkenlik sergilemektedir. Bu tabakanın ortalama SAR değeri 26.96 düzeylerinde oldukça yüksektir. SAR değerleri 0.22-1678.9 arasında dalgalanmakta olup 100.16 standart sapma değeri ile son derece değişken bir durum arz etmektedir.

Ortalama istatistik verilerine göre Develi Ovası ortalama tuzluluğu 4 dS/m değerinden büyük (7.66 dS/m) olduğu için“Tuzlu” toprak sınıfına girmektedir. Minimum ve maksimum değerler dikkate alındığında ise ovada hem tuzlu, hem tuzlu sodyumlu ve hem de sodyumlu topraklar bulunmaktadır. İstatistik verilerine dayalı olarak genel bir değerlendirme yapılmasına karşın bu değerlendirmenin uygulamada kullanılabilirliği son derece sınırlıdır. Tuzluluk yönetimi ve ıslah açısından tuzlu toprak sınıflarının ve dağılımının yerinin bilinmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak ovada tuzluluk sınıfı ve dağılımı elde edilmiştir.

4.2. Araştırma Alanı Topraklarının EC'ye Göre Alansal Dağılımı

Develi Ovası'nda yüzeydeki 0-30 cm toprak katmanı için tuzluluk sınıfları mekansal değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2'de özetlenmiştir.



Şekil 4.1. 0-30 cm derinlik için EC_e haritası

Çizelge 4.2. Develi ovasında 0-30 cm toprak derinliği için çeşitli toprak tuzluluğu sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

	0-30cm Derinlik EC_e		
EC sınıfları*	EC aralığı (dS/m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-2	28842.35	40.41
II	2-4	10262.62	14.38
III	4-8	10424.29	14.61
IV	8-12	8699.74	12.19
V	12-20	8772.78	12.29
VI	20>	4365.42	6.12
Toplam		71367.2	100

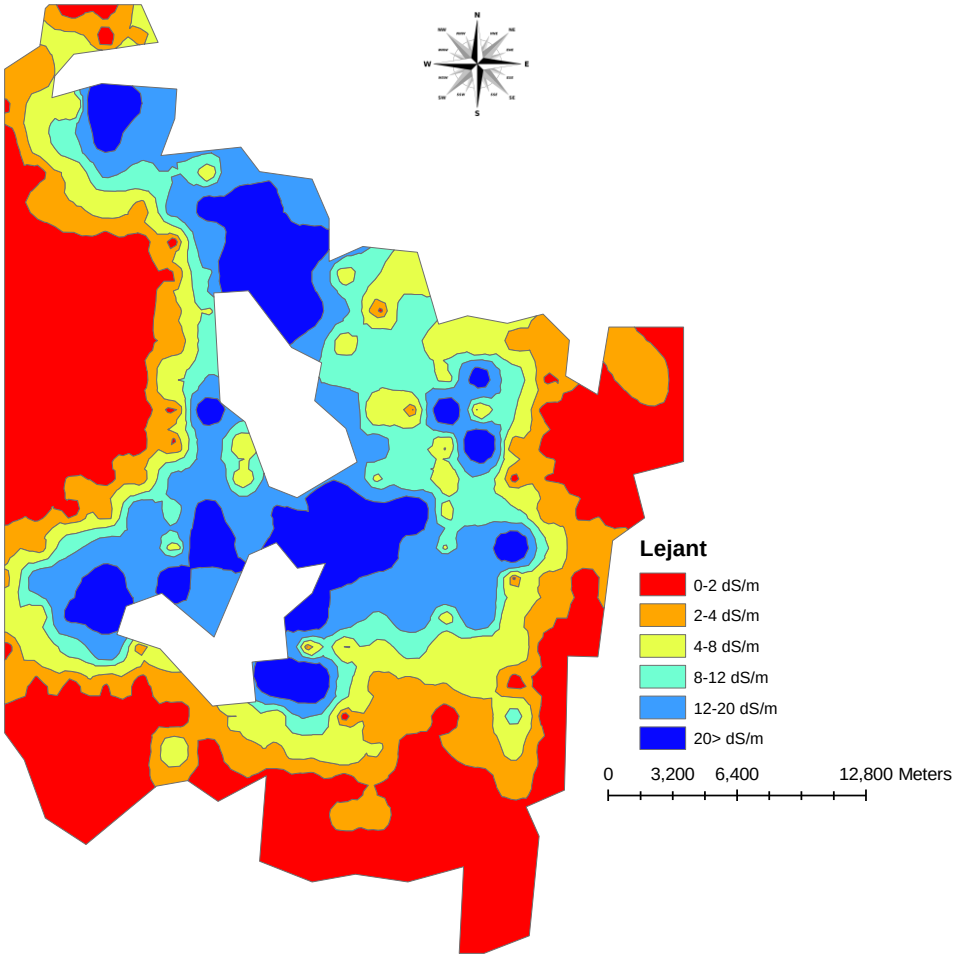
*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 0-30 cm derinlik için çizilen EC_e haritası ve Çizelge 4.2 incelendiğinde örneklenen alanın %40.41'nin 0-2 dS/m arasında tuzluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. II. sınıf tuzluluğa sahip alanlar %14.38, III.sınıf tuzluluğa sahip alanlar %14.61, IV.sınıf tuzluluğa sahip alanlar %12.19,V. sınıf tuzluluğa sahip alanlar %12.29 ve VI. sınıf tuzluluğa sahip alanlar ise %6.12 olduğu tespit edilmiştir.

Ova topraklarının 0-30 cm derinliği için EC_e değerlerinin 0.27 – 109 dS/m arasında değiştiği bulunmuştur. Örnekleme alanındaki toprakların 0-30 derinliği için toprak tuzluluk değerlerinin %45.21'inin toprak tuzluluk sınır değeri olan 4 dS/m'den daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek toprak tuzluluğu 334 nolu noktada, en düşük ise 34 nolu noktada belirlenmiştir. Bu tabaka için ortalama toprak tuzluluğu 6.75 dS/m olarak bulunmuştur.

Develi Ovası'nda yüzeydeki 30-60 cm toprak katmanı için tuzluluk sınıfları mekansal değişimi Şekil 4.2'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.3'de özetlenmiştir.



Şekil 4.2. 30-60 cm derinlik için EC_e haritası

Çizelge 4.3. Develi ovasında 30-60 cm toprak derinliği için çeşitli toprak tuzluluğu sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

	30-60 cm Derinlik EC_e		
EC sınıfları*	EC aralığı (dS/m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-2	23257.85	32.59
II	2-4	11591.19	16.24
III	4-8	10007.1	14.02
IV	8-12	8046.44	11.27
V	12-20	10755.32	15.07
VI	20>	7709.31	10.80
Toplam		71367.2	100

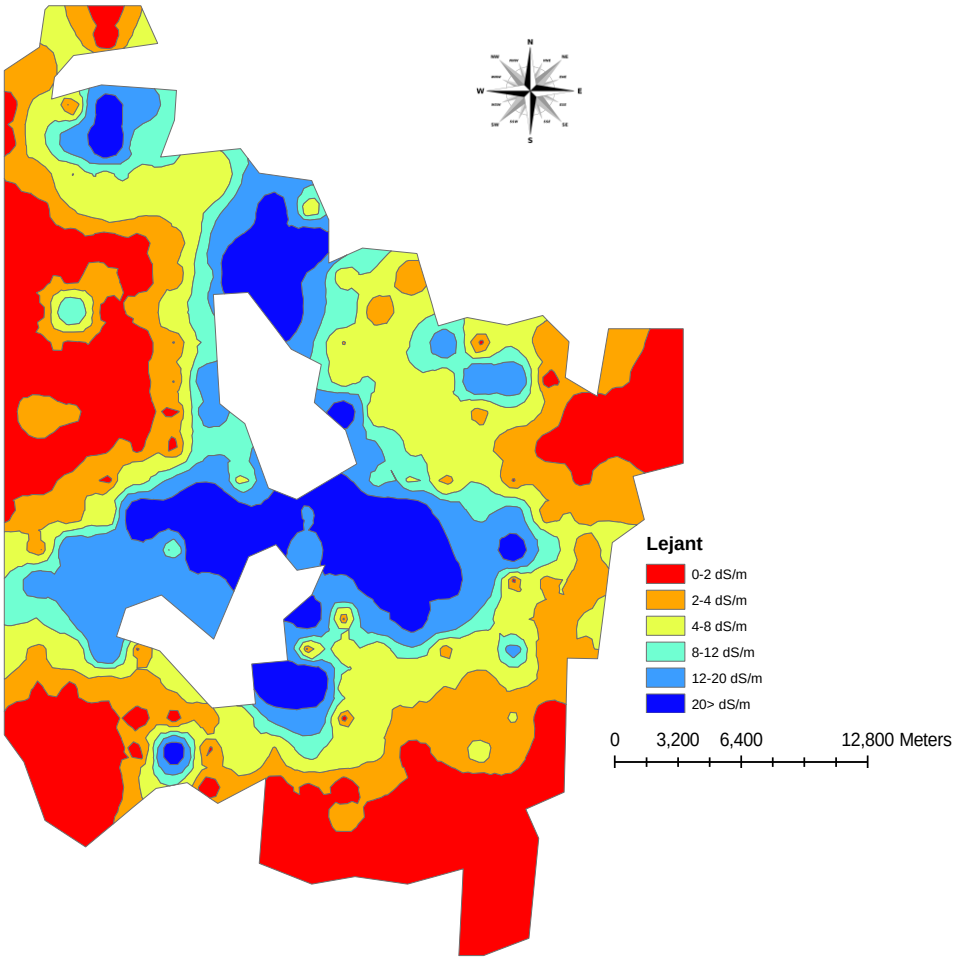
*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 30-60 cm derinliğinin tuzluluğu için çizilen harita ve Çizelge 4.3 incelendiğinde ovanın %32.59'nun I. Sınıf tuzluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. II. Sınıf tuzluluk oranı %16.24, III. sınıf tuzluluk oranı %14.02, IV. sınıf tuzluluk oranı %11.27, V. sınıf tuzluluk oranı %15.07 ve VI. sınıf tuzluluk oranı %10.80 olarak bulunmuştur.

30-60 cm derinlik için ova topraklarının toprak tuzluluğu değerlerinin 0.23 – 71.4 dS/m arasında değiştiği tespit edilmiştir. 30-60 cm derinlik için ova topraklarının %51.17'sinin toprak tuzluluğu sınır değeri olan 4 dS/m'den daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. En yüksek toprak tuzluluğu 296 nolu noktada, en düşük toprak tuzluluğu değeri ise 34 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için ortalama tuzluluk 7.64 dS/m olarak tespit edilmiştir.

Develi Ovası'nda 60-90 cm toprak katmanı için tuzluluk sınıfları mekansal değişimi Şekil 4.3'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4'de özetlenmiştir.

Ovada 60-90 cm derinliğinin tuzluluğu için çizilen harita ve Çizelge 4.4 incelendiğinde ovanın %25.77'sinin I. Sınıf tuzluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. II. Sınıf tuzluluk oranı %19.63, III. sınıf tuzluluk oranı %20.48, IV. sınıf tuzluluk oranı %9.88, V. sınıf tuzluluk oranı %13.26 ve VI. sınıf tuzluluk oranı %10.97 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3. 60-90 cm derinlik için EC_e haritası

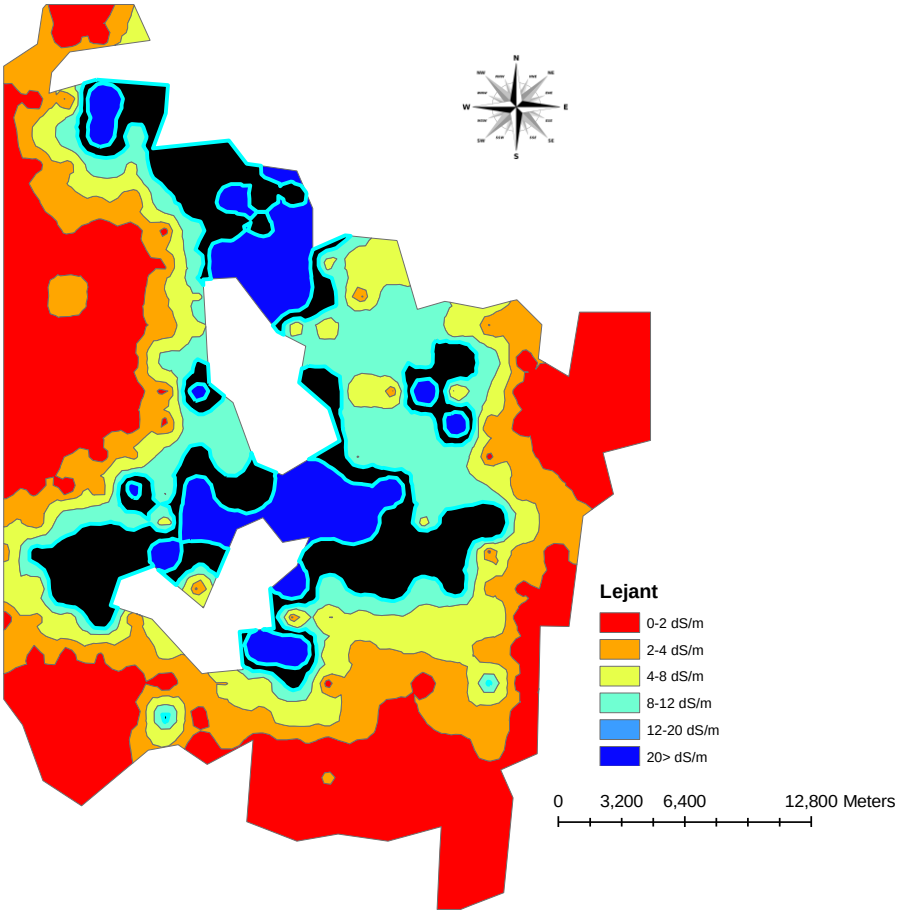
Çizelge 4.4. Develi ovasında 60-90 cm toprak derinliği için çeşitli toprak tuzluluğu sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

60-90 cm Derinlik EC_e			
EC sınıfları*	EC aralığı (dS/m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-2	18394.32	25.77
II	2-4	14010.01	19.63
III	4-8	14613.36	20.48
IV	8-12	7054.09	9.88
V	12-20	9463.5	13.26
VI	20>	7831.93	10.97
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

60-90 cm derinlik için ova topraklarının toprak tuzluluğu değerlerinin 0.32 – 59.2dS/m arasında değiştiği tespit edilmiştir. 60-90 cm derinlik için ova topraklarının %54.6'sının toprak tuzluluğu sınır değer olan 4 dS/m'den daha yüksek olması nedeniyle tuzlu toprak sınıfında yer almaktadır. En yüksek toprak tuzluğu değeri 250 nolu noktada, en düşük toprak tuzluluğu değeri 317 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için EC_e ortalaması 7.65 dS/m dir.

Develi Ovası'nda yüzeyden 90 cm toprak derinliğine kadar olan katmanı için tuzluluk sınıfları mekansal değişimi Şekil 4.4'te gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5'de özetlenmiştir.



Şekil 4.4. 0-90 cm derinlik için EC_e haritası

Çizelge 4.5. Develi ovasında 0-90 cm toprak derinliği için çeşitli toprak tuzluluğu sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

0-90 cm Derinlik EC_e ortalama			
EC sınıfları*	EC aralığı (dS/m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-2	23825.18	33.38
II	2-4	11943.38	16.74
III	4-8	9246.88	12.96
IV	8-12	9647.5	13.52
V	12-20	10888.14	15.26
VI	20>	5816.12	8.15
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

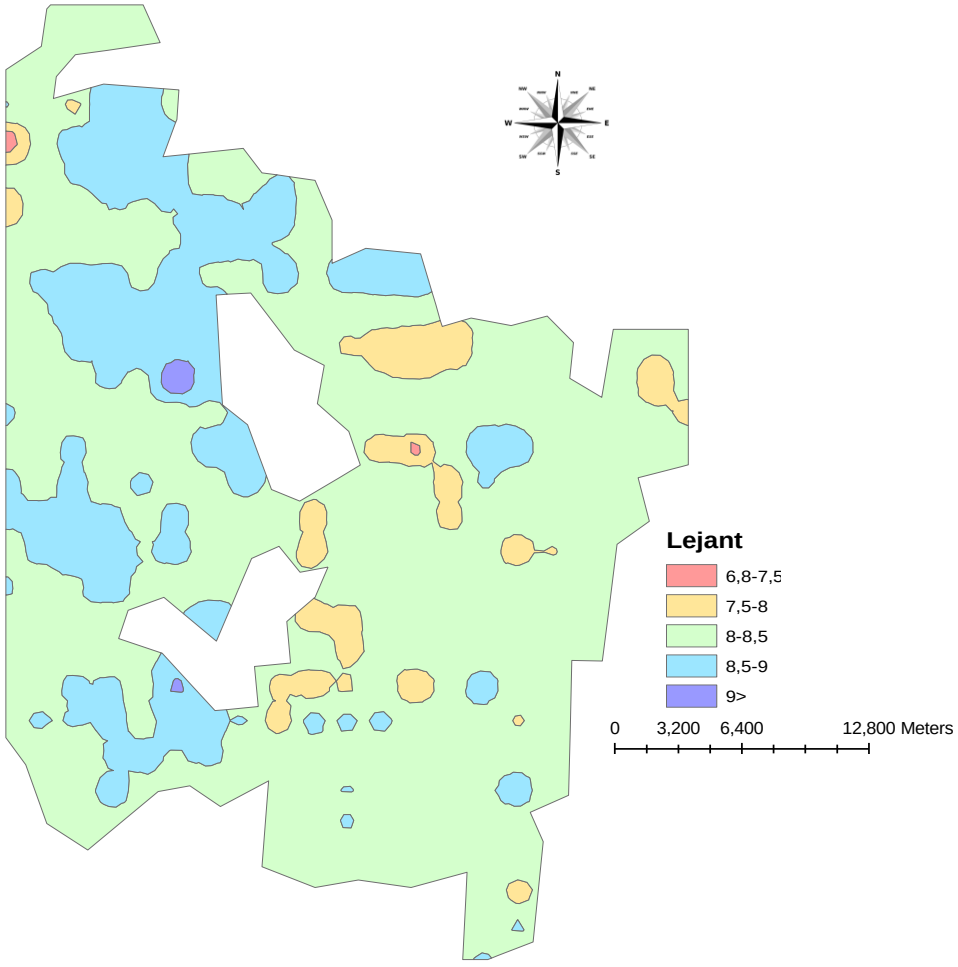
Ovada 0-90 cm derinlik için çizilen EC_e ortalama haritası ve Çizelge 4.5 incelendiğinde I. Sınıf tuzluluğa sahip alan %33.38 olarak bulunmuştur. II. sınıf

tuzluluk alanı %16.74, III. sınıf tuzluluk alanı %12.96, IV. sınıf tuzluluk alanı %13.52, V sınıf tuzluluk alanı %15.26 ve VI. sınıf tuzluluk oranı ise % 8.15 olarak bulunmuştur.

0-90 cm derinlik EC_e ortalaması için ova topraklarının toprak tuzluluğu değerlerinin 0.32 – 109.1dS/m arasında değiştiği tespit edilmiştir. 0-90 cm derinlik için ova topraklarının %49.89'unda yani yarısında toprak tuzluluğu sınır değeri olan 4 dS/m'den daha yüksek olduğu için tuzluluk problemi bulunmaktadır. En yüksek EC_e değeri 334 nolu noktada, en düşük EC_e değeri ise 34 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için ortalama EC_e değeri 7.66 dS/m olarak bulunmuştur.

4.3. Develi Ovası Topraklarının pH'ya Göre Alansal Dağılımı

Develi Ovası'nda yüzeydeki 0-30 cm toprak katmanı için toprak reaksiyonu sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.5'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6'te özetlenmiştir.



Şekil 4.5. 0-30 cm derinlik için pH haritası

Çizelge 4.6. Develi Ovası 0-30 cm toprak katmanı için çeşitli pH sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

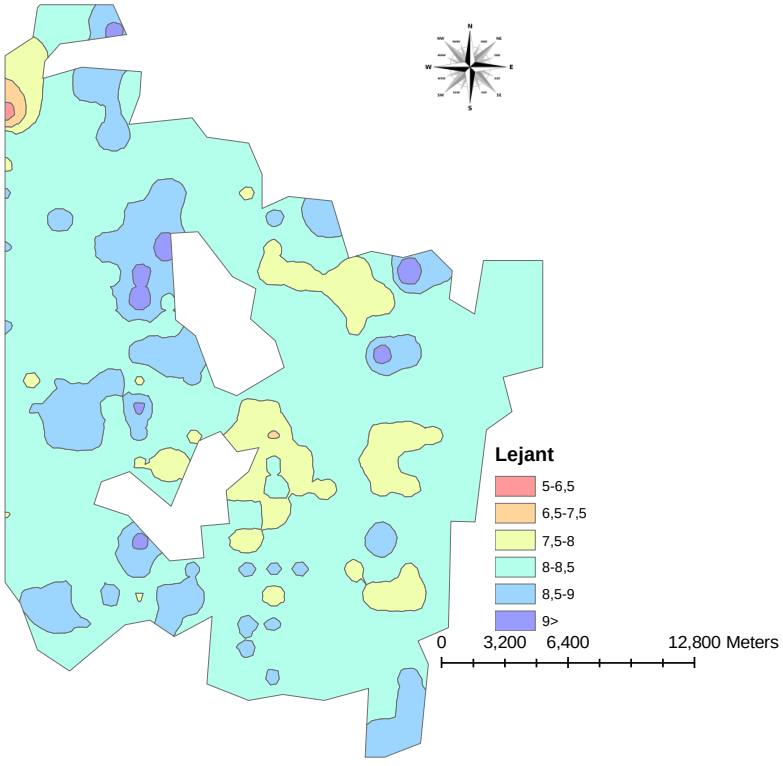
	0-30 cm Derinlik pH		
pH sınıfları*	pH aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	6.8-7.5	55.81	0.08
II	7.5-8	4142.71	5.80
III	8-8.5	51705.02	72.45
IV	8.5-9	15263.95	21.39
V	9>	199.71	0.28
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 0-30 cm derinlik için çizilen pH haritası ve Çizelge 4.3 incelendiğinde ovanın %72.45 gibi büyük bir kısmının pH değerinin III. Sınıfta olduğu tespit edilmiştir. I. Sınıf pH değerine sahip alan %0.08, II. sınıf %5.80, IV. sınıf %21.39 ve V. sınıf %0.28 olarak bulunmuştur.

Ovada 0-30 derinlik için pH değerlerinin 6.9–9.9 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek pH değerine 217 nolu noktada, en düşük pH değerine 34 nolu noktada rastlanılmıştır. Bu tabaka için ortalama pH değeri 8.32 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ova topraklarının yalnızca %0.08'i nötr bir reaksiyona sahipken neredeyse tamamı bazik reaksiyon göstermektedir.

Develi Ovası'nda 30-60 cm toprak katmanı için toprak reaksiyonu sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.6'de ve sonuçlar Çizelge 4.7'da özetlenmiştir.



Şekil 4.6. 30-60 cm derinlik için pH haritası

Çizelge 4.7. Develi ovasında 30-60 cm toprak derinliği için çeşitli pH sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

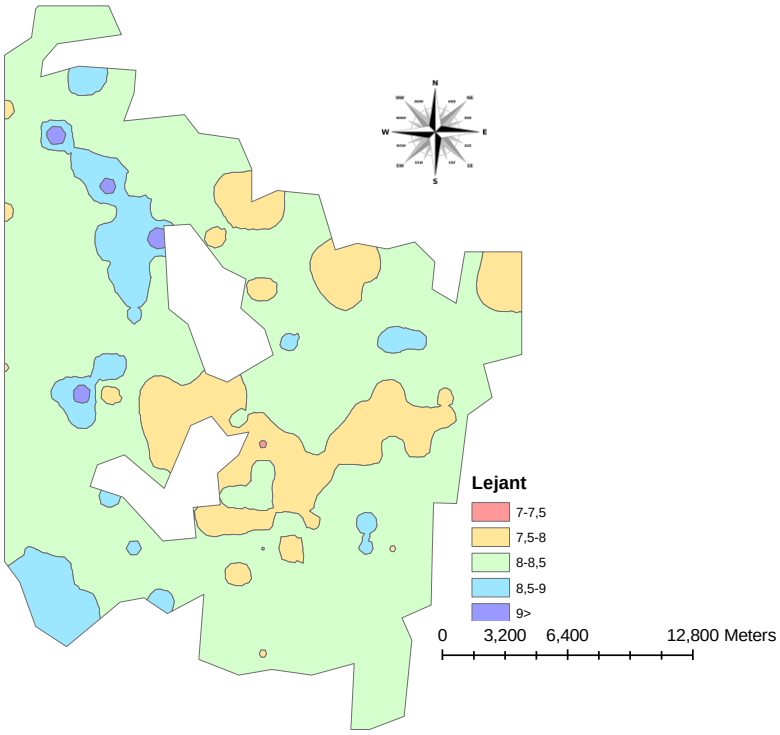
30-60 cm Derinlik pH			
pH sınıfları*	pH aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	5-6.5	42.99	0.06
II	6.5-7.5	226.13	0.32
III	7.5-8	7198.57	10.09
IV	8-8.5	52556.11	73.64
V	8.5-9	10608.28	14.86
VI	9>	735.13	1.03
Toplam		71367.21	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 30-60 cm derinlik için çizilen pH haritası ve Çizelge 4.6 incelendiğinde ova topraklarının %73.64 gibi büyük bir kısmının pH'sının IV. sınıf pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. I.sınıf pH değerine sahip alanlar %0.06, II. sınıf pH değerine sahip alanlar %0.32, III. sınıf pH değerine sahip alanlar %10.09, V. sınıf pH değerine sahip alanlar %14.86 ve VI. sınıf pH değerine sahip alanlar ise %1.03 olduğu tespit edilmiştir. Yani 30-60 cm katman için ovanın yalnızca %0.06'sı asit reaksiyon, %0.32'si nötr reaksiyon gösterirken %99.62'si bazik reaksiyon göstermektedir.

Ovada 30-60 cm derinliğinin pH'sı 5.4-9.9 arasında değiştiği bulunmuştur. En yüksek pH değerine 598 nolu noktada, en düşük pH değerine 34 nolu noktada rastlanılmıştır. Bu katman için pH ortalaması 8.30 olarak bulunmuştur.

Develi Ovası'nda 60-90 cm toprak katmanı için toprak reaksiyonu sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.7'de ve sonuçlar Çizelge 4.8'da özetlenmiştir.



Şekil 4.7. 60-90 cm derinlik için pH haritası

Ovada 60-90 cm derinlik için çizilen pH haritası ve Çizelge 4.9 incelendiğinde ova topraklarının %75.72 gibi büyük bir kısmının pH'sının III. sınıf pH değerine sahip olduğu görülmektedir. I. sınıf pH değerine sahip alanlar %0.02, II. sınıf pH değerine sahip alanlar %15.09, IV. sınıf pH değerine sahip alanlar %8.72, V. sınıf pH değerine sahip alanlar ise %0.45 olarak bulunmuştur. Bu katman için toprakların neredeyse tamamı bazik karakterdedir.

Çizelge 4.8. Develi ovasında 60-90 cm toprak derinliği için çeşitli pH sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

60-90 cm Derinlik pH			
pH sınıfları*	pH aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	7-7.5	13.78	0.02
II	7.5-8	10767	15.09
III	8-8.5	54039.37	75.72
IV	8.5-9	6225.09	8.72
V	9>	321.97	0.45
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 60-90 cm derinliği için pH'nın 7-9.8 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek pH değerine 109 nolu noktada, en düşük pH değerine ise 521 nolu noktada rastlanılmıştır. Bu tabaka için pH ortalaması 8.21 olarak bulunmuştur.

Develi Ovası'nda yüzeydeki 0-90 cm toprak katmanı için toprak reaksiyonu sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.8'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.9'de özetlenmiştir.

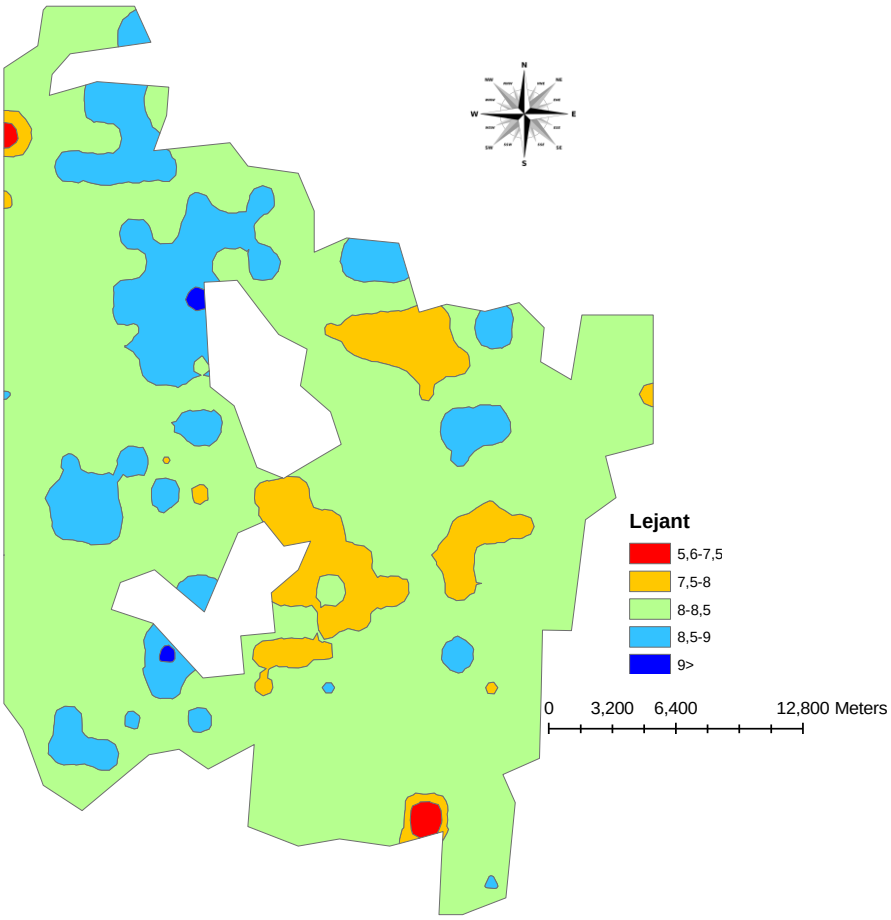
Çizelge 4.9. Develi ovasında 0-90 cm toprak derinliği için çeşitli pH sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

0-90 cm Derinlik pH Ortalama			
pH sınıfları*	pH aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	5.6-7.5	262.57	0.37
II	7.5-8	5826.17	8.16
III	8-8.5	55524.34	77.80
IV	8.5-9	9634.17	13.50
V	9>	119.96	0.17
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 0-90 cm derinlik için çizilen pH ortalama haritası ve Çizelge 4.12 incelendiğinde ova topraklarının %77.80 gibi büyük bir kısmının pH'sının III. sınıf pH değerine sahip olduğu görülmektedir. I. sınıf pH değerine sahip alanlar %0.37, II. sınıf pH değerine sahip alanlar %8.16, IV. sınıf pH değerine sahip alanlar %13.50, V. sınıf

pH değerine sahip alanlar ise %0.17 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ova neredeyse tamamen bazik reaksiyon göstermektedir.

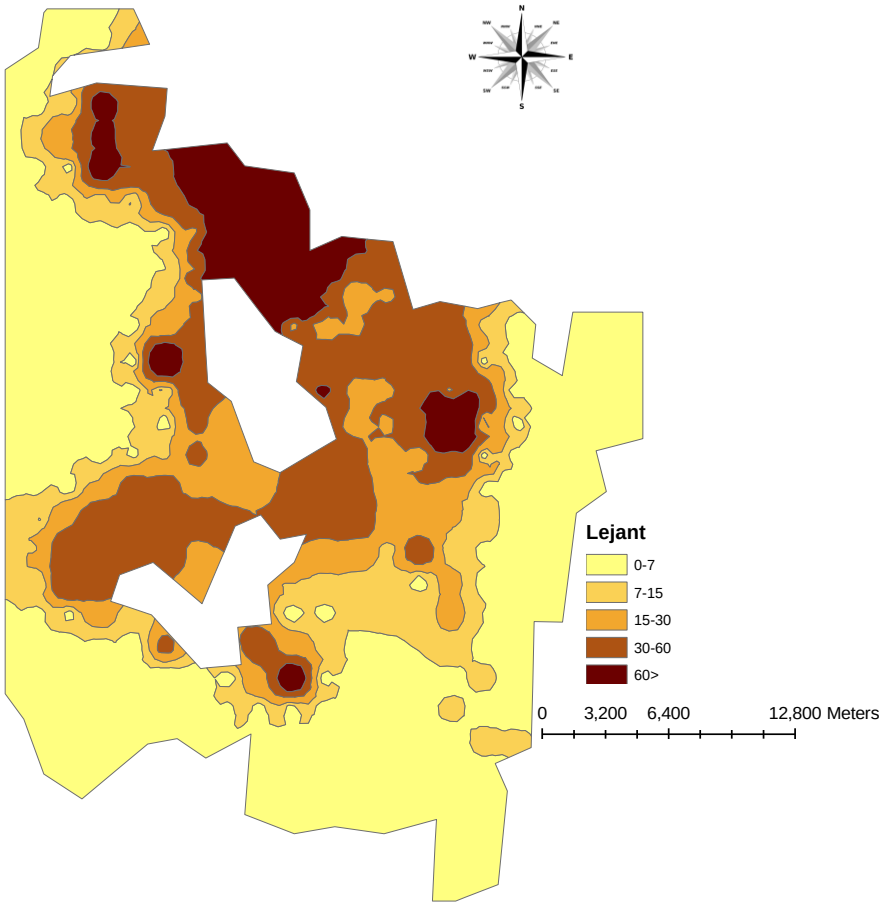


Şekil 4.8. 0-90 cm derinlik için pH haritası

Ovada 0-90 cm pH ortalamasının 5.64-9.48 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri 217 nolu noktada, en düşük pH değeri ise 507 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için pH değeri 8.29 olarak bulunmuştur.

4.4. Develi Ovası Topraklarının SAR'a Göre Alansal Dağılımı

Develi Ovası'nda yüzeydeki 0-30 cm toprak katmanı için toprak sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.9'te gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10'da özetlenmiştir.



Şekil 4.9. 0-30 cm derinlik için SAR haritası

Çizelge 4.10. Develi Ovası 0-30 cm toprak katmanı için çeşitli SAR sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

0-30 cm Derinlik SAR			
SAR sınıfları*	SAR aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-7	32684.06	45.80
II	7-15	9926.85	13.91
III	15-30	9572.26	13.41
IV	30-60	13567.23	19.01
V	60>	5616.8	7.87
Toplam		71367.2	100

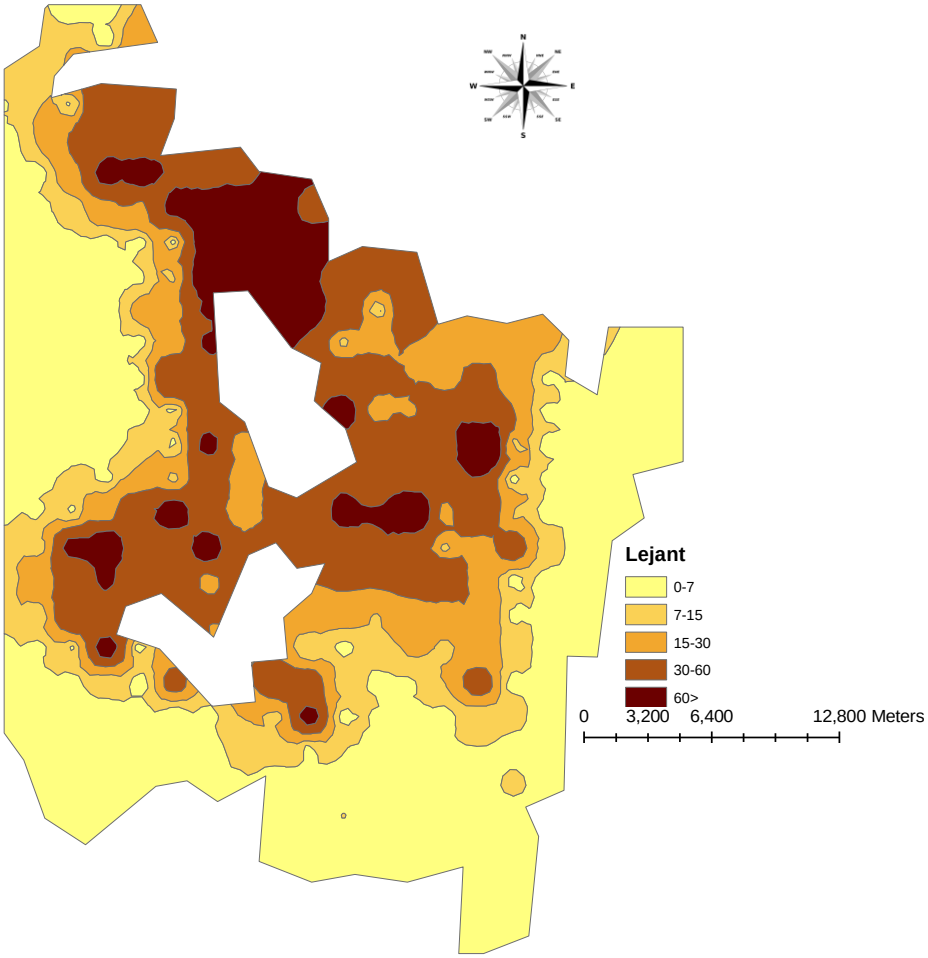
*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 0-30 cm derinlik için çizilen SAR haritası ve Çizelge 4.10 incelendiğinde ova topraklarının %45.80'nin I.sınıf SAR değerinde olduğu bulunmuştur. %13.91'nin II. sınıf, %13.41'nin III. sınıf, %19.01'nin IV. sınıf ve %7.87'sinin V. sınıf SAR

değerine sahip olduğu bulunmuştur. Ovada 0-30 cm derinlik için SAR değerlerinin 0.04-1678.9 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

En yüksek SAR değerine 334 nolu noktada, en düşük SAR değerine 431 nolu noktada rastlanılmıştır. Bu tabaka için ortalama SAR değeri 25.40 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 0-30 cm toprak tabakası için ovada ortalama SAR değerinin ve pH'nın yüksek olması sodyumluluk sorunu bulunabileceğini göstermektedir.

Develi Ovası'nda yüzeydeki 30-60 cm toprak katmanı için toprak sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.10'da gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.11'de özetlenmiştir.



Şekil 4.10. 30-60 cm derinlik için SAR haritası

Ovada 30-60 cm derinlik için çizilen SAR haritası ve Çizelge 4.11 incelendiğinde ova topraklarının %39.60'nın I. Sınıf SAR değerine sahip olduğu görülmektedir. II. sınıf SAR değerine sahip alanlar %13.27, III. sınıf SAR değerine sahip alanlar %14.81, IV. sınıf SAR değerine sahip alanlar %24.25 ve V. sınıf SAR

değerine sahip alanlar ise %8.08 olarak bulunmuştur. Bu katman için SAR değerinin yüksek ve pH'nın yüksek olması sodyumluluk problemi bulunabileceğini göstermektedir.

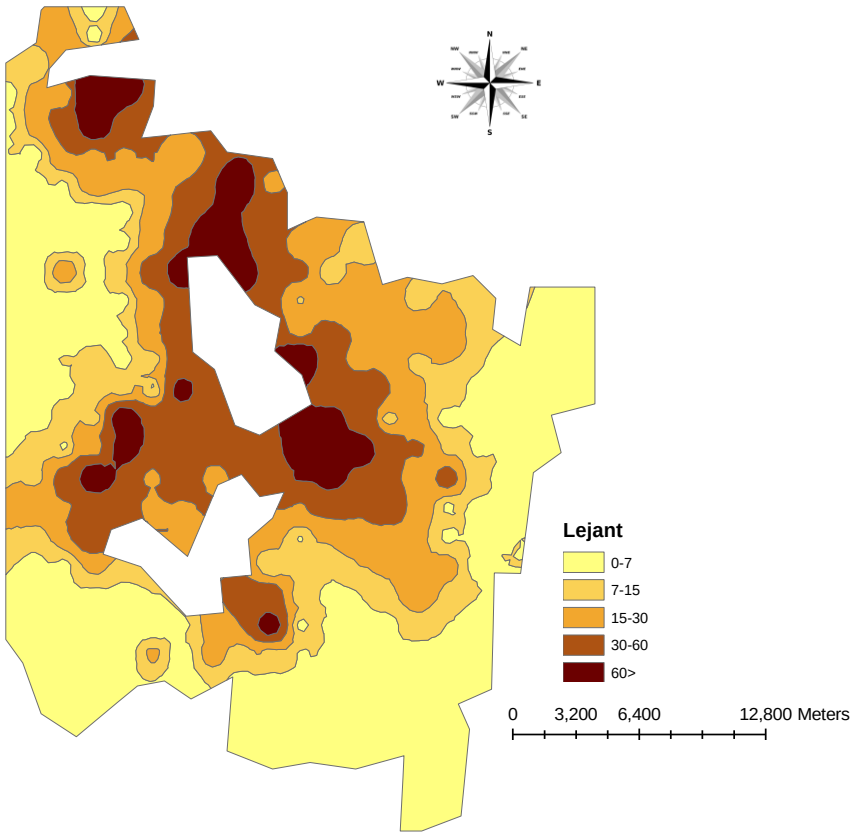
Çizelge 4.11. Develi Ovası 30-60 cm toprak katmanı için çeşitli SAR sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

30-60 cm Derinlik SAR			
SAR sınıfları*	SAR aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-7	28259.13	39.60
II	7-15	9469.06	13.27
III	15-30	10565.95	14.81
IV	30-60	17305.89	24.25
V	60>	5767.18	8.08
Toplam		71367.21	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 30-60 cm derinliği için SAR değerlerinin 0.2-263.5 arasında değiştiği bulunmuştur. En yüksek SAR değerine 557 nolu noktada, en düşük SAR değeri ise 152 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için SAR ortalaması 22.11 olarak bulunmuştur.

Develi Ovası'nda yüzeydeki 60-90 cm toprak katmanı için toprak sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) sınıflarının mekânsal dağılımı Şekil 4.11'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.



Şekil 4.9. 60-90 cm derinlik SAR haritası

Çizelge 4.10. Develi Ovası 60-90 cm toprak katmanı için çeşitli SAR sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

60-90 cm Derinlik SAR			
SAR sınıfları*	SAR aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-7	27370.62	38.35
II	7-15	11629.57	16.30
III	15-30	14579.57	20.43
IV	30-60	13034.07	18.26
V	60>	4753.36	6.66
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 60-90 cm derinlik için çizilen SAR haritası ve Çizelge 4.12 incelendiğinde ova topraklarının %38.35'nin I. Sınıf SAR değerine sahip olduğu görülmektedir. II. sınıf SAR değerine sahip alanlar %16.30, III. sınıf SAR değerine sahip alanlar %20.43, IV. sınıf SAR değerine sahip alanlar %18.26 ve V. sınıf SAR değerine sahip alanlar ise %6.66 olarak bulunmuştur. 60-90 cm katmanı için ortalama SAR ve pH değerlerinin yüksek olması sodyumluluk problemi bulunabileceğini göstermektedir.

Ovada 60-90 cm derinlik için ova topraklarının SAR değerlerinin 0.05-233.4 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek SAR değeri 149 nolu noktada, en düşük SAR değeri ise 35 nolu noktada çıkmıştır. Bu tabaka için SAR ortalaması 19.43 olarak bulunmuştur.

Develi Ovası'nda yüzeydeki 0-90 cm toprak katmanı için toprak sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.12'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.13'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. Develi Ovası 0-90 cm toprak katmanı için çeşitli SAR sınıfları tarafından kaplanan alan ve yüzdesi

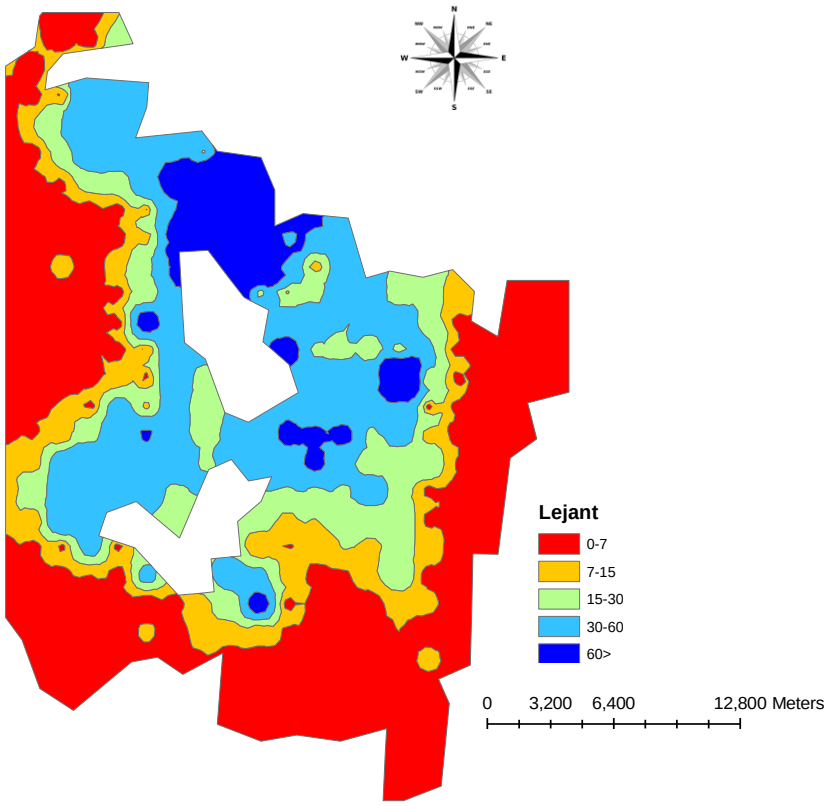
0-90 cm Derinlik SAR Ortalama			
SAR sınıfları*	SAR aralığı	Alan (ha)	Yüzde (%)
I	0-7	29495.04	41.33
II	7-15	9403.53	13.18
III	15-30	10323.35	14.47
IV	30-60	16920.58	23.71
V	60>	5224.71	7.32
Toplam		71367.2	100

*Sınıflama tarafımızdan yapılmıştır.

Ovada 0-90 cm derinlik için çizilen SAR ortalama haritası ve Tablo 4.13 incelendiğinde ova topraklarının %41.33'nün I. Sınıf SAR değerine sahip olduğu görülmektedir. II. sınıf SAR değerine sahip alanlar %13.18, III. sınıf SAR değerine sahip alanlar %14.47, IV. sınıf SAR değerine sahip alanlar %23.71 ve V. sınıf SAR değerine sahip alanlar ise %7.32 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ovanın SAR

değeri ve pH'sının yüksek olması ovada sodyumluluk probleminin olabileceğini göstermektedir.

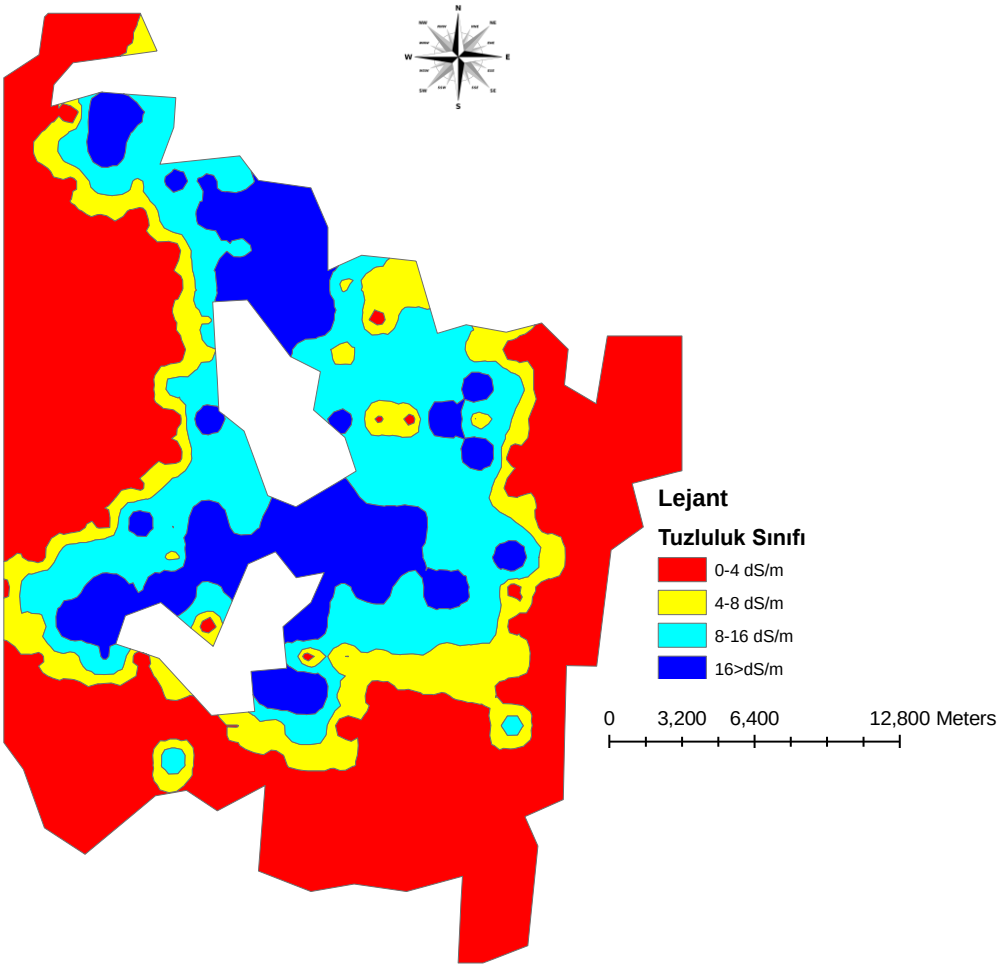
Ovada 0-90 cm SAR ortalama değerlerinin 0.2 – 1678.9 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek SAR değeri 334 nolu noktada, en düşük SAR değeri ise 113 nolu noktada bulunmuştur. Bu tabaka için ortalama SAR değeri 26.96 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. 0-90 cm derinlik SAR ortalama haritası

4.5. Develi Ovası Topraklarının Tuzluluk Sınıflarının Alansal Dağılımı

Develi Ovası'nda toprak tuzluluk sınıflarının mekansal dağılımı Şekil 4.13'de gösterilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.14'te özetlenmiştir.



Şekil 4.13. Develi ovası topraklarının tuzluluk sınıfları

Çizelge 4.14. Develi Ovası topraklarının tuzluluk sınıflarının kapladığı alan ve yüzdesi

Ova Topraklarının Tuzluluk Sınıfları			
EC Aralığı (dS/m)*	Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde
0-4	Tuzsuz	35775,61	50,13
4-8	Hafif Tuzlu	9194,36	12,88
8-16	Orta Der. Tuzlu	15731,99	22,04
16>	Çok Fazla Tuzlu	10665,24	14,94
Toplam		71367,21	100,00

*Sınıflama Richard (1954)'e göre yapılmıştır.

Ova topraklarının tuzluluk sınıfı için çizilen harita ve çizelge 4.14 incelendiğinde, ovanın %50,13'ü tuzsuz, %12,88'i hafif tuzlu, %22,04'ü orta derecede tuzlu ve %14,94'ü çok fazla tuzlu sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bitkilerin verim kaybetmeden yetiştiği tuzluluk aralığına göre bitkiler için tuzluluğa duyarlılık sınıflaması yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre duyarlı bitkiler 1.3 dS/m ve altındaki tuzlulukta, orta düzeyde duyarlı bitkiler 1.3-3.0 dS/m aralığında, orta derecede dayanıklı bitkiler 3.0-6.0 dS/m aralığında, toleranslı bitkiler 6.0-10.0 dS/m aralığında yetiştirilebilmektedir. Toprak tuzluluğu 10.0 dS/m üzerinde ise kabul edilebilir düzeyin üzerinde verim kaybı oluştuğu için tarımsal üretime uygun olmamaktadır (Ayers ve Wescot, 1989). Bu değerlendirme dikkate alındığında Develi Ovasının yaklaşık %30.2'si kültür bitkileri üretimine uygun görülmemektedir. Ovanın yaklaşık %13.2'sinde yalnızca toleranslı bitkiler yetiştirilebilir durumdadır. Ovanın %33.4'ünde tüm bitkilerin yetiştirilmesi için elverişli alan bulunmaktadır. Ovada %36.4'lük bir alanda ise toprak tuzluluğu mutlaka dikkate alınarak uygun bitkilerin seçimi ile ekonomik bir üretim yapılabilecektir.

Ovanın %50.13'ünde tuzluluk problemi görülmemektedir (EC_e<4dS/m). Bu alanlarda her türlü bitki yetiştirilebilir fakat elma, kiraz, kayısı, üzüm, fasülye, bezelye, biber, patlıcan, marul, soğan, kavun, karpuz, patates, mısır, ıspanak, havuç domates ve yonca gibi hassas bitkiler ve orta derecede hassas bitkilerin yetiştirilmesinde verim düşüşlerini engellemek veya en aza indirmek için sulama ve tuzluluk yönetimi dikkatle uygulanmalıdır. Sulamada kullanılan suyun tuzluluğu, yıkama miktarı ve zamanlaması, yetiştirilecek bitki tipi ve drenaj şartları dikkate alınmalıdır. %12.88'lik bir alanda ise hafif tuzluluk problemi (4dS/m<EC_e<8dS/m) mevcuttur ancak bu alan bitki yetiştiriciliği açısından orta derecede toleranslı ve toleranslı bitkilerin yetiştirilmesine uygundur. Bu bitkiler arasında ovada yaygın şekilde yetiştirilmekte olan buğday, arpa, çekirdeklik kabak, pancar sayılabilir. Ayrıca tritikale, fiğ, sorgum, soya fasulyesi gibi yem bitkileri yetiştirilebilir. Ova topraklarının %22.04'ünde ise orta derecede tuzluluk problemi (8dS/m<EC_e<16dS/m) tespit edilmiştir. Bu alanlarda şeker pancarı, otlak ayrığı, arpa, sorgum gibi tuzluluğa toleranslı bitkilerin yetiştirilmesi durumunda kısmen verim kayıpları oluşacaktır. Ova topraklarının %14.94'ünde ise çok fazla tuzluluk sınıfına (ECe>16dS/m)giren alan mevcuttur. Bu alanlarda ekonomik üretim yapmak mümkün görülmemektedir. Sadece halofit türü bitkiler yaşamlarını sürdürebilecektir. Bitki yetiştiriciliği yapılan alanların tamamında mutlaka sulama ve tuzluluk yönetimine dikkat edilmelidir.

Çok tuzlu alanlarda mutlaka ıslah programı oluşturulmalıdır. Tüm ıslah çalışmalarında doğal ve yapay drenaj sistemlerinin uygunluğu mutlaka dikkate alınmalıdır.

5.2 Öneriler

Ovada zaten yüksek olan tuzluluk probleminin ovanın büyük bir kısmı sulamaya açıldıktan sonra şiddetlenmemesi için bilinçli bir şekilde sulamalar yapılmalıdır. Konusunda uzman Mühendisler tarafından yönetilen sulamaların ve ovaya kurulacak drenaj sistemlerinin etkinliğinin belirlenebilmesi için tuzluluğun tarla bazında belirli aralıklar ile belirlenerek haritalanması gerekmektedir.

Ovada bulunan tuzlu topraklarda en az kayıpla tarımsal üretim yapılabilmesi için toprak tuzluluk durumuna göre bitki seçimi yapılmalı ve sulamalar gerçekleştirilmelidir.

Toprak ıslah çalışmalarında mutlaka toprak tuzluluk sınıfı belirlenmeli ve buna göre bir ıslah programı hazırlanmalıdır.

Ovanın büyük bir kısmının sulamaya açılması ile birlikte sulama kayıpları neticesinde oluşacak fazla suyun drenajı son derece önemlidir. Bu ovada drenaj sistemlerinin planlanması ve projelendirilmesinde Sultan Sazlığı Milli Parkı alanı mutlaka dikkate alınmalıdır. Aksi halde tuz ve kimyasal madde yüklü drenaj sularının bu alana akıtılması sulak alan ekosistemine geri dönüşü olmayan zararlar verebilir. Drenaj sistemleri ile fazla su uzaklaştırılırken gölalanı suyunun da uzaklaştırılma riski bulunmaktadır. Bu nedenle ovada daha ayrıntılı ve detaylı etütlere dayanılarak drenaj sistemlerinin planlama ve projelenmesi gerektiği gibi Ovada sulamanın da uzman kişiler tarafından yönetilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Akbaş, F., Ünlükara, A., Kurunç, A., İpek, U., Yıldız, H., 2008. Tokat - Kazova'da Taban Suyu Gözlemlerinin CBS Yöntemleriyle Yapılması ve Yorumlanması. 5. Dünya Su Formu Sulama – Tuzlanma Toplantısı, 12-13 Haziran Şanlıurfa.

Akış, A., Kaya, B., Seferov, R., Başkan, H. O., 2005. Harran Ovası Ve Çevresindeki Tarım Arazilerinde Tuzluluk Problemi Ve Bu Problemin İklim Özellikleriyle İlişkisi, www.sosyalbil.selcuk.edu.tr/sos_mak/articles, Konya.

Anonim, 2008. www.dsi.gov.tr

Anonim, 2008.,Develi II. Merhale Projesi Develi Ovası Sulamaları Planlama Revizyonu Raporu. DSİ. 12. Bölge Müdürlüğü, Kayseri

Anonim, 2011. Sultansazlığı. http://www.sultansazligi.com/

Arslan, H., 2012. Spatial and Temporal Mapping of Groundwater Salinity Using Ordinary Kriging and Indicator Kriging : The Case of Bafra Plain, Turkey. Agricultural Water Management, 113(2012) 57-63

Arslan, H., Günal, H., Güler, M., Cemek, B., Acir, N., 2013. Assesment The Soil Properties Affecting Salinity And Sodicity of Bafra Plain Using Multivariate Statistical Technigues. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences,Vol.8, No.1, 81-90.

Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1989. Water Quality For Agriculture. FAO 29 Rev.I, Rome.

Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1196, Ankara.

Bernstein, L., 1960. Salt Tolerance of Field Crops. U.S.Dept.Agr.Inf.Bull. 217NA

Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama Alanındaki Tuzluluk Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi 37(1), 63-72, (2006), Erzurum.

Cemek, B., Güler, M., Kiliç, K., Demir, Y., Arslan, H., 2006. Assessment of Spatial Variability in Some Soil Properties as Related to Soil Salinity and Alkalinity in Bafra Plain in Northern Turkey. Environ Monit Assess DOI 10.1007/s10661-006-9220-y.

Cheverry, C., 1974. Contribution a l'etude pedologique des polders du lac Tchad. Dynamique des sels en milieu continental subaride dans les sediments argileuz et organiques. These de Doctorat es science, Universite Louis Pasteur, Strasbourg.

Çetin, M., Diker, K., 2003. Assessing Drainage Problem Areas by GIS: A Case Study In The Eastern Mediterranean Region of Turkey, Irrigation and Drainage 52:343-353

Çiftçi, N., 1987. Konya Tigem Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.

Douaik, A., Meirvenne, M.V., Toth, Tibor., 2005. Soil Salinity Mapping Using Spatio-Temporal Kriging and Bayesian Maximum Entropy with Interval Soft Data. Science Direct Geoderma 128 (2005) 234-248.

FAOSTAT, 2005. http://faostat. fao.org/ faostat /collections? subset=agriculture, last updated 4 April 2005.

Feng, G. L. A. Meiri, J. Letey. 2003. Evaluation A Model For Irrigation Management Under Saline Conditions: II. Salt Distribution And Rooting Pattern Effects. Soil Science Society of America Journal, Vol: 67, s.77-81.

Gupta, R.K., Singh, R.R., Abrol, I.P., 1989. Influence of Simultaneous Changes in Sodicity and pH on the Hydraulic Conductivity of an Alkali Soil Under Rice Culture. Soil Science 147(1):28-33

Günal H., Akbaş F., Özgöz E., Ünlükara A., Kurunç A., Yıldız H., Erşahin S., Çetin M., 2008. Kazova'da Sürdürülebilir Tarımsal Üretim için Gerekli Güncel Veri Tabanının Oluşturulması. Tübitak-TOVAG-105 O 617 Proje Raporu.

Güngör, Y., Erözel, A.Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.1341, Ankara.

Hooshmand, A., Delghandi, M., Izadi, A., Aali, K.A., 2011. Application of Kriging and Cokriging In Spatial Estimation of Groundwater Quality Parameters. African Journal of Agricultural Research 6(14), 3402-3408.

Kara, M., 1971. Untersuchungen Über Die Auswaschung und Melioration Eines Magnesium reichen Salzbodens in Der Sibari Ebene (Italien). Dissertation, Üniv. Kiel.

Kara, Ömer., 2010. Konya-Sarayönü-Gözlü Köyü Sulama Kooperatifi Sulama Sahasındaki Toprak ve Su Kaynaklarının Tuzluluk Yönünden Değerlendirilmesi. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Ens.Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. yüksek Lisans Tezi, Konya

Konukcu, F., Akbuğa, R., 2006. Konya-Çumra Yöresinde Yüzeysel ve Tuzlu Taban Suyunun Sulanan Alanlardaki Toprak-Su ve Tuz Dengesi Üzerine Etkisi. Tekirdağ Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 3sayı (2), Tekirdağ.

Kurunc A., Unlukara A., Cemek B., 2011. Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant and Soil Science 61: 514-522.

Kwiatowsky, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta. Rhoades J.D., Lesch S.M., LeMert R.D., Alves W.J., 1997. Assessing irrigation/drainage/salinity management using spatially referenced salinity measurements. Agricultural Water Management, 35: 147-165.

Lai, R., Stewart, B.A., 1990. Salt-Affected Soils. In Soil Degradation. Springer-Verlag:New York;224-247.

Lesch, S.M., Corwin, D.L., Robinson, D.A., 2005. Apparent Soil Electrical Conductivity Mapping As An Agricultural Management Tool In Arid Zone Soils. Computers and Electronics in Agriculture 46(2005)351-378.

Mass, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop Salt tolerance –Current Assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE 103:115-134.

Metternicht, G., 2001. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS. Foundations of an expert system Ecological Modelling 144:163-179.

Özer, N., Demirel, F.A., 2003. Şanlıurfa ve Harran Ovalarında İşletme Aşamasında Tabansuyu ve Tuzluluk Problemleri, II. Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 193-199, Aydın.

Rhoades, J.D., Lesch, S.M., Lemert, R.D., Alves, W.J., 1997. Assessing Irrigation/Drainage/Salinity Management Using Spatially Referenced Salinity Measurements. Agricultural Water Management 35(1997)147-165.

Rhoades, J.D., Chanduvi F., Lesch S., 1999. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Publications No 57, Rome.

Rhoades J.D., 2012. Diagnosis of Salinity Problems and Selection of Control Practices: An Overview. In: Wallender WW., Tanji K.K. (Eds.) Agricultural Salinity Assessment and Management. American Society of Civil Engineers, USA.

Richards L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Salinity Laboratory Staff, United State Department of Agriculture, Washington D.C., Agric Handb. No. 60.

Richards L.A., 1969. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Depart. of Agriculture, D.C., USA.

Servant, J., 1986. 'Dynamique Des Sels A La Surface Du Globe: La Salinisation Des Sols'. AFEID Seminiare Drainage et Salinite, Montpellier, France.

Sönmez, B., 2003. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi, Toprak Ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No: 33, Ankara.

Sreenivas, C.H., Konda Reddy C.H., 2008. Salinity-Sodicity Relationships of the Kalipatnam Drainage Pilot Area, Godavari Western Delta, India. Irrigation and Drainage, 57:533-544.

Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Wiebold, W.J., Batchelor, W.D., Bolero, G.A., Bullock, D.G., Clay, D.E., Palm, H.L., Pierce, F.J., Schuler, R.T., Thelen, K.D., 2005. Relating Apparent Electrical Conductivity to Soil Proporties Across the North-Central USA. Science Direct Computers and Electronics in Agriculture 46 (2005) 263-283.

Szabolcs. I., 1992. Salinization soil and water and its relation to desertification. Desertification Bulletin 21, 27-32.

Tan, H.K., 1993. Soil Reaction. In Principles of Soil Chemistry, 2nd edn.Marcel Dekker:New York;255-278.

Tanji K.K., 1990. Nature and Exent of Agricultural Salinity. In: K.K. Tanji (Ed.), Agricultural Salinity Assessment and Mangement . American Society of Civil Engineers, New York, pp. 1-17.

Valles, V., Bourgeat, F., 1988. Geochemical Determination of The Gypsum Requirement of Cultivated Sodic Soils.I. Development of The Thermodynamic Model GYPSOL Simulating The Irrigation Water-Soil Chemical Interaction, Arid Soil Research and Rehabilitation,44,157-163

Van Beek, C.G.E., Van Breemen, N., 1963. The Alkalinity of Alcali Soils, Journal of Soil Science,24, 129-136.

Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G.D., Yurtseven, E., 2010. Effects of Salinity on Eggplant (Solanum Melongena L.) Growth and Evapotranspiration. Irrigation and Drainage 59(2) 203-214.

Ünlükara A., Kurunç A., Kesmez G. D., Yurtseven E., 2008. Growth and evapotranspiration of okra (Abelmoschus esculentus L.) as influenced by salinity of irrigation water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE, 134 (2): 160-166.

Yomralıoglu, T., 2000. Geographical Information Systems. Academi Presses, Trabzon, Turkey, 480 pp.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : HASAN ALİ İRİK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA/1988
Telefon : 05073939359
Faks :
e-mail : aliirik_8788@hotmail.com.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Selçuklu Atatürk Lisesi,Selçuklu,Konya**	**2005**
Üniversite	:	**Selçuk Üniv. Selçuklu,Konya**	**2009**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniv. FBE. TYS. Selçuklu,Konya**	**Devam ediyor**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR