



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ**

Ankara University Faculty of Agriculture  
Department of Soil science and Plant Nutrition

*"Tarım, Çevre ve Yaşam Bilimlerinde Öncü"  
"Pioneer in Agriculture, Environment and Life Sciences"*

# ZTO230 Toprak Bilimi Dersi

## Toprak Fiziksel Özellikleri

# Haftalık ders akışı

1. Toprak Bilimine Giriş
2. Toprak Ana Maddesi
3. Kayaçlar ve Mineraller
4. Toprak Oluşumu ve Karakter Kazandıran etmenler
5. Toprak Profili ve Horizonlar
6. **Toprak Fiziksel Özellikleri**
7. Ara Sınav Haftası
8. Toprak Kolloidleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
9. Toprak Reaksiyonu (Toprak Kimyasal Özellikleri)
10. Bitki Besin Maddeleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
11. Toprak Suyu
12. Toprak Biyolojisi
13. Toprak ve Su Koruma
14. Toprak Sınıflandırma Sistemleri

### **Verimli bir toprakta,**

- Suyun toprağa girişi kolay olmalı ve toprakta bitkiye yeterli su tutulmalıdır.
- Toprak her zaman iyi havalanmalıdır. Bu havalanma, köklerin suyla bağlantısını kesmemelidir.
- Toprağın ısınma-soğuma süreci ve sınırları bitkiyi olumsuz etkilememelidir.

### **Verimlilik**

- Kimyasal (besin maddesi denge ve yeterliliği)
- Fiziksel (gelişim etmenleri yeterliliği)

# TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- Toprak tekstürü
- Tane yoğunluğu
- Hacim ağırlığı
- Toprak strüktürü
- Toprak kıvamı
- Toprak rengi

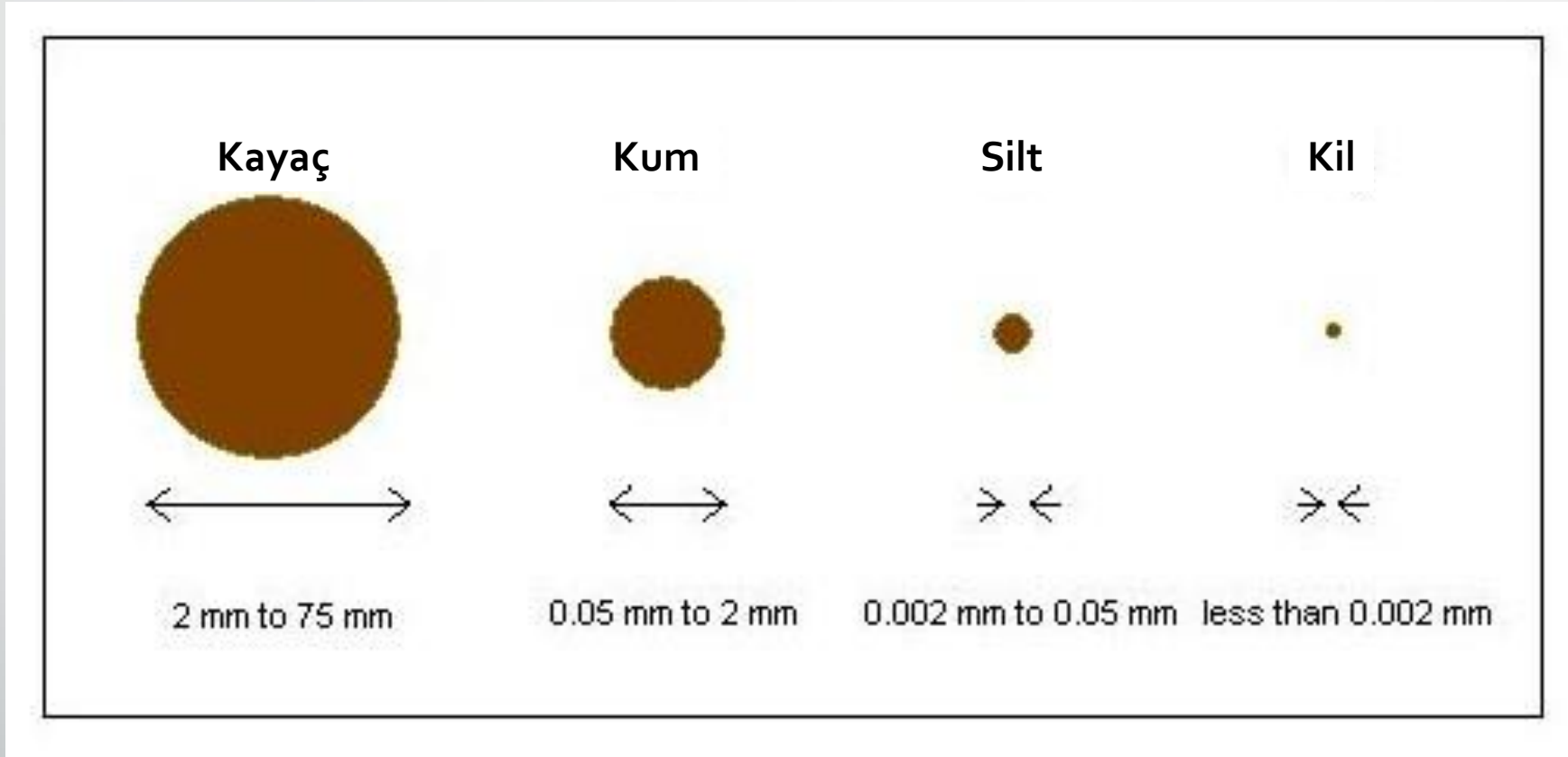
2 mm den küçük tanecikler

<b><u>ABD Sistemi</u></b>	<b><u>Uluslararası Sistem</u></b>
Kum 2 - 0.05 mm	2 - 0.02
Silt 0.05 - 0.002 mm	0.02 - 0.002
Kil < 0.002 mm	< 0.002

Kaba kil (0.002 - 0.001 mm)

Kolloidal kil (< 0.001mm)

2 mm den daha büyük çapta olanlar çakıl-taş olarak adlandırılırlar.



Kaynak: <http://tecalive.mtu.edu/meec/moduleo6/SoilClassification.htm>

Toprağı oluşturan kum, kil ve silt yüzdesi toprak tekstürü (bünyesi) olarak adlandırılır.

### **BÜNYE SINIFLARI**

<b><u>Kaba</u></b>	<b><u>Orta</u></b>	<b><u>İnce</u></b>
Kum	Tın	Tekstür sınıfında
Tınlı Kum	Siltli tın	Kil adı bulunanlar
Kumlu tın	Silt	

## HAFIF BÜNYELİ TOPRAKLAR

- Kum gibi iri taneciklerden oluşan topraklardır
- Su tutma kapasiteleri düşük, sızdırma ve havalanma kapasiteleri yüksek.

## AĞIR BÜNYELİ TOPRAKLAR

- Kil gibi küçük taneciklerden oluşan topraklardır
- Su tutma kapasiteleri yüksek, sızdırma ve havalanma kapasiteleri düşüktür.
- Plastiklik ve yapışkanlık fazladır (toprak işleme zordur)



# TEKSTÜR BELİRLEME YÖNTEMLERİ

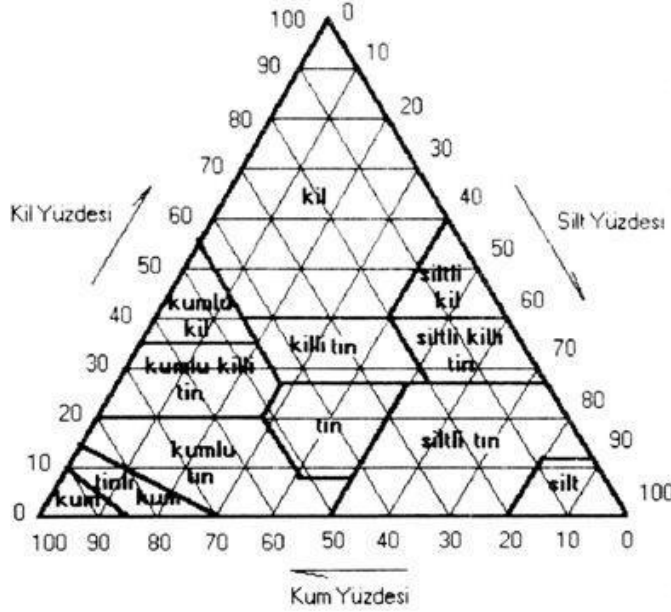
- Eleme ( 50 mikrondan büyük taneler için)
- Çöktürme
  - Hidrometre yöntemi
  - Pipet yöntemi



# Malvern Mastersizer 3000 laser diffraction particle size analyzer



# Tekstür sınıfı, Tekstür üçgeni



Tekstür grubu	Alt grubu	Tekstür sınıfı
Kumlu topraklar (Hafif bünyeli)	Kaba tekstürlü	Kum, Tınlı kum
Tınlı topraklar (Orta bünyeli)	Orta kaba tekstürlü	Kaba kumlu tın Kumlu tın İnce kumlu tın
	Orta tekstürlü	Çok ince kumlu tın Tın, Siltli tın, Silt
	Orta ince tekstürlü	Killi tın, Kumlu killi tın, Siltli killi tın
Killi topraklar (Ağır bünyeli)	İnce tekstürlü topraklar	Kumlu kil, Siltli kil Kil

## TEKSTÜR SINIFLARI

Kaba	Orta	İnce
Kum	Tın	Kil
Tınlı kum	Siltli tın	Killi tın
Kumlu tın	Silt	Kumlu killi tın
		Siltli killi tın
		Kumlu kil
		Siltli kil

**Toprak bünyesi toprak fiziksel özellikleri içerisinde en önemli özelliştir çünkü diğer bütün özellikleri etkiler.**

### KUMLU TOPRAKLAR

- Organik madde içerikleri düşüktür
- Doğal verimlilikleri azdır
- Nem ve besin maddelerini tutma yetenekleri azdır
- Katyon değişim kapasiteleri ve tamponlama özellikleri düşüktür
- Hava ve su geçirgenlikleri yüksektir
- Yüksek hacim ağırlığına sahiptirler
- İyi su yönetimi ve uygun beslenme programı gerektirirler

## KİLLİ TOPRAKLAR

- Verimlidir
- Organik madde içeriği kumlu topraklardan daha fazladır.
- Yüksek katyon değiştirme ve tamponlama kapasitesine sahiptirler.
- Nem ve besin maddelerini tutma yetenekleri yüksektir.
- Hava ve su hareketi yavaştır.
- Yönetimi zordur.
- Islakken çok yapışkan, kuruyken çok serttirler.
- Şişme büzölme özellikleri inşaat faaliyetlerini olumsuz etkiler.

# TANE YOĞUNLUĞU

Toprağı oluşturan tanelerin birim hacminin ağırlığıdır.

Mineral toprakların tane yoğunlukları ortalama 2.65 dir.

İki şekilde tayin edilebilir;

1. Hassas yöntem- Piknometre yöntemi
2. Kaba yöntem- 100 g toprak 500 cc lik yarısına kadar su dolu ölçü silindirine konur. İlk hacim ile toprak konduktan sonraki hacim arasındaki farktan hesaplanır

rnek : Toprak ağırlığı 100 g

II. hacim-I. hacim = 40 cm<sup>3</sup>

Tane yoğunluğu:  $100/40=2,5$

Toprağın tane yoğunluğu kolay değişmez ve sabit sayılan bir özelliğidir.

# HACİM AĞIRLIĞI

Doğal durumdaki fırın kuru toprağın birim hacminin ağırlığıdır.

Etkileri:

- Mühendislik özellikleri
- Su hareketi
- Bitkilerin köklenme derinliği

İki şekilde tayin edilir.

1. Basit yöntem: 100 cm<sup>3</sup> lük çelik silindir doğal durumu bozulmadan toprağa çakılır ve 105 °C de kurutularak tartılır. Kuru ağırlığı 100 e bölünür. Çıkan rakam HACİM AĞIRLIĞIDIR.

Örnek: 100 cm<sup>3</sup> hacmindeki kuru toprak 130 g ise

$$\text{Hacim ağırlığı} = 130 / 100 = 1.3 \text{ g .cm}^{-3}$$

2. Parafin yöntemi



Kaynak:

<http://soilquality.org.au/factsheets/bulk-density-measurement>



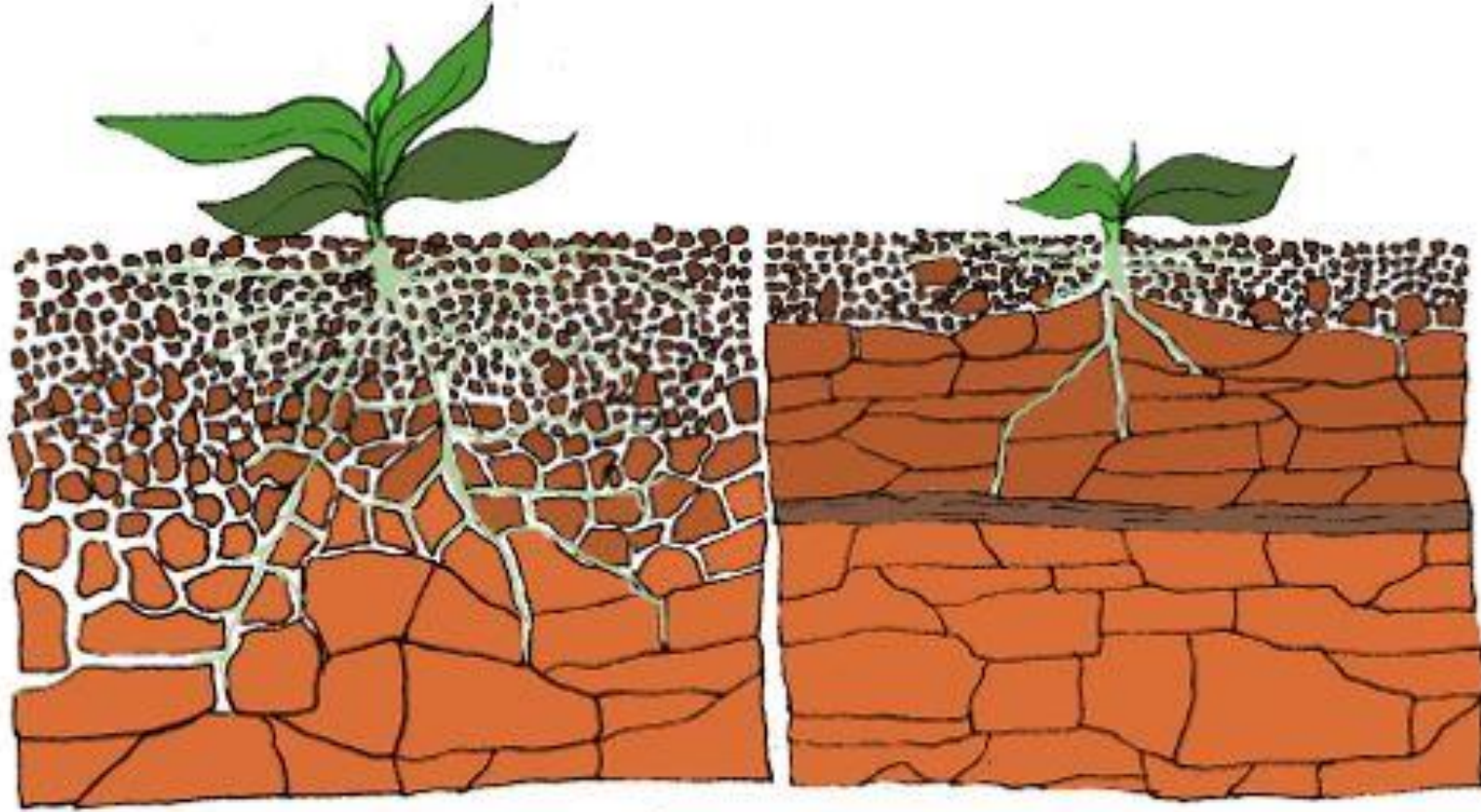
## Hacim Ağırlığını Etkileyen Faktörler:

- Tane yoğunluğu
- Diziliş şekli
- Strüktür
- Organik madde
- Sıkışma
- Boşluklar hacmi

Killi, killi tınlı ve siltli tınlı	1.00-1.60 g .cm <sup>-3</sup>
Kumlu-kumlu tınlı	1.00- 1.80 g .cm <sup>-3</sup>
Fazla sıkışmış topraklarda	2.00 g .cm <sup>-3</sup>
Ortalama olarak	1.30 g .cm <sup>-3</sup>

Bir da arazinin 20 cm lik pulluk katmanının ağırlığı, hacim ağırlığı 1.25 g.cm<sup>3</sup> kabul edilirse 250 000 kg dır.

Devamlı işlenen topraklarda, özellikle işleme derinliğinin altında hacim ağırlığı artmaktadır.

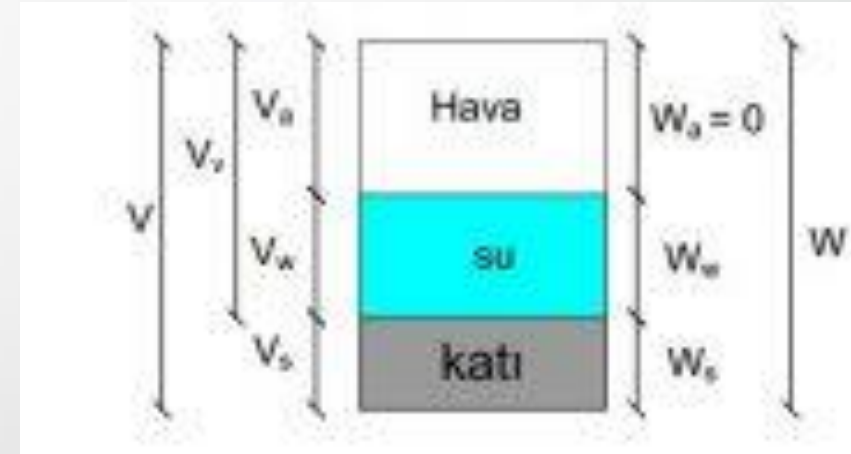


Sıkışmış havuç yetiştirilen bu toprak (sağda) köklerin, yağmurun ve havanın yeryüzünde verimli bir şekilde hareket etmesini sağlayan hem küçük hem de büyük gözeneklerden yoksundur. Genellikle, bir pulluk veya rototiller'in ulaşabileceği seviyenin hemen altında sert bir tabaka (çizimde daha koyu kahverengi, ancak gerçek toprakta renk ile ayırt edilmez) gelişir.

Kaynak: <https://www.motherearthnews.com/organic-gardening/measure-soil-compaction-with-a-carrot-test-zbcz1511>

## BOŞLUKLAR HACMİ

- Toprakta organik ve inorganik maddelerce işgal edilmeyen boşlukların oranına boşluklar hacmi denir.
- Boşlukların % 50 sinin su ile doldurulmuş olması bitkiler açısından çok olumludur.
- % Boşluklar hacmi =  $100 - \text{Hacim ağırlığı/Tane yoğunluğu} \times 100$
- Boşluklar hacmi kumlu topraklarda % 35-50, killi topraklarda % 40-60 arasındadır.



$$n = \frac{V_v}{V}$$

## Boşluklar hacmini etkileyen faktörler:

- Organik madde artırır,
- Toprağın işlenmesi önce artırabilir devamlı işleme azaltır.
- 60 mikrondan büyük olanlarına büyük boşluklar (havalanma boşlukları)
- 60 mikrondan küçük olanlarına küçük boşluklar denir.
- Topraktaki boşlukların % 50 büyük, % 50 küçük boşluklar olması fiziksel yönden ideal koşullardır.

## TOPRAK STRÜKTÜRÜ (YAPISI)

Primer toprak tanelerinin(kum, silt ve kil) agregat veya ped diye adlandırılan sekonder tanecikler veya birimler halinde kümelenmeleridir.

Pedler arasındaki boşluklar suyun iletimi ve depolanmasını ve atmosfer ile toprak arasında hava değişimini sağlar.

Boşlukların karakteristiklerini pedlerin şekil ve büyüklükleri belirler.

Toprak strüktürü oluşumunu teşvik eden etmenler:

- Kil
- Organik madde
- Donma ve çözülme
- Islanma ve kuruma
- Delici organizmaların varlığı
- Bitki köklerinin büyümesi

## Toprak strüktürünü bozan prosesler

- Delici canlıların faaliyetleri
- Sürüm gibi her türlü toprağı karıştıran insan faaliyetleri
- Toprak üzerindeki trafik (sıkışmaya neden olarak)

## Strüktürü sürdürmek için kullanılanlar

- Jips (kalsiyum sülfat) gibi ıslah maddeleri
- Organik polimerler
- Organik madde (ahır gübresi, kompost)

Toprak Strüktürü üç özelliğe göre tarif edilir.

Bunlar:

- 1. Tip (pedlerin şekilleri)
- 2. Sınıf (pedlerin büyüklükleri)
- 3. Derece (pedlerin dayanıklılıkları)

Topraktaki boşlukların yapısını etkilediğinden bunların içinde en etkilisi **tip** tir.

Doğal toprak kümelerine PED ve toprak işleme ile oluşturulan kümelere ise KESEK adı verilmektedir





# Strüktür tipleri

Granüler- küçük, yuvarlak ve poröz, ortalama 2-5 mm.  
Çoğunlukla A horizonunda bulunur.

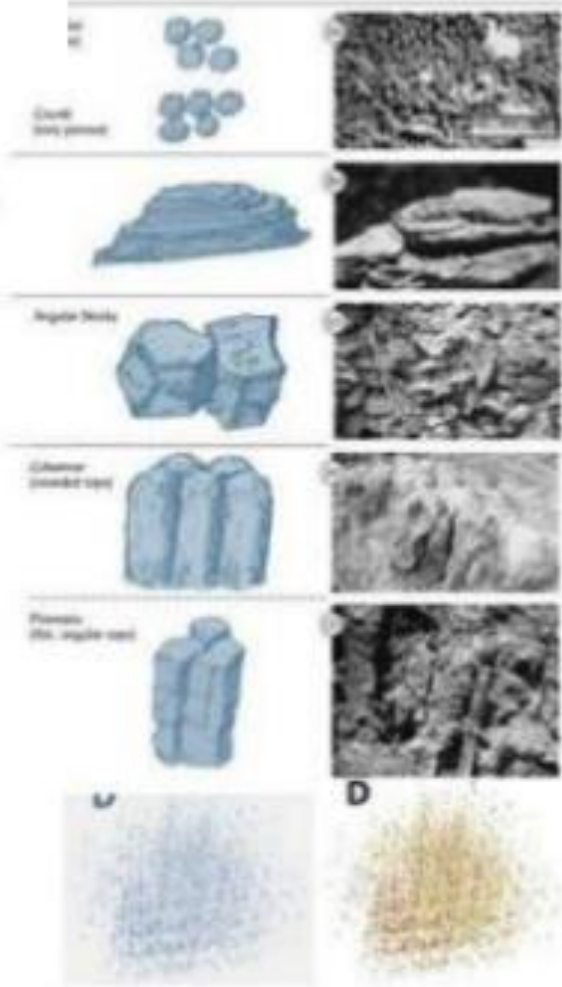
Levhalı- Gemişliği yüksekliğinden daha fazladır. Çoğunlukla sedimentasyon sonucu oluşur. Sürüm, trafik veya toprağı ezen diğere uygulamalarda neden olabilir. Çoğunlukla E horizonunda oluşur.

Blok-boyutları eşittir. Kil kapsamının fazla, organik madde ve köklerin az olduğı topraklarda görülür. B horizonunda bulunur.

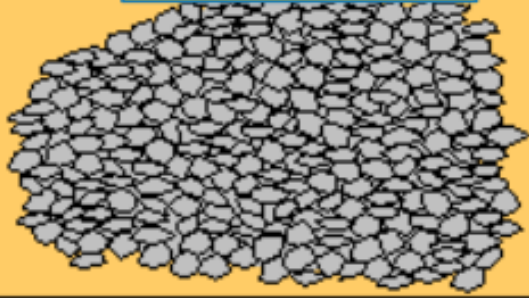
Kolumnar-dikey sütunlardır, sütunun üst kısmı yuvarlaklaşmıştır. Kurak bölgelerin tuzlu topraklarında görülür.

Prizmatik-Dikey sütunlar şeklindedir. Organik madde ve köklerin az olduğı B horizonunda bulunur.

Strüktürsüz-Fazla miktarda kumlu olan ve toprak tanelerini birbirine bağlayacak kil veya diğere çimentolayıcı maddelerin olmadığı yerlerde görülür. C horizonunun strüktürüdür. Eğer strüktür varsa B olur.



Granüler



Levhalı



Kama



Blok

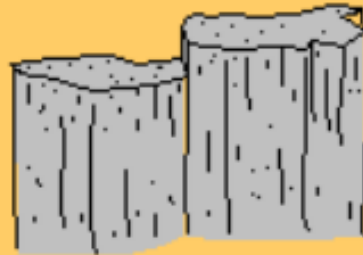
Yuvarlak



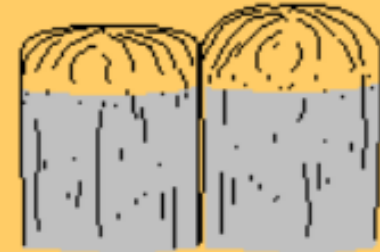
Köşeli



Prizmatik



Sütunvari



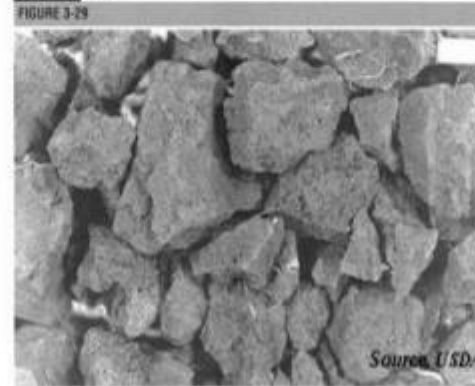


Granüler A, levhalı E, blok ve prizmatik strüktür B horizonlarında bulunur

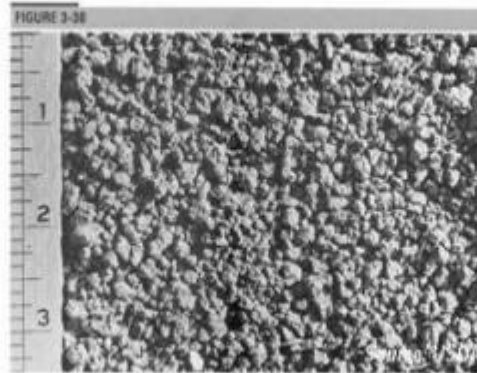
### Soil structure



A cluster of strong medium-columnar peds. The cluster is about 125 mm across.



Strong medium and coarse blocky peds.



Strong fine and medium granular peds.

In the public domain.

## Strüktür şekli ve büyüklüğü ilişkileri

<b>Strüktür Tipi (Şekli)</b>				
<b>Büyük­lük sınıfı</b>	Levhali*	Prizmatik	Blok	Granüler
	mm	mm	mm	mm
Çok küçük	<1	<10	<5	<1
Küçük	1-2	10-20	5-10	1-2
Orta	2-5	20-50	10-20	2-5
İri	5-10	50-100	20-50	5-10
Çok iri	>10	>100	>50	>10

\*Levhali strüktürde küçük yerine ince ve iri yerine kalın kullanılır

## Toprak Strüktürünün Etkileri:

- Topraktaki nem ilişkileri
- Bitki besin maddelerinin yararlanılabilirliği
- Mikroorganizma faaliyetleri
- Isı iletimi
- Havalanma
- Hacim ağırlığı
- Boşluklar hacmi

## Toprak Strüktürü Niçin Önemlidir?

- Dayanıklı strüktür demek daha sert toprak demektir buda daha fazla ağırlığa dayanabildiğini gösterir.
- Strüktürün en önemli fonksiyonu porozite üzerine olan etkisidir. Su ve hava pedlerin arasından geçmekte olup içinden geçmez. Agregatların büyüklük, şekil ve devamlılıkları boşluklarda da aynı etkiyi yaratır. Suyun infiltrasyonu ve toprak-atmosfer hava değişimi bu boşluklar sayesinde gerçekleşir.
- Pedler arasındaki boşluklar aynı zamanda bitki köklerinin büyüme/uzama yerleridir.
- Kuvvetli strüktüre sahip topraklar zayıf strüktüre sahip topraklara nazaran daha az erozyona uğrarlar.
- Sonuç olarak kuvvetli strüktüre sahip toprakların yönetimi ve işlenmesi daha kolaydır ve bitki gelişimi için daha yararlıdır.

## Sorular

1. İyİ bir toprak strüktürüne sahip olmak için İki önemli neden nedir?
2. Killi toprakların uygun olmayan etkisini İyİ strüktür nasıl giderir?
3. İyİ strüktürlü topraklar niçin erozyona dayanıklıdır?



## TOPRAK KIVAMI

Toprağın kohezyon ve adezyon özelliklerinden doğan ve dış baskılarla kırılıp dağılmaya ve ezilip büzölmeye karşı dayanıklılığını gösterir.

Toprağın ıslak, nemli ve kuru durumlarında belirlenir.

**Islak;** tarla kapasitesinin üzerindeki nem

**Nemli;** tarla kapasitesi ile hava kuru arasındaki nem

**Kuru;** hava kuru nem

**Islak kıvam:** Yapışkanlık ve plastiklik özellikleri

**Nemli Kıvam:** Dağılılabirlik özellikleri

**Kuru Kıvam:** Sertlik ve çimentolanma özellikleri

## TOPRAK RENGİ

- Farklı toprak tiplerinin göstergesidir
- Bazı fiziksel ve kimyasal karakteristiklerin göstergesidir
- Topraktaki humus kapsamı ve demir bileşiklerinin kimyasal yapısı
- Toprağın havalanma durumu
- Toprak oluşumu hakkında bilgi verir

Toprak rengi, MUNSELL Renk Iskalasıyla belirlenen Hue, Value ve Kroma değerleriyle ifade edilir.

1. Hue (işiğın dalga uzunluğu)
2. Value (nispi işıklılık)
3. Kroma ( rengin nispi saflığı)

Toprak rengi kuru ve ıslak olmak üzere iki ayrı nem içeriğinde belirlenir

**Hue:** Hakim spektral rengi gösterir (10R, 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y gibi)

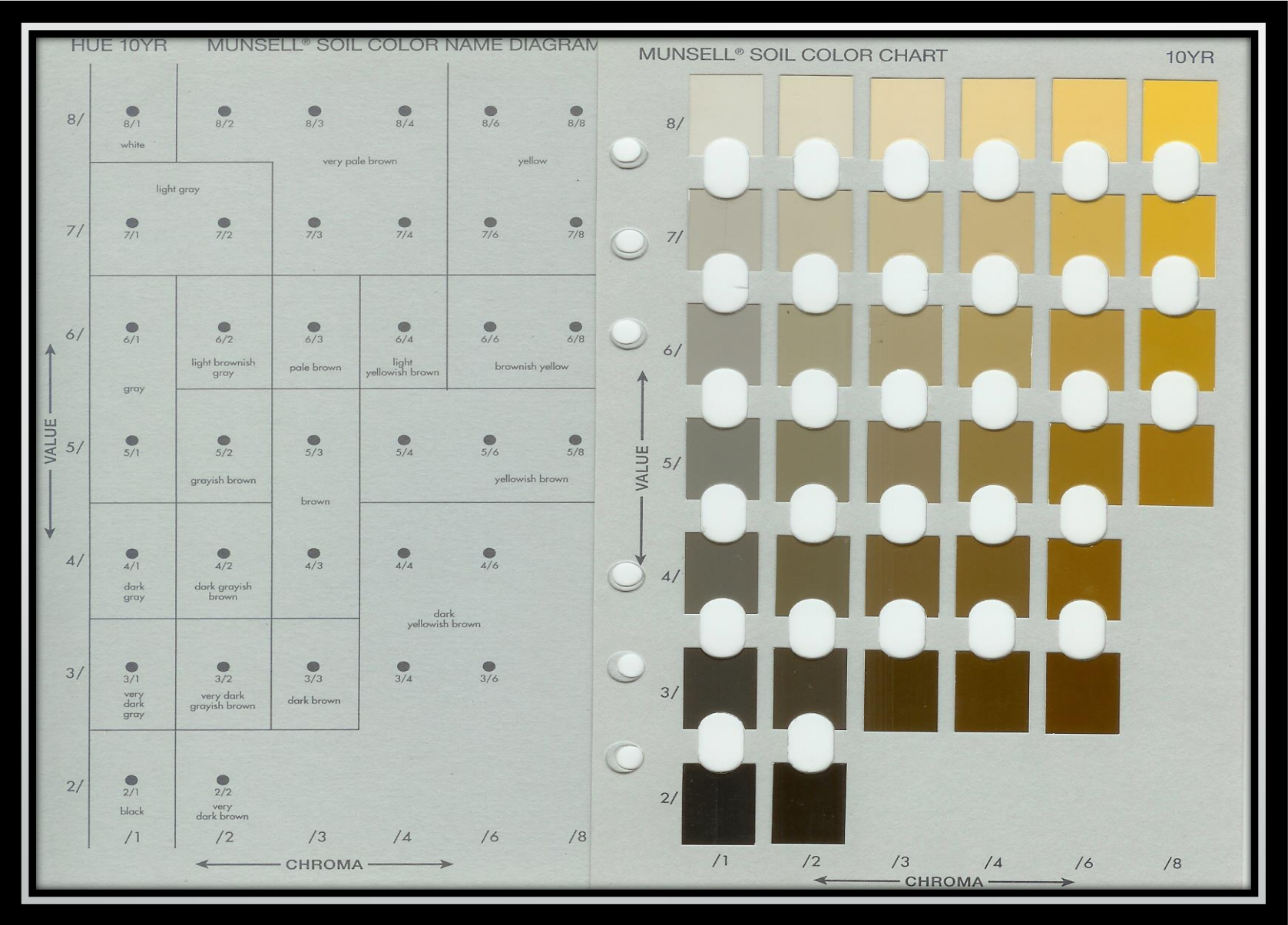
**Value:** Rengin koyuluk derecesini gösterir (2, 3, 4,.. şeklinde rakamlarla ifade edilir ve rakam büyüdükçe koyuluk azalır).

**Kroma:** Rengin saflık derecesini gösterir (1, 2, 3,... şeklinde rakamlarla ifade edilir ve rakam büyüdükçe rengin saflığı artar)

ÖRNEK: 10YR 3 / 4 (koyu sarımsı kahve.)

Hue(10 YR), Value(3), Kroma(4)

# "Munsell" renk skalası



## Munsell renk ıskalası nasıl kullanılır?

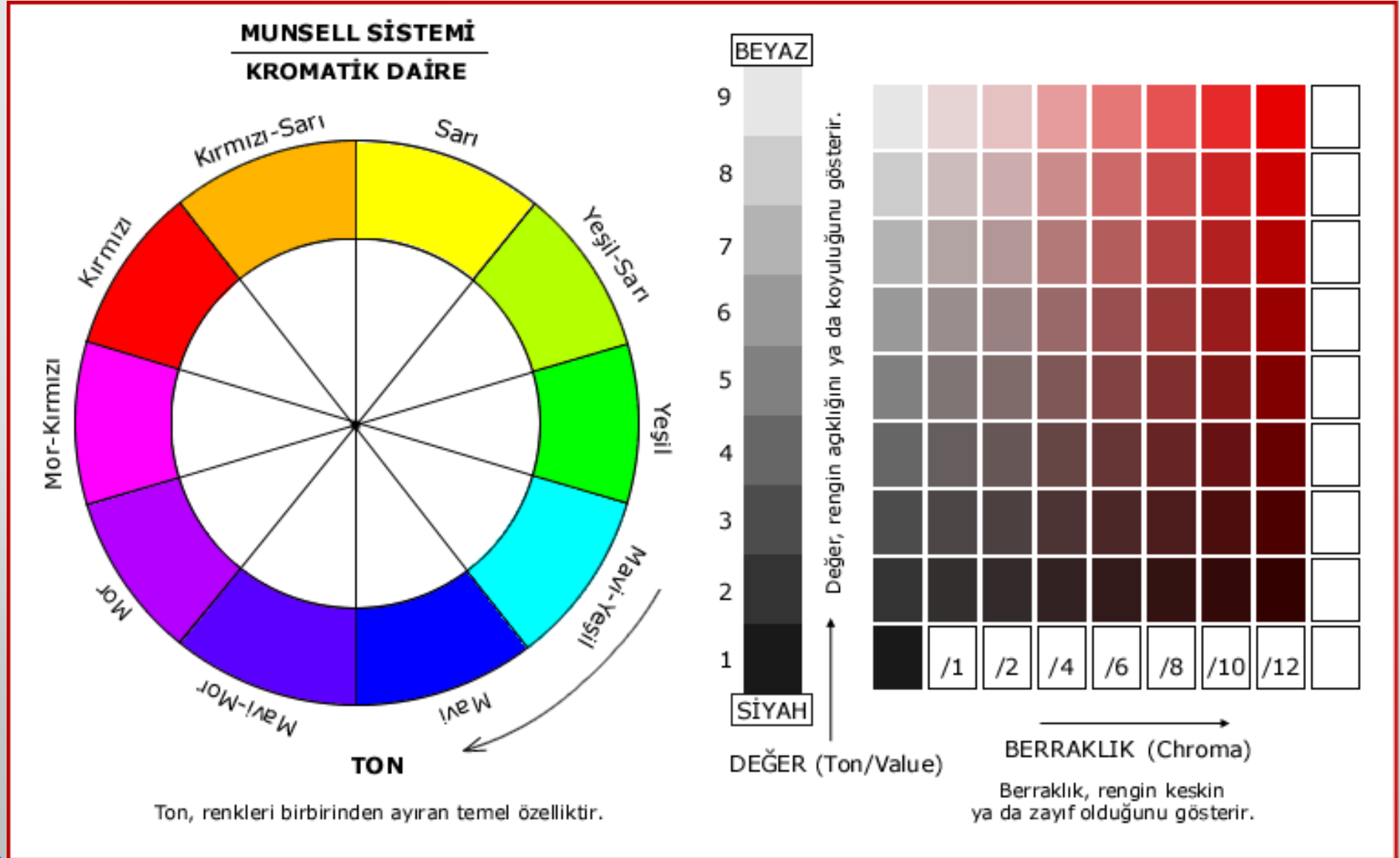
Güneş ışığı altında toprak keseğinin Munsell renk ıskalasında benzeri bulunur.

Hue sayfa başında R (kırmızı), YR (sarı kırmızı), Y (sarı) ve 0-10 rakamları, rakam arttıkça kırmızılık azalır sarılık artar.

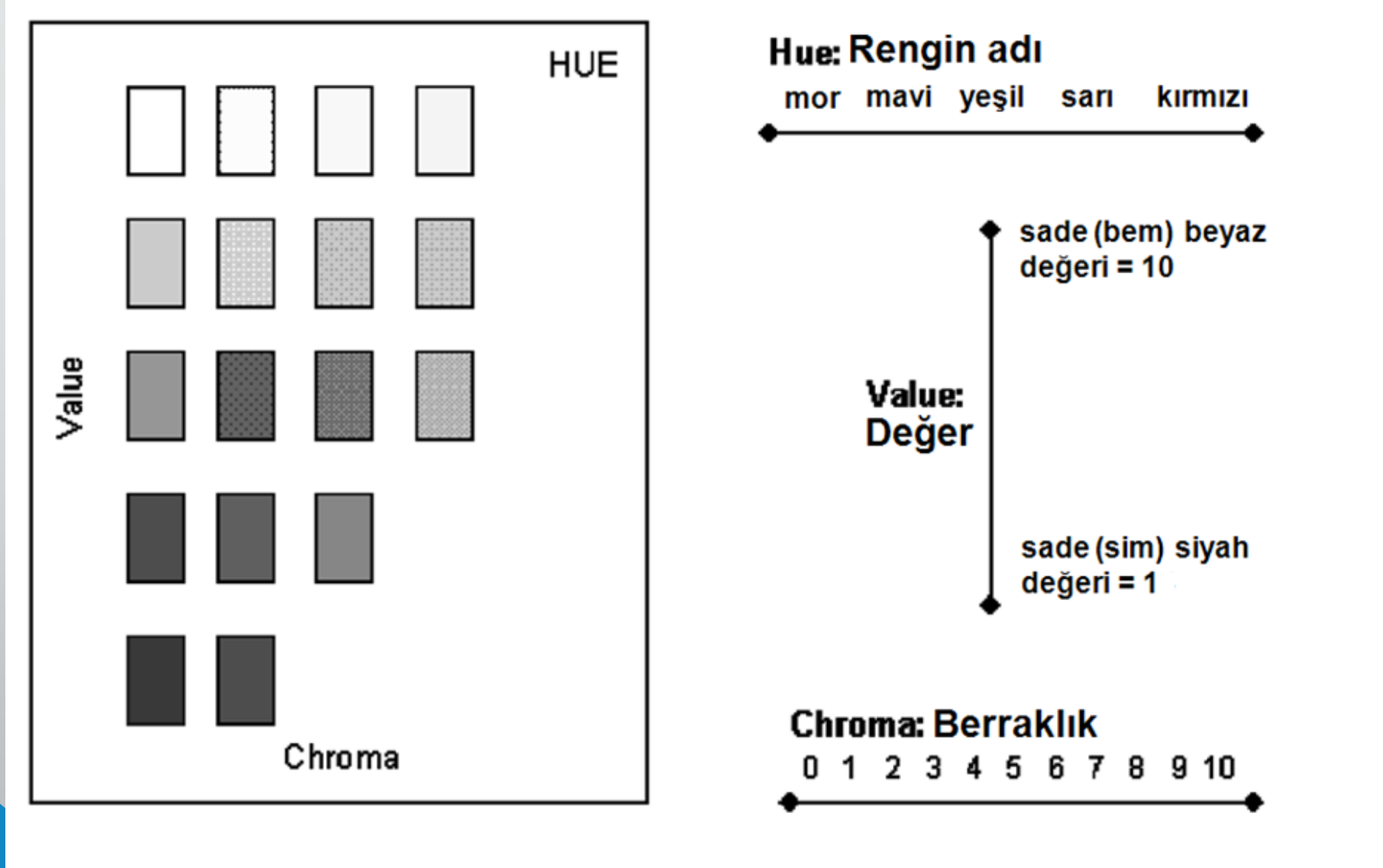
Value' leri gösteren rakamlar; 0 (mutlak siyah) ile 10 (mutlak beyaz) arasında sıralanır. Kartın dikey kenarına paralel yukardan aşağıya sıralanmıştır.

Kroma' ları gösteren rakamlarda 0 (nötr gri) ile 10, sayfanın üst kenarına paralel sıralanır. Sayı arttıkça renk griden kahverengimsi sarıya dönüşür.

# "Munsell" renk skalası



# “Munsell” renk skalası





# RENK

Renk toprağın;

-Organik madde,

-Kireç

-Serbest demir oksit içeriği,

-Mineralojik bileşimi,

-Taban suyu varlığı gibi özellikleri ile ilişkili bir özelliğidir.

## Topraklara renk veren başlıca maddeler

- Organik maddeler (esmer, gri, siyah)
- Demir bileşikleri (esmer, kırmızı, sarı, yeşilimsi, mavimsi)
- Mangan bileşikleri (esmer, gri, siyah)

### Demirin Ana Şekilleri ve Toprak Rengine Etkisi

Şekil	Kimyasal formülü	Renk
Ferro oksit	FeO	Gri
Ferri oksit (Hematit)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kırmızı
Hidrate Ferri oksit (Limonit)	2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	Sarı-Yeşilimsi