



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
ORMAN MÜHENDİLİĞİ BÖLÜMÜ**



VERİMLİLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Hulusi Yağız ABOUMARSA

Toprak İlmî ve Ekoloji Ana Bilim Dalı

DERSİN ADI

BİTKİ BESLENME

Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ

İçindekiler

| | |
|---|----|
| ÖZET | 4 |
| GİRİŞ..... | 5 |
| 1. TOPRAK BİYOLOJİSİ..... | 6 |
| 1.1 Toprağın Bitki Besin Durumu | 6 |
| 1.1.1 Bitki Besin Kaynakları | 7 |
| 1.1.1.1 Toprak..... | 7 |
| 1.1.1.2 Atmosfer | 8 |
| 1.1.1.3 Organik Gübreler | 9 |
| 2. TOPRAK VERİMLİLİĞİ NEDİR? | 11 |
| 2.1 Türkiye’de Toprak Verimliliğinin Gelişimi ve Tarihçesi..... | 12 |
| 2.2 Toprakların Verim Gücü | 14 |
| 2.3 Toprak Verimliliğini Etkileyen Faktörler | 15 |
| 2.3.1 Toprak Tekstürü..... | 15 |
| 2.3.2 Havalanma ve Toprak Verimliliği..... | 18 |
| 2.3.2.1 Yetersiz Havalanmanın Olumsuz Etkileri | 18 |
| 2.3.3 Sıcaklık ve Toprak Verimliliği..... | 19 |
| 2.3.4 Toprak Sütrüktürünün Toprak Verimliliğine Etkisi | 20 |
| 2.3.5 Toprak Derinliğinin Toprak Verimliliğine Etkisi | 20 |
| 2.3.6 Toprak Özellikleri ve Verimlilik | 21 |
| 2.3.6.1 Humus Derinliği | 21 |
| 2.3.6.2 Kil Derinliği | 21 |
| 2.3.6.3 Kök Derinliği | 22 |
| 2.3.7 Arazi Eğimi..... | 22 |
| 2.3.7.1 Toprak Erozyonunun Toprak Verimliliğine Etkisi | 22 |
| 2.3.7.2 Erozyon Kontrolü ve Toprağın Fiziksel Özelliklerini Geliştirme..... | 22 |
| 2.3.8 Toprak ve İklim | 24 |
| 2.3.8.1 İklimin Toprak özelliklerine Etkisi..... | 24 |
| 2.3.8.2 İklim ve Toprak Verimliliği İlişkileri | 25 |
| 2.3.9 Toprak ve Besin | 27 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 2.3.9.1 | Toprak Verimliliği | 27 |
| 2.3.9.2 | Temel Besin Elementleri | 28 |
| 2.3.9.2.1 | Besin Elementlerinin Kaynakları, Fonksiyonları ve Eksiklik Belirtileri | 28 |
| 2.3.9.3 | Besin Elementleri ve Toprak Verimliliği İlişkileri | 31 |
| 2.3.9.3.1 | Bitki Besin Elementlerinin Yarayışlılığı | 31 |
| 2.3.9.3.2 | Besin Elementi Yarayışlılığını Etkileyen Faktörler | 31 |
| 2.3.9.3.2.1 | Parçalanma ve Ayrışma | 31 |
| 2.3.9.3.2.2 | Mineralizasyon | 32 |
| 2.3.9.4 | Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Biyolojik Özelliklerine Etkisi | 32 |
| 2.3.9.5 | Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkisi | 33 |
| 2.3.9.6 | Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Kimyasal Özelliklerine Etkisi | 33 |
| 2.3.9.7 | Toprakların Organik Madde Kapsamı Nasıl Korunmalı ve Artırılmalıdır? | 34 |
| 2.4.1 | Topraklarda Tamponlama Olayı | 35 |
| 2.4.1.1 | Tamponlamanın Toprak Verimi Açısından Önemi | 35 |
| 2.4.2 | Toprak Tuzluluğu ve Alkaliliği | 35 |
| 2.4.2.1 | Tuzlu ve Alkali Toprakların Özellikleri | 36 |
| 2.4.2.2 | Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı | 36 |
| 2.4.2.3 | Toprak Tuzluluğu, Alkaliliği ve Verimlilik İlişkileri | 37 |
| 3. | TARTIŞMA | 38 |
| 4. | KAYNAKLAR | 39 |

ÖZET

Verimlilik, toprak ile bitkinin karşılıklı uyumu ile süre gelen kavramdır. Bir döngü içinde olan bu ilişki birbirini tamamlayan olgunun birer halkasıdır. Toprağın oluşumu ile başlayan, ana kayanın parçalanmaya başladığı ilk an, ve bitkinin yaprağını ölü örtüye eklediği ve o yaprağın çürümesi ile devam eden verimlilik toprağın oluşum ana materyali ana etkendir. Toprağın oluşumunda ana materyalin çözünme hızı ve içinde barındırdığı bitki besin maddeleri ile birlikte su tutma kapasitesinin durumu verimliliği direk etkiler. Toprak türünün etkilemesinin yanında toprağın içindeki inorganik madde miktarı da etkilemektedir. Verimlilik kıstasında toprağa uygun türü belirlerken toprak su tutma kapasitesi, toprak altı su durumu ve yüzey akış durumu göz önüne alınarak verimlilik indeksine eklenir. Verimliliğin yeterli olmadığı ya da toprağın limitlere takıldığı yerler de ek müdahalelerde, gübreleme ve/veya drenaj sistemleri, bulunulur. Toprağın verimliliğinin devamı için ölü örtü oluşumunun kesilmemesi ve erozyon ile kaybın en aza hatta mümkün ise tamamen önlenmesi gerekmektedir.

GİRİŞ

Toprak, kayaların ve organik maddelerin parçalanmasıyla oluşan, sürekli değişim hâlinde olan yerkürenin en üst tabakasıdır. Bitkiler için gelişme ortamıdır. Pek çok canlı için ise barınaktır (KANTARCI, M.D. 1972-2).

Toprağın oluşumu uzun yıllar gerektirir. Mekanik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenler sonucu parçalanan kayalar toprağı oluşturur. Toprağın bitki yetiştirecek hâle gelmesi de uzun zaman alır (KANTARCI, M.D. 1972-2).

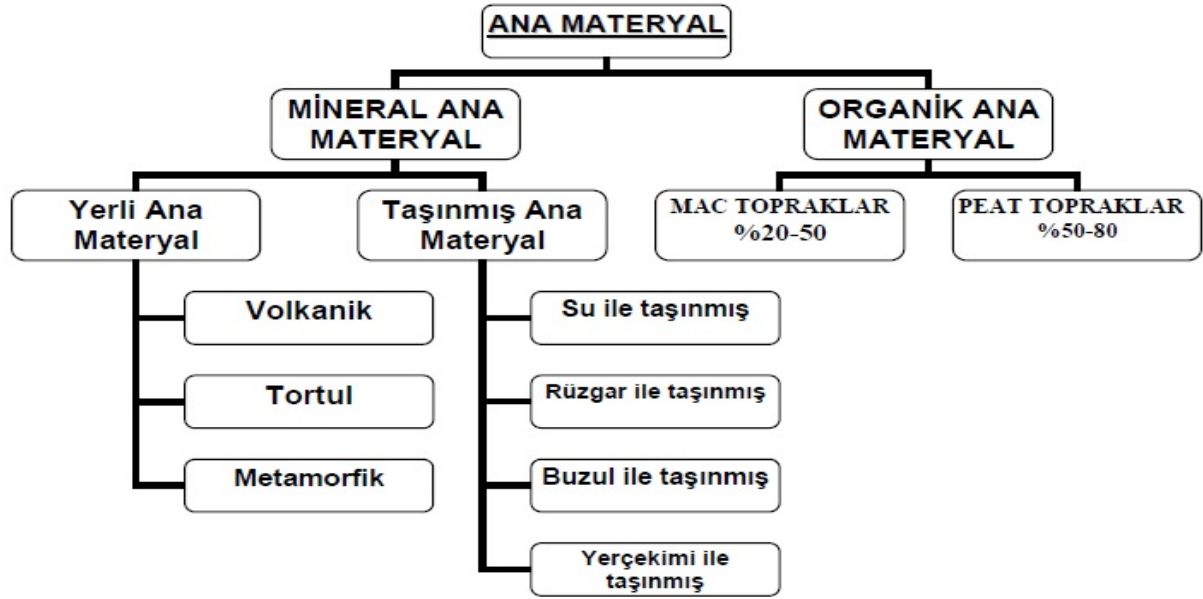
Arz kabuğunun soğumasını takiben arz kabuğu üzerinde oluşmuş organik kaynaklı bitkisel artıklar ile arz kabuğunun esasını meydana getiren ana kayanın çeşitli jeolojik devirler boyunca fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin etkisi ile toprak oluşur (KANTARCI, M.D. 1972-2).



Resim 1: Toprak oluşum evreleri

Bu denklemde (Resim 1) görüldüğü gibi toprağın meydana geldiği maddeye ana materyal denir (KANTARCI, M.D. 1972-2). Kimyasal özellik bakımından toprak ana materyali iki genel gruba ayrılır (Tablo 1). Bunlar:

- 1) Mineral Ana Materyal
- 2) Organik Ana Materyal



Tablo 1: Toprak ana materyali

1. TOPRAK BİYOLOJİSİ

Toprak ölü bir kütle olmayıp, toprakta da yaşam mevcuttur. Topraktaki tüm canlı varlığı bir gram toprak başına milyarlarca ifade edilmektedir. Dekara düşen canlı ağırlık ise 1250 kilograma kadar çıkabilmektedir. Toprak canlıları (mikroorganizmaları) çoğunlukla; bakteri, aktinomiset, mantar ve alglerden oluşur. Bir gram toprakta yaklaşık olarak; 1 milyar bakteri, 10 milyon aktinomiset, 1 milyon mantar ve 100 bin alg olduğu tahmin edilmektedir. Ancak mikroorganizmaların sayısı bölgeden bölgeye ve mevsimden mevsime göre büyük ölçüde değişiklik gösterir (Karaman, M. R., et al.).

1.1 Toprağın Bitki Besin Durumu

Bitkilerin 40-50 element içerdiği bilinmekle birlikte, 16 tanesi büyüme için gereklidir. Bunlara bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri adı verilmektedir. Mutlak gerekli 16 bitki besin elementi; bitkideki miktarlarına göre makro ve mikro besin elementleri olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Makro besin elementleri; karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S)'dür. Mikro besin elementleri ise; demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu), bor (B), molibden (Mo) ve klor (Cl)'dur (Malavolta, E., G. C. Vitti, and SADE OLIVEIRA).

Yukarıda sıralanan mutlak gerekli bitki besin elementlerine ilave olarak, bitki büyümesine yararlı etkileri tespit edilmiş bir grup element daha bulunmaktadır. Bu elementlere "bitki büyümesinde önem taşıyan elementler" ya da "fonksiyonel besin elementleri" adı da verilmektedir. Söz konusu elementlerden yaygın olarak bilinenler;

alüminyum (Al), kobalt (Co), sodyum (Na) nikel (Ni), silisyum (Si) ve vanadyum (V)'dur (Malavolta, E., G. C. Vitti, and SADE OLIVEIRA).

Bitkiler ihtiyaçları olan karbon, hidrojen ve oksijeni sudan alırlar. Diğer besin elementlerinin temel kaynağı topraktır. Bunlar suda çözünmüş durumda olup, bitki tarafından iyonlar halinde absorbe edilmektedir (Karaman, M. R., et al.).

1.1.1 Bitki Besin Kaynakları

1.1.1.1 Toprak

Toprak; bitkilere durak yeri olan, onlara besin maddesi ve diğer gelişme koşullarını sağlayan ve yeryüzünün büyük bir kısmını devamlı bir örtü halinde kaplayan, iklim ve canlıların belli topoğrafik koşullar altında zamanla ana materyal üzerine yaptıkları ortak etkilerle oluşmuş karakteristiklere sahip, dinamik, üç fazlı, yer zaman sistemi olarak dört boyutlu, doğal bir bütündür (G. C. 1986).

Toprak tanımında belirli toprak horizonlarının bulunması esas niteliklerinden birisidir. Bu daha çok optimum iklim, ana materyal ve rölyef koşulları altında oluşan olgun topraklar için söz konusudur. Yeryüzünde geniş bir yer kaplayan azonal ve intrazonal topraklar hali hazırda belirgin genetik horizonları içermeseler bile üzerinde bitki yetişmektedir (G. C. 1986).

Topraklar; mineral madde, organik madde, su ve hava olmak üzere dört esas unsurdan oluşmaktadır. Toprakta bulunan bitki besin elementleri temelde iki kaynaktan ileri gelir. Bunlardan birincisi; toprağı oluşturan ana materyalin yapısında bulunan elementler, diğeri ise toprağı ilave edilen organik ve mineral gübreler ile bitki artıklarıdır. Bu kaynaklardan ileri gelen besin elementleri topraktaki temel besin deposunu oluştururlar (G. C. 1986).

Toprağın, üzerinde yetişen bitkilere ne düzeyde ve ne kadar süre ile besin elementi sağlayacağı, besin deposunun büyüklüğüne ve burada yer alan elementlerin bitkilere yararlı forma dönüşme hızına bağlıdır. Köklerin esas gelişim bölgesi olan üst toprak, bitkilerin hem su, hem de besin elementi gereksinimlerini büyük ölçüde karşılar. Uygun toprak işleme ve organik artıkların karıştırılması ile toprağın fiziksel özellikleri değiştirilebilir (G. C. 1986).

Ayrıca toprak gübrelenebilir, kireçlenebilir ve drene edilebilir. Drenaj hariç, diğer özelliklerinin pek değiştirilemeyeceğı düşünülürse, alt toprağın üretkenlikteki önemi daha iyi anlaşılır. Bitki kökleri alt toprağı uzanmasa bile, alt toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üst toprağı, dolayısıyla bitki gelişimini olumlu ya da olumsuz yönde etkiler. Toprağın verimli olabilmesi için öncelikle üretken olması gerekir. Toprak üretkenliğini ise geniş ölçüde alt toprağın durumu tayin eder (G. C. 1986).

Toprakta yetişen bitkiler ihtiyaç duydukları besin elementlerini genellikle toprak çözeltisinde çözülmüş halde ya da toprağın katı fazında adsorbe edilmiş halde tutulan mineral maddelerden alırlar. Toprak çözeltisinde eksilen mineral maddeler organik ve kimyasal gübrenin toprağa verilmesi veya toprağın katı fazından çözeltiye besin elementi geçişi ile telafi edilir (G. C. 1986).

Toprak çözeltisinin anyon ve katyon kapsamı, çeşitli faktörlerin etkisi altında sürekli olarak değişir. Toprak çözeltisinin sulandırılmış konsantre hale getirilmesi, toprak çözeltisinde bulunan anyonların oranlarının değişmesine neden olur. Ayrıca, içerisinde derinliğine ve genişliğine yayılma gösteren bitki de, toprak çözeltisindeki besin elementi dengesini değiştirir (G. C. 1986).

1.1.1.2 Atmosfer

Atmosfer, içermiş olduğu gazlar nedeniyle bitki gelişimini doğrudan etkilediği gibi, toprak havasını değiştirmek suretiyle dolaylı olarak da etkili olmaktadır. Baklagil bitkileri dışında diğer tüm kültür bitkileri ihtiyaç duydukları azotu kökleriyle topraktan alırlar. Bitkilerin bu besin elementine karşı ihtiyaçlarının fazla olmasına karşılık, kültür toprakları genellikle azotça fakirdir. Bu nedenle bitkiler için en önemli azot kaynağını atmosfer teşkil eder. Atmosfer, % 78 civarındaki azot içeriği ile çok önemli bir azot kaynağıdır (Karaman, M. R., et al.).

Atmosferde bulunan azot bileşikler, yağışlarla birlikte de toprağa geçebilir. Özellikle amonyak üreten ya da kullanan endüstri bölgelerinde, fazla miktarda amonyak atmosfere geçer. Yeryüzünden rüzgarlarla atmosfere geçen çok ince organik artıklar ise, atmosferde bulunan organik azotun temel kaynağını oluşturabilir. Söz konusu bileşikler yağışlarla toprak yüzeyine ulaşır (Karaman, M. R., et al.).

Amonyak ile karbondioksitin sentezi sonucu üre gibi kimyasal azotlu gübreler üretilmektedir. Kaya fosfatlar, fosforlu gübre üretiminde en önemli ham maddelerden birini oluşturmakta olup yeryüzünde tortul, magmatik ve guano yatakları halinde bulunur. En yaygın fosfat minerali apatittir. Apatit, bazikten asitliğe kadar hemen hemen tüm magmatik kayalarda mineral olarak oluşur (Karaman, M. R., et al.).

Potasyum elementi, yerkabuğunda kaya ve minerallerin yapı maddesi olarak bol miktarda bulunmaktadır. Buna karşılık, potasyumlu gübre üretiminde çözünebilir potasyum mineralleri içeren potasyum yatakları kullanılmaktadır (Karaman, M. R., et al.).

Magnezyumlu gübrelerin temel kaynağı % 3-12 oranlarında Mg içeren dolomitik kireçtaşı ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) olup, bu madde toprak asitliğini gidermede kullanıldığı gibi, bitkilerin kalsiyum ve magnezyum ihtiyaçlarını gidermek için de kullanılmaktadır. Ayrıca, diğer kimi kimyasal gübrelerin bileşiminde de önemli miktarlarda bulunmaktadır. Örneğin amonyum sülfat (% 24.2 S), normal süperfosfat (% 13.9 S), potasyum sülfat (% 17.6 S), magnezyum sülfat (% 13.0 S) başlıca içeren kimyasal

gübrelerdir. Atmosferik olarak yağışlar ile de her yıl önemli miktarlarda atmosferden toprağa karışmaktadır (Karaman, M. R., et al.).

Demir, çinko, bakır, mangan gibi diğer mikro besin elementleri, genel olarak inorganik bileşikler ya da kileytler (şelatlar) formunda gübre olarak kullanılmaktadır. Yaygın bor kaynakları boraks, borik asit, bor frits gibi inorganik bileşiklerdir. Molibden kaynakları ise amonyum molibdat ve sodyum molibdat gibi inorganik bileşiklerdir .

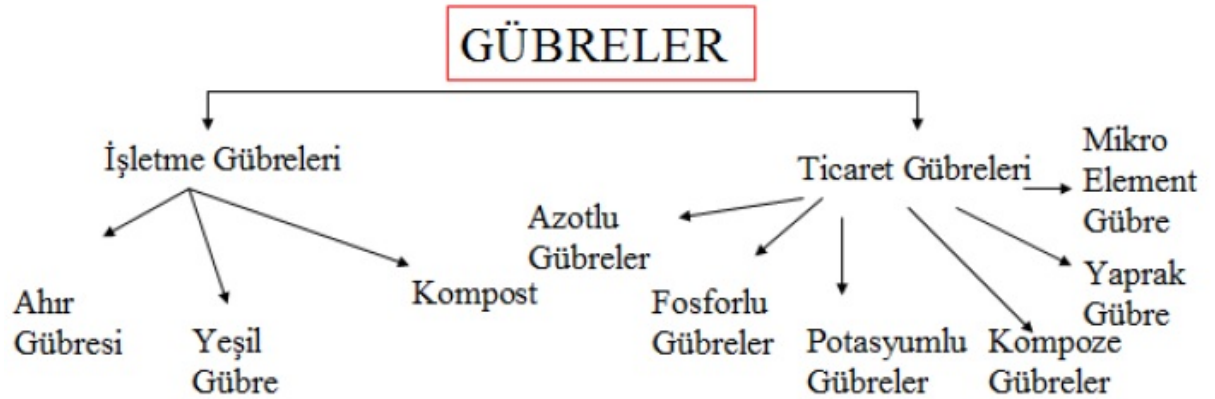
Kompoze gübreler, temel bitki besin elementlerinden azot, fosfor ve potasyumu çeşitli oranlarda bir arada içermektedir.

1.1.1.3 Organik Gübreler

Gübre: Tohumun çimlenmesinde olgunluk devresinin sonuna kadar bitki tarafından topraktan alınan organik inorganik olan bitkilerde gelişmeyi uyaran maddelere gübre denir.

Adolif Mayer'e göre "Ziraat arazisinden elde olunacak ürün miktarını mümkün olduğu kadar artırmak amacı ile toprağa verilen bütün maddelere gübre denir.

Gübreler aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi 2 sınıfa ayrılırlar (Tablo 2).



Tablo 2: Gübre sınıflandırması

Organik gübreler, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini uygunlaştırmakla birlikte, toprakta uzun dönemli besin deposu olmaları ve yapılarındaki besin elementlerini zamanla serbest hale geçirmeleri açısından da çok önemlidir. Böylece bitkiler için yalnız o yıl değil, gelecek yıllar için de besin kaynağı temin edilmiş olur. Yapılan bir araştırmada, işletme gübreleri ile uygulanan toplam azotun o yıl ancak % 25' inin elverişli hale geçtiği, geriye kalan kısmının ise zamanla serbest hale geçtiği tespit edilmiştir (WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992.).

Organik gübreler :

- Çiftlik (hayvan) gübreleri,

- Yeşil gübre,
- Kompostlar,
- Çöp ve benzeri organik artıklar,
- Balık unu,
- Mezbaha artıkları,
- Tütün tozu,
- Pamuk çiğidi küspesi gibi bitkisel artıklar belli başlı organik gübrelerdir.

Çiftlik (Ahır) gübresi: Hayvansal sıvı ve katı dışkıları ile yataklıkların karışımlarından oluşan organik artıklardır. Çiftlik gübresi, bir organizma için gerekli tüm besin elementlerini kapsar. Çiftlik gübresinin toprakta zamanla ayrışması sonucu yapısında yer alan bitki besin elementleri açığa çıkar. Hayvanlar, yedikleri yemdeki besin maddelerinin yaklaşık % 45'inden yararlanabilirler ve besin elementlerinin yarısından fazlası dışkı ile çiftlik gübresine geçer. Çiftlik gübresinin kuru maddesinde ortalama % 80 oranında organik madde ve % 20 oranında da ham kül vardır. Bu nedenle, çiftlik gübresinde bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm besin elementleri mevcuttur. Toprakta bitkiler tarafından alınabilir, mineralize olmuş azotun özellikle nitrat formu kolayca yıkanmakta, bu yolla gübre azotunun büyük bir kısmı kaybolmaktadır. Çiftlik gübresinin oluşturduğu organik madde, organik kökenli kompleksler şeklinde bitki besinlerini bünyesinde tutmakta ve yıkanmadan bitkilere alınması sağlanmaktadır. Hayvancılık sektörünün hızla yaygınlaşması, bu işletmelerde yan ürün olarak ortaya çıkan atık suların da önemli miktarlarda artmasına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde atık suların değerlendirilmesi ve çevrenin korunması amacıyla bu suların bir atık su depolama havuzuna taşınması, yaygın olarak kullanılan ve kabul edilen bir uygulamadır (WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992.).

Yeşil gübreler: Yeşil gübreleme, toprağı bitki besinlerince zenginleştirmek üzere yerinde büyütölmüş ya da başka yerden getirilmiş yeşil bitki materyalinin toprak altına gömölme işlemidir. Bu iş için kullanılan bitkiler ise "yeşil gübre bitkileri" olarak adlandırılmaktadır (WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992.).

Yeşil gübrenin etkisi yalnız o yıl için geçerli olmayıp, birkaç yıl devam etmektedir. Yeşil gübreleme ile yaklaşık 2-10 kg da düzeyinde azot sağlandığı tespit edilmiştir. Ancak bu etki iklim ve toprak koşulları ile sınırlıdır. Örneğın, aynı koşullar altında uygulanan yeşil gübrelemenin sonraki etkisi, serin ve nemli iklimlerde sıcaklığın daha fazla olduğı iklim bölgelerine oranla daha uzun sürmektedir. Toprakta bulunan organik madde yaklaşık olarak % 50 humus ve % 5 azot içerir. Toprakta yeşil gübre; sonuçta organik madde çürürken kompleks moleküllere parçalanır ve azotun bir kısmı mikroorganizmalarca enerji kaynağı olarak kullanılır ve böylece ya gaz halinde uçar veya diğeri bileşiklere dönüşür (Smith ve ark., 1990).

Kompost gübreler: Ülkemizde gübre ihtiyacının her geçen gün artması, bunun için her yıl döviz olarak ödenen paranın ülkemiz için önemli bir sorun olması ve ayrıca çeşitli artıkların geri dönüşümünü sağlaması nedeniyle, kompost üretimi çok önemli bir alternatiftir (WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992.).

Kompost gübrede aranan başlıca koşullar aşağıda sıralanmıştır:

- Tümüyle ayrılmış ve tarımsal kullanım için herhangi bir sakıncası kalmamış olmalıdır.
- Gerek partikül büyüklüğü ve gerekse nem miktarı bakımından homojen olmalı ve böylece toprakla kolayca temasa geçerek bitkilere faydalı olabilmelidir.
- Bitki kökleri tarafından absorbe edilebilmelidir. Bunun için kompostun belli bir derecede ufalanması gerekir.
- Organik madde içeriği bakımından zengin olmalı ve maksimum ölçüde gübre unsurları taşımalıdır.
- Kompost toprağa başta azot olmak üzere çeşitli bitki besin elementlerini kazandırırken, aynı zamanda toprağın fiziksel özelliklerini düzeltir, hava ve su giriş çıkışını iyileştirirken, toprakların su tutma kapasitesini ve katyon değiştirme kapasitesini artırır, böylece bitki kök gelişimi hızlanırken, bu durum bitkisel ve verim üzerine yansır.

Kompost oluşumunda parçalanma için optimum C/N oranı ise 30/1'dir. Burada azot, çürüme sürecinde parçalanmayı sağlayan mikroorganizmaların çoğalması için gerekli olan proteini, karbon ise enerji ihtiyacını karşılamaktadır (Smith ve ark., 1990).

2. TOPRAK VERİMLİLİĞİ NEDİR?

Mineral verimlilik, toprak verimliliğinde önemli bir rol oynar. Ama verimli toprak mutlaka üretken bir toprak değildir. Mineral verimlilik yeterli olsa bile kötü drenaj, yabancı otlar, böcekler, hastalık, kuraklık, pozlama ve diğer faktörler üretimini kesebilir. Üretken toprağa verimli bir toprak dönüştürmek ve toprağın üretken kalmasını sağlamak için bu faktörleri nasıl yönetileceği faktörleri teşvik ederek veya azaltarak üretkenliği anlamak gerekir.

Toprağa bir tohum ekildikten sonra çimlenme başarısız olursa veya çimlenen kısa bir süre sonra ölürse, nedenini açıklamak için eksik olan nedenleri incelenir. Orada birçok olası biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) suçluları incelenmelidir. Toprak verimlilik temelinde, dinamik bir denge toprak – bitki – su – mikrop alanda işbirliği sadece mevcut büyüme teşviği ve büyüme sınırlayıcı faktörler açısından anlaşılabilir. Toprak; katı, sıvı ve gazdan oluşan üç fazlı bir sistemdir. Katı faz; kum, alüvyon, kil ve genellikle küçük bir yüzdesi şeklinde humus ve mikro-organik madde içerir. Oksijen (O₂), karbonmonoksit (CO₂) ve azot (N₂) gaz fazlı toprak formunun çoğunluğunu oluşturur. Sıvı fazda ise su ve çözünmüş besin maddeleri toprak tekstüründe bulunur. Toprak verimliliği yüksek seviyede olursa dengenin katı, sıvı ve gaz arasında olması gerektiğini anlamak gerekir. Birçok katı partikül toprağa hacmini verir, bu hacim boşluklarına hava girişleri olur. Su toprağa girdiğinde, hava ile benzer formda hareket eder. Topraklar da insanlar gibi nefes alıp verir. Oksijen ne zaman

toprak yapısından azalmaya başlarsa köklerin nefes alması ve metobalizma hızları düşer. Bitkiler için topraktaki hava eksikliği boğulmaya benzer bir etkiye neden oluyor. Öte yandan, toprak ne kadar çok hava alabilirse o kadar da fazla su alabilme kapasitesi olur. Hava kapasitesinin çok olması su drenajın derin olması demektir çünkü gevşek toprak suyu ana kayaya kadar sızdırır. Yer çekimi ile derinlere gidebileceği gibi doymuş koşullar altında atmosfere buharlaşması da söz konusu olur. Gevşek kumlu topraklarda, su genellikle bitki büyümesi için sınırlayıcı faktördür. Ayrıca, havadaki oksijen mikroorganizmalar ve organik maddelerin ayrıştırılması kullanılan yakıt olarak hizmet vermektedir. Çok fazla hava girişi topraktaki organik madde artışını engellemektedir. Bütün fazla meteryal girişi toprak verimini olumsuz olarak etkilemektedir.

Güneş ışığı ve optimum hava sıcaklığı toprak gelişimi için gerekli olan dış faktörlerdir. İnorganik maddeler olan besleyici karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) bitkinin omurgasını oluşturur. Bunlar tüm bitkiler ve onların toplu kuru ağırlıklarını veya 'biyokütle' için temel yapısının yüzde 95'ini oluşturur. Besinler C, N, O bitkiler tarafından hava ve sudan elde edilir. Yetersiz karbondinoksit, su veya ışık bitki büyümesini azaltacaktır.

Bu açıdan bakınca fazla karmaşık gözlemlenebilir ama gerçekte kontrol edilebilir. Örneğin:

- ❖ Mineral besin maddeleri doğru zamanda, talebi karşılayacak kadar gerekli yerlere sağlanması kontrol edilebilir.
- ❖ Toprak nemi, sulama ve drenaj ile kontrol edilebilir veya geliştirme yönetimi uygulamaları ile toprağın su tutma kapasitesi, infiltrasyon ve bitki gelişimi için kullanılır.
- ❖ Toprağın fiziksel durumu, zamanında en iyi ekimin olası en iyi verimi sağlayan ortam için doğru toprak işleme araçları tarafından yönlendirilebilir.
- ❖ İyi toprak uygulaması, verimli alan kullanımını teşvik, etkili yabancı ot kontrolü ile yapılır.
- ❖ Böcekler ve hastalıklar kontrol altına alınabilir. Zamanında kontrol edilmesi ve çürük hastalıklı bireylerin ayrılması hem mücadeleyi azaltır hem de hastalıkların yayılmasını önleyerek verimliliği stabil tutar.
- ❖ Doğal olarak verimsiz toprakların besin tutma kapasitesi artırmak için bitki artıkları, örtü bitkileri ve organik gübre uygulamaları uygulanabilir ve madde içeriği geliştirilir.

2.1 Türkiye’de Toprak Verimliliğinin Gelişimi ve Tarihçesi

Toprak verimliliği konusunda denemelerin kurulması ve bilimsel çalışmaların yapılması amacıyla Tarım Bakanlığı’na bağlı olarak 1932 yılında “Eskişehir Kuru Ziraat Deneme İstasyonu” kurulmuştur. Çukurova Bölgesinde ise sulu tarım olanaklarının incelenmesi amacıyla, 1947 yılında Ceyhan, Seyhan ve Berdan nehirleri arasındaki geniş ovalarda çiftçilerin sulama kültürünü artırmak ve yeniden

kurulacak sulama tesisleri için gerekli doneleri temin etmek üzere Tarsus'ta ilk "Sulu Ziraat Deneme İstasyonu" ve bu kuruluşun yapmış olduğu olumlu çalışmalar sonucunda; 1949'da Menemen, 1950'de Kadınhanı, 1953'de Çumra, 1955'de Eskişehir Sulu Ziraat Deneme İstasyonları ile 1954'de Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü faaliyete geçirilmiştir (Anonim, 2011).

Cumhuriyetin kuruluşunu takip eden ve bilimsel çalışmalarda batıya dönük çabaların harcandığı bu yıllarda, arazilerin mülkiyet ve tasarruf durumu ile tarımsal işletme büyüklüklerinde önemli değişiklikler olmuştur. 1927 ve 1957 yılları arasında orman ve ağaçlık araziler gözle görülür bir şekilde azalmış ve bu alanlar sebzelik, meyvelik, bağ ve zeytinlik arazilerine dönüştürülmüştür. 1927 yılında 1 milyon 751 bin 239 olan çiftçi sayısı, 1957'de 3 milyon 100 bin 850'ye yükselmiştir. Aynı yıllarda ülkemizde kullanılan tarım alet ve makineleri sayısında da çok büyük artışlar gözlemlendiği gibi verimliliğin artırılması amacıyla birim alana uygulanan gübre miktarında da yükselme tespit edilmiştir.

Adana'da 1924 yılında kurulan ve bugünkü ismi "Pamuk Araştırma Enstitüsü" olan istasyonda ülkemizde ilk kez pamuk yetiştiriciliği ve gübrenmesi ile ilgili denemeler yürütülmüş, 1939'da ise Evliya tarafından, toprağın yapısı, su çeşitleri, suyun toprakta hareketi, bitki besin elementleri ve bitki besin maddelerinin tayin yöntemlerini anlatan "Toprakta Nebat Gıdaları" isimli ders kitabı çıkarılmış ve bununla birlikte pek çok tarla denemesi ve gübreleme çalışmaları da yapılmıştır (Tanju ve ark., 1981). Verimliliği önemli ölçüde etkileyen tohumluk kullanımı ve ıslahla ilgili çalışmaların da hız kazandığı bu yıllarda toprak verimliliğinin artırılması ve yüksek miktarlarda kaliteli ürün alınması öncelikli hedef olarak benimsenmiştir.

1960'lı yıllara gelindiğinde toprak örneği alınması ve analiz sonuçlarına göre gübre tavsiyelerinin yapılması konuları ön plana çıkarken, 1970'li yılların başında verimliliğin saptanmasında bitki analizlerinin de önemli olduğu vurgusu yapılmaya başlanmıştır. Toprak ve bitki analiz yöntemleri, gübre kullanımı ve gübrelemeden optimum sonucun alınabilmesi için uyulması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Tarla denemeleri, laboratuvar şartlarında kimyasal analizler yada radyoizotop yöntemleri ile araştırmalar yapılmış ve sonuçlarının Ulusal yayın organları yardımıyla duyurulması amaçlanmıştır. Aynı yıllarda toprak verimliliğinin artırılması için toprağın yapısının tanımlanmasının önemi üzerinde durulmuş ve bu amaçla toprak genetiği, sınıflandırması ve toprak haritalama yöntemlerinin de geliştirilmesi gerekmiştir. 1965-1971 yılları arasında 1/25.000 ölçekli yarı detaylı toprak haritaları yapılmıştır. Sözü edilen bu haritalar 1982-84 arasında revize edilmesine rağmen günümüz koşullarında gereksinimleri karşılayamayacak nitelikte oldukları için, toprak serileri ile önemli fazları dikkate alınarak, ayrıntılı toprak etüd, haritalama çalışmaları yapılarak yeniden düzenlenmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Şenol, 2006).

Birim alandan yüksek ve kaliteli ürün alınımı için gübre kullanımının önemi ile ilgili çalışmaların devam ettiği 1960 ve 1970'li yıllarda gübre tüketiminin hızlı arttığı, 1980'li yıllarda ise bu artış hızının yavaşladığı hatta 1990'lı yıllarda artışın durduğu

bildirilmiştir. Tahıllarda birim alana gübre tüketimi 1973-1977 yıllarında ortalama 3.4 kg/da iken, 1993-1997 yıllarında ortalama 8.1 kg/da'a, sanayi bitkilerinde birim alana gübre tüketimi ise çok az bir değişim göstererek 13.1 kg/da'dan 13.9 kg/da'a yükselbilmiştir. Birim alana gübre tüketiminin en yüksek olduğu ürün grubu sanayi bitkileri ile sebzeler olarak belirtilmektedir. Günümüzde halen gübrelemenin toprak ve bitki analizlerine dayalı olarak yapılmasının gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Devlet tarafından çiftçilere verilen gübre desteklemeleri, bu hedefin gerçekleştirilmesinde etkin bir araç olarak kullanılarak toprak analizlerine dayalı gübreleme programı yaygınlaştırılmalıdır (Kaplan ve ark., 2000).

Günümüzde doğaya meydan okuyan ve bu konuda kısmen başarılı olan insanoğlu aynı zamanda doğanın yok olma tehlikesiyle de karşı karşıyadır. Giderek artan nüfusun beslenmesi doğal üretimin üzerine çıkma gereksinimini doğurmakta ve bu amaçla her türlü modern tekniğin kullanılması ise insanlığın kendini besleyecek tek kaynağını yitirmesi anlamına gelmektedir (Anonim, 2011). Küresel kirlenmenin insan ve canlı habitat üzerindeki tehdit edici boyutlarının bilimsel çalışmalarla ortaya çıkarılması ve toprak verimliliği ile bitki besleme tanımlamalarının da tekrar gözden geçirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu amaçla toprak verimliliğinin artırılmasında kullanılan gübrelerin ağır metal ve radyonüklit içeriklerinin belirlenmesi için yasal düzenlemeler oluşturulmalı ve Avrupa Birliği ortak mevzuatı içerisinde yer alan Kimyevi gübre mevzuatı ile ilgili çalışmalar genişletilmelidir (Anonim, 2012).

2.2 Toprakların Verim Gücü

Toprağın verim gücü, onun doğal şartlar altında içermiş olduğu bitki besin elementlerinin elverişlilik depo fraksiyondaki toplam miktarları ve toprak çözeltisine geçme hız ve yoğunluklarının bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Toprağın verim gücü veya kapasitesi üzerinde oluşturduğu ana materyalin içermiş olduğu minerallerin çeşit ve miktarları; bunların ayrışma, parçalanma ve yıkanma derecelerine bağlı olan bir özelliktir. Örneğin; feldispat ve mika minerallerini bol miktarda içeren bir ana materyal üzerinde oluşan toprağın potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bitki besin elementleri yönünden zengin olacağı bunun yanında kum taşı ana kayası üzerinde oluşan bir toprakta yukarıdaki elementleri bulmak mümkün değildir. Böylece ilk toprağın verim gücü ikinci topraktan yüksektir.

Toprak mahsuldarlığı ise daha başka bir kavramdır. Toprağın verim gücü kısıtlı olmasına rağmen diğer toprak özelliklerinin çok uygun olması halinde böyle bir toprak yüksek derecede mahsuldar olabilir. Bitki yetiştiriciliği açısından toprağın verim gücü ne kadar yüksek olursa olsun bu gücü yansıtacak iyi bir toprak yapısı iyi bir havalanma düzeni bulunmuyorsa bu toprak mahsuldar olamamaktadır.

Uzun yıllar boyunca kullanılan toprakların verim güçlerini azaltmaktadır. Çünkü bitkiler devamlı olarak topraktan bitki besin maddelerini sömürmekte; diğer taraftan toprak profili kısmında anlatıldığı gibi yağmur ve sulama suları ile birçok besin maddesi yıkanarak derinlere doğru gitmektedir. Su ve rüzgâr erozyonuyla verimli üst

toprak katmanı süpürölüp götürölmektedir. Böylece toprakların verim kapasiteleri devamlı düşmektedir. Toprakların verim güçlerinin artırılması veya korunması için gübreleme ve erozyonun geliştirilmesi, drenajının sağlanması, toprak hazırlığının uygun yöntemlerle ve zamanında yapılması gibi tedbirler önerilebilir.

Ayrıca aşırı derecede asit toprağın hem verim gücü hem de mahsuldarlığı artırılabilir. Tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı için yapılan tüm çalışmalar onların verim güçlerini ve mahsuldarlıklarını artırmada direk etkilidirler.

2.3 Toprak Verimliliğini Etkileyen Faktörler

2.3.1 Toprak Tekstürü

Toprak tekstürü, toprağın en az değişikliğe uğrayan ve toprak karakterini birinci derece etkileyen en önemli fiziki özelliğidir. Birçok toprak özelliği ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilidir (Brady ve Weil, 2008).

Toprakta suyun tutulması ve hareketini, havalanma parametrelerini, ısısal özelliklerini, plastiklik durumunu kıvam limitlerini, toprakta agregat oluşumu ve stabilitesini, erozyona karşı direncini, işlenebilirliğini ve besin elementi rezervini önemli derecede etkiler (Brady ve Weil, 2008).

Çizelge 1’de kaba ve ince tekstürlü topraklarda önemli bazı toprak özelliklerinin karşılaştırılması ve kimi verimlilik parametreleri ile ilişkileri sunulmuştur.

| Toprak Özelliği | Kaba Tesktürlü Toprak | İnce Tesktürlü Toprak |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Besin elementi potansiyeli | Düşük | Yüksek |
| Kasyon değişim kapasitesi | Düşük | Yüksek |
| Agregasyon derecesi | Zayıf | Kuvvetli |
| Su geçirgenliği | Hızlı | Yavaş |
| Hacim ağırlığı | Hızlı | Yavaş |
| Porozite | Düşük | Yüksek |
| Özgöl yüzöl alanı | Düşük | Yüksek |
| Plastiklik | Az | Çok |
| Şişme/büzölme potansiyeli | Düşük | Yüksek |
| Sıkışabilirlik | Düşük | Yüksek |
| İşlenebilirlik | Kolay | Zor |
| Toprak sıcaklığı | Yüksek | Düşük |
| Erozyona duyarlılık | Yüksek | Düşük |

Çizelge 1. Kaba ve ince tekstürlü topraklarda önemli bazı toprak özelliklerinin karşılaştırılması (Karaman, M. R., et al.).

Çizelgede görüldüğü gibi, kumlu topraklar verim gücü ve fiziksel özellikleri bakımından bitki yetiştiriciliğine uygunluk kapasiteleri yetersiz topraklardır (Karaman, M. R., et al.).

Killi topraklar ise verimlilik açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, kimi fiziksel özellikleri bakımından yetersizlik gösterebilirler. Killi topraklar negatif yük kaynaklarının fazla olması nedeniyle çok yüksek katyon değişim kapasitesine ve buna bağlı olarak da katyonik formdaki besin elementlerini bağlaması nedeniyle yüksek bir besin elementi potansiyeline sahiptir. Kil tanelerinin negatif elektriksel yüke sahip olması, aynı zamanda dipolar (çift kutuplu) özellikteki su moleküllerinin de yüzeyde tutulmasını sağlar. Böylece çok sayıda kil tanesi kümeleşir ve toprağın strüktürel yapısı ortaya çıkar. Daha açık bir ifadeyle, kil doğrudan doğruya stabil agregat oluşumunda aktif etkisi olan en önemli kaynaklardan biri olduğundan, killi topraklar oldukça sağlam yapılıdır (Karaman, M. R., et al.).

Kumlu topraklar, makro gözeneklerin fazlaca bulunduğu topraklardır. Kum taneleri arasında az sayıda, ancak makro gözenekler mevcuttur. Bundan dolayı, su ve havanın toprak içerisine girmesi ve toprak profili boyunca hareket hızı kumlu topraklarda çok daha hızlıdır (Karaman, M. R., et al.).

Kumlu topraklar, makro gözeneklerin fazlaca bulunduğu topraklardır. Kum taneleri arasında az sayıda, ancak makro gözenekler mevcuttur. Bundan dolayı, su ve havanın toprak içerisine girmesi Ve toprak profili boyunca hareket hızı kumlu topraklarda çok daha hızlıdır (Karaman, M. R., et al.).

Killi topraklarda ise kil taneleri arasında çok sayıda fakat mikro gözenekler mevcuttur. Bundan dolayı bu topraklarda su ve hava hareketinin yavaş olmasına rağmen su tutma kapasiteleri oldukça yüksektir. Makro gözenekler içerisindeki su, yerçekimi etkisiyle alt tabakalara doğru süzülürken, mikro gözenekler içerisinde adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin yerçekimi kuvvetinden daha fazla olması nedeniyle, su toprağın üst kesimlerinde kalabilmektedir (Karaman, M. R., et al.).

Killi toprakların toplam yüzey alanları kumlu topraklara göre daha yüksektir. Nitekim toprak tanesinin çapı küçüldükçe yüzey alanı artar. Örneğin, kenar uzunluğu 1 cm olan küp şeklindeki toprak tanesinin hacmi 1 cm³ ve toplam yüzey alanı 6 cm² iken, kenar uzunluğu 0.5 cm olan küçük küp taneciklerine bölünmesi durumunda toplam hacim değişmezken, toplam yüzey alanı 12 cm²'ye çıkar. Kenar uzunluğu 1 mm olan küçük küp taneciklerine bölünmesi durumunda ise küp sayısı 1000 ve toplam yüzey alanı 60 cm²'ye çıkar. Toplam yüzey alanındaki bu artış, toprağın iyon depolama gücünü Ve dolayısıyla verimliliğini de olumlu yönde etkiler (Karaman, M. R., et al.).

Killi topraklar yüksek derecede plastiklik ve şişme-büzülme potansiyeline sahiptirler. Bu durum, toprak üretkenliği açısından genellikle olumsuzluklara yol açabilmektedir. Yüksek plastiklik seviyesinde strüktürel ünitelerin bozulma durumu söz konusu olabileceği gibi, toprak neminin fazla olması durumunda yapılacak toprak işleme aktiviteleri sonucu, toprak sıkışması da ortaya çıkabilmektedir. Buna karşılık kumlu topraklarda sıkışma, su tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik olarak genellikle arzu edilebilen bir durumdur (Karaman, M. R., et al.).

Killi topraklarda kil tipine bağlı olarak su karşısında hacimsel genişleme (şişme) ve kuruma sonucu hacimsel daralma (büzölme) ortaya çıkar. Özellikle şişebilen (genişleyebilir) kil tipine sahip topraklarda şişme -büzölme süreçleri sonucu kökler zarar görmekte ve toprak yüzeyinde oluşan çatlaklar sulama randımanının düşmesine yol açmaktadır (Karaman, M. R., et al.).

Killi topraklar fazla neme sahip olmaları nedeniyle geç ısınırlar. Başka bir ifade ile bu topraklarda toprak sıcaklığının 1 C artırılması için daha fazla ısınma ısısına ihtiyaç vardır (Karaman, M. R., et al.).

Dolayısıyla kumlu topraklara göre daha geç tava gelirler ve tavda kalma süreleri de oldukça kısadır (Karaman, M. R., et al.).

Killi toprakların erozyona duyarlılık dereceleri kumlu topraklara göre daha düşüktür. Kil taneleri daha küçük çapa sahip olmalarına rağmen, genellikle kümeler halinde bulunurlar. Bu nedenle, tekssel haldeki kum tanecikleri daha büyük çapta agregatlar oluşturdukları için taşınmaya karşı dirençleri de daha yüksektir. Buna karşılık, dispers olmaları durumunda killi toprakların taşınmaları daha kolay olmaktadır (Karaman, M. R., et al.).

Diğer yandan, toprak tekstürü gübreleme yönünden de büyük Önem taşımaktadır. Hafif tekstürlü topraklar katyon değişim kapasitelerinin düşük olması nedeniyle gübreleme sonucu toprak çözeltisine geçen besin elementlerini yeterince tutamaz. Bu tür topraklarda besin elementlerinin yıkanma kayıpları da oldukça yüksek olur (Karaman, M. R., et al.).

Tekstür toprağın en az değişkenlik gösteren özelliğidir. Toprak tekstürünün kısa sürede değişmesi yalnız erozyona maruz kalması durumunda mümkün olmaktadır. Toprak tekstürünün yapay yolla değiştirilmesi ise çoğu kez pratik ve ekonomik anlamda mümkün değildir. Örtü altı yetiştiriciliğinde veya özel ürün ekimi yapılan belirli alanlarda toprak tekstürü iyileştirme çalışmaları bu kapsamda yapılan sınırlı uygulamalardır (Karaman, M. R., et al.).

Sonuç olarak;

- Tekstür, toprağın kısa sürede değişmeyen en temel ve en durağan özelliğidir.
- Toprak yönetim uygulamaları tarafından etkilenmez.
- Tekstür inceldikçe toprağın bitki besin elementi değeri de genellikle artar.
- Orta tekstürlü topraklar, hem bitkiler için yeterli besin elementi sağlayabilirler, hem de fiziksel özellikleri bakımından bitki gelişmesi için ideal bir ortam oluşturabilirler.

- Tekstür, toprağın genel davranış özellikleri hakkında önemli bilgiler içerir. Kantitatif olarak çok düşük bir hata ile belirlenme avantajına sahip olması da, toprak tekstürüne birçok toprak özelliğinin tahmininde önemli bir parametrik özellik kazandırır.

2.3.2 Havalanma ve Toprak Verimliliği

Toprakta yaşayan canlılar için toprak havası ve miktarı çok önemlidir. Toprağın iyi havalandırılması toprak verimliliğini artıracak ve iyi ürün alınmasını sağlayacaktır. Normal bitki gelişmesi için toprak havasında %10 oksijen, en fazla %5 karbondioksit bulunmalıdır. Bütün canlıların ortak özelliklerinden biri solunum yapmalarıdır. Canlılar solunum yaparken oksijen gazı kullanırlar. Bitkilerin toprak üstü kısımları oksijen ihtiyacını atmosferdeki oksijen gazından karşılar. Toprak altı organlar ise toprak havasındaki oksijeni kullanır. Toprak yüzeyine yakın kısımlar ise hava oksijenini kullanabilirler. Derinlerdeki kökler de toprağın havalandırılması ile toprak içinde kalan havayı kullanmak zorundadır. Bu nedenle toprakların iyi havalandırılması önemlidir (FAO. 1983).

Ayrıca toprakta yaşayan ve madde döngüsü sağlayarak bitkilerin beslenmesinde rol alan bir hücreli mikroorganizmaların da pek çoğu oksijenli solunum yapar. Onların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri ve yararlı olmaları için de toprağın havalandırılması gerekir (FAO. 1983).

2.3.2.1 Yetersiz Havalanmanın Olumsuz Etkileri

Yeterince havalandırılmamış topraklarda bitki yetişmesi zordur. Toprakta yaşayan mikroorganizmaların da havasız yaşaması mümkün değildir (FAO. 1983). Yetersiz havalanma ve oksijen noksanlığında ortaya çıkan zararlar şunlardır:

- a) Bitki köklerinde gelişme yavaşlar, bitki gelişimi ve ürün verimi azalır.
- b) Bitki besin maddeleri alımı yavaşlar. Bitki kökleri oksijensiz solunum yapmaya başlar. Bu durumda bitkinin besin maddelerini alma gücü zayıflar.
- c) Köklerin topraktaki suyu alması azalır. Oksijen bulamayan kökler gelişemez. Bu durumda topraktaki suyu ememezler.
- d) Bazı zehirli organik maddeler oluşur. Topraktaki bir hücreli canlılar oksijen eksikliğinde toksin madde çıkarır. Bu maddeler bitkiler için zehir etkisi yapar
- e) Topraktaki azot miktarında azalma meydana gelir. Bu durumda oksijensiz solunum yapan mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalır. Azot bağlayan bu bakteriler toprak azotunun azalmasına neden olurlar
- f) Toprağın biyolojik yapısı bozulur. Toprakta yaşayan mikroorganizmalar madde döngüsünü sağlayamaz.

g) Toprak oluşumu geriler.

2.3.3 Sıcaklık ve Toprak Verimliliği

Toprak sıcaklığı, tohumun çimlenmesinden bitkinin gelişmesine kadar her aşamada önemli olan ekolojik bir faktördür. Sıcaklığın toprak verimliliğine olan etkileri, ekolojik ve pedolojik olmak üzere iki kısımda ele alınabilir.

a) Ekolojik açıdan: Toprak sıcaklığının ekolojik açıdan önemini maddeler hâlinde şöyle açıklayabiliriz:

- ❖ Toprak sıcaklığı tohumun çimlenme hızını etkiler. Çimlenme esnasında sıcaklık, tohum içindeki kimyasal olayların hızlanmasını, tohumun su alıp şişmesinde, tohumun oksijen almasında etkili olur.
- ❖ Bitkilerin kök gelişimi sıcaklıkla beraber artar.
- ❖ Köklerin, sıcaklığın artmasıyla beraber besin maddelerini almaları da hızlanır. Ancak aşırı sıcaklıklarda ters yönde etki eder.
- ❖ Köklerin su alımı da sıcaklıkla yakından ilgilidir. Sıcaklık arttıkça su alımı da artar.
- ❖ Toprakta yaşayan mikroorganizmaların faaliyetleri sıcaklıkla yakından ilgilidir. Mikroorganizmalar 25 - 35 °C toprakta maksimum aktivite ile yaşarlar. Sıcaklık arttıkça aktiviteleri düşer. Düşük sıcaklıklarda da bu canlıların yaşaması mümkün değildir. Mikroorganizmaların madde döngüsü sağladıkları bilindiğine göre sıcaklığın ne kadar önemli olduğu da ortaya çıkmaktadır.
- ❖ Bitki hastalığına yol açan bazı bir hücreli canlılar da sıcaklıktan etkilenmektedir. Bu canlılar genellikle düşük sıcaklıkta yaşarlar. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta bu canlıların yol açtığı bitki hastalıkları görülmemektedir.

b) Pedolojik açıdan: Toprak oluşumu açısından da sıcaklık önemlidir. Sıcaklığın artması ile birlikte minerallerin parçalanması da hızlanır. Düşük sıcaklıkta toprak içindeki su donar. Suyun donmasıyla birlikte toprak içindeki kimyasal reaksiyonlar da durur. Bu durumda sadece fiziksel olarak ayrışma meydana gelir. Sıcaklık arttıkça kimyasal reaksiyonlar artar, toprak oluşumu hızlanır. Ayrıca sıcaklıkla beraber mikroorganizmaların faaliyeti de artacağından toprak oluşumu hızlanacaktır.

2.3.4 Toprak Sütrüktürünün Toprak Verimliliğine Etkisi

Toprak parçacıklarının birbirine yapışmış haline agrega denir. Agrega toprağın yapısını tanımlar; yol, hava, su ve köklerin hareketleri tarafından etkilenebilir, biçimi değişebilir.

Toprak bir bitki büyüme faktörü değildir, ancak bitki büyümesi ile dolaylı olarak yakından ilgilidir. Hava ve suyun toprak içerisine girmesi ve hareketi, toprak ısı, bitki köklerinin gelişimi ve dağılımı, mikrobiyal aktivite gibi pek çok parametre, toprağın yapısal özelliklerinin gelişim düzeyine göre Önem kazanmaktadır. Dolayısıyla toprak strüktürü, bitkisel üretimi kök gelişimi üzerindeki mekaniksel etkisiyle doğrudan, toprağın hava - su ilişkilerini yönlendirmesi nedeniyle de dolaylı olarak etkiler (Brady ve Weil, 2008).

Toprağın verim gücünün iyi olması tarımsal üretim potansiyelinin de iyi olacağı anlamını taşımaz. İyi bir tarım toprağının bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini optimum düzeyde sağlamasının yanı sıra, fiziksel ortam özellikleri bakımından da bitki gelişimini teşvik etmesi gerekir. Bu bağlamda, bitki gelişim ortamının verimliliğini sınırlandıran faktörlerden biri de, aşırı yağış düşen periyotlar ya da özellikle salma sulama sonunda toprak yüzeyinde meydana gelen kaymak tabakası veya yaygın ifadesi ile “kabuk bağlama” sorunudur (Karaman, M. R., et al.).

Yüksek yoğunluklu yağışlarla yapısal özellikleri bozulan toprakların yüzeyleri kuruduktan sonra sertleşmekte ve birkaç milimetre kalınlığında deri tabakasıyla kaplanmaktadır. Oluşan kaymak tabakası, su ve havanın toprağa girişi ve sirkülasyonunu engellediği gibi, fide çıkışını da sınırlandırır. Ayrıca kurumanın ileri düzeylerde gerçekleşmesi durumunda, yüzeyde oluşan bitki kökleri önemli düzeyde zarar görür (Karaman, M. R., et al.).

Toprak sıkışması ya da yüzeyde oluşan kaymak tabakasının bitkisel üretimi sınırlandırdığı ve verim kayıplarına yol açtığı bilinen bir gerçektir (Nosalewicz ve Lipiec, 2002; Lipiec ve ark., 2003). Bu yönde yürütülen çeşitli araştırmalar, kabuk bağlama sorununun bitkisel üretimi % 5-20 oranında azaltabileceğini ortaya koymuştur. Toprak yüzeyinde oluşan kaymak tabakası, çoğu tohumların çimlenmesi ve çıkışında önemli bir engeldir (Karaman, M. R., et al.).

Sonuç olarak, toprakta yeterli düzeyde besin elementlerinin bulunması, bitki gelişimi ve yüksek verim için yeterli olmayabilir. Başka bir deyişle, verimlilik potansiyelleri yüksek olan topraklarda hava-su ilişkilerinin zayıf olması durumunda, üretkenlik sınırlı kalabilir. Bu nedenle, toprağın strüktürel yapısı üretken ortamların en önemli özelliklerindendir (Karaman, M. R., et al.).

2.3.5 Toprak Derinliğinin Toprak Verimliliğine Etkisi

Toprak derinliği, bitkilerin kökleri ile besinleri ve suyu elde etmek için bir toprağa nüfuz edebileceği derinlik anlamına gelir. Yüksek su levhaları, şistleri, iri çakıllı

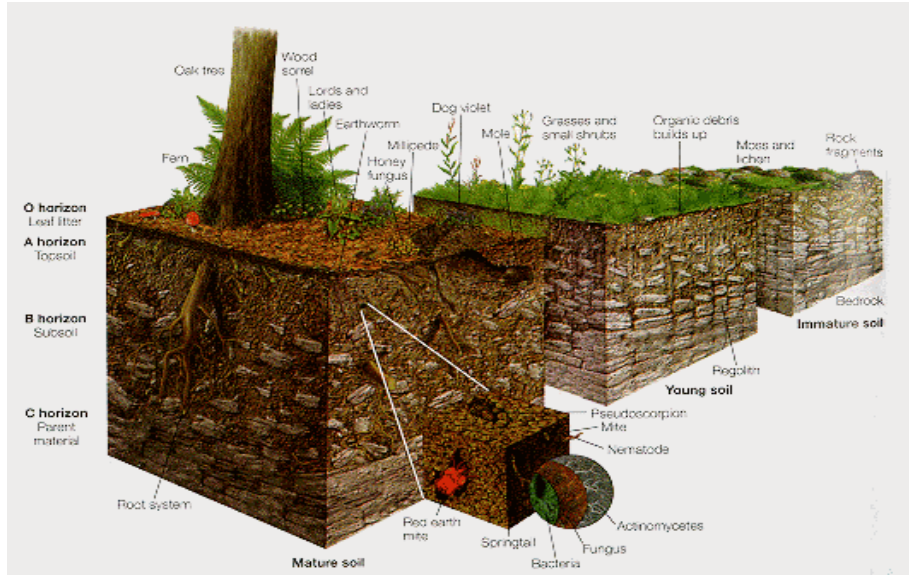
katmanlar ve geçirimsiz tabakalar toprak derinliği sınırlar ve hatta imkansız hale getirir. Böyle alanların bitki gelişimi kısıtlı ve zor olacaktır. Bu lanlarda gelişimler de zor olacaktır. Toprak oluşumlarının zor olduğu yerlerde bitki besin maddesi tutumu ve su bağlama kapasitesi düşüktür.

2.3.6 Toprak Özellikleri ve Verimlilik

Toprak özellikleri ve toprak verimliliğine erozyonun etkisini anlamak için, üretici toprak özelliklerini anlamak gerekir. Toprak erozyonunun verimlilik üzerindeki uzun vadeli etkileri üç toprak profili özelliklerinde değişiklerle ölçülebilir: toprağı kalınlığı; köklenme derinliği ile ilgilidir, bitki mevcut su kapasitesi ile ilgilidir; toprak profilinin içerdeği kil derinliği ile ilgilidir.

2.3.6.1 Humus Derinliği

Toprak (toprak profili) dikey kesiti üzerine üç bölüme ayrılmıştır (Resim 2): humus (A horizonu), toprakaltı (B horizonu) ve ana malzeme (C horizonu). Humus genellikle organik madde ile zenginleşmiş ve büyük toprak gözenekli agregalar vardır ve bu tür topraklarda toprak yoğunluğu az, su infiltrasyonu ve toprak havalandırması gelişmiştir. Humusun aşınmış olduğu durumlarda verim, besin kaybının hasara uğraması nedeniyle düşer. Humusun verim üzerindeki etkisi daha dik olan topraklarda ki kayıplarda belirgin olarak görülür.



Resim 2: Toprak profili dikey kesiti

2.3.6.2 Kil Derinliği

Kil parçacıkları yıkanmadan dolayı toprak altında birikme eğilimindedir. Humus aşındığı zaman, organik madde kaybı toprağın fiziksel özelliklerini, özellikle toprak

yoğunluğu değiştirir. Toprak yüzeyindeki yüksek kil içeriği humustan suyun infiltrasyonu azaltır, böylece bitkiler için kullanılabilir su miktarı azalır.

2.3.6.3 Kök Derinliği

Bitkiler su ve besin arayan olgun köklerini humus katmanının toprakaltına uzanmak için kullanılabilir. Kaba kum, çakıl, kaya, toprak yoğunluğu 1.65 gr/cm ve kil içeriği yüzde 42'yi aşan ve sığ derinlik gibi toprakaltı özellikleri kök uzama ve gelişimine engel olur ve böylece verime etkisi düşer. İnce humus daha düşük organik madde içeriği, düşük kapasitede su tutma ve daha az köklenme anlamına gelir. Toprak profili içinde tekstür dağılımı bitkinin kullanabileceği su miktarını belirler. İri tekstürlü toprak suyun akışının hızlı olmasını sağlar lakin iyi tekstürlü toprak köklerin suyu iyi tutmasını sağlar. Kötü drenaj orta ölçekli tekstür meydana getirir bu da içbükey yer şekillerinde olan iyi tekstürlü topraklar gibi davranır, içeriğinde oksijen tutma kapasitesinin düşük olduğu gözlemlenir. Bu nedene bağlı olarak kök gelişimi zayıflar. Yapay drenaj sistemi getirilmezse verimlilik istenilen düzeyde olmaz.

2.3.7 Arazi Eğimi

Toprak eğimi, arazi topografyası tarafından belirlenir. Dik eğimli bir tepe üzerinde var olan toprak, verimlilik açısından daha az istikrarlıdır ve erozyon ile su sorunları yaşaması muhtemeldir.

2.3.7.1 Toprak Erozyonunun Toprak Verimliliğine Etkisi

Toprak erozyonu önemli bir çevresel sorundur çünkü su kirliliğine yol açabilir ayrıca toprak erozyonu ciddi ürün verimliliğine olumsuz etkide bulunur. Eğimli araziler, toprak erozyonu potansiyelinin yüksek olduğu alanlardır. Toprak erozyonu şiddetli olduğunda, toprak aşınması, toprağın yenilenmesinden daha hızlı olur (Anonim, 1980.).

Hatta sınırlı erozyon diğer topraklarında verimliliğine zarar verir. Cılız köklenme derinlik potansiyeli, yavaş geçirgen alt toprak ve kırılğan toprak yapısı veya ana kaya ya da kaba kum ve çakıl, sığ olan topraklar erozyon tarafından kesinlikle olumsuz etkilenir. Hiçbir yönetim toprak materyalinin eksikliğini telafi edemez (Perera, Viator. 1983.).

2.3.7.2 Erozyon Kontrolü ve Toprağın Fiziksel Özelliklerini Geliştirme

Tarımsal ormancılık sistemleri toprak özelliklerini geliştirmek için algılanan temel neden, ağaçlar ile yüzeyi korumak böylece yüzeysel akışı ve erozyonu engelmeye çalışarak toprak verimliliğinin korunmasıdır (Young, 1986a). Tarımsal ormancılık sistemleri bir ya da daha fazla türlerle kapanır (üst bitki örtüsü): (1) ağaç tepe çatısı,

(2) toprak üstü alt tabaka bitkiler ve (3) toprak yüzeyi otsu vejetasyon içerebilir. Toprak yüzeyini kaplayan tür başlangıcı, süresi ve kalınlığı tarımsal ormancılık sistemlerine göre değişir (Nair, 1984; Young, 1986c). ICRAF raporuna göre genellikle bitki örtüsünün erozyon toprağını korumak için en iyi yol olduğuna inanılmasına rağmen, her zaman böyle olması gerekmez (Wiersum, 1984). Bireysel tarımsal ormancılık sistemlerine ait bitkilerin ne kadar sürede yüzeyi kaplayacağı, ne ölçüde erozyonu azaltmak için süreye ihtiyaç olduğu sorulabilir.

Ormanlık arazinin bulunduğu nemli ve yarı-nemli tropikal alanlar mekanizasyon ile temizleme sonucu fiziksel bozulma, humus tabakasının kaldırılması, toprağı sıkıştırma işlemi ile oluşmuştur (Seubert et al, 1977; Lai et al, 1986). Görülen hatalı arazi temizlemenin zararlı etkileri benzer şekilde ekin alanlarına, meralara ya da ağaçların büyümesini olumsuz etkilemektedir (Sanchez et al, 1985). Kullanılan toprak temizleme yöntemi bu nedenle, zaman içinde toprağın fiziksel özelliklerini nasıl değiştiğini yorumlamak için önemli bir başlangıç noktasıdır. Ayrıca, toprağın fiziki özelliklerinde ki gelişmeler, toprağın fiziksel iyileştirme ihtiyaç duyduğu anlamına gelir. Bu durumda daha az ve iyi agrega olan Oxisols, Andepts ve Ultisols ve Alfisols, daha çok kumlu Alfisols ve Ultisols'e göre daha kararlı agregalardır (Perera, Viator. 1983.).

Genellikle tarımsal ormancılık literatürde yer almayan bir gerçek, çoğu ağaçlar yıllık bitkiler ve mera daha yavaş bir toprak-bitki koruyucu özelliğine sahiptir (Broughton, 1979). En nemli tropikal ağaçlar tepe kapallığı oluşturmak için 2 yıla ihtiyaç duyar, bu da 2-6 ay içinde 30 ile 45 gün boyunca ve meralar içinde yeterli kapağı sağlar. Tam gelişmiş ağaç tepesinin azaltığı toprak erozyonu ve yüzeysel akış, orijinal orman bitki örtüsü ile benzer seviyelerde olmasına rağmen bitki vejetasyonunun rejenerasyon döneminde yıllık ekin veya legümine bitki örtüsünün toprak örtüsünü kaplamaktadır. Bu örtü toprağı asıl tutacak kapallığı tam olarak sağlayacak vejetasyonun gelişini geciktirmekte ve toprak kaybına neden olmaktadır. Bu da yıllık ağaçların rejenerasyon döneminde toprak tutma kapasitesinin düşük olduğunu ispatlar durumdadır (Perera, Viator. 1983.).

İkinci bir çalışma olan beş yaşındaki akasya (*Acacia auriculiformis*) ağaçlandırması nemli iklime sahip bir ova ile traşlama yapılmış alan arasında toprak erozyonu etkileri karşılaştırıldı. Ağaç kapallığı az miktarda toprak erozyonunu ve toprak yüzeyi çalılarının küçük miktarlarda kalmasını etkilemiştir. Ölü örtü tek başına çıplak haldeki toprakta oluşan toprak erozyonunu %95 azaltmaktadır (Wiersum, 1985). Ölü örtünün devamlılığı içinsürekli ağaç, çalı girdisi gerekmektedir.

Kapallığın yamaçta bulunan tarımsal ormancılık sistemlerinde ki toprak verimliliğine etkisi bilinmemektedir (Roose, 1970; Lai, 1975). Tarımsal ormancılık sistemleri kritik kuruluş aşamasında yeterli toprak koruma sağlayabilir, ama esas olarak bitkileri ve lagümineleri kapsar. Bu toprak erozyonu ile mücadelede kaybın en aza indirilmesi için önemli bir etken olacaktır. Ancak, bir kez kurulan, tarımsal ormancılık teknolojisi önemli toprak koruma sağlar (Lai, 1987).

Yukarıdaki denemelerde jeostatistiksel teknikler ile rastgele seçilen örnekleme toprak mekânsal alanları altında büyüyen bitkiler üzerinde ağaçların etkilerini gözlemlemek için incelemeler yapıldı (Mann ve Saxena, 1980). İkinci çalışmada, ağaçların saçakları altında kil içeriğinin arttığı gözlemlendi. Bu gözlemler ağaçların fiziksel bir bariyer gibi davranan ve bu bölgelerde yaygın olan çok toz fırtınaları sırasında kil parçacıklarını yakalaması nedeniyle olabilir. Birinci çalışmada ise nemli ve yarı kurak tropik alanlar tarımsal ormancılık seçeneklerden biridir. Malç kaynağı olarak baklagiller (lagümine) çalıları bulunan alanlarda dar kesimler yapılmalıdır. Halen toprağın fiziksel özelliğinin kıt olduğu yerlerde mısır fidesi ekim şekli ile ekim ve budama yapılmalıdır. Söz konusu topraklarda budama ve ekim şeklinden dolayı nem tutma kapasitesinin arttığı ve sıcaklık dalgalanmalarının azaldığı görülmüştür (Kang et al. 1985).

2.3.8 Toprak ve İklim

İklim; yeryüzünde herhangi bir alan üzerinde uzun süre cereyan eğer atmosfer olaylarının ortalama karakteridir. Yağış ve sıcaklık, iklimin en belirleyici iki öğesidir. Bu özelliklerin yeryüzündeki dağılımı çok büyük değişiklikler gösterdiği halde, iklimin diğer öğelerini oluşturan ışık ve hava büyük ölçüde homojenlik gösterir (Karaman, M. R., et al.).

Yıllık yağış toplamı ve bu yağışın yıl içindeki dağılımı bir bölgenin iklim karakterini etkileyen en önemli faktörlerdir (Karaman, M. R., et al.).

Aldıkları yıllık ortalama yağış miktarına göre tarım alanlarını dörde ayırmak mümkündür.

a. Kurak bölgeler: Ortalama yıllık yağışı 250 mm veya daha az olan yörelerdir. Kurak bölgelerde başarılı bir tarımsal üretim için sulama gerekir.

b. Yarı kurak bölgeler: Ortalama yıllık yağışı 250-500 mm olan yörelerdir. İyi bir üretim için nem muhafaza eden toprak işleme metotları yanında kuru tarıma uygun tarla bitkileri yetiştirilmelidir.

c. Yarı nemli bölgeler: Yıllık ortalama yağışı 500-750 mm olan yörelerdir. Yağışı en iyi kullanan metotlar uygulanmazsa tatminkar ürün kaldırmak mümkün olmayabilir.

d. Nemli bölgeler: Yıllık ortalama yağışı 750 mm veya daha fazla olan yörelerdir. Bu alanlarda nem muhafazası ürün verimi için sorun oluşturmaz.

2.3.8.1 İklimin Toprak Özelliklerine Etkisi

Toprak özelliklerini belirleyen önemli faktörlerden biri de iklim koşullarıdır. İklim faktörlerine bağlı olarak farklı toprak özellikleri ve farklı toprak tipleri ortaya çıkar.

Örneğin fazla yağışlı sıcak yörelerde orman kurak iklime sahip bölgelerde bozkır tipi bitki örtüsü bulunmaktadır.

Podzollaşma: Yağışlı, serin iklim koşulları altında, kaba tekstürlü ve geçirgen ana materyalin bulunması halinde, demir, kil fraksiyonu ve organik maddenin üst topraktan yıkanarak profilin alt kesimlerinde birikmesi şeklinde ortaya çıkan bir toprak oluşumudur (Karaman, M. R., et al.).

Yağışlı bölgelerde bitki örtüsü çoğunlukla ormanlar olup, yüzeyde organik madde birikimi söz konusudur. Kuvvetli bir podzollaşmanın hüküm sürmesi için yıkanmayı sağlayacak yeterli düzeyde yağışın olması gerekir.

Kalsifikasyon: Kurak ve yarı kurak belgelerde yağışın az olması kalsiyum ve diğer iki değerli katyonların toprak profillerinden tamamen yıkanması için yeterli değildir. Ancak alt katlara doğru bir miktar yıkanma olur. Bu yıkanmanın derinliği de yine yağış miktarına bağlı olarak değişir. Bu şekilde yağışların yıkanmaları sonucu kurak ve yarı kurak bölgelerin toprak profillerinde çeşitli derinliklerde kireç birikimi ortaya çıkar. Bu olaya Kalsifikasyon adı verilmektedir. Kireç içeren topraklara ise 'kalkerli' veya kireçli topraklar' adı verilmektedir (Karaman, M. R., et al.).

Laterizasyon: Tropik ve yarı tropik bölgelerde bol yağış ve yüksek sıcaklıkta toprağın ayrışması en üst düzeylere ulaşır (Karaman, M. R., et al.).

Lateritleşme olayında Ca, Mg, K ve Na gibi bazlar çok fazla yağış sebebiyle hızla yıkanarak topraktan uzaklaşırlar. "Aynı zamanda organik madde de birbirini takip eden kurak ve yağışlı mevsimler sebebiyle çabucak mineralize olur.

Tuzlulaşma: Tuzlulaşma olayı toprakta tuzların fazla miktarda birikmesidir. Bu olaya daha çok kurak veya kurak iklim bölgelerinde rastlanır. Yağışlı bölgelerde toprakta bulunan tuzlar fazla yağışlarla yıkanarak yeraltı suyu aracılığı ile akarsulara, böylece göl ve denizlere taşınır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde ise minerallerin ayrışması sonucu açığa çıkan tuzların yıkanma ve taşınmaları mümkün değildir (Karaman, M. R., et al.).

2.3.8.2 İklim ve Toprak Verimliliği İlişkileri

Toprakların fiziksel özellikleri ile iklim koşulları arasında yakın bir ilişki vardır. Yağış ve serin iklim kaba tekstürün, sıcak ve kurak iklim ise ince tekstürün simgesidir. Sıcak ve kurak iklim parçalanmayı hızlandırmakta ve böylece ince tekstürlü topraklar ortaya çıkmaktadır.

Yağmur damlalarının yaptığı fiziksel parçalama etkisi, donan suyun kayaların fiziksel olarak parçalanmasına etkisi, akarsuların çeşitli kaya, taş ve toprak materyalinin parçalanmasına etkisi, buzulların fiziksel parçalanmadaki rolü, deniz sularının toprak oluşumundaki rolü, yüzey akış sularının toprak erozyonu ve toprak oluşumundaki rolü suyun yapmış olduğu önemli fiziksel etkilere (Karaman, M. R., et al.).

Toprakta kil minerallerinin cins ve miktarı iklime bağlı olarak değişir. Toprakta kil miktarı sıcaklık ve yağış miktarı arttıkça artar. Güney enlemlerin kırmızı renkli lateritik topraklarında kaolinit tipi kil mineralleri hkimdir. Buna karşılık ılıman iklim bölgelerinde illit ve montmorillonit tipi kil mineralleri hkimdir (ANGIR C. Toprak Bilgisi).

Yağışlı serin iklimlerde gerek kireç, gerekse diğer iyonların yıkanması sonucu, toprak kompleksleri geniş çapta hidrojen iyonları ile doyurulur ve topraklar asitleşir.

Bu tür koşullarda gerekli önlemler alınmadığı takdirde toprak hızla oraklaşır Ve sonuçta verimsiz hale gelir.

Toprak profilinin derinliği de iklimle yakında ilgilidir. Kurak-sıcak yörelerde toprakta çözünme kolay olmakta ve derin profiller oluşturmaktadır. Ancak bu bölgelerde rüzgar erozyonu şiddetli olduğundan toprak tabakası kolayca taşınarak çıplak kayalar ya da kumullar oluşabilmektedir.

Yağış miktarı, çeşitli bölgelerde farklı bitki örtüsünün oluşumuna sebep olduğu gibi, toprakta mikroorganizma ve diğer toprak canlılarının tür, miktar ve faaliyetlerine de etki eder.

İklimin bu etkisi özellikle toprak rutubeti, bitki besin elementleri, organik madde miktarı ve toprak reaksiyonunda meydana getirdiği değişimlerden ileri gelmektedir.

Nemli ve yeterli sıcaklığa sahip olan bölgelerde toprak canlılarının faaliyeti ve dolayısıyla karbon döngüsü daha fazla olduğundan, fazla miktarda organik kompleksler oluşur, toprak organik madde içeriği yüksektir.

Buna karşılık, yağışın yetersiz olduğu sıcak ve kurak bölgelerde organik madde hızla ayrışarak kayba uğrar ve ülkemizde olduğu gibi sınır değerlerin altına düşer. Toprak yüzeyindeki bitkisel örtü kaybolur, toprakta biyolojik aktivite azalır, sıcaklık ve yetersiz neme bağlı olarak toprak derinlemesine çatlar ve hızla verimliliğini kaybeder (Karaman, M. R., et al.).

Ayrıca donmuş toprakların ani sıcaklık artışı ile birden çözülmesi neticesinde toprak tabakasının hacmi büyür. Donan suyun hacmi % 9 oranında artış göstermektedir. Diğer taraftan st toprak tabakalarında donma esnasında toprak çözeltisinde ozmotik basınç artar ve aşağıdan yukarıya doğru büyük bir basınçla su çekilir ve böylece st toprak tabakasında buz kristalleri büyür ve toprağın hacminin genişlemesi daha çok artar.

Bu nedenle, özellikle gündüz hava sıcaklığının artması ve gece de tekrar düşmesi durumlarında bu olay tekrarlandığı zaman bitkinin kökleri koparak zararlanmalar söz konusu olabilmektedir.

Toprağın donması sonucu yukarı doğru yükselmesi “don kabarması”, don kabarması sonucu toprak içinde köklerin kopması da “don kesmesi” olarak adlandırılmaktadır

(Sencar ve ark., 1993). Yine bu koşullar altında toprak suyu donduğu için bitkilerin su alımı duracağından ve fizyolojik kuraklık denilen durum ortaya çıkacağından zarar artabilir (Taner ve Sade, 2005).

Sonuçta toprak sıcaklığı, iklim koşullarının en önemli ögesi olan hava sıcaklığı ile doğrudan ilgilidir. Dolayısıyla, yukarıda sayılan ve iklime bağlı olarak meydana gelen tüm değişimler, toprak verimliliğini de belirleyici rol oynar. İklim, toprak verimliliği öğelerine yaptığı bu etkiler dışında, doğrudan bitkisel verimi etkileyen bir faktör olarak da önem taşır. İklimin önemli öğelerinden olan yağış" ve sıcaklık, bitkisel üretimde verimi önemli ölçüde etkiler. Özellikle aşırı donlar, kuraklık ya da ani iklim değişiklikleri nedeniyle zarar gören tarımsal alanlarda, üretken toprakların verimliliklerini gösterebilmeleri elbette mümkün olmayacaktır (Kjeld ve Engvild, 2003).

Sonuç olarak, iklimin temel öğelerini oluşturan yağış, sıcaklık, rüzgar, ışık gibi koşullar, toprak verimliliğini doğrudan ya dolaylı olarak etkileyen ve diğer bir çok faktör ile etkileşim içerisinde olan önemli faktörlerdir. Bu tür faktörlerin pratikte kontrol edilmesi mümkün olmasa da modern tarım uygulamaları çerçevesinde kontrolü sağlanabilir (Karaman, M. R., et al.).

2.3.9 Toprak ve Besin

Toprak verimliliği verimli toprak için hayati önem taşımaktadır, ama bereketli bir toprak mutlaka üretken bir toprak değildir. Önemli organik maddeler, bitkinin yaklaşık %50'sini oluşturan fosfor (P) ve potasyum (K), humus (A-horizon) tabakasında yoğunlaşmıştır. Erozyon toprak kaybı ile verimliliğe olumsuz katkıda bulunur, bu tabaka humus tabakası olursa N, P, K, kaybı olur ve böylece potansiyel ürün veriminde düşüşe katkıda bulunur. Gübre ilavesi, gerekli alanlara bitki besin kaynağı ve doğal verimlilikte erozyon tarafından kaynaklanan kaybı karşılamada yardımcı olur. Ama olumlu toprakaltı malzeme varsa erozyona uğramış toprak verimliliği olumlu tepkiler verir. Toprak, bitki kök gelişimi için toprakaltı malzeme kötü fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğunda, erozyon tarafından aşırı kayıp ile verimlilik düşer ve gübrelerin girdileri sağlanamaz. Kırılgan alt tabaka, derin olan yerler, kaba kum ve çakıl veya yüksek yoğunluklu alanlarda veya çok az verim kayıpları olan yerlerde gübrelemeye olumlu tepkiler vardır.

Özetlemek gerekirse, toprak erozyonun önlenmesi, doğal toprak verimliliğini korumak ve gübre girdileri en aza indirmek demektir. Toprak verimliliği erozyonun etkisini anlamak için toprakların özelliklerini bilmek gerekir.

2.3.9.1 Toprak Verimliliği

Toprak verimliliği toprakta, bitkiler için yararlı olan besin miktarını ifade eder. Toprak verimliliği ürün rotasyonu, erozyon, organik yaşam mevcut ve ilave değişiklikler bağlı olarak yıldan yıla değişir. Toprak verimliliğinin konusu bahçıvanlar tanıdık ve yaygın organik ve kimyasal değişiklikler ile topraktaki elemanları ve besin yüklerini kapsar.

2.3.9.2 Temel Besin Elementleri

Bitkilerin gelişim ve büyümesinde bir veya birden fazla kendine özgü fonksiyonlara sahip 16 ayrı besin elementine ihtiyaç duyulur. Bitkiler tarafından göreceli büyük miktarda gereksinim duyulanlara makro besin elementleri, az miktarda gereksinim duyulanlara ise mikro besin elementleri denir. Bu besin elementlerinden 9 tanesi makro besin elementleridir. Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O) elementleri bitkiler tarafından esas olarak hava ve sudan sağlanır. Ayrıca Doğal Ham Hümik Asit esaslı Organik Toprak Düzenleyici materyallerden de sağlanır. Birincil makro besin elementleri olarak kabul edilen Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyum (K) ile ikincil makro besin elementleri olarak kabul edilen Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Kükürt (S) topraktan yada yapraktan gübreleme ile bitki tarafından alınır. Diğer 7 element ise göreceli olarak bitkiler tarafından çok az miktarlarda ihtiyaç duyulduğundan iz element yada mikro besin elementi olarak adlandırılır. Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Bakır (Cu), Molibden (Mo), Boron (B) ve Klorin (Cl) topraktan yada yapraktan gübreleme ile sağlanır (Karaman, M. R., et al.).

2.3.9.2.1 Besin Elementlerinin Kaynakları, Fonksiyonları ve Eksiklik Belirtileri

Karbon (C): Bütün bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddelerde bulunur ve kuru madde bazında ağırlıkça %45 ini oluşturur. Karbonhidratlar ve yağlarda hidrojen ve oksijenle, proteinlerde ise hidrojen, oksijen ve azotla birlikte bulunur. Bitkiye havadan karbondioksit (CO₂) formunda girdiği gibi Doğal Ham Hümik Asit esaslı Organik Toprak Düzenleyici materyalle kökler vasıtasıyla topraktan da alınır (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Hidrojen (H): Hemen hemen tüm organik materyallerde bulunur. Topraktaki besin elementlerinin bir taşıyıcısı olan suyun bir bileşeni olarak bitkiye girer. Doğal Ham Hümik Asit esaslı Organik Toprak Düzenleyici materyalle kökler tarafından topraktan da alınır (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Oksijen (O): Suyun ve organik materyallerin bir bileşenidir. Bitkiler için serbest element olarak gereklidir. Bitkiler tarafından havadan ve sudan alınır. Doğal Ham Hümik Asit esaslı Organik Toprak Düzenleyici materyalle kökler tarafından topraktan da alınır. Bitki metabolizmasında besinlerin yakılması için temel elementtir (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Azot (N): Bitkilerde yaprakların uygun gelişimi, protein üretimi ve fotosentez gibi fonksiyonların bir çoğu için gerekli bir besin elementidir. Bitki tarafından topraktan alınan azot, bitki bünyesinde proteinin yapı taşları amino asitlere dönüştürülür. Amino asitler protoplazma oluşumunda kullanılır. Protoplazma, bitkinin büyüme ve hücre bölünme yeri olduğundan enzimatik reaksiyonlar için gereklidir. Biotin, Tiamin, Niasin ve Riboflavin gibi vitaminlerin de temel elemanlarıdır. Bitki tarafından yeterli miktarda alınan azot, klorofilin yüksek konsantrasyonu nedeniyle koyu yeşil renk üretir.

Eksikliğinde klorofilin düşmesi, bitki gelişiminin durması ve yaprakların sararmasına neden olur. Sararma, önce eski yapraklarda başlar, daha sonra genç yapraklarda da görülür. Yetersiz azot, verim sınırlayıcı bir faktördür (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Azot, Amonyum Nitrat (%33,5 N), Üre (%46 N), MAP (%11 N), DAP (%18 N) gibi kimyasal gübrelerden sağlanır.

Fosfor (P): Bitkinin ilk gelişim döneminde çok önemlidir. Bitkinin fotosentez, solunum, enerji depolama ve transferi, hücre bölünmesi ve genişlemesi işlemlerinde rol oynar. İlk kök oluşumunu ve gelişmesini teşvik eder. Bir çok meyve ve sebzenin kalitesini iyileştirir. Tohum oluşumunda etkili olup bitkinin diğer bölümlerine göre tohumdaki içeriği yüksektir. Köklerin ve fidelerin daha hızlı gelişmesine yardım eder. Olgunlaşmayı hızlandırır. Bazı bitkilerde hastalıklara karşı direnç sağlar. Fosfor eksikliğinin ilk işareti, gelişimi durmuş bir görünümdür. Eski yapraklar genç yapraklardan daha önce etkilenir. Eksikliğinde çiçeklenme ve meyve tutumu sınırlanır. Erken doğum meyvelerde dökülme olur (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Fosfor, SP (%20 P₂O₅), TSP (%46 P₂O₅), MAP (%48 P₂O₅) ve DAP (%46 P₂O₅) gübrelerinden sağlanır.

Potasyum (K): Çok önemli bir bitki besin elementidir. Diğer hiçbir besin elementi onun yerini tutamaz. Bitki büyümesi ve gelişimi için zorunludur. Potasyum eksikliğinde fotosentez azalır, bitki solunum hızı artar. Böylece bitkinin karbonhidrat arzı düşer, Potasyum ayrıca protein sentezi için de zorunludur. Fotosentez, nişasta oluşumu, şekerin bitki bünyesinde dolaşımı ve klorofil için gereklidir. Bitkinin fotosentez (özümleme) faaliyetinde, meyve oluşumunda, demir gibi ağır metallerin yer değiştirmesinde ve iyonik dengede önemlidir. Enzimleri aktive eder, enzimlerin reaksiyon hızını kontrol eder. Bitkilerde soğuklamayı düzenler, hastalıklara karşı direnci artırır. Eksikliğinde, bitkinin eski yapraklarının dış kenarları boyunca yanma ve kavrulma görülür. Yapraklar kahverengiye dönüşür, gelişim durabilir. Kök sistemi çok az gelişim gösterir. Bitkide canlı görünüm kaybolur, hastalıklara davetkar bir hal gösterir. Meyve ve sebzenin kabukları kalınlaşmadığından dayanıksız olur ve raf ömrü kısalmır (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Potasyum, Potasyum Klorid (%60 K₂O), potasyum sülfat (%50 K₂O), potasyum nitrat (%44 K₂O) ve potasyum-magnezyum sülfat (%22 K₂O) gübrelerinden sağlanır.

Kalsiyum (Ca): Uygun kök ve yaprak gelişimi için gereklidir. Hücre duvarının yapı taşlarını oluşturur. Eksikliği, yüksek asidik topraklarda meydana gelir. Bazı enzim sistemlerini aktive eder, bitkilerde organik asitleri nötralize eder, aynı zamanda mikrobiyal aktiviteyi düzenler. Molibden elementinin kullanılabilirliğini ve diğer besin elementlerinin alımını artırır. Fazlalığı demir, çinko ve magnezyum alımını engeller. Eksikliği zayıf kök gelişimine neden olur (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Magnezyum (Mg): Klorofilin ana bileşenidir. Fotosentezi ve bazı enzim reaksiyonlarını aktive eder. Eksikliğinde bitkinin eski yapraklarında sarımsı, bronz ve

kırmızı benekler oluşur, bazı bitkilerin gövde ve dallarında zamklaşma görülür. Toprakta yüksek Ca/Mg oranı kronik magnezyum yetersizliğine yol açar. Magnezyumun en önemli görevi, klorofil molekülünde merkez katyon olmasıdır. Bitki yeterli magnezyum alamazsa, yeterli klorofil üretemeyecek, yeşil renk kaybolacak ve fotosentez yapamayacaktır. Zayıf gövde, uzun saçaklı kökler, yapraklarda yukarı doğru kıvrılma ve hasat öncesi meyve dökülmesi görülecektir (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Epsom tuzu (Mg-sülfat), potasyum sülfat ve potasyum-magnezyum sülfat (Sul-Po-Mag) gübreleri ile Mg içeren toprak düzenleyicilerden sağlanır (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Kükürt (S): Proteinin ana bileşenidir. Enzim ve vitaminlerin gelişmesine yardım eder. Metabolizma aktivasyonunda klorofil, fotosentez, nişasta oluşumu ve şeker dolaşımında gereklidir. Amino asitlerin ana elemanıdır. Eksikliğinde, genellikle genç yapraklar üzerinde açık yeşil renkler gösterir. Eksikliği, kumlu ve organik maddece zayıf topraklarda görülür. Bitki yeterli kükürt alamazsa, meyve olgunluğunda gecikme görülür. Kükürt, topraktan sülfat iyonları olarak alınır. Doğal ham hümik asit esaslı organik toprak düzenleyiciler, sülfatlı gübreler ve sülfatlı inorganik toprak düzenleyicilerden sağlanır (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Mikro besin elementleri

Demir (Fe): Bitkilerin gelişimini destekleyen önemli bir biofil elementtir. Yeşil bitkilerde kloroplast (Klorofil içeren canlı hücre) oluşumunda etki gösterir. Eksikliğinde yapraklarda sararmaya ve ileride kurumaya neden olur (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Çinko (Zn): Biosfer için önemlidir. Bitki hormonu Auxin ile bir arada bulunur. Metabolik reaksiyonları teşvik eder. Gövde uzamasında etkilidir. Klorofil oluşumu ve karbon hidrat üretimi için gereklidir (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Manganez (Mn): Bitki gelişimi için önemlidir. Enzim reaksiyonlarında ve klorofil oluşumunda gereklidir. Eksikliğinde yapraklarda sarı lekeler görülür (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Boron (B): Bitkilerin beslenmesi için önemlidir. Ribonükleik asitlerin (RNA) sentezi ve karbon hidrat metabolizması için gereklidir. Eksikliğinde birkaç tomurcuk bir arada oluşur. Yapraklar küçük olur. Öz çürüklüğü ve mantarlaşıma görülür (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Bakır (Cu): Bitkilerin gelişimini destekler. Enzim reaksiyonlarında hızlandırıcı (katalist) etkisi gösterir (WESTERMANN, D. T., 1993.).

Molibden (Mo): Bitkilerde nitratın azota (nitrojen) indirgenmesi ve azotun sabitlenmesi fonksiyonlarına sahiptir. Eksikliği protein içeriğini düşürür (WESTERMANN, D. T., 1993.).

2.3.9.3 Besin Elementleri ve Toprak Verimliliği İlişkileri

Toprakta bulunan bitki besin elementlerinin toprak verimliliği açısından en önemli özellikleri, çözünebilirlikleri ve bitkilere elverişli formlara dönüşmeleridir. Topraklarda toplam besin elementi miktarları genellikle bitki gelişimi açısından yeterli düzeylerde olsa da, elverişli formlara dönüştürülmedikçe bitkilerce alınamazlar. Bu nedenle, toprak analiz sonuçları değerlendirilirken çoğu besin elementlerinin toplam miktarı yerine, yararlanılabilir (çözünebilir) miktarları esas alınmaktadır.

2.3.9.3.1 Bitki Besin Elementlerinin Yararlanılabilirliği

Kayaların ayrışması sonucu ana materyalden besin elementleri serbest hale geçer ya da organik maddenin ayrışması sonucu N> P> K> Ca> Mg> S gibi çeşitli bitki besin elementleri mobilize olur ve serbest hale geçer. Bu olay, besin elementlerinin mobilizasyonu olarak tanımlanır (Karaman, M. R., et al.).

Suda Eriyebilen İyonik Form

Toprak çözeltisinde yer alır ve hemen elverişlidir. Toprak çözeltisinin konsantrasyonu da çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir. Örneğin, yağışlar sonucu konsantrasyonun düşmesine karşılık, evaporasyon (topraktan suyun buharlaşarak kaybolması) ve bitkilerde meydana gelen transpirasyon (yapraklardan suyun buharlaşarak kaybolması) olaylarının etkisiyle çözelti konsantrasyonu yükselmektedir. Yani ortamdan su uzaklaştıkça, suda çözünmüş halde bulunan maddelerin miktarı oransal olarak fazla duruma geçmektedir.

Değişebilir Fraksiyon

Toprakta mineral ve organik parçacıkların yüzeylerinde tutulan besin elementleri değişebilir formdadır. Örneğin, çözeltideki besin elementleri bitki köklerinde alındıkça, değişebilir haldeki besin elementleri çözeltiye geçer ve çözeltideki besin elementlerini takviye eder.

2.3.9.3.2 Besin Elementi Yararlanılabilirliğini Etkileyen Faktörler

2.3.9.3.2.1 Parçalanma ve Ayrışma

Toprak oluşunda önce kayalar toprak ana materyaline dönüşmekte ve sonra da toprak ana materyalinden toprak meydana gelmektedir. Bütün bu olayların gerçekleşmesi sırasında kayalar ve minerallerin ufalanması, parçalanması ve kimyasal ve biyolojik olayların etkisi ile ayrışmalarını takiben bazı yeni bileşiklerin ortaya çıkması söz konusudur.

Bu arada, başlangıçta bulunan veya sonradan oluşan suda çözünür bir kısım madde, orijinal yerinden uzaklaşır. Bu olayları takiben sekonder mineraller, özellikle kil mineralleri oluşur, organik madde birikir, kayaların yapısında bulunan ve bitkilerin alamayacağı formdaki besin elementleri serbest hale geçerek bitkiye yararlı formlarda toprakta tutulurlar (Karaman, M. R., et al.).

2.3.9.3.2 Mineralizasyon

Mineralizasyon, toprak organik maddesinin yapısında kompleks bileşikler halinde bulunan ve bu nedenle bitkilere yararlı olmayan besin elementlerinin, bitkiye yararlı basit inorganik formlara dönüşmesi olayıdır. Mineralizasyon olayı, toprakta yer alan mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu gerçekleşir. Mikroorganizmalar organik maddeyi parçalamak suretiyle kendi besin ve enerji ihtiyacını karşılar. Bu arada, Organik maddenin parçalanması sonucu azot, fosfor ve kükürt başta olmak üzere çok sayıda besin elementi bitkilere elverişli formlarda serbest hale geçer (Karaman, M. R., et al.).

2.3.9.4 Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Biyolojik Özelliklerine Etkisi

Toprak kalitesinin en önemli unsuru toprak organik maddesi ve topraktaki mikroorganizma sayısıdır. Toprak verimliliği ve kalitesi konusunda bilim adamları topraklardaki canlı sayısının önemli bir kriter olduğunu vurgulamaktadırlar. Topraklardaki canlı sayısı ne kadar fazla ise toprak o oranda verimlidir görüşündedirler. Topraklarda mikroorganizmaların yaşamını devam ettirebilmesi için beslenmeye ve enerjiye gereksinim duyarlar. Topraklardaki mikroorganizmaların temel besin ve enerji kaynağı ise organik maddedir. Üretim açısından topraklar bir fabrikaya benzetilebilir. Bir fabrikada çalışan işçiler ücret yetersizliği nedeni ile greve gidiyorsa veya işi hafifletiyorsa, o fabrikanın tam kapasite ile çalışması ve üretim yapması beklenemez. Benzer şekilde, topraklar da bir fabrikadır ve burada yaşayan canlılar bizlerin üretim işçileridir. Topraktaki canlıların tam kapasite çalışabilmeleri için yeterli düzeyde beslenmeleri gerekir. Bir toprağın organik madde içeriği ne kadar fazla ise, tarımsal üretim kapasitesi de o kadar yüksektir. Besin kaynağının az olduğu ortamda canlı sayısı azalmakta ve ancak zor koşullara adapte olabilenler ve güçlü olanlar ortamda kalabilmektedir. Toprakta organik madde yetersiz düzeyde ise topraklardaki canlı sayısı azalacak ve dolayısıyla toprakların üretim kapasitesi de azalacaktır. Çeşitli zamanlarda topraklara uygulanan suni gübrelerin amacı kısa vadede sadece bitkileri beslemek olup, toprak canlıları açısından önemli bir faydası yoktur. Sürekli suni gübreler ile üretim yapmak sürdürülebilir tarım açısından mümkün değildir. Bir noktadan sonra insanlarda görülen yorgunluk, artık topraklarda da görülmeye başlar ve verim zamanla azalır (ÖNER M. Mikrobial Ekoloji).

2.3.9.5 Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Tarımsal üretimde toprakların işlenebilmesi ve kullanımı belirleyen önemli faktörlerden birisi de toprağın fiziksel özellikleridir. Toprakların yapısı, tekstürü, havalanması, su tutma kapasitesi, bireysel toprak parçacıklarının birbirine bağlanması gibi toprak özellikleri fiziksel özellikler olarak değerlendirilir. Organik madde toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirerek bitkiler için uygun bir ortamın ortaya çıkmasını sağlar. Bu konuda ahır gübresi ile yapılan araştırmada organik gübrelerin toprakların su tutma kapasitesini artırdığı ahır gübresi verilen alanlarda verilmeyene oranla iki kez daha fazla suyun toprağa girdiği belirlenmiştir. Bu durum, organik gübrelerin bireysel toprak taneciklerini birbirine bağlayarak topraklara süngerimsi bir yapı kazandırmasından ileri gelmektedir.

Organik gübreler topraklarda bireysel toprak parçacıklarını birbirine bağlayarak iyi bir toprak yapısının oluşmasını sağlar. İyi toprak yapısı da toprak erozyonunu azaltır. Killi topraklarda ise toprak sıkışıklığını azaltarak toprakların gevşek bir yapı kazanmasını ve kaymak tabakası oluşumunu azaltır. İyi toprak yapısı topraklarda su ve bitki besin maddelerinin tutunması sağlar. Killi (yapışkan ve çamur) topraklarda ise toprak yapısı iyileşir ve topraklar daha çabuk tava (toprağın işlenebilmesi için uygun nem miktarı) gelir ve sürüm kolaylığı sağlanır. Organik madde içeriği iyi olan topraklarda bitki kök bölgesinde havalanma (atmosferden toprağa oksijen girişi, topraktan karbondioksit çıkışı) iyi olduğundan bitki gelişimi daha iyidir. Organik maddelerin ayrışması ile topraklar koyu bir renk alır. Koyu renkli topraklar açık renkli topraklara göre daha fazla güneş ışığını tutar ve toprak sıcaklığı artar. Toprak sıcaklığının artması ile bitki kök gelişimi ve topraklarda kimyasal reaksiyonlarda artmaktadır.

2.3.9.6 Organik Maddenin (Gübrelerin) Toprakların Kimyasal Özelliklerine Etkisi

Organik maddeler, birçok bitki besin maddelerinin esas kaynağını oluşturmaktadır. Farklı organik maddelerin bitki besin içeriği değişmekle birlikte, dışarıdan suni gübreler ilave edilmiyorsa toplam toprak azotunun %90-99, toprak fosforunun %33-37'si ve topraklardaki kükürdün %70-80'ni toprak organik maddesi sağlamaktadır. Bunlarla beraber toprak organik maddesi potasyum, mangan, bor, bakır, çinko, molibden gibi diğer farklı bitki besin maddelerini de içermektedir. Organik maddelerin içerdiği bitki besin maddeleri, organik maddelerin ayrışması sırasında yavaş yavaş bitkiler tarafından alınabilir hale geçmekte ve bitkiler bu besin elementlerini 3-5 yıla kadar sürekli alabilmektedir. Organik madde içeriği iyi olan topraklar suni gübrelerin topraktan çabucak yıkanarak taban sularının kirlenmesini önler ve uygulanan gübrelerden bitkilerin daha fazla faydalanmasını sağlar.

Topraklarda organik maddelerin ayrışması sırasında açığa çıkan organik bileşikler, topraklarda bitkiler tarafından alınamaz konumda olan bitki besin maddelerini

alınabilir konuma getirir. Aynı zamanda, organik bileşikler toprakta bitki besin maddelerini tutan kil yüzeylerine tutunarak besin maddelerinin killer tarafından tutunmasını azaltır ve bitkiler tarafından alınamaz konuma dönüşmesini engeller. Böylece toprak verimliliği ve bitki gelişimi de artar.

Organik maddeler toprakların tamponlama kapasitesini artırır. Tamponlama özelliği ile kireç, gübre, zehirli bileşikler ve diğer maddelerin ilavesi ile topraklarda meydana gelecek ani değişmelerin (insanlarda tansiyon yükselmesi veya düşmesi gibi) önüne geçilir.

2.3.9.7 Toprakların Organik Madde Kapsamı Nasıl Korunmalı ve Artırılmalıdır?

Toprak organik maddesinin sürekliliğini sağlamak için organik madde artışını sağlayan bitkilere (yeşil gübreler) ekimde yer verilmelidir. Yeşil gübreleme yani bitkilerin çiçeklenme döneminde sürülerek toprak ile karıştırılması 3-5 yılda bir yapılmalıdır. Tahıl, sebze ve yem bitkisi münavebesi toprakların organik madde kapsamını korumakta ve artırmaktadır. Mümkün olduğu kadar topraklarda daha fazla anız artıkları bırakılmalı ve yakılmamalıdır. Özellikle tahıllarda ürün hasat edildikten sonra, anız artıkları daha sonraki ekim sırasında sorun yaratıyorsa, mümkünse toprak gölge tavında işlenmeli ve anız artıklarının toprak ile karışması sağlanmalıdır (ÇANGIR C. Toprak Bilgisi).

Tarımsal üretimin devamlılığı için hayvan gübreleri ve diğer organik maddeler mutlaka tarlalara ve bahçelere verilmelidir. Sap ve saman atıkları, çeşitli bitkisel ve hayvansal atıklar ve organik gübreler toprak ile karıştırılarak toprak organik maddesi artırılabilir. Hayvan gübreleri ve organik gübreler toprağa uygulandıktan sonra mutlaka toprak ile karıştırılmalıdır. Aksi takdirde özellikle hayvan gübresinde bulunan azot, gaz haline dönüşür ve kaybolur.

2.4 Reaksiyon ve Toprak Verimliliği

Toprak verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri de toprak reaksiyonudur. Toprakta yetişen bütün yüksek yapılı bitkilerle, üzerinde yaşayan bütün mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri doğrudan ya da dolaylı olarak toprak reaksiyonuna bağlıdır. Toprak reaksiyonunun verimlilik açısından en önemli fonksiyonları şunlardır:

a) Bitki gelişimine etkisi: Her bitkinin kendine uygun yaşadığı bir ortam vardır. Bu ortamlar asit, alkali, ve nötr olabilir. Bitkiler farklı ortamlarda yetiştirilmek istenirse ortamın pH'sı dolaylı ya da doğrudan bitki gelişimini etkileyebilir. Genel olarak bütün bitkiler fazla asidik topraklarda gelişemezler.

b) Bitki besin elementlerinin elverişliliği üzerine etkisi: Bitki besin elementlerinin bitkilere olan yararları ile pH değerleri arasında yakın bir ilişki vardır. Bazı durumlarda

ortamın pH değerinin değışmesi bitkilerin topraktaki besin elementlerinden yararlanmasını güçleştirir. Çünkü pH değeri değıştiğinde besin elementleri çözünmez bileşikler hâline geçebilirler. Bu durumda da bitkiler bu maddeleri alamazlar.

c) Besin elementlerinin bitkilerce alımı üzerine etkisi: Bitki kökleri topraktaki besin maddelerini en iyi pH 6,5 ve pH 7,5 arasındaki alır. Topraktaki asitlik artarsa bitki köklerinin hücre zarlarının yapısı bozularak geçirgenliği artar. Hücre içinden dışarıya madde geçişi olur. Bitki besin elementlerinden yararlanamaz.

d) Toprak canlıları üzerine etkisi: Toprak reaksiyonu toprakta yaşayan canlılar üzerinde de etkilidir. Düşük pH değerlerinde toprakta mantarların aktiviteleri artar. Yüksek pH durumlarında ise bakteriler hızla çoğalırlar. Bakteriler 6,0–8,0, aktinomisetler 7,0–7,5 ve mantarlar 4.0–5.0 pH derecelerinde maksimum seviyede yaşarlar.

2.4.1 Topraklarda Tamponlama Olayı

Topraklar tamponlama özelliğine sahiptir. Killi ve organik maddesi çok olan topraklarda tamponlama seviyesi daha yüksektir. Topraklara hidrojen ilave edildiğinde, hidrojen iyonlarının bir kısmı topraktaki hidroksil iyonları tarafından tutulur. Dolayısıyla toprağın pH' sı hemen değışim göstermez. Bu olaya tamponlama denir.

2.4.1.1 Tamponlamanın Toprak Verimi Açısından Önemi

Toprağın tamponlama gücünün tarımsal açıdan önemini iki grupta toplayabiliriz.

- ❖ Toprak pH' sınırın sabit seviyede tutulması
- ❖ Toprak reaksiyonunu değıştirmek için gerekli maddenin toprağın tamponlama kapasitesine uygun olarak ayarlanması.

Topraktaki pH'da meydana gelecek ani değışiklikler toprak koşullarının kötüleşmesine yol açar. Bu durum bitkiler ve mikroorganizmaların zarar görmesine neden olur. Ayrıca topraktaki besin elementlerinin de yarayışlılığını ortadan kaldırır. Toprağı ıslah etmek için kullanılacak madde miktarı, kullanılacak maddenin tamponlama gücüyle yakından ilgilidir. Eğer toprağın tamponlama kapasitesi büyükse kullanılacak maddenin miktarı da o kadar artacaktır.

2.4.2 Toprak Tuzluluğu ve Alkaliliği

Tuzlu topraklarda klor, sülfat, karbonat ve bikarbonat gibi anyonlarla, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi katyonlar bulunur. Toprakta bulunan bu anyon ve katyonlar birleşerek tuzları oluşturur. Doğada en bol bulunan tuz sodyum klorürdür. Yukarıda sayılan bu anyon ve katyonlar bitkiye zarar verecek kadar fazlaysa, bu topraklara tuzlu topraklar denir. Alkali topraklar ise, genellikle açık renkli

ve kabuk bağlamış topraklara denir. Tuzlu topraklarda özellikle sodyum iyonu fazla bulunur. Tuzlu ve alkali toprakların oluşumunda üç aşama ortaya çıkar.

- Tuzlulaşma
- Tuzlulaşma - Alkalileşme
- Alkalileşme

2.4.2.1 Tuzlu ve Alkali Toprakların Özellikleri

Tuzlu topraklar içerdikleri tuz oranına göre üçe ayrılırlar. Topraklar sınıflandırırken toplam çözünebilir tuz miktarına, toprağın pH' sına ve değişebilir sodyum yüzdesine bakılır. Bütün topraklar bir miktar suda çözünebilir tuz içerirler. Bu tuz oranı bitkiye zarar verecek kadar çoksa, bu topraklar tuzlu topraklardır. Tuzlu topraklar en kolay ıslah edilebilen topraklardır. Uygun bir drenaj sistemi ile bu sorun ortadan kaldırılabılır. Tuzlu topraklar genellikle normal fiziksel koşullara sahiptir. İyi yapılı ve geçirgendirler (Karaman, M. R., et al.).

Tuzlu topraklarda suyun hareketi toprak yüzeyine doğru olursa toprak yüzeyinde beyaz tuz tabakası meydana gelir. Suda çözünmüş tuz topraktaki kılcal kanallardan toprak yüzüne çıkar. Su, buharlaşır tuz ise toprak yüzeyinde kalır ve tabaka oluşturur. Bu tuzlar çoğunlukla kalsiyum, magnezyum, sodyum anyonları olan klorür, sülfat ve karbonatlardır (UYGUR, V. and RIMMER, D.L., 2000).

Yüksek sodyum içeren topraklarda bulunan organik maddelerin sodyum tarafından küçük parçalara ayrılması ile alkali topraklar ortaya çıkar. Alkali topraklar ıslakken yapışkan, su geçirmeyen ve kaygan görünümlü topraklardır. Kuruduklarında ise sertleşir, kesekleşir ve kabuk bağlar. Bu topraklar nemli iken sürüldüklerinde arazide kaygan görünüm olur ve lastik izleri ortaya çıkar. Alkali toprakların ıslahı güçtür. İyi havalanmamış ve toksin maddesi çok olan bu topraklar bitki gelişimine elverişli değildir (UYGUR, V. and RIMMER, D.L., 2000).

Topraklarda hem tuz hem de alkali maddeler varsa bu topraklara tuzlu- alkali topraklar denir. Bu topraklar hem tuzlu toprakların hem de alkali toprakların özelliklerini gösterirler (Karaman, M. R., et al.).

2.4.2.2 Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı

Tuzlu ve alkali toprakların düzeltilmesi yedi evrede gerçekleştirilir.

- Tuzluluk testi yapılmalıdır.
- Problemin kaynağı belirlenmelidir.

- Tuzlanmaya neden olan faktör ortadan kaldırılmalıdır. Gerekirse drenaj yapılmalıdır.
- Topraklara kimyasal ıslah edici maddeler ilave edilmelidir.
- Toprağın organik maddelerle karışması sağlanmalıdır. Bu olay toprağın su geçirgenliğini artırır.
- Tuzlu toprağın yakınında su varsa sulama yapılmalıdır.
- Toprak yıkanmalıdır. Daha sonra da tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilmelidir.

Yukarıda açıklanan bu evrelerden de anlaşılacağı gibi tuzlu toprakları ıslah etmek için bazı maddeleri kullanmak ve tuzluluğu önleyecek tedbirler almak yeterlidir. Alınacak tedbirler ise, yıkama, drenaj, toprağa ıslah edici maddeler ve organik madde ilavesidir (Karaman, M. R., et al.).

2.4.2.3 Toprak Tuzluluğu, Alkaliliği ve Verimlilik İlişkileri

Tuzlu topraklar genelde verimsiz, ancak başka bir engel olmadığı takdirde potansiyel olarak verim gücüne sahip olan topraklardır. Toprak çözeltisindeki aşırı tuzlardan dolayı bu topraklarda bitki gelişemez, ya da tuz düzeyine bağlı olarak bitki gelişimi ve beslenme düzeni olumsuz yönde etkilenir (Taban ve Katkat, 2000; Bemstin ve ark., 2003; Adiloğlu ve ark., 2007).

Özellikle tuzların neden olduğu yüksek osmotik basınç, bitkilerce su ve besin elementi absorpsiyonunu engeller. Yarı geçirgen hücre zarları bitki besinlerini alırken, sınırlı bir osmotik basınca sahiptir. Dış ortamdaki tuz konsantrasyonunun bunun üzerinde olduğu durumda topraktan bitkiye doğru olan su akımı tersine döner ve bitkiler ölür. Böylece tuzlu topraklarda solma katsayısı yüksek ve alınabilir su miktarı düşüktür (Karaman, M. R., et al.).

Toprakların fiziksel özellikleri genellikle toprakların kimyasal bileşimi ile de yakından ilgilidir. Örneğin, toprakta sodyum düzeyine bağlı olarak toprak strüktürü, infiltrasyon hızı, hava ve su geçirgenliği (permeabilitesi), gözenek miktarı ve gevşekliği gibi fiziksel özelliklerin değiştiği belirlenmiştir. Toprak komplekslerinde adsorbe edilen sodyum miktarı, toplam katyonların %10-15'inden fazla olduğu takdirde, kil kompleksleri dispersiyon durumuna geçer. Bu durumda toprak daha az geçirgen bir hale gelir.

Toprakta sodyum iyonlarının artması toprakların kurudukları zaman kabuk bağlamalarına, çatlama ve yarılmalarına, hava ve su geçirgenliğinin azalmasına neden oldukları gibi, tohumların çimlenmelerini ve toprakların işlenmelerini de oldukça güçleştirir (Karaman, M. R., et al.).

Toprakların sodyum içerikleri ile hava, su ve strüktür indeksi arasındaki ilişkileri araştıran Yeşilsoy ve Yılmaz (1998), toprakların sodyum içeriğinin % 20 olduğu durumlarda hava geçirgenliğinin yaklaşık % 10 oranında düştüğünü, % 40 oranındaki sodyumun hava geçirgenliğini % 30 düzeyinde düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Aynı araştırmada, sodyum içeriğinin % 5 olması ile birlikte su geçirgenliğinin yarı yarıya azaldığını, artan sodyum ile birlikte strüktür indeksinin hızla arttığını (toprak yapısının bozulduğunu) belirlemişlerdir.

Bitkiler optimum gelişmeleri için, toprak çözeltisinde besin elementlerinin dengeli oranlarda bulunmasını isterler. Örneğin, toprak çözeltisinde yüksek konsantrasyonlarda kalsiyum iyonlarının bulunması, bitkilerin yeterli düzeyde potasyum absorbe etmelerini önler veya diğer iyonların yüksek konsantrasyonlarda bulunması yeter miktarda kalsiyumun alınmasını engeller (Karaman, M. R., et al.).

Alkalin topraklardaki yüksek pH; Fe, Cu, Mn ve Zn gibi mikrobesein elementlerinin    nebilirliğinin azalmasına yol açar. Toprak kolloidleri % 40-50 oranında Na ile doymuş ise bitki besin elementlerinin alınma dengesi bozulur (Karaman, M. R., et al.).

Tuzlu ve alkali topraklar; gerek tuzların toksik etkileri gerekse osmotik basıncın artması ve kötü havalanma koşulları nedeniyle mikroorganizma faaliyetlerini olumsuz yönde etkiler. Mikroorganizma faaliyetleri ise başta topraktaki doğal besin döngüsü olmak üzere, toprak verimliliğinin sürdürebilirliği açısından önemlidir (Karaman, M. R., et al.).

3. TARTIşMA

Toprağın verimliliğini etkileyen faktörlerin en önemlisi toprağın strüktür yapısıdır. Toprağın besin maddesi tutabilme kapasitesi ve bitki yetiştirme çeşitliliğini belirleyen faktördür. Verimliliğin düşük olduğu yerlerde ise strüktür yapısı ve ihtiya a göre organik madde takviyesi yapılır. Gübreleme dediğimiz bu olay toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısını değiştirmektedir. Toprak yapısına giren gübre, toprağın karışması sırasında tav halini, girdiler ile organik madde oranını, hava ve su ile etkileşiminden dolayı kimyasal yapısı değiştirmektedir. Bu durumlar göz önüne alınarak gerekli ölçümler sonucunda değişim yoluna gidilmeli.

Verimliliğin devamı için toprak yapısının kontrolü, gerekli halinde organik madde takviyesi yapılmalıdır. Tüm etkenlerin toprak verimliliğine katkısı birbiri ile ilişkilidir. Örneğin toprağın havalanması toprağın tav halinin değişmesine bu durumda toprağın sıkışıklılığının azalmasına neden olur. Bunun sonucunda da toprak içinde tutulan O₂ miktarı artar. Direk olarak kökler tarafından alınan oksijen kök gelişimine ana etken olur. Bu da gelişen bitkinin dökülen yaprakları toprağa dönüşünde organik madde miktarı olumlu yönde artış gösterecektir.

Yukarıdaki örnekte gösterildiği gibi etki eden faktörlerin tamamı birbiri ile bağlantılıdır. Zincirin bozulması verimlilik sisteminin bozulmasına neden olur. Verimliliğin devamını sağlamak için gerekli eksikliği tanımlanması ve onun üzerine geliştirmelere gidilmesi yeterlidir.

4. KAYNAKLAR

Anonim, 1980. Toprak Aşınımı (Soil Erosion) Köyleri ve kooperatif Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Fen Heyeti Müdürlüğü, Ankara, 1979, Topraksu Kartoğrafya Müdürlüğü baskısı, 1980, 25 pp.

Banco de Mexico. 1980. *Leucaena (huaje), leguminosa tropical Mexicana. Usos y potential*. FIRA, Banco de Mexico.

1985b. The tropical environment for maize cultivation. In A. Brandolini and F. Salamaini (eds.), *Breeding strategies for maize production improvement in the tropics*. Rome, Italy: FAO/UN.

Campbell, C. A. and Souster, W. 1982. Loss of organic matter and potentially mineralizable nitrogen from Saskatchewan soils due to cropping. *Can. J. Soil Sci.* 62: 651-656.

ÇANGIR C. Toprak Bilgisi. 178 S. Trakya Ün. Ziraat Fak. Yay. No: 116, 1991. Tekirdağ.

ERGENE A. Toprak Biliminin Esasları. 370 S. Atatürk Ün. Yay. No: 635, 1987. Erzurum.

ERİNÇ, S. 1969, *Klimatoloji ve metodları*. İst. Üni. yay. nu. 994, Coğrafya Enstitüsü yay. nu. 35 (XV+538). Taş Matbaası- İstanbul.

FAO. 1983. *Leucaena leucocephala: The Indonesian experience*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

GÜZEL, N., GÜLÜT, K.Y., BÜYÜK, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246. Ders Kitapları No: A-80.

GÖRCELİOĞLU, E. 1974, Türkiye’de toprak erozyonunun kapsamı ve önemi. İst. Üni. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, cilt 24, sayı 1 (107 – 120)- İstanbul.

G. C. 1986. Restoring productivity to an artificially eroded Dark Brown Chernozemic soil under dryland conditions. *Can. J. Soil Sci.* 66: 273-285.

Halliday, J. and P. Somesagaran. 1983. Nodulation, nitrogen fixation and Rhizobium strain affinities in the genus *Leucaena*. In *Leucaena research in the Asia-Pacific region*. Ottawa: IDRC.

Henning, S. J. and Khalaf, J. A. 1985. Topsoil depth and management effects on crop production in north central Iowa. Pages 59-65 in Erosion and soil productivity. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich. Publ. No. 8-85.

Hu, Ta Wei. 1987. Use of nitrogen fixing trees for pulpwood. Waimanalo, Hawaii: NFTA.

IDRC. 1982. Leucaena research in the Asia-Pacific Region. Proceedings of Workshop, IDRC and NFTA, Singapore, November 1982.

IRMAK, A. 1972, (1. Baskısı 1968), Toprak İlmî. İst. Üni. Yay .nu. 1268, Orman Fak. Yay. nu. 121 (XII + 299), Taş Matbaası – İstanbul.

Jones, R.J. and R.A. Bray. 1983. Agronomic research in the development of leucaena as a pasture legume in Australia. In Leucaena research in the Asia-Pacific region. Ottawa: IDRC.

Karaca, M. ve N. Munsuz, 1980. Nadas Toprak İşlemesi Derinlik ve Yöntemlerinin İnfiltrasyona Etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.

KACAR, B. 1984, Bitki Besleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay. nu. 899, Ders kitabı nu, 250 (X+317). Ankara Üniversitesi Basımevi – Ankara.

KANTARCI, M.D. 1972-2, Toprakların genetik ve ekolojik yönden sınıflandırılması (Genetische und ökologische Bodenklassifikationen). İst. Üni. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, cilt 22, sayı 2 (150-197) – İstanbul.

McKee, R and A.D. McNair, 1948. Winter legumes for green manure in the cotton belt. USDA Far. Bull. No: 1663.

Malo, D. D. and Worcester, B. K. 1975. Soil fertility and crop responses at selected landscape positions. Agron. J. 67: 391-401.

MARSCHNER, H., 1994. Rhizosphere pH effect on Phosphorus Nutrition, in: C. Johansen, K.K. Lee, K.K. Sharma, G.V. Subbarao, E.A. Kueneman (Eds.), Proceedings of an FAO/ICRISAT Expert Consultancy Workshop on Genetic Manipulation of Crop Plant to Enhance Integrated Nutrient Management in Cropping Systems- 1. Phosphorus, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, India, pp: 107-115.

NIKOLAYEV, A. V. 1962. Rational method for determining the microaggregate state of soils: Tadzbikistana, No. 3.

Olvera E.M., M. Benge and S.H. West. 1985. World literature on leucaena *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit. Monograph 11, Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida.

ÖNER M. Mikrobial Ekoloji. 282 S. Ege Üv. Fen Fak. Kitaplar Sci. No: 100, 1987 İzmir.

Perera, Viator. 1983. Leucaena for erosion control and green manure in Sikka. In Leucaena research in the Asia-Pacific region. Ottawa: IDRC.

Paper, Department of Agronomy, University of Puerto Rico, Mayaguez.

SERASBOOK, C.E., BENNET O.L. and PEARSON, R.W., 1959. The Interaction of Nitrogen and Moisture and Cotton Yield and Either Characteristics. Argon Jour. 51, 718–721.

Schroder, E.C. 1986. Recent advances in leucaena research. Misc.

Trinick, M.J. 1980. Relationships amongst the fast-growing rhizobia of *Lablab purpureus*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa* spp., *Acacia farnesiana* and *Sesbania grandiflora* and their affinities with other rhizobial groups. J. Appl. Bacteriol. 49: 39-53.

UYGUR, V. and RIMMER, D.L., 2000. Reactions of Zinc with Iron-Oxide Coated Calcite Surfaces of Alkaline pH. Europ. J. Soil. Sci., 51: 511-516.

WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992. Fertilizer-Nitrogen Use Efficiency of Irrigated Wheat: II. Partitioning Efficiency of Preplant Versus Late-Season Application. Argon. J. 84: 689–694.

WESTERMANN, D. T., 1993. Fertility Management. Pp 77–86. In: Rowe, R.C. et al. (Eds) Potato Health Management. Potato Assoc. Am. St. Paul, MN.

Wood GH and Wood RA (1967). The estimation of cane root development and distribution using radiophosphorus. Proc S Afr Sug Technol Ass 41: 160-168.

Yost, R.S. and R.L. Fox. 1979. Contribution of mycorrhizae to P nutrition of crops growing on an oxisol. Agron. J. 71: 903-908.

Karaman, M. R., et al. "Sürdürülebilir Toprak Verimliliği." *Detay yayıncılık, Ankara* (2007).

Malavolta, E., G. C. Vitti, and SADE OLIVEIRA. "Evaluación del estado nutricional de las plantas. Principios y aplicaciones.." Boletín de PROMECAFE (Guatemala) 56 (1992).

Gallardo, A., et al. "Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta." *Revista Ecosistemas* 18.2 (2009).

Başer, A. ve Tüzüner, A. 1988. Toprak sıkışmasının azot dönüşümüne etkisi. Toprak Ve Gübre Araş. Enst. Müd. Genel Yayın No: 146, Rapor Seri No: R-70, Ankara.

Brady, N.C. and Weil, R.R. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Upper Saddle River, NJ. pp. 9990, ISBN 1978-0-13-227938-3, Prentice Hall.

Ergene, A. 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Yayın No:886, Erzurum.

Foth, H.D. 1990. Fundamentals of Soil Science. 8. ed. pp. 360, John Wiley & Sons. New York.

Abrol LP., Yadav, J.S.P. and Massoud, F.I. 1988. Salt affected soils and their management. FAO Soils Bulletin N0.39, Rome.

Adiloğlu, S., Adiloğlu, A. and Özkil, M. 2007. Effect of different levels of NaCl and KCl on growth and some biological indexes of wheat plant. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (11): 1941 - 1943

Bernstin, N., Zilberstaine, M., Loffe, M. and Meiri, A. 2003. Effects of salt-stress on root and shoot growth in avocado. In: M.L. Arpaia and R. Hofshi (eds.), Proceedings of Avocado Brainstonning. Oct. 31-November 1, Ventura, CA.

Karanlık, S. and Çakmak, İ. 1996. Tolerance to salinity stress in different wheat genotypes. 18th International Soil Meeting. Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology. Proceedings Vol:2, pp. 630-637, May 22-26.

Taban, S. and Katkat, A.V. 2000. Effect of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoot and root of maize plant. Journal of Agr. Sci. 6 (2):119-122,

Yeşilsoy, M.Ş. Ve Yılmaz, K. 1998. Toprakların sodyum içerikleri ile hava, su ve strölctür indeksi arasındaki ilişkiler. M. Şefik ve YEŞİLİSOY İnf. Symposium on Arid Region Soil. pp. 345-349 Menemen, İzmir.

Kjeld, C. and Engvild, A. 2003. A review of the risk of sudden global cooling and its effects on agriculture and forestal meteorology,