

ARAZİ DEĞERLENDİRME

Sulamalı Tarım Sistemlerine Yönelik Parametrik Arazi Değerlendirme

Prof. Dr. Günay Erpul



amaç

- bu parametrik değerlendirme yönteminin amacı (Sys and Verheye, 1974), sulamalı tarım sistemlerinin değerlendirilebilmesine olanak veren bir yöntemi göstermektir
- ve bir toprak profilinin alışıla-gelen toprak özellikleri ve fiziko-kimyasal karakteristiklerine dayandırılmış bir yöntemi sağlamaktır
- göz önünde bulundurulan esas arazi kullanım tipi “**sulamalı tarım**”dır

yaklaşım: seçilmiş arazi karakteristikleri

- ilk olarak, sulamalı tarım koşullarını ilgilendiren bu yöntemde, bir bitki yetiştirme ortamı olan toprağın, gerekli su ve bbe'ni elverişli biçimde ve en ekonomik şekilde sağlaması öngörülmüştür
- bu yüzden, sulama için toprak uygunluğunu etkileyen unsurlar aşağıda 4 alt grupta verilmiştir

yaklaşım

- FİZİKSEL ÖZELLİKLER
 - toprak bünyesi, yapısı ve derinliği ile ilişkili olan toprak su geçirgenliği ve elverişli su içeriği gibi “solum”daki toprak su ilişkilerini belirleyen toprak fiziksel özellikleridir
 - toprak profilindeki CaCO_3 ve jips (CaSO_4) durumu da burada düşünülmektedir
- KİMYASAL ÖZELLİKLER
 - çözünebilir tuzlar ve değişebilir Na gibi tuzluluk / alkalilik ile ilişkilendirilir
- DRENAJ ÖZELLİKLERİ
- ÇEVRESEL ETMENLER
 - eğim

arazi sulama yetenek indisi

- bir toprağın sulamaya uygunluğunu etkileyen farklı arazi karakteristikleri değerlendirilir ve bir “arazi sulama yetenek indisi” (C_i), Eş. [1]’e göre hesaplanır:

Eş. [1]

$$C_i = A \cdot \frac{B}{100} \cdot \frac{C}{100} \cdot \frac{D}{100} \cdot \frac{E}{100} \cdot \frac{F}{100} \cdot \frac{G}{100}$$

yetenek indisi

$$C_i = A \cdot \frac{B}{100} \cdot \frac{C}{100} \cdot \frac{D}{100} \cdot \frac{E}{100} \cdot \frac{F}{100} \cdot \frac{G}{100}$$

Eş. [1]

C_i : toprak sulama indisi

A: bünye değeri

B: toprak derinlik değeri

C: CaCO_3 durum değerlemesi

D: jips (CaSO_4) durum değerlemesi

E: tuzluluk/alkalilik değerlemesi

F: drenaj değerlemesi

G: eğim değerlemesi

arazi sulama yetenek sınıfları

- yetenek sınıfları, yetenek indisi değerlerine göre tanımlanır (Çizelge 1)

çizelge 1. farklı yetenek sınıfları için yetenek indisleri

yetenek indisi	yetenek sınıfı	tanım
> 80	I	mükemmel
60 – 80	II	uygun
45 – 60	III	hafif-derecede uygun
30 – 45	IV	hemen hemen uygun
≤ 30	V	uygun değil

arazi sulama yetenek sınıfları

- II. sınıf ve V. sınıflar, sınırlayıcı etmenlerin doğasına göre aşağıdaki alt sınıflara sahiptir
 - **s** - toprak fiziksel özellikleri kaynaklı sınırlar (A, B, C, D)
 - **n** – tuzluluk/alkalilik kökenli sınırlamalar (E)
 - **w** – ıslaklık sınırlamaları (F)
 - **t** – topoğrafik sınırlamalar (G)

bünye (A)

- bünye, su geçirgenliği ve elverişli su içeriği (Çizelge 2) ile ilişkili olarak değerlendirilir
- toprak profilinin bünye değerlemesi, 1 m derinliğe veya sığ toprak profilleri için etkili toprak derinliğine kadar hesaplanan ağırlıklı ortalama değerlemesidir
- her bir toprak horizonu için belirlenmesi gerekli bir değerlemedir.
- > %75 (hacimsel %) kaba parçalar içeren bir horizon bir sınırlayıcı toprak katmanı oluşturur ve etkili toprak derinliğini düşürür ve toprak derinliği ile birlikte değerlendirilmelidir.

çizelge 2: sulama için toprak bünye sınıfları değerlendirilmesi

bünye sınıfı	değerleme				
	≤ 15 v%* çakıl	ince çakıllı (v%)		kaba çakıllı (v%)	
		15 - 35	35 - 75	15 - 35	35 - 75
CL + SiCL	100	90	80	80	50
SCL	95	85	75	75	45
L + SiL + Si	90	80	70	70	45
SiC + C < 60%	85	95	80	80	40
SC	80	90	75	75	35
SL	75	65	60	60	35
C > 60%	65	65	55	55	30
LS	55	50	45	45	25
S	30	25	25	25	25

*hacim yüzdesi

toprak derinliği (B)

- toprak derinliği, kök gelişimini veya su geirgenliğini engelleyen bir sınırlayıcı katman üzerindeki gevşek toprak kalınlığı olarak tanımlanır. bu sınırlayıcı katmanların en yaygın eşitleri:
 - en azından 75 v% kaba parçalarına sahip bir sıkışmamış çakıllı veya taşlı horizon
 - en az 30 cm kalınlığı olan ve en az 75 v% kalsiyum karbonat veya jips (veya her ikisi birarada) içeren devamlı, oldukça sıkışmış katman (kalsiyum karbonat veya jipsli katman); ve
 - 10 cm'den kalın devamlı bir sert kaya katmanı (**hardpan**)

toprak derinliği (B)

Çizelge 3: sulama için toprak derinlik değerlemesi

toprak derinliği (cm)	değerleme
< 20	30
20 – 50	60
50 – 80	80
80 – 100	90
≥ 100	100

kalsiyum karbonat durum değerlendirmesi (C)

- topraktaki serbest kireğin varlığı, yalnız toprak kütlesinin yapısal düzenlenmesi üzerinde değil, yani su geğirgenlik oranı (infiltrasyon) ve buharlaşma (evaporasyon) üzerine doğrudan etkisinin yanında, tamamiyle “solum”un toprak tepkimesi ve fiziko-kimyasal yapılaşmasında da bir rol oynar
- böylece, kalsiyum karbonat durumu, aynı zamanda, toprağın toprak-su ilişkileri ve bitki gelişimi için toprağın elverişli bbe sağlanımını da büyük oranda etkiler
- ortalama bir CaCO_3 içeriği sulama için toprak uygunluğu üzerinde yararlı bir etkiye sahiptir. fakat, yüksek içerikler sulamada toprak geğirgenliğini sınırlar ve böylece kök sistemi gelişimini sınırlar

kalsiyum karbonat durum değerlendirmesi (C)

Çizelge 4 bu parametrik değerleme sisteminde kullanılan CaCO_3 değerlemesini verir. Toprak profilinin CaCO_3 iğeriği yüzeysel 1 m'lik derinlikteki ağırlıklı ortalamayı temsil eder

çizelge 4: sulama için toprak CaCO_3 içerik değerlemesi

CaCO_3 (%)	değerleme
≥ 50	80
25 – 50	90
10 – 25	100
0,3 - 10	95
$< 0,3$	90

jips durum değerlendirmesi (D)

- jips etkisi CaCO_3 'ın etkisi ile karşılaştırılabilir, su alımı üzerine etkisi olduğu kadar , bbe denge elverişliliği ile de etkileşir. fakat, jips “kalsiyum karbonat”dan daha çözünebilirdir ve sulama altında çözünmeye sonucunda arazi yüzeyinde çukurluklar oluşabilir. bu nedenle yüksek jips içeriğine sahip topraklar önemli ölçülerde düşük derecelendirilmektedir
- çizelge 5'de değerlemeler verilmiştir
- ve jips içeriği 100 cm'lik üst katmanlar için ağırlıklı ortalamayı temsil eder

jips durum değerlendirmesi (D)

Çizelge 5: sulama için toprak CaSO_4 içerik değerlemesi

CaSO_4 (%)	değerleme
≥ 50	30
25 – 50	60
10 – 25	85
0,3 - 10	100
$< 0,3$	90

toprak tuzluluk / alkalilik değerlendirmesi (E)

- tuzluluk ve alkaliliğin istenilmeyen etkilerinin değerlendirilmesi çizelge 6'da verilmiştir
- değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) (Eş. [2]) ve doygunluk süzüğünde yapılan elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri, üst 100 cm'lik kısım için ağırlıklı ortalamadır
- değerleme toprak bünyesine bağlıdır; tuzluluk ve alkaliliğe ince bünyeli topraklar çok daha duyarlıdır ve kaba bünyeli topraklardan daha zor ıslah edilirler

$$ESP = \frac{Na^+}{KDK} \cdot 100 \quad \text{Eş. [2]}$$

toprak tuzluluk / alkalilik değerlendirmesi (E)

Çizelge 6: sulama için toprak tuzluluk ve alkalilik değerlemesi

ESP (%)	doğunluk süzüğünde elektriksel iletkenlik E _{Ce} (dS m ⁻¹)				
	0 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 30	> 30
0 - 8	100 / 100*	95 / 90*	90 / 80*	85 / 70*	80 / 60*
8 - 15	95 / 90*	90 / 80*	85 / 70*	80 / 60*	75 / 50*
15 - 30	90 / 80*	85 / 70*	80 / 60*	75 / 50*	70 / 40*
> 30	85 / 70*	80 / 60*	75 / 50*	70 / 40*	65 / 30*

* kil, siltli kil, kumlu kil

toprak drenaj değerlendirmesi (F)

- iyi olmayan veya zayıf drenaj kesinlikle sınırlayıcı bir etmendir.
- sulama için drenaj sorunları, toprak bünyesi ve derinliği ile yeraltı suyunun tuzluluk derecesi ile ilişkilidir.
- değerleme Çizelge 7'de verilmiştir

çizelge 7: toprak bünyesi ve yeraltı suyu tuzluluğu ile ilişkili olarak drenaj sınıflarının değerlendirilmesi

drenaj sınıfı	değerleme			
	kil, siltli kil, kumlu kil, siltli kil tın		diğer bünyeler	
	tuzsuz yeraltı suyu	tuzlu yeraltı suyu	tuzsuz yeraltı suyu	tuzlu yeraltı suyu
İyi drene olan topraklar; indirgenme benekleri derinlikleri				
- > 3,0 m	100	100	100	100
- 2,0 – 3,0 m	95	85	100	100
- 1,2 – 2,0 m	90	75	95	95
Orta derecede iyi drene olan topraklar; indirgenme benekleri derinliği				
- 0,8 – 1,2 m	80	50	90	70
Yetersiz ölçüde drene olan topraklar; indirgenme benekleri derinliği				
- 0,4 – 0,8 m	70	35	80	60
Zayıf ölçülerde drene olan topraklar; indirgenme benekleri derinliği				
- < 0,4 m	60	30	65	40
Çok zayıf ölçülerde drene olan topraklar; indirgenme horizonu derinliği				
- < 0,4 m	40	20	65	30

eğim değerlendirmesi (G)

- bir arazinin sulama yeteneğini etkileyen en baskın topoğrafik öğe “eğim”dir
- bu yöntemde arazinin genel eğimi değerlendirilmektedir
- ayrıca, değerlendirmede teraslanmış ve teraslanmamış eğimler arasındaki farklılıklar da göz önünde bulundurulmuştur
- değerlemeler izelge 8’de verilmiştir

eğim değerlendirmesi (G)

Çizelge 8: eğim değerlemesi

eğim sınıfı (%)	değerleme	
	terassız	teraslı
0 - 1	100	100
1 - 3	95	95
3 - 5	90	95
5 - 8	80	95
8 - 16	70	85
16 - 30	50	70
>30	30	50

örnek çözüm: MARVEDASHT – İRAN toprak profili

bitki örtüsü	nadas
fizyoğrafya	“Cur” ırmağı kıyı birikintileri
rölyef	eğimli
eğim dikliği (derecesi)	%2,5
toprak profili	Marvedasht
toprak sınıflandırması	Typic Xerofluvent
ana materyal	alüvyal
toprak drenajı	iyi
yer-altı suyu seviyesi	3,90m’de tuzlu yer altı suyu seviyesi

örnek çözüm: MARVEDASHT – İRAN toprak profili

Ap	0 – 20 cm	10YR 4/3 kuru; silt tın, küçük granüler yapı; çok kırılğan, az ince kökler, kesin düz sınır.
C1	20 – 45 cm	7,5YR 4/4 kuru; sitli kil tın, kuvvetli orta ve küçük yarı köşeli blok yapı; hafif sert, yapışkan, plastik; çok-az çok ince kökler; belirli düz sınır.
C2	45 – 90 cm	10YR 5/3 kuru; silt tın, küçük kireçli çakıl; zayıf – masif; kesin düz sınır.
C3	90 – 120+ cm	10YR 5/3 kuru; siltli kil tın, zayıf – masif;.

marvedasht-iran analitik toprak verileri

horizon	derinlik (cm)	tane büyüklük dağılımı (%w)				O.C (%)	pH _{H₂O}	CaCO ₃ (%)	CaSO ₄ (%)
		kil	silt	kum	çakıl				
Ap	0 – 20	24	64	12	0	0,74	8,4	39	0,23
C1	20 – 45	34	60	6	0	0,58	8,6	39	0,23
C2	45 – 90	20	60	20	44	0,42	8,6	38	0,16
C3	90–120+	32	58	10	0	0,54	8,6	36	1,20
horizon	derinlik (cm)	değişebilir kationlar (cmol(+) kg ⁻¹)				KDK (cmol(+) kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	ESP (%)	ECe dS m ⁻¹
		Ca	Mg	K	Na				
Ap	0 – 20				0,6	13,4	1,48	4,1	1,1
C1	20 – 45				1,5	13,4		11,2	1,2
C2	45 – 90				2,3	10,6		21,6	3,3
C3	90–120+				4,4	11,4		38,6	8,6

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- bünve değerlemesi
 - profil boyunca bünve değiştiği için, 1 m'ye veya sınırlayıcı katmana kadar ağırlıklı ortalama değerleri hesaplanmalıdır
 - 1 m iğerisinde bir sınırlayıcı katman kayıt edilmemiştir
 - C2 horizonunda ağırlıkça %44 kireçli çakıl belirlenmiştir. bu çakıl iğeriğini hacim% (v%)'ne çevirmek için, $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ tane özgöl ağırlığı göz önünde bulundurulmuştur

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- bünye değerlemesi

Ap (20 cm):

Bünye sınıfı = SiL

Çakıl = %0 (v%)

$$\rightarrow R(Ap) = 90$$

C1 (25 cm):

Bünye sınıfı = SiCL

Çakıl = %0 (v%)

$$\rightarrow R(C1) = 100$$

C2 (45 cm):

Bünye sınıfı = SiL

Çakıl = %44 (w%) = %25(v%)

$$\rightarrow R(C2) = 80$$

C3 (10 cm)*:

Bünye sınıfı = SiCL

Çakıl = %0 (v%)

$$\rightarrow R(C3) = 100$$

$$A = [(20 \times 90) + (25 \times 100) + (45 \times 80) + (10 \times 100)] / 100 = 89$$

* üst 1 m'lik profil bölümü hesaplamalara konu edilmiştir $(100 - (20 + 25 + 45)) = 100 - 90 = 10$.

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- **önemli not:** eğer kaba parçalar verisi ağırlık yüzdesi olarak açıklanmış ise (%w), aşağıdaki eşitlik (Eş. [3]), elde edilen değerleri hacimce yüzdeye çevirmek amacıyla kullanılır

$$CF_{\%v} = CF_{\%w} \cdot \frac{l_b}{l_g} \quad \text{Eş. [3]}$$

$$CF_{\%v} = 44 \cdot \frac{1,48}{2,65} \cong 25$$

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- toprak derinlik değerlemesi
 - C1 ve C2 horizonlarında zayıf – masif toprak yapısı belirlenmiştir. fakat, toprak yapısının köklenmeyi ciddi bir şekilde etkileyip etkilemeyeceği açıkça belirtilmemiştir. bu yüzden toprak derinliği > 100 cm kabul edilmiştir
- → **B = 100**

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- CaCO_3 değerlemesi
 - 1 m toprak profil derinliği boyunca CaCO_3 içeriğinin yeniden hesaplanması gereklidir.

$$\text{CaCO}_3 = [(39 \times (20 - 0)) + (39 \times (45 - 20)) + (38 \times (90 - 45)) + (36 \times (100 - 90))] / 100 = \%38$$

→ C = 90

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- CaSO_4 değerlemesi
- 1 m toprak profil derinliği boyunca CaSO_4 içeriğinin yeniden hesaplanması gereklidir

$$\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = [(0,23 \times (20 - 0)) + (0,23 \times (45 - 20)) + (0,16 \times (90 - 45)) + (1,20 \times (100 - 90))] / 100 = \%0,30$$

- $\rightarrow D = 100$

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- tuzluluk / alkalilik değerlemesi

- 1 m toprak profil derinliği boyunca elektriksel iletkenliğin ağırlıklı ortalama olarak hesaplanması gereklidir

$$EC_e (dSm^{-1}) = [(1,1 \times (20 - 0)) + (1,2 \times (45 - 20)) + (3,3 \times (90 - 45)) + (8,6 \times (100 - 90))] / 100 = 2,9 dSm^{-1}$$

- 1 m toprak profil derinliği boyunca değişebilir sodyum yzdesinin ağırlıklı ortalama olarak hesaplanması gereklidir

$$\%ESP = [(4,1 \times (20 - 0)) + (11,2 \times (45 - 20)) + (21,6 \times (90 - 45)) + (38,6 \times (100 - 90))] / 100 = \%17,2$$

- Bnyne doğrulaması: kil yok, siltli kil veya kumlu kil bnyne
- → **E = 90**

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- drenaj değerlemesi
 - drenaj: iyi
 - bünye sınıfı (USDA)*: SiL ve SiCL (Çizelge 7'den SiCL seçilmiştir)
 - yer altı suyu: 3,90 m'de tuzlu
 - → $F = 100$
 - * USDA: United State Department of Agriculture (ABD Tarım Bakanlığı)

arazi karakteristiklerinin değerlendirilmesi

- eğim değerlemesi
 - eğim: %2,5
 - terassız
 - → **G = 95**

arazi yetenek indisi ve yetenek sınıfının belirlenmesi

- yıllık bitkiler için

$$C_i = 89 \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{90}{100} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{90}{100} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{95}{100} = 68$$

- → sınıf II, uygun
- → alt sınıflar: güçlü sınırlama yok, fakat alkalilik ve tuzluluğun daha fazla yükselmesini engellemek için iyi nitelikli sulama suyu kullanılmalıdır (n)

Marvedasht – İnan sulama için yetenek sınıflaması sonuçları (özet)

Sc	etmen	parametre	değer	değerleme
s	A	bünye		89
		Ap: siltli tın		
		C1: siltli kil tın		
		C2: siltli tın %25 (v%) küçük CF		
		C3: siltli kil tın		
s	B	toprak derinliği (cm)	> 100	100
s	C	CaCO ₃ (%)	38	90
s	D	CaSO ₄ H ₂ O(%)	0,30	100
n	E	ECe (dS m ⁻¹)	2,9	
		ESP (%)	17,2	90
w	F	drenaj	İyi	100
		bünye sınıfı	SiCL	
		yer altı suyu	tuzlu; 3,9 m	
t	G	eğim (%)	2,5	95
C _i				68
sınıf				II
altsınıf				(n)