

### 3. VERİMLİLİK YETENEK SINIFLAMASI

Toprak Taksonomisi, FAO lejantı ve WRB (World Reference Base for Soil Resources = Dünya Toprak Kaynakları Referans Veri-tabanı), çoğunluğu profilin alt katmanlarında bulunan durağan toprak niteliklerini sayısal olarak ifade etme eğilimi gösterirler. Bu yüzden bu toprak sınıflama sistemleri, bitkisel üretim için önemli olan birçok doğal veya devingen (dinamik, etkin) özellikleri göz ardı eder. Bu özellikler bitki köklerinin çoğunluğunun bulunduğu ve geliştiği üst toprak ile ilişkilidirler.

Toprak Taksonomisi, FAO lejantı ve WRB değerlendirme sistemlerinin belirtilen sınırlamalarını gidermek için, “verimlilik yetenek sınıflama sistemi”, Toprak Taksonomisi ile birlikte, devingen üst toprak özelliklerini de bitki gelişimi ile ilgili olacak şekilde yorumlamak amacıyla 25 yıl önce geliştirilmiştir.

#### 2.1. GENEL BİLGİLER

“Verimlilik yetenek sınıflaması” (Sanchez et al., 1982; Sanchez et al., 2003) özel arazi kullanım tipleri (çeşitleri) ile ilişkili olarak yorumlanabilen verimlilik sınırlamalarına göre, niceliksel olarak toprakları gruplandıran bir sınıflama sistemidir. Bu sınıflama arazi kullanım tipleri ile ilişkili alt toprak özelliklerine ek olarak, sayısallaştırılabilir (nicelendirilebilir) üst toprak parametreleri üzerinde doğrudan durur. Öyle ki, tarımsal üretim için karar verme aşamasında, toprak verimlilik yönetimi hakkında kolaylıkla anlaşılabilir bilgi sağlayabilir.

“Verimlilik Yetenek Sınıflama Sistemi” iki kategorik düzey içerir:

1. Bünye ve alt-toprak bünyesi: yüzey ve yüzey-altı toprağının bünyesini tanımlarlar ve bir büyük harf ile gösterilirler.
2. Toprak niteleyicileri: niceliksel sınırlar ile bitki gelişimini etkileyen özel (belirli) toprak koşullarının sınırlarını belirlemek amacıyla 17 adet niteleyici tanımlanmıştır. Her bir niteleyici küçük bir harf ile açıklanır. “+” ve “-” üsler, niteleyici etkisinin daha çok veya daha az olacağını açıklar.

Her toprak sadece bir adet tip/alt-toprak tipine sahiptir, fakat birçok koşulsal niteleyiciye sahip olabilir. Örneğin, **Caik** olarak sınıflandırılan bir toprak, killi (C), Al-toksitesisi olan (a), yüksek P fiksasyonu (i) ve düşük seviyede ayrışabilir minerallere (k) sahip bir topraktır.

#### 3.2. YÜZEY VE YÜZEY-ALTI BÜNYESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

Çizelge 3.1, “verimlilik yetenek sınıflama sistemi” tarafından kullanılan üst toprak ve yüzey-altı toprağının bünyesinin özetini verir. Yüzey toprağı pulluk katmanını veya toprağın üst 20 cm’lik kısmını, veya duruma göre, toprak derinliğine bağlı olarak, daha sığ kısmını ifade eder. Yüzey-altı toprağı ise, yüzey toprağı ile 60 cm derinlik arasındaki kısmı içerir. Yüzey-altı bünyesi, yalnız üst 50 cm’lik derinlikte bir bünye değişimi var ise kullanılır.

Çizelge 3.1. Bünye ve yüzey-altı bünye sınıfları ve simgeleri

Simge	Tanım	Tanımlama
Bünye		
S	Kumlu üst-toprak	Tınlı kum ve kum
L	Tınlı üst-toprak	< %35 kil, fakat tınlı kum ve kum değil
C	Killi üst-toprak	≥ %35 kil
O	Organik toprak	50 cm derinliğe kadar > %12 organik C veya daha fazla
Yüzey-altı Bünyesi		
S	Kumlu alt-toprak	Tınlı kum ve kum
L	Tınlı alt-toprak	< %35 kil, fakat tınlı kum ve kum değil
C	Killi alt-toprak	≥ %35 kil
R	Kaya veya 50 cm derinlik içerisinde sert kök sınırlayıcı katman	
R-	Yukarıdaki gibi, fakat katman yırtılabilir, pulluk ile sürülebilir veya köklenme derinliğini artırmak için patlatılabilir.	

Bünye ve yüzey-altı bünyesi infiltrasyon oranı (toprak su geçirgenlik hızı, tarım aletleri ile çalışılabilirlik, toprak su tutma kapasitesi, drenaj ve toprak erozyon duyarlılığının bir göstergesini oluşturur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Bünye ve yüzey-altı bünye sınıflarının yorumlanması

Simge	Bünye	Yüzey-altı bünyesi
S	Yüksek su geçirgenliği	Düşük su tutma kapasitesi
L	Orta su geçirgenliği	İyi su tutma kapasitesi
C	Düşük su geçirgenliği, eğimli arazilerde olası yüksek yüzey akış ve toprak işleme güçlüğü	İyi su tutma kapasitesi
O	Drenaj sistemi gerekliliği ve (devlet teşviki) ve olası iz-element eksiklikleri	
SC, LC, LR, SR	Yüzey-altı toprağının açığa çıkması ile erozyondan kaynaklanan şiddetli toprak bozuşması; erozyona duyarlılık	

### 3.3. TOPRAK NİTELEYİCİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

Koşul niteleyicileri genel olarak, başka bir şekilde tanımlanmamışsa, sürüm (işleme) pulluk katmanındaki veya toprağın üst 20 cm.lik kısmındaki veya duruma göre toprak derinliğine bağlı olarak daha sığ kısmındaki koşulları ifade eder.

Niteleyiciler toprak fiziksel özellikleri, toprak reaksiyonu (pH), toprak mineralojisi ve toprak biyolojik özellikleri ile ilişkili olarak kümelenebilirler.

#### 3.3.1. TOPRAK FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİLİ NİTELEYİCİLER

Çizelge 3.3 fiziksel toprak özellikleri ile ilişkili niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütlerinin özetini verir.

Çizelge 3. 3. Toprak fiziksel özellikleri ile bağlantılı niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütleri

Koşul	Sembol	Tanımlayıcı ölçütler
Islaklık	g	- aquic toprak nem rejimi, ve
		- 50 cm'lik üst toprakta ve A horizonunun altında kroması $\leq 2$ indirgenme – yükseltgenme benekleri, ve
		- birçok yıllar boyunca $> 60$ gün toprak su ile doygun
	g <sup>+</sup>	- uzun süren ıslaklık, ve - toprak ya doğal olarak veya sulama ile $> 200$ gün yıl <sup>-1</sup> su ile doygundur, ki üst 50 cm'de Fe <sup>+3</sup> bileşiklerinin göstergesi olabilecek yükseltgenme benek kanıtı yoktur
Baskın (Aşırı) kuraklık	d	ustic veya xeric toprak nem rejimi
	d <sup>+</sup>	aridic veya torric nem rejimi
Düşük toprak sıcaklıkları	t	cryic veya frigid toprak sıcaklık rejimleri
	t <sup>+</sup>	Gelisols'larda 50 cm içerisinde devamlı buz katmanı permafrost
Çakıl	r <sup>+</sup>	hacimce % 10 – 35 çakıl
	r <sup>++</sup>	Toprağın üst 50 cm'lik herhangi bir bölümünde hacimce $\geq$ %35 çakıl büyüklüğünde kaba parçacıklar
	r <sup>+++</sup>	toprak yüzeyinde $> %15$ kaya örtüsü
Eğim	%	FCC (Fertility Capability Classification = verimlilik yetenek sınıflaması) ile eğim gösterilmesi istenildiği yerlerde, eğim %'si en son koşul niteleyicisinden sonra parantez içerisinde verilir
Yüksek erozyon tehlikesi	SC, LC	keskin bünye zıtlıkları
	CR, LR	sığ derinlik (R alt-katman tipi)
	$> %30$	dik eğimler $> %30$

“**g niteleyicisi**”nin varlığı oksijensiz indirgenme koşullarına (anaerobic = havasız toprak profil koşulları) işaret eder. Drenaj koşulları iyileştirilmediği sürece, aşırı nem ve ıslaklık toprak işleme ve belirli bitkilerin gelişimini olumsuz bir şekilde etkilerler. Fakat toprak tavalarında çeltik yetiştiriciliği için iyi bir nem rejimidir. Devamlı kimyasal indirgenme, daha yavaş N mineralizasyonuna ve Zn eksikliklerine neden olur. Ayrıca bu topraklar, önemli sera gazlarından “metan” ve “nitroz oksit” salınımları (emisyonları) nedeniyle olumsuz çevresel etkilere sahiptirler.

Sulama yapılmadığı takdirde, bir yıl boyunca 3 aydan daha fazla bir kurak dönemin varlığı (“**d niteleyicisi**”) bitkisel üretime önemli bir engel oluşturur. Ancak, birçok zararlı ve hastalık yaşam döngülerini kesintiye uğrattığı için de olumlu bir özellik olarak kabul edilir. Uzun kurak mevsimler, azot mineralizasyonu ve sızma kayıplarını yavaşlatır. Bu yüzden, yağışların başladığı ekim-dikim tarihlerinde toprakta N çokluğunu göz önünde bulundurmalıdır. Eğer ilk yağışlar ara-sıra (seyrek) ise, genellikle çimlenme sorunları ortaya çıkar.

“**t niteleyicisi**” permafrost’un olduğu buzullar yakınında bulunan toprakları açıklar. Toprak profilinde devamlı bir buz katmanı vardır.

“**r niteleyicisi**”, üst 50 cm’inde hacimce %10’dan daha fazla çakıl içeriğine sahip katmanları olan toprakları tanımlar. Çakıl, elverişli su kapasitesini düşürür ve genellikle tarımsal aletlere zarar vererek toprak işlemeyi zorlaştırır. Yüzeyi kaya kaplı ve taşlı üst topraklar  $r^{+++}$  niteleyicisi ile gösterilirler.

Keskin bünye geçişi olan topraklar, sıg topraklar ve çok eğimli topraklar yüksek erozyon tehlikesi olan topraklar kategorisine dahil edilirler. Fakat, erozyon tehlikesi doğrudan ürün kayıpları veya arazi bozuşmasını ima etmez. Bu daha çok uygulanan toprak koruma uygulamalarına bağlıdır.

### 3.3.2. TOPRAK TEPKİMESİ (REAKSİYONU) İLE İLİŞKİLİ NİTELEYİCİLER

Çizelge 3.4. toprak tepkimesi ile ilişkili niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütlerinin özetini verir.

“**c niteleyicisi**“ sülfür bileşiklerinin yüksek olduğu denizel yığıntılardan oluşan topraklarda bulunur. Özel uygulamalar olmaksızın bu toprakların drene edilmesi önerilmez, çünkü Al, Fe ve Mn toksitesini ve P noksanlığı olan aşırı ölçülerde verimsiz topraklara dönüşebilirler. Ayrıca fiziksel koşullar da zayıftır. Aerobik ürünler büyük ölçülerde dikkatli bir yönetim ile ve su tablasını mümkün olduğunca yüksek tutarak yetiştirilebilir. Devamlı indirgenmiş koşullarda pH, Al toksitesini elimine edecek ölçülerde yüksek olduğundan, genellikle bu topraklar tavalarda su altında pirinç yetiştiriciliğinde kullanılırlar.

**a niteleyicisi** birçok bitki çeşidine toksik seviyelerde çözünebilir alüminyum düzeyleri ile güçlü bir toprak asitliğini gösterir (asitliğine işaret eder). Bu sınırlama toprağın üst 50 cm’inde bir yerlerde %60 dan daha fazla Al doyumluğuna sahip olma gibi tanımlanır.

5,5’den daha düşük bir toprak pH değeri bu probleme işaret eder. Al-toleranslı bitkiler P’ca noksan topraklarda kullanıldığında veya kauçuk veya çay yetiştirildiğinde, Al toksititesi olumlu bir toprak kalitesi özelliği olabilir.

pH değerleri 7,2’nin üzerinde olan topraklar ve üst 50 cm’inde serbest CaCO<sub>3</sub> içeren topraklar, “**b niteleyicisi**” ile tanımlanırlar. Genellikle mikro (iz) elementlerce fakirdirler, özellikle Fe ve Zn eksiklikleri önemli boyutlarda olabilir. Bu toprakların bazılarında toprak alkali katyonlar arasında -Ca, Mg ve K arasında- dengesizlikler görülebilir.

Çizelge 3. 4. Toprak tepkimesi ile bağlantılı niteliyecilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütleri

Koşul	Simge	Tanımlayıcı kriterler
Sülfidik-kedi killeri	c	- kuruma sonrası pH < 3,5, ve toprak profilinde 60 cm içerisinde 2,5Y veya daha sarımsı renk tonu ve 6 veya daha fazla kroma ile jarosit benekleri, veya
		- Sulfaquents, Sulfaquepts, Sulfudepts
Aluminyum toksititesi (zararı)	a	- 50 cm içerisinde > %60 Al-doygunluğu, veya
		- 50 cm içerisinde pH 7’deki katyonlar toplamı ile belirlenen KDK’inde < %33 baz doygunluğu, veya
		- 50 cm içerisinde pH 8,2’deki katyonlar toplamı ile belirlenen KDK’inde < %14 baz doygunluğu, veya
		- organik topraklar hariç pH < 5
Kalkerli	b	- 50 cm içerisinde serbest CaCO <sub>3</sub> , veya
		- pH > 7,3
Tuzluluk	s	- 1 m içerisinde 25 °C’deki doygunluk süzüğünde 2 - 4 dS m <sup>-1</sup>
	s <sup>-</sup>	- 1 m içerisinde 25 °C’deki doygunluk süzüğünde > 4 dS m <sup>-1</sup> , veya
Alkalinite	n	- 50 cm içerisinde “etkili KDK”*nin Na-doygunluğu > %15
	n <sup>-</sup>	- 50 cm içerisinde etkili KDK’nin Na-doygunluğu %6 - 15
Önemli bir kimyasal sınırlılık yoktur		- 50 cm içerisinde etkili KDK’nin Al-doygunluğu < %60, ve
		- pH 5,5 ve 7,2 arasında

\* Etkili KDK: pH 7’de NH<sub>4</sub>OAc’daki değişebilir katyonlar + KCl ile alınabilir Al

Tuzluluk “**s niteleyicisi**” ile tanımlanır. Tuza yüksek derecede duyarlı bitkilerin yetiştirileceği arazi kullanım sistemlerinde kullanılır. Eğer var ise, potansiyel tuzluluğun erken bir uyarısını sağlamak amacıyla da Verimlilik Yetenek Sınıflaması’nda (FCC = Fertility Capability Classification) “s niteleyicisi” belirtilir. Tuzlu toprak çözeltilerinin osmotik basıncı, bitki hücre suyunun kayıp olmasına neden olarak, diğer bir deyişle toprak çözeltisinden bitkiye olan su hareketinin tersine dönmesini sağlayarak, bitki solma ve kurumalarına neden olur. Ek olarak bazı durumlarda, tuzluluk bor toksititesi tehlikesi de beraberinde getirir.

Alkali ve sodik topraklar “**n niteleyicisi**” ile tanımlanır. **n<sup>-</sup>** ise potansiyel alkaliliği gösterir. Sodik topraklar bitki gelişimi için çok olumsuz koşullara sahiptir; bitki gelişim

potansiyellerini büyük ölçüde sınırlar ve çok az sayıda bitki çeşidinin yetiştirilmesine fırsat sağlarlar.

Hiçbir önemli kimyasal sınırlılıkları olmayan işlenebilir topraklar, devamlı ürün sistemleri altında ve bitkibesin elementleri eklemelerinin (gübreleme) olmadığı koşullarda, zamanla muhtemel azot (nitrojen) eksikliği gösterebilirler. Fakat, genel olarak kullanılan toprak N analizleri, bir “verimlilik yetenek sınıflandırma” (VYS) parametresi olarak kullanılabilirlik amacıyla pek güvenilir değildir. Toprakta N çok hızlı bir şekilde değişebilir olduğundan, böyle bir sınırlayıcının olup olmamasına karar vermede özen gösterilmelidir. Aynı şekilde, VYS’de kullanılmak üzere, P analizleri N analizlerinden daha güvenilir olmasına karşın, toprak P içerikleri çok çabuk bir şekilde değişebileceğinden çok dikkatli olmak gerekmektedir.

### 3.3.3. TOPRAK MİNERALOGİSİ İLE İLİŞKİLİ NİTELEYİCİLER

Çizelge 3.5. toprak mineralojisi ile ilişkili niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütlerinin özetini verir.

Çoğunlukla topraklar, P, K, Ca, Mg ve mikro (iz) elementleri doğal olarak bitkilere sağlarlar. bbe (bitki besin elementleri), temel veya ayrışabilir minerallerin çözünmesi ile toprak içerisinde bulunurlar. Öte yandan toprağın kum ve silt fraksiyonları, ayrışabilir mineralleri düşük miktarlarda içerirler; toprakta zayıf bir bbe rezervi olduğunu işaret ederler. Bu durum “**k niteleyicisi**” ile tanımlanır; böylece bbe kaynağı yalnız toprak organik maddesidir.

“**i niteleyicisi**”, kil taneciklerinde %20’den daha fazla demir veya alüminyum oksitleri içeren killi üst toprakları tanımlar. Bu koşullarda, toprağa eklenen fosfor (P)’un büyük bir kısmı, yavaş bir şekilde çözünen demir veya alüminyum fosfatlara dönüştürülerek fikse edilir; yarayışsız olarak toprak ortamında çöker. Yani, topraktaki Fe-Al-PO<sub>4</sub>’ lar bitkiler için kolayca kullanılabilir veya P gerekliliğinde elverişli değildir. Fakat, Fe-Al-PO<sub>4</sub>’ lar kısa dönemde elverişsiz olmasına karşın, zamanla veya uzun yıllık bir dönem sonunda, yavaş bir şekilde çözünebilirler ve bitkilere yarayışlı hale gelebilirler. Eğer bu topraklarda P’lu gübre uygulamaları belirli oranlarda devam ederse, 5 yıllık bir zaman dilimi sonunda, P-fiksasyonu bir zenginliğe dönüşebilir

“**x niteleyicisi**”, Andosols (FAO, WRB) veya Andisols (Soil Taxonomy)’lerde bir seri olumlu ve olumsuz özelliklere işaret eder. Bu topraklarda allofan veya imogolit kil mineralleri çok yaygın halde bulunur. İçerdikleri ayrışabilir mineraller sayesinde bol miktarda P, K, Ca, Mg ve iz-elementler toprakta serbest hale gelir ve toprak çözeltisinde yeterli oranlarda bulunurlar. Sonuç olarak bu amorf topraklar (kil mineralleri belirli bir kristal yapısı göstermeyen topraklar), doğal yüksek bir verimliliğe sahiptirler.

Aynı zamanda yüksek organik madde içeriklerine sahiptirler. Yüksek organik madde, iyi bir toprak su geçirgenliği, mükemmel bir toprak yapısı ve düşük hacim ağırlığını beraberinde getirir. Diğer topraklara göre organik madde mineralizasyon oranları genellikle daha düşük olmasına karşın, toprak N içerikleri fena değildir. Fakat fosfor

elverişliliği hiç de iyi değildir; bu topraklar yüksek bir P bağlama-tutma yeteneğine sahiptir ve pratik olarak P'ca doymun hale gelmeleri pek olası değildir.

Çizelge 5. Toprak mineralojisi ile bağlantılı niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütleri

Koşul	Simge	Tanımlayıcı ölçütler
Düşük bitki besin (bbe) maddesi elverişliliği (K noksanlıkları)	k	- üst 50 cm içerisindeki silt ve kum fraksiyonunda < %10 ayrışabilir mineraller, veya
		- silisli mineraloji, veya
		- değişebilir K < 0.20 cmol(+) kg <sup>-1</sup> toprak, veya
		- değişebilir bazların toplamı < 10 cmol(+) kg <sup>-1</sup> toprak ise, bunun içerisinde değişebilir K %' si < 2'dir
Yüksek P fiksasyonu (tutulması)	i	- dithionite (dityonit)-ekstrakte-edilebilir (alnabilir) serbest demir Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / kil oranı > 0,2 veya
		- üst toprakta > %4 citrate (sitrata) dithionite ekstrakte-edilebilir Fe, veya
		- Oxisols ve C bünyeli oxic gruplar, veya
		- 5 YR'den daha kırmızı hue değerleri ve granüler toprak yapısı
	i <sup>+</sup>	- yukarıdaki gibi, fakat topraklara uzun dönem P sağlamak amacıyla P'lu gübreler uygulanmıştır, veya
		- Olsen yöntemi ile toprak toprak P analizi > 10 mg kg <sup>-1</sup> P
i <sup>++</sup>	- yukarıdaki gibi, fakat, eğer topraklar uzun süre su ile doymun halde iseler potansiyel Fe toksisitesi (zararı)	
Amorf (kristal yapısız) volkanik	x	- 50 cm içerisinde 1M NaF çözeltisi ile pH > 10, veya
		- arazideki NaF analizi pozitif (olumlu), veya
		- Andisols ve andic altgruplar, veya
		- kil büyüklüğündeki fraksiyonlarda "allofan" baskınlığının diğer dolaylı tanıları, veya
		- > %90 P tutulması (fiksasyonu)
	x <sup>-</sup>	- % 30 – 90 arasında P tutulması
Çatlayan killer	v	- > %35 kil ve > %50 2:1 tipi genişleyen killer, veya
		- doğrusal genişleme katsayısı > 0,09, veya
		- Vertisols veya vertic altgruplar
Yüksek yıkanma potansiyeli	e	- etkili KDK* olarak < 4 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> toprak, veya
		- pH 7'deki kanyonları toplamı < 7 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> toprak, veya
		- pH 8,2'deki kanyonlar toplamı + Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> < 10 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> toprak

"v niteleyicisi" Vertisol ordosu ve bazı vertic alt-gruplar ile eşleşir. Bu topraklar, toprak nemindeki değişimlere bağlı olarak, çatlama, büzülme ve şişme eğilimi gösterirler. Bu fiziksel özellikleri yüzünden tarım, orman ve özellikle inşaat mühendisliği alanlarındaki uygulamalarda birçok güçlüğe neden olurlar. Genel olarak yüksek bir verimliliğe sahip olmalarına karşın, bazı durumlarda P noksanlıkları ve düşük karbon içeriklerine rastlanılabilir.

“e niteleyicisi” etkinliği düşük kil minerallerini içeren çok kumlu veya güçlü derecede granüle olmuş killi toprakları tanımlar. Düşük bbe tutma ve tamponlama kapasitesine sahiptirler. Sızma kayıplarının yüksek olması ve düşük bbe tutma yetenekleri yüzünden, bu topraklarda yapılacak gübre uygulamalarında bir defalık aşırı miktarların verilmesinden kaçınılmalıdır. Özellikle K, Ca, Mg ve N’lu gübrelerin gereksinilen miktarları bir defada değil, farklı dönemlerde belirli oranlara bölünerek verilmelidir; Yüksek su geçirgenliği yüzünden sızma ile bbe’leri kayıpları çok muhtemeldir; yüzey ve yer-altı suyu kirlilikleri beklenilebilir.

### 3.3.4. TOPRAK BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİLİ NİTELEYİCİLER

Çizelge 3.6, biyolojik toprak özellikleri ile ilişkili niteleyicilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütlerinin özetini verir.

Çizelge 3. 6. Toprak biyolojik özellikleri ile bağlantılı niteliyecilerin simgeleri ve tanımlayıcı ölçütleri

Koşul	Simge	Tanımlayıcı ölçütler
Düşük organik karbon doygunluğu	m	- yakınındaki bozulmamış bir toprak veya aynı toprağın verimli bir bölgedeki organik madde içeriği ile karşılaştırıldığında, ki bu %100’lük bir organik karbon içeriğini temsil eder, üst toprakta < %80 toplam organik karbon doygunluğu , veya
		- yakınındaki bozulmamış bir toprak veya aynı toprağın verimli bir bölgedeki organik madde içeriği ile karşılaştırıldığında, ki bu %100’lük bir organik karbon içeriğini temsil eder, üst toprak ta 333 mM KmnO <sub>4</sub> ile ekstrakte edilebilir organik karbon doygunluğu < %80

Topraklarda organik karbon eksikliği kavramı Hassinck (1997) ve Van Noordwijk et al. (1998) tarafından ortaya konulmuştur. Basit olarak halihazırdaki üst toprak toplam toprak organik karbon miktarının, aynı toprağın bozulmamış veya daha verimli durumdaki toplam organik karbon miktarına oranı olarak tanımlanır. Eğer yakında aynı toprak derinliklerinde benzer profil morfolojisi, drenaj ve bünye özellikleri içeren bozulmamış doğal sistemler varsa veya toprak verileri uzun dönemli ölçümlere dayandırılmış ise, bozulmamış veya daha verimli toprak koşullarını tanımlamak kolaydır. Diğer bir alternatif ise, çiftçi bilgilerine başvurmaktır. Organik madde içeriği dışında diğer özellikleri benzer olan ve çiftçiler tarafından verimli olduğu düşünülen bir toprağın organik madde kapsamı başvuru değeri olarak düşünülebilir. Veya bu kıstas değer, regresyon eşitlikleri ve pedo-transfer fonksiyonları (toprak oluşum- taşınım bağıntıları) kullanılarak hesaplanabilir.



Bu durumda , %C doygunluk eşik değeri, toprağın birçok verimlilik fonksiyonlarını korumak için eriştiği organik madde miktarı olarak tanımlanır. Doğal sistemlerdeki düzeylerle karşılaştırmak üzere, sıcak-yağışlı bölgelerin farklı eko-sistemlerindeki toprak organik karbon düzeyleri üzerine yapılan araştırmalar, şu genel eğilimlerin oluştuğunu göstermiştir:

- 10 yıllık münavebelere sahip ürün – nadas sistemlerinde ve tarım-orman ekosistemlerinde C doygunluk düzeyleri > %80,
- daha kısa münavebelere sahip devamlı ürün sistemlerinde C doygunluk düzeyleri ≤ %80.

İkinci koşulu temsil eden topraklar, daha düşük verimlilik gösterirler, fiziksel sorunlar ile birlikte düşünülürler ve ürün alabilmek için daha yüksek gübre ve toprak işleme girdileri gereksinirler.

Fakat, bu biyolojik niteleyiciler ile ilişkili olarak çok daha fazla araştırmalara ihtiyaç vardır.

“Verimlilik Yetenek Sınıflaması”nda (VYS) kullanılan niteleyicilerin yorumlanması, sadece varlığı söz konusu olan bir veya birkaç niteleyici için, getirecekleri sınırlamalar ve bunların çözümlenmesinde önerilecek yönetim gereksinimleri açısından yapılır. İki veya daha fazla niteleyici eş zamanlı olarak birlikte bulunduğunda, karşılıklı etkileşimler değişebileceğinden, yorumlamalar da değişik olabilir.

## KOŞULSAL NİTELEYİCİLERİN SEÇİMİ ÜZERİNE ÖNERİLER

İlk olarak, “Verimlilik Yetenek Sınıflaması”(VYS)’nın, doğal toprak oluşumunun bir sonucu olan ve zamanla kolay kolay değişmeyeceği düşünülen içsel toprak özellikleri ile uğraşılıyor olduğu düşünülmüştür. Bu yüzden VYS sistemi, N ve P gübre önerileri için alışıla-gelen toprak analiz verilerini içermez. Çizelge 7, VYS niteleyicilerinin değişimi ile ilişkili zamansal ölçek alt ve üst sınırlarını gösterir.

Çizelge 3.7. VYS niteleyicilerinin zamansal değişim sınırları

VYS niteleyicileri	Değişim aralığı (yıl)				Değişim biçimi veya şekli
	<1	1-10	10-100	>100	
S, L, C, SL, LC, SC, LC, CS, LS				x	doğal dönüşüm
d	x				sulama ile geçici değişim
k				x	doğal dönüşüm
LC, SC, SR, LR, CR, >%30				x	doğal dönüşüm, toprak koruma uygulamaları ile değişimin önüne geçilebilir
a		x			toprak profilinden Ca yıkanması ile
önemli kimyasal sınırlamalar yok			x		besin elementi sömürülmesi
I				x	doğal değişim, hatta yüksek P gübrelemesi ile
g	x				drenaj ile
e				x	doğal değişim
b			x		sürekli yıkanma ile
v				x	doğal dönüşüm
r				x	doğal dönüşüm
t		x'	x		küresel ısınma veya organik maddenin uzaklaştırılması (x')
s		x			etkili yıkanma ile
n		x			etkili yıkanma ile
x				x	hızlı aşınma (bozuşma) ile
O		x			devlet desteği ile
c					doğal dönüşüm
m		x			organik madde ilaveleri ile

Aşırı bozulmalar hariç, d ve g niteleyicileri dışındaki VYS kıstasları bir yıl içerisinde değişmezdir. d ve g niteleyicilerinin olumsuz etkileri sırasıyla sulama ve drenaj ile giderilebilir.

Sıcak-yağışlı bölgelerde koşul niteleyicileri a, n, s ve m ve tip O, yönetim ile 10 yıldan daha az bir zaman diliminde değişebilirler.

10 – 100 yıl arasında, 10 yıllık dilimlerdeki değişimler muhtemelen sürekli sulama ve kalkerli toprakların yıkanması, küresel ısınma veya kalıcı don niteleyicisine sahip topraklarda organik artıkların yok edilmesi veya halihazırda herhangi bir kimyasal kısıtı olmayan niteleyici ile tanımlanan arazi birimlerinde besin elementi sömürmesi ile oluşur. Tüm diğer niteleyicilerin, tipler ve alttabaka tiplerinin zamnsal değişim sınırlarının bir yüzyıldan daha az bir zaman olduğu kabul edilir.

Konumsal ölçek ile ilişkili olarak, VYS küresel, kıtasal, ulusal ve bölgesel olarak kullanılmaktadır.

### 3.5. ÖRNEK

#### 3.5.1. VERİLER

Bukavu (Congo) ve Namaacha (Mozambik) toprak birimleri, verimlilik yetenek sınıflama sistemi kullanılarak sınıflandırılacaktır.

#### 3.5.2. Bünye ve yüzeyaltı bünyesinin belirlenmesi

##### 3.5.2.1. Yüzey toprağının bünyesi

Pulluk katmanı ayırt edilemediğinde, üst toprak her iki profilde de toprağın üst 20 cm'sine karşılık gelir.

Bukavu → SCL → tip = L  
Namaacha → SL → tip = L

##### 3.5.2.2. Yüzey-altı toprağının bünyesi

Alt toprak 20 ila 60 cm arasında bulunan toprak horizonlarına karşılık gelir.

Bukavu → SCL → bünye değişimi yok, bu yüzden yüzey-altı tipinin rapor edilmesine gerek yoktur

Namaacha → SCL SC'ye vardır → yüzeyaltı tipi = C → 55 cm derinlikte kil içeriğinde önemli bir artış

### 3.5.3. KOŞUL NİTELEYİCİLERİNİN BELİRLENMESİ

#### 3.5.3.1. Bukavu

göllenme?	yok	
güçlü kuru mevsim?	yok	
düşük toprak sıcaklıkları?	yok	
çakıl?	evet, üst 50 cm'de hacimce %10 - 35çakıl rapor edilmiştir	→ r <sup>+</sup>
eğim?	evet, oldukça dik eğimli bölge %30	→ (30)
yüksek erozyon tehlikesi?	evet, dik eğim	→ yüksek erozyon tehlikesi
sülfidik?	yok	
alüminyum toksisitesi?	evet, p < 5,0	→ a
kalkerli?	yok	
tuzluluk?	yok	
alkalilik	yok	
önemli bir kimyasal kısıt	yok	
düşük K rezervi (içeriği)?	yes, değişebilir K < 0,20 cmol(+) kg <sup>-1</sup> toprak	→ k
yüksek P fiksasyonu (tutulması)	? muhtemel, ferralsol	→ i
amorf volkanik	no	
çatlamanın killeri	no	
yüksek yıkanma potansiyeli	Evet, katyonlar toplamı < 7 cmol(+) kg <sup>-1</sup> toprak	→ e
düşük organik karbon doygunluğu	?	

### 3.5.3.2 Namaacha

göllenme?	yok	
güçlü kuru mevsim?	evet, yarı-kurak bölge	→ d
düşük toprak sıcaklıkları?	yok	
çakıl?	düşük miktarda çakıl rapor edilmiştir; hacimce < %10	
eğim?	düz, %4	
yüksek erozyon tehlikesi?	evet, keskin bünyesel zıtlık	→ yüksek erozyon tehlikesi
sülfidik?	yok	
alüminyum toksisitesi?	evet, pH < 5,0	→ a
kalkerli?	evet, pH > 7,3	→ b
tuzluluk?	evet, ortalama E <sub>Ce</sub> (1m) = 4,6 dS <sup>m</sup> <sup>-1</sup>	→ s
alkalilik	evet, ortalama ESP (> E <sub>CEC</sub> , 50 cm) = %14	→ n <sup>-</sup>
önemli bir kimyasal kısıt	yok	
düşük K rezervi (içeriği)?	yok	
yüksek P fiksasyonu (tutulması)	yok	
amorflı volkanik	yok	
çatlayan killer	yok	
yüksek yıkanma potansiyeli	yok	
düşük organik karbon doygunluğu	?	

### 3.5.4. SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

Nemli – sıcak bölgede bulunan Bukavu profili, yüksek erozyon tehlikesi ile **Lr<sup>+</sup>aeik** olarak sınıflandırılabilir.

Diğer yandan yarı-kurak bölgelerin Namaacha profili, yüksek erozyon tehlikesi ile **LCbdsn<sup>-</sup>** olarak sınıflandırılabilir.

Verimlilik yetenek sınıflaması, böylelikle, sıcak-yağışlı ve yarı-kurak alanlarda tarımsal üretimi etkileyen kuvvetle farklı toprak karakteristiklerini açık bir şekilde gösterir.

Yüksek Al-doygunluğu, düşük bbe tutma kapasitesi, düşük değişebilir K düzeyleri veya yüksek P fiksasyonu ile açıklanan düşük kimyasal verimlilik, nemli tropikal alanlarda bitkisel üretim kısıtları. Düşük yağış miktarları ile yarı-kurak bölgelerde, diğer yandan, CaCO<sub>3</sub> varlığı, yüksek değişebilir sodyum yüzdesi veya yüksek tuzluluk düzeyi ile tanımlanan değişebilir katyonlar arasındaki dengesizlikler, potansiyel olarak ürün verimleri sınırlar.

## 2.1. KAYNAKLAR

- Hassinck, J. (1997). The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. *Plant and Soil*, 191, p. 77 – 87.
- Sanchez, P.A., Couto, W., and Buol, S.W. (1982). The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability and modification. *Geoderma* 27, p 283 – 309.
- Sanchez, P.A., Palm, C.A., and Buol, S.W. (2003). Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma* 114, p 157 – 185.
- Van Noordwijk, M., Hairiah, K., Woomer, P.L., Murdiyarso, D. (1998). Criteria and indicators of forest soils and used for slash-and-burn agriculture and alternative land uses in Indonesia. *The Contributions of Soil Science to the Development and Implementation of Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management*. SSSA Special Publication, vol. 53. Soil Science Society of America, Madison, W.I., USA, p. 137 – 153.