İÇ ANADOLU BÖLGESİ
3. TARIM VE GIDA KONGRESİ
(Uluslararası Katılımlı) 26-28 Ekim 2017 Sivas

TOPRAK KALİTESİ DEĞERLENDİRMESİNDE ÇOKLU DEĞİŞKEN İSTATİSTİĞİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNİN KULLANIMI

Mesut Budak, Hikmet Günal, İsmail Çelik, Nurullah Acir, Mert Acar, Mesut Sırrı

Bu Çalışma 214O374 Nolu TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

İçerik

1.Giriş

- Toprak Kalitesinin tanımı ve değerlendirilme yöntemleri
- Temel bileşen analizi. PCA
- Analitik Hiyerarşi İşlemi

2. Materyal ve Metod

- Çalışma Alanı
- Toprak Örneklemesi

3. Bulgular ve Tartışma

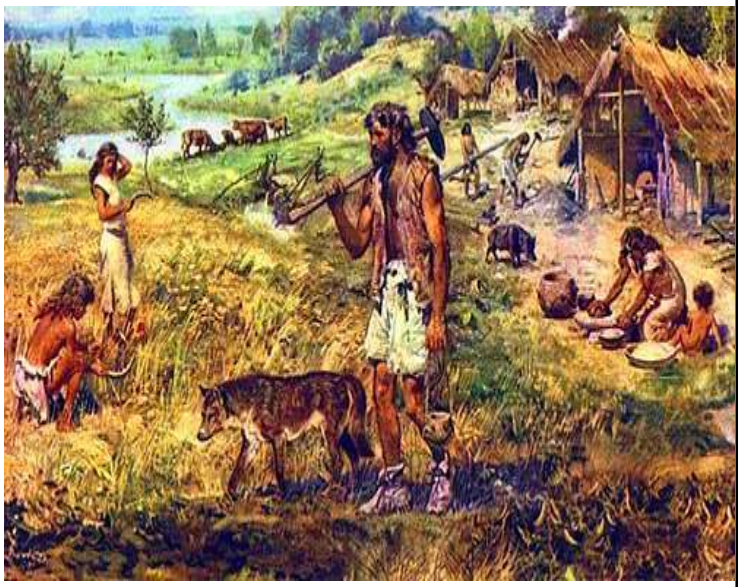
4. Sonuç

Antropojenik Baskılar = Toprak Bozulması

- Dünyanın medeniyet beşiği ve en önemli ekosistemlerinden biri olan Mezopotamya'da insanlar binlerce yıl önce yerleşmiş ve tarımsal üretime başlamıştır.

- Tarımsal üretimin yoğun yapılmaya başlandığı ve Mezopotamya'nın üst kısmını oluşturan Diyarbakır Havzasında önemli bir arazi bozulması görülmektedir.

- Bunun temel nedeni binlerce yıldır yerleşen insanlardan dolayı sürekli artan antropojenik baskılara maruz kalan toprakların üretim fonksiyonlarını kaybetmesidir.



Toprak Kalitesi……

- Toprağın kalitesi; fonksiyonlarını esas alan, toprağın canlı ve dinamik olan yapısını kapsayacak şekilde **"toprağın fonksiyonlarını yerine getirme kapasitesi"** olarak tanımlamıştır.

Toprak Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri

- Toprak kalitesini doğrudan ölçmek mümkün olmadığından toprak kalitesinin göstergelerinin belirlenmesi yolu ile değerlendirilmesi en çok tercih edilen yöntemdir.
- Seçilen göstergeler;

a. Toprağın üretim fonksiyonunu en iyi şekilde temsil edebilmeli.

b. Kolay ölçülebilir olmalı.

c. Arazi kullanımı veya amenajmandaki değişimleri yansıtır nitelikte olmalıdır.

Toprak Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri

- Toprak kalitesinin belirlenmesinde herhangi bir değerlendirme yöntemini uygulayabilmek için toprak kalitesini yansıtacağına inanılan en az sayıdaki toprak karakteristiklerinden oluşmuş bir **minimum veri setinin** oluşturulması gerekmektedir.
- Her yerde aynı veri setini kullanmak yerine farklı tarımsal ekolojilerin özelliklerini yansıtacak şekilde yeni veri setlerinin hazırlanması gerekmektedir.

Toprak Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri

- Bugüne kadar yapılan çalışmalarda toprak kalitesinin belirlenmesi için çok sayıda parametre tanımlanmıştır.
- Bu parametreler farklı bölgelerde arttırılabilir veya azaltılabilir özelliktedir.
- Ancak bu arttırma ya da azaltmanın bilimsel bir dayanağının olması gerekmektedir.
- Bunun için en çok kullanılan yöntemlerden biri Temel Bileşen Analizi (PCA) yöntemi ile minimum veri setlerinin (MVS) oluşturulmasıdır.

Temel Bileşenler Analizi (PCA) ?

- Temel bileşenler analizi elindeki çok sayıda değişkeni daha az sayıdaki bileşene indirgemek isteyen araştırmacılar için bir çözüm sunmaktadır (Tabachnick ve Fidell. 2007).
- PCA'da veri setine ait toplam varyans dikkate alınmaktadır
- Her maddeye ait toplam varyans o maddenin kendisi ile olan korelasyonudur ve bu korelasyon değeri de 1.00'a eşittir.

	PC1	**PC2**	**PC3**	**PC4**
Eigen Values	**1.87**	**1.66**	**1.17**	**1.10**
% Variance	***20.82***	***18.45***	***12.94***	***12.22***
Cumulative Variance	20.82	39.27	52.21	***64.43***
X8	**0,900**	0.258	-0.055	-0.048
X4	**~~0,845~~**	-0.236	-0.069	0.013
X9	0.049	**-0.800**	0.118	0.114
X2	0.083	0.656	0.185	0.120
X5	-0.186	-0.109	**0,745**	0.180
X3	-0.017	-0.173	-0.684	0.420
X6	0.350	0.319	0.476	0.403
X7	0.012	0.125	0.014	**-0.665**
X1	-0.038	0.436	0.067	**0.637**

	X1	**X2**	**X3**	**X4**	**X5**	**X6**	**X7**	**X8**	**X9**	**Sum of Corr.**
X1	1.00									3.04
X2	0.17	1.00								3.24
X3	0.05	-0.07	1.00							2.76
X4	-0.06	-0.15	0.06	1.00						3.24
X5	0.08	0.11	-0.21	-0.11	1.00					2.94
X6	0.36	0.26	-0.15	0.12	0.16	1.00				3.40
X7	-0.12	-0.04	-0.07	-0.03	-0.07	-0.05	1.00			2.40
X8	0.02	0.26	-0.02	**0,60**	-0.17	0.25	0.02	1.00		3.50
X9	-0.19	-0.19	0.13	0.08	0.03	-0.06	0.02	-0.14	1.00	2.83

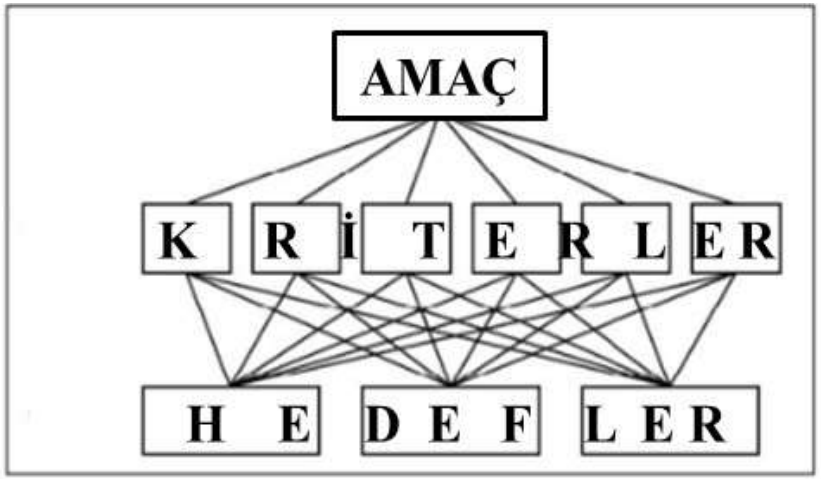
Analitik Hiyerarşi İşlemi (AHP) ?

- Toprak kalite indeksinin belirlenmesinde skorlama yöntemlerinin kullanılması uzmanlara birçok avantaj sağlamaktadır.
- Ancak her indikatör bağımsız olarak değerlendirilmektedir.
- Bu nedenle toprak kalitesine ne derecede etki ettiği hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir.
- Son zamanlarda yapılan çalışmalarda indikatörlere ağırlıklar vererek hangi indikatörün daha önemli olduğunu belirlemeye olanak sağlayan AHP metodunun kullanımı önem kazanmıştır.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ?

- Hepimiz hayatımızda bazı kararlar veririz.
- Bu kararlarda ne kadar başarılı olduğumuz, sonuçlar ile birlikte ortaya çıkmaktadır.
- İnsanlar kararlarını, iki tür analizle verirler.
- Birincisi, sezgilerle yapılan otomatik analizdir. Çok hızlı gelişir ve genellikle objektif değildir.
- Karar vermenin ikinci yolu ise mantıksal analizdir ve muhakkak analitik bir yöntem gerektirir.

- ***AHP; her bir karar alternatifini, karar vericinin kriterlerini yakalama derecesine göre sıralamak için rakamsal değerler geliştirme sürecidir***



1-9 skorlu tercih ölçeği (Saaty. 2008)

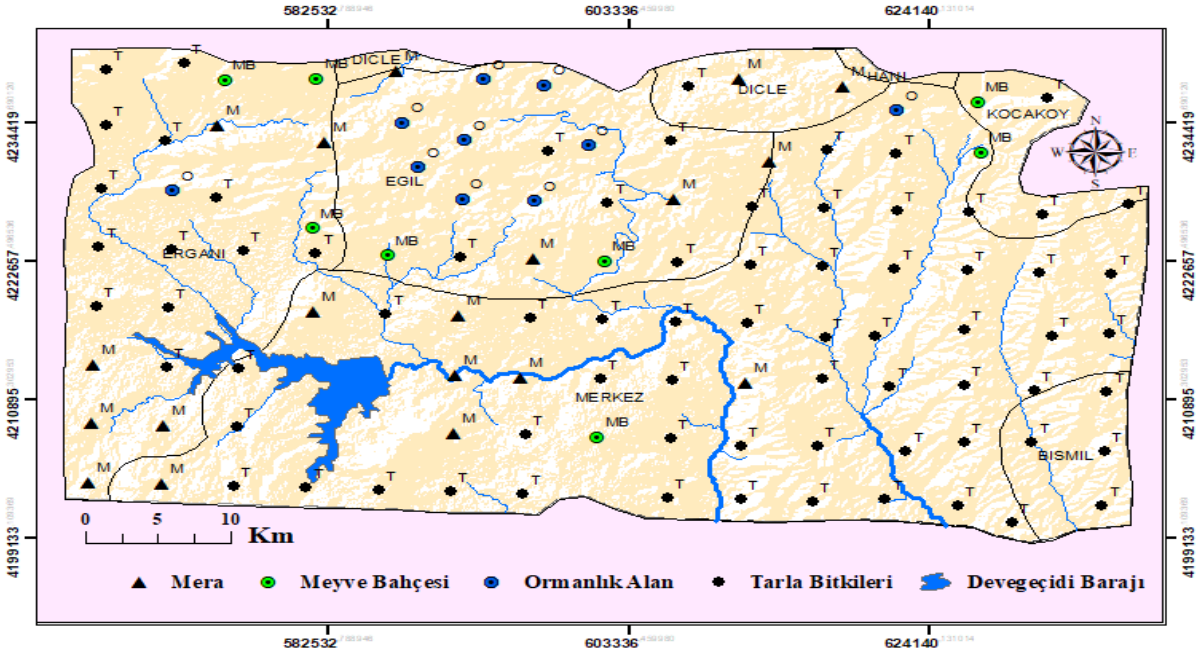
Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmelidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2-4-6-8	Ara Değerler	İki faktör arasında küçük farklar olduğunda kullanılır.

Çalışmanın Amacı

Çoklu istatistik yöntemlerini (temel bileşen analizi (PCA) ve Analitik Hiyerarşi yöntemi (AHP)) kullanarak farklı arazi kullanımlarının toprak kalitesi üzerine olan etkisini belirlemek ve değerlendirmektir.

2. Materyal ve Metod

- Diyarbakır ilinin kuzeyinde 2450 km^2 genişliğindeki araştırma alanı 5km*5km boyutunda gridlere bölünmüş ve tarla arazisi (93), mera (20), bahçe (8) ve orman (13) arazilerinden oluşan grid köşelerinden yüzey toprağı (0-20 cm) alınmıştır.



Yarı kurak bir iklim hâkimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır.
Yıllık ortalama sıcaklığı 15.8°C, yağış ortalaması ise 490 mm'dir.
Buğday, arpa, mısır, mercimek, pamuk, erik ve üzüm
Ormanlık alanlar daha çok mazi meşesinden oluşmaktadır
Ana Materyal: Bazalt, kil taşı, kumtaşı, kireç taşı, marn ve kongolomera
Rakım; 621-1241 m

Metod

Parametrelerin Belirlenmesi

Arazi Çalışmaları

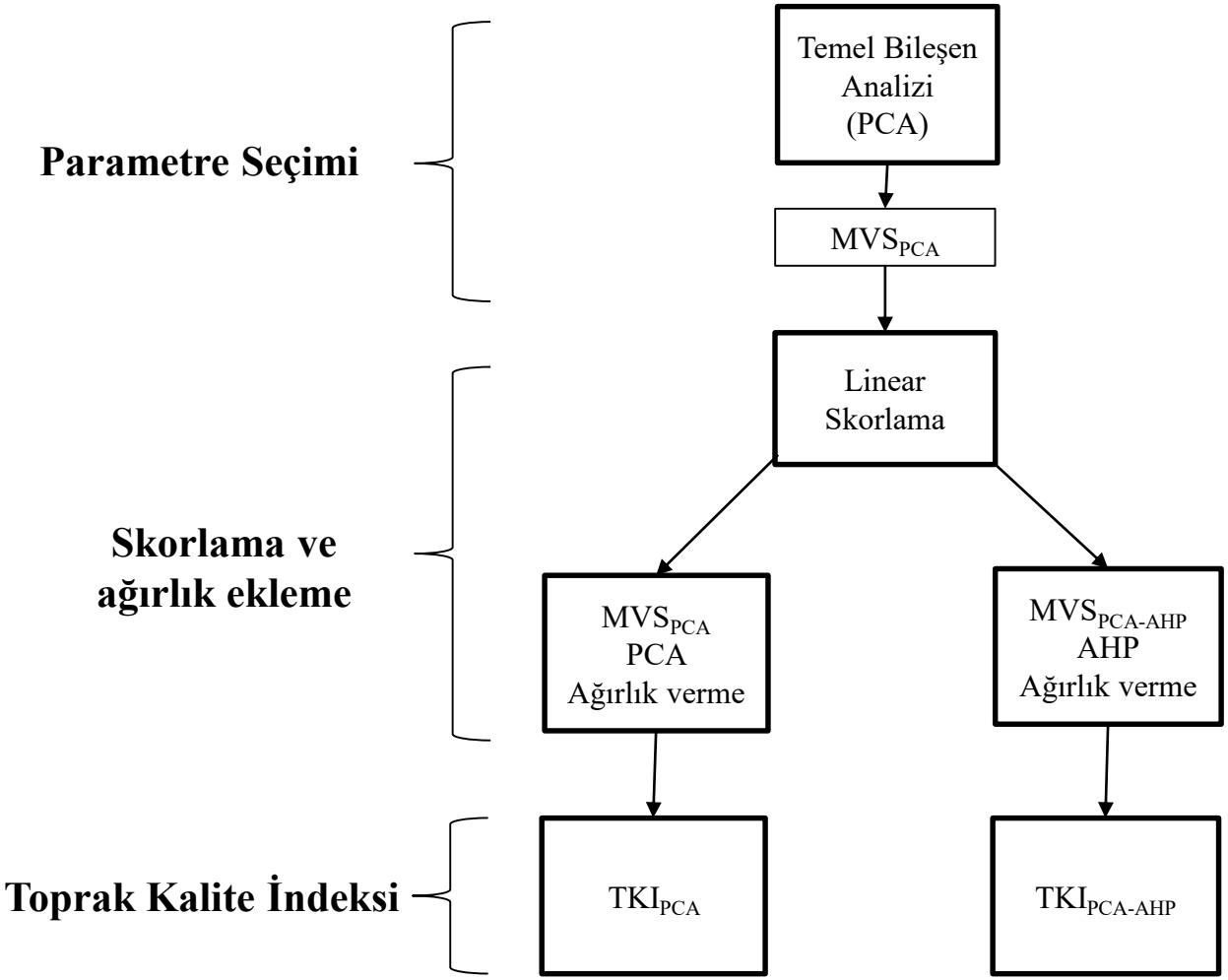
1. Eğim

Laboratuvar Analizleri

2. Tekstür
3. Agregat stabilitesi (AS)
4. pH
5. Elektriksel iletkenlik (EC)
6. Organik madde (OM)
7. Yarayışlı fosfor (P)
8. Alınabilir Potasyum (K)
9. Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR)
10. Kireç içeriği

Metod

Toprak Kalitesi İndeksinin Belirlenmesi



3. Bulgular ve Tartışma

Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Tanımlayıcı İstatistik Verileri

		Tarla Bitkileri				Meyve Alanları				Mera				Ormanlık			
		Min.	**Mak.**	**Ort**	**% VK**	**Min.**	**Mak.**	**Ort**	**% VK**	**Min.**	**Mak.**	**Ort**	**% VK**	**Min.**	**Mak.**	**Ort**	**% VK**
Kil		32,70	77,70	**62,12**	19,50	45,20	75,20	**58,33**	16,99	26,45	77,70	**60,70**	18,58	45,20	75,20	**64,05**	12,30
Kum	%	7,10	47,30	18,67	**51,99**	4,80	27,10	15,61	43,45	4,80	52,10	15,24	**71,22**	4,80	22,30	9,23	**51,01**
Silt		7,50	40,00	19,22	33,95	17,70	35,00	26,06	24,70	17,50	35,00	24,06	20,65	17,50	32,70	26,73	14,90
pH		6,41	**8,19**	7,48	5,32	6,61	7,85	7,19	5,81	6,67	7,90	7,22	4,60	6,67	7,81	7,22	5,89
EC	dS m^{-1}	0,36	1,97	0,82	37,15	0,55	0,91	0,73	17,94	0,38	1,15	0,75	26,32	0,39	0,93	0,54	26,96
$CaCO_3$		1,02	**35,72**	5,39	**119,97**	1,22	33,59	10,95	**123,11**	1,31	27,96	4,92	**141,19**	1,07	31,91	4,64	**180,71**
OM	%	0,81	***8,02***	1,97	47,94	***1,10***	***2,82***	1,87	30,39	***0,80***	***5,14***	2,71	43,69	***3,06***	***6,73***	***3,68***	27,24
AS		9,80	96,97	83,80	16,22	42,81	89,42	73,70	21,39	48,72	98,11	80,33	14,76	44,57	94,33	81,01	15,84
SAR		0,05	1,05	0,28	**65,80**	0,05	0,45	0,18	**77,87**	0,05	0,45	0,18	**66,39**	0,07	1,43	0,32	**113,03**
K	mg kg-1	5,90	1512,39	327,73	**70,87**	71,03	591,23	285,16	**67,07**	85,53	723,59	325,15	**58,42**	41,04	282,27	101,62	**65,62**
P		2,85	***172,04***	15,43	**127,96**	3,89	***132,72***	27,62	**155,9**	2,52	**49,90**	15,05	**101,14**	1,33	27,43	**10,12**	**84,85**
Eğim	%	0.32	22.81	4.50	**96,31**	1.42	8.53	4.67	**53,83**	0.90	17.62	5.24	**92,51**	2.17	22.83	7.72	**71,36**

Çalışma alanında toprak özelliklerinin fazla değişkenlik göstermesi, çalışma alanının nehir bankı, terası, koluviyal gibi farklı fizyoğrafik üniteler üzerinde bulunan çeşitli ana materyaller üzerinde oluşmasından ve farklı amenajman uygulamalarından kaynaklanmaktadır.

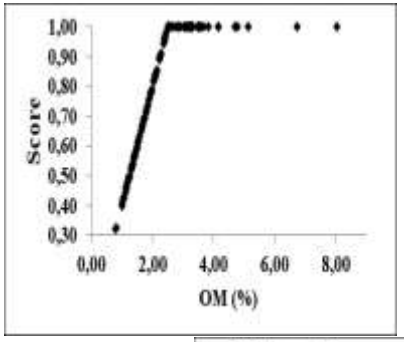
3. Bulgular ve Tartışma

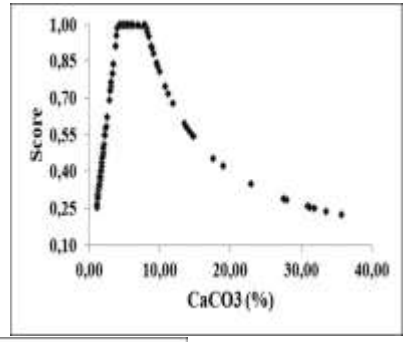
PCA yöntemi ile Minimum Veri Setleri oluşturuldu

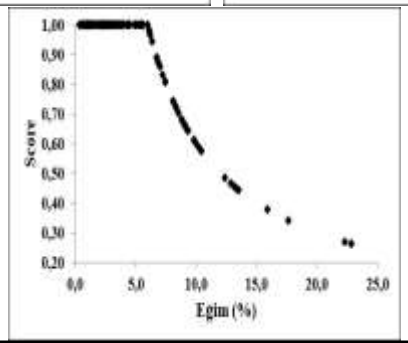
Arazi Kullanımı	Tarla Bitkileri Ekili	Mera Alanları	Meyve Bahçeleri	Orman Alanları
MVS	P, Eğim, AS, pH, K	AS, EC, pH, K, P	Eğim, EC, OM	OM, AS, Eğim, SAR, K

Linear Skorlama Yöntemi

	Eşik değeri	Skorlama Yöntemi	Reference
pH	5.5-7.2	Optimum is better	Mukherjee & Lal, 2014
EC	0.2-0.5 dS m^{-1}	Optimum is better	Mukherjee & Lal, 2014
SAR	<3.0	Less is better	Mutlu, 2015
OM	2.50 %	More is better	Lima et al., 2013
$CaCO_3$	4.0-8.0 %	Optimum is better	Mutlu, 2015
K	200 mg kg^{-1}	More is better	Andrews et al., 2004
P	15-60 mg kg^{-1}	Optimum is better	Andrews et al., 2004
AS	> 60.0 %	More is better	Andrews et al., 2004
Eğim	< 6.0 %	Less is better	Kosmas et al., 1999







3. Bulgular ve Tartışma

PCA ile Parametrelere Ağırlık Verme

	PC1	PC2	PC3	PC4
Eigen Values	1.87	1.66	1.17	1.10
% Variance	**20.82**	**18.45**	**12.94**	**12.22**
Cumulative Variance	20.82	39.27	52.21	64.43
P	**0.884**	0.258	-0.055	-0.048
OM	***0.881***	-0.236	-0.069	0.013
Eğim	0.049	**-0.760**	0.118	0.114
EC	0.083	0.656	0.185	0.120
AS	-0.186	-0.109	**0.766**	0.180
$CaCO_3$	-0.017	-0.173	-0.684	0.420
SAR	0.350	0.319	0.476	0.403
K	0.012	0.125	0.014	**-0.665**
pH	-0.038	0.436	0.067	**0.637**

1. Her bir PCA altında MVS'ne dahil edilen parametrelerlerin % Varyansı toplanır.

$$20{,}82 + 18{,}45 + 12{,}94 + 12{,}22 + 12{,}22 = 76{,}65$$

2. Her bir PCA altında bulunan ve MVS'ne dahil edilen parametrelerlerin varyansını toplam % Varyansa bölünür

$$P\ için; \frac{20{,}82}{76{,}65} = 0{,}271$$

	pH	EC	$CaCO_3$	OM	AS	SAR	K	P	Eğim	Korelasyon Toplamı
pH	1.00									3.04
EC	0.17	1.00								3.24
$CaCO_3$	0.05	-0.07	1.00							2.76
OM	-0.06	-0.15	0.06	1.00						**3.24**
AS	0.08	0.11	-0.21	-0.11	1.00					2.94
SAR	0.36	0.26	-0.15	0.12	0.16	1.00				3.40
K	-0.12	-0.04	-0.07	-0.03	-0.07	-0.05	1.00			2.40
P	0.02	0.26	-0.02	**0.62**	-0.17	0.25	0.02	1.00		**3.50**
Eğim	-0.19	-0.19	0.13	0.08	0.03	-0.06	0.02	-0.14	1.00	2.83

3. Bulgular ve Tartışma

AHP Analytic Hierarchy Process n= 5 Input 2

Objective: Tarla Bitkileri Ekili Alanlardan Alınan Topraklara ait MVS

Only input data in the light green fields!

Please compare the importance of the elements in relation to the objective and fill in the table: Which element of each pair is more important, **A or B**, and **how much** more on a scale 1-9 as given below.

Once completed, you might adjust highlighted comparisons 1 to 3 to improve consistency.

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1	Organik Madde	42%
2	Criterion 2	Eğim	23%
3	Criterion 3	Agregat stabilitesi	11%
4	Criterion 4	EC	6%
5	Criterion 5	pH	18%
6			
7			
8			
9			
10			

Name	Weight	Date	α:	CR:	Scale
Participant 2	1	7.04.2015	0,1	7%	1

i	j	Criteria A	Criteria B	more important ? A or B	Scale (1-9)
1	2	Criterion 1	Criterion 2	A	3
1	3		Criterion 3	A	3
1	4		Criterion 4	A	4
1	5		Criterion 5	A	3
1	6				
1	7				
1	8				
2	3	Criterion 2	Criterion 3	A	2
2	4		Criterion 4	A	4
2	5		Criterion 5	A	2
2	6				
2	7				
2	8				
3	4	Criterion 3	Criterion 4	A	3
3	5		Criterion 5	B	3
3	6				
3	7				
3	8				
4	5	Criterion 4	Criterion 5	B	3
4	6				
4	7				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	3	4	3	0	0	0	0	0
2	1/3	1	2	4	2	0	0	0	0	0
3	1/3	1/2	1	3	1/3	0	0	0	0	0
4	1/4	1/4	1/3	1	1/3	0	0	0	0	0
5	1/3	1/2	3	3	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

... 1.Umzan 2.Uzman 3. Uzman In4 In5 In6 In7 In8

3. Bulgular ve Tartışma

Arazi Kullanımı	PCA MVS	PCA Ağırlık	AHP Ağırlık
Tarla Bitkileri Ekili Alanlar	P	**0.271**	0.099
	Eğim	**0.241**	**0.259**
	AS	0.169	0.139
	pH	0.159	**0.449**
	K	0.159	0.054
Mera Alanları	AS	0.158	**0.476**
	EC	**0.262**	**0.196**
	pH	**0.262**	0.194
	K	0.195	0.051
	P	0.123	0.085
Meyve Bahçeleri	Eğim	**0.526**	0.285
	EC	0.237	0.139
	OM	0.237	**0.577**
Orman Alanları	OM	**0.344**	**0.488**
	AS	**0.251**	0.113
	Eğim	0.128	**0.238**
	SAR	0.148	0.118
	K	0.128	0.044

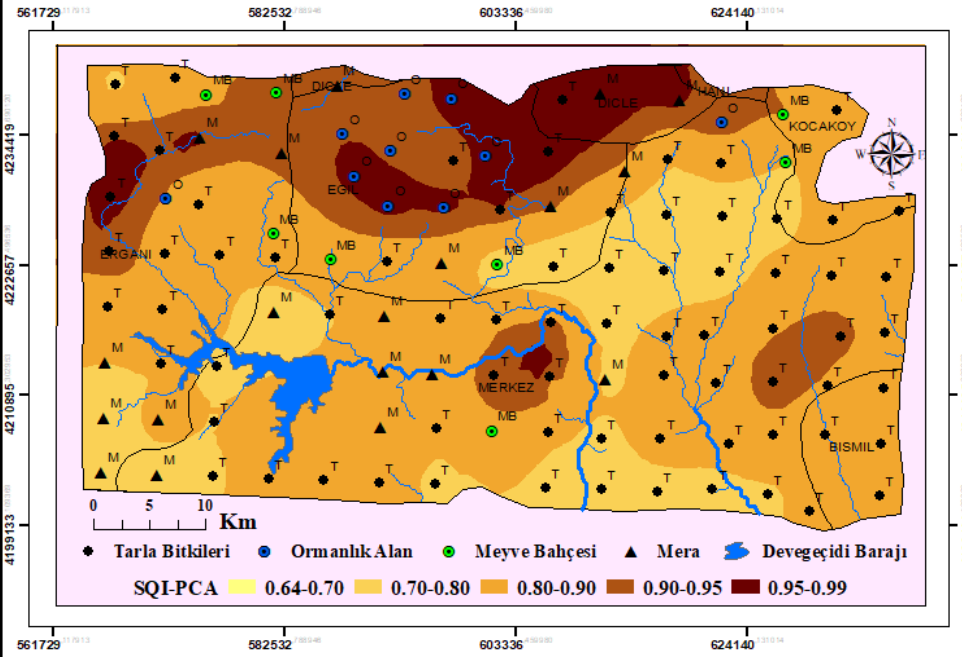
3. Bulgular ve Tartışma

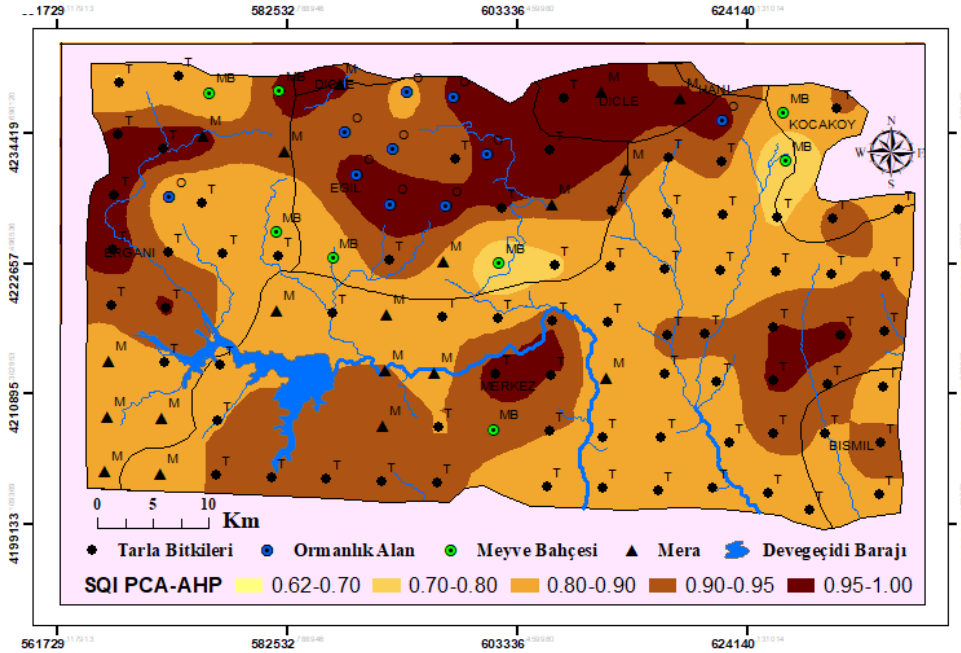
$$TKI_{AHP} = (P1*X1+P2*X2+P3*X3+P4*X4+P5*X5)$$

$$TKI_{PCA\text{-}AHP}\ (P1*Y1+P2*Y2+P3*Y3+P4*Y4+P5*Y5)$$

Land Use	TKI_{PCA}	$TKI_{PCA\text{-}AHP}$	Eşleştirilmiş T testi
Tarla Bitkileri	0.857±0.100	0.914±0.061	0,000
Mera	0.849±0.092	0.903±0.057	0,000
Meyve Bahçesi	0.846±0.089	0.793±0.130	0,054
Ormanlık Alanlar	0.969±0.036	0.953±0.061	0,035
ANOVA	0.001	0.000	

3. Bulgular ve Tartışma





Sonuç

- Elde edilen verilere göre farklı arazi kullanımlarının toprak kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır.
- SQI_{PCA} değerleri 0.969 (orman) ile 0.846 (bahçe) arasında ve
- $SQI_{PCA\text{-}AHP}$ değerleri ise 0.953 (orman) ile 0.793 (bahçe) arasında değişmiştir.
- OM içeriği ve AS'nin en düşük olduğu bahçe alanları toprak kalitesi bakımından her iki değerlendirme yönteminde en düşük TKİ değerlerini almıştır.
- Çalışmada elde edilen sonuçlar; Arazi kullanımları arasında TKİ skorlarının önemli düzeyde (P=0,001) farklı olduğunu göstermiştir.

Sonuç

- Eşleştirilmiş t-testi sonuçları, SQI_{PCA} ve SQI_{AHP} tarla bikileri ekili alanalr ve mera alanları için P= 0,001 düzeyinde, ormanlık alanalar için P=0,005 düzeyinde farklı olduğunu Meyve bahçesi için ise her iki TKİ değerlerinin birbirinden farklı olmadığını göstermiştir.
- Sonuçlar PCA ve AHP yönteminin toprak kalitesini belirlemede önemli iki araç olduğunu göstermektedir.
- Ancak toprak kalitesinin değerlendirilmesinde uzman görüşünü ele alan ve uzmanların kararlarını mantıksal çerçevede değerlendiren yöntemlerin kullanımının doğru bir değerlendirmeye olanak sağlayacağını da göstermektedir.

TEŞEKKÜRLER