

## KAYNAK KORUYUCU GİRDİ KULLANIMI

Uygun AKSOY<sup>1</sup>, Bülent OKUR<sup>2</sup>, M. Ali UL<sup>3</sup>, Özlem TUNCAY<sup>4</sup>, Ela ATIŞ<sup>5</sup>

### ÖZET

Hızla artan dünya nüfusunun gıda, giyecek ve yakıt ihtiyacının karşılanabilmesi için doğal kaynaklar hızla tüketilmeye başlanmıştır. Ancak özellikle yenilenemeyen kaynakların kirlenmesi ve yok olması, tarımdaki uygulamaların yeniden, bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmesine yol açmıştır. Su, bu kirlenmelerden daha hızlı etkilenirken, heterojen yapıdaki toprak ise daha geç fakat daha kalıcı biçimde etkilenmektedir. Kirlilik olarak tanımlanan bu kavram, enerji üretimi, çeşitli endüstriyel işlemler, evsel ve kentsel atıklar, tarımsal faaliyetler yanında doğa olayları veya doğal kökenli bazı nedenlerden oluşmaktadır. Sentetik girdi kullanımına kısıtlamalar getiren sürdürülebilir, entegre, ekolojik (organik) tarım gibi alternatif tarım sistemleri toprak, su, hava, gen kaynakları gibi doğal kaynakları korumak amacı ile geliştirilmiştir.

### 1. GİRİŞ

Doğal kaynakların kullanımı ve tarımın gelişimi, insanlık tarihinin gelişimi ile yakından ilişkilidir. Yaklaşık 10 000 yıl kadar önce insanlar henüz avcılık ve doğadan toplama yolu ile beslenirken dünya nüfusu 5 milyon kadar idi. Nüfus özellikle besin kaynaklarının bol olduğu alanlarda yoğunlaşmaya başlamış, ancak mevcut av ve toplamaya uygun kaynakların giderek azalması, evcilleştirme ve kültüre almayı da beraberinde getirmiştir. Şehirleşmenin başlangıcı 5000 yıl kadar önceye gitmektedir. Dünyadaki önemli adım taşlarından biri 2500 yıl önce dünya nüfusunun 100 milyona ulaşmasıdır. Nüfus artış hızının en önemli göstergesi ikiye katlanma zamanıdır. 2000 yıl kadar önce 250 milyon olan dünya nüfusunun 500 milyona çıkması yani ikiye katlanması için 1650 yıl gerekmiştir. Bu süre daha sonra 200 yıla inmiş ve 1830 yılında 1 milyar nüfusa ulaşılmıştır. 2 milyara katlanması için 100 yıl, 4 milyar için ise 45 yıl geçmesi yeterli olmuştur. 1965 yılında bu süre 36 yıl olarak hesaplanırken nüfus artış hızının kontrolüne yönelik programlarda başarı sağlanması ile 1990'lı yılların sonunda yeniden 48 yıla yükselmiştir (Buhr and Sinclair, 1998).

<sup>1</sup> Prof. Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

<sup>2</sup> Doç. Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

<sup>3</sup> Doç. Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

<sup>4</sup> Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

<sup>5</sup> Yrd. Doç. Dr. E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü 35100 Bornova-İZMİR

1960-70'li yıllarda artan dünya nüfusunun beslenme, giyecek (lif) ve enerji (yakıt) ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla ile tarımda girdi kullanımının artırılarak endüstrileşmesi yönündeki tarım politikaları (*Yeşil Devrim*) ülkesel ve global düzeyde uygulamaya koyulmuştur. Ancak 1980'li yıllara ulaşıldığında bu politikaların sonucu bazı sorunlar da ortaya çıkmaya başlamıştır. Dünya tahıl üretimi 1950-1984 yılları arasında dünya nüfus artış hızının üzerinde bir artışla 2.6 kat artmıştır. Ancak birim alandaki üretim artışı ise 1950-1984 arasındaki dönemde % 3 iken, 1984-1993 döneminde % 1 düzeyinde kalmıştır. Dünyanın en büyük pirinç üreticisi olan Çin'de 1970'li yıllarda hektara verim yılda % 4.0 düzeyinde artarken 1980'li yıllarda verim artış hızı % 1.6'ya düşmüş, 1990'lı yıllarda ise % 1'in altında kalmıştır. Gıda ihtiyacının belirli ölçüde karşılanmasına rağmen birim alandan elde edilen verimde düşüşler saptanmıştır. Ayrıca, nüfus artışının bir örnek olmaması ve bazı ülkelerde yıllık artışın halen % 4 düzeyinde seyretmesi (ikiye katlanma süresi 18 yıl) de sorunları arttırmaktadır. 1990-2050 yılları arasında Çin'de nüfus planlama programlarının etkisi sonucunda nüfusun 1.2 milyardan 2.0 milyara ulaşması beklenirken, Afrika'da % 280'lik bir artışla 600 milyondan 2.3 milyara ulaşacağı hesaplanmaktadır. Nüfus artışının % 90 oranında 'gelişmekte' olan ülkelere gerçekleşeceği bilinmektedir. Bu ülkelerdeki üretimin yetersiz oluşu sorunun boyutlarının arttırmaktadır. Gıda talebinin yükselmesinde nüfus artışı tek etken olarak görülmemektedir. 1990'lı yılların ortalarında artan gıda talebinin % 50 oranında nüfus artışından diğer yarısının ise beslenme alışkanlıklarındaki değişimden ortaya çıktığı bildirilmektedir. Gelir düzeyinin yükseldiği 'gelişmiş' ülkelerde beslenme tarzı değişmekte et tüketimi ve buna bağlı olarak tahıl ve dane baklagillerin hayvan yemi olarak kullanımı artış göstermektedir (Gardner and Sinclair, 1998).

Dünya nüfusunun ve yaşam standardının hızlı artışı, başta pamuk olmak üzere doğal kökenli tekstil talebini de arttırmıştır. 1950'de dünya pamuk üretimi ve tüketimi 7.5 milyon ton iken 1995'te 45 yıl sonunda dünya tüketimi üçe katlanmıştır. Artan talep, ekiliş alanının genişletilmesi ile değil, çoğunlukla üretimde daha fazla girdi kullanılarak entansifleşmesi sonucu birim alandan daha yüksek verim elde edilerek sağlanmıştır.

Ormanlar ve çayır-mera alanları yeryüzünde karaların üçte birini, yaklaşık 5.5 milyar hektarlık bir alanı kaplamakta ve çevre sorunlarından etkilenmektedir. Nüfusun hızlı artışı, ormanların ziraata açma veya iskan amacı ile tahribini hızlandırmıştır. Ayrıca yakıt, kereste veya kağıt hammaddesi olarak giderek artan oranlarda kullanılmaları hızı arttırmıştır. Ormanların tahribi ve aşırı otlatma beraberce yüzey akışı ve toprak erozyonunu artırarak akiferlerin beslenmesini ve toprak verimliliğini azaltmakta, çoraklaşmaya neden olmaktadır.

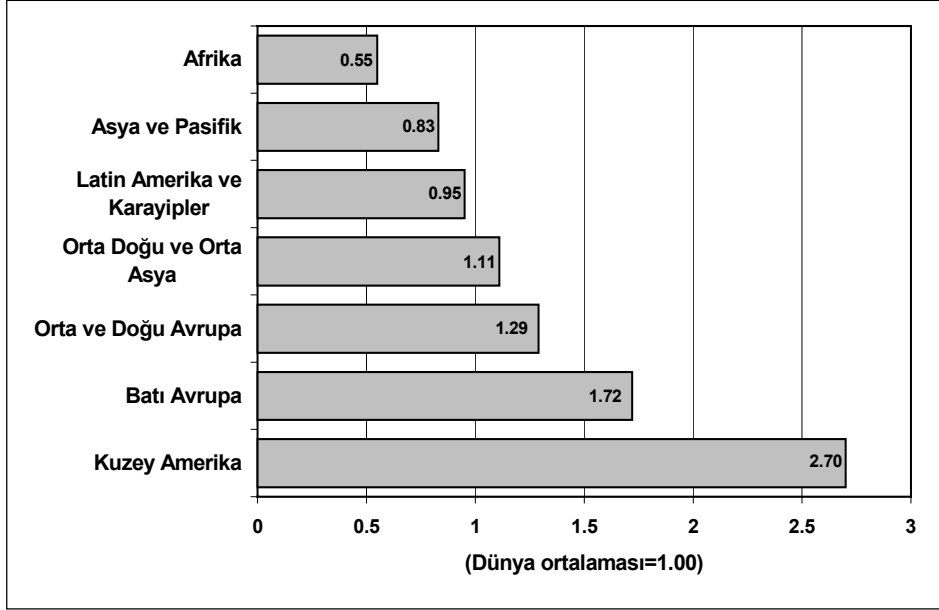
Ürün talebinin nüfus artışına bağlı olarak artması ekonomik ve çevresel birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Dünya üzerindeki farklı kıtaların gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak doğal kaynakları tüketme oranları Şekil 1'de verilmiştir. Ekonomik açıdan besin maddeleri elastik değildir; günlük kullanım ne-

deni ile kıt olduklarında fiyatları hemen hızla artmaktadır. Ortaya çıkan dengesizlikler özellikle az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeleri etkilemektedir. Bugün, tarıma elverişli alanların ve su kaynaklarının kısıtlı olması ve birim alandan alınan verimdeki düşüşler gıda güvenliği açısından sorunlar yaratmaktadır. Çevre açısından ise ormanların yok olması, verimli üst toprak katmanlarının erozyonla kaybolması, su kaynaklarının azalması ve kalitesinin düşmesi, yenilenemeyen doğal kaynakların tüketilmesi en başta gelen konular olarak dikkati çekmektedir (Buhr and Sinclair, 1998).

Doğal kaynakların korunmasına yönelik çok değişik yaklaşımlar ileri sürülmüştür. Bunlar (1) sömürme (2) koruma (3) kullanma (4) ekolojik veya sürdürülebilir yaklaşım olarak dört başlık altında toplanabilir. *Sömürme*, daha çok 1900'lü yılların başında uygulanan ve mevcut kaynakların tüketilinceye dek sömürülmesi ve yok olduğunda yeni alanlara kayma şeklinde özetlenebilir. Ancak bu yaklaşım, çoğunlukla erozyon, hava kirliliği ve yaban hayatın yok edilmesi ile sonuçlanmıştır. *Koruyucu* yaklaşım ise doğal kaynakları koruma altına alarak her türlü etkileşimden uzak tutulması anlamına gelmektedir. Özellikle yatırımcılar ve ekonomik açıdan tepki görmüş bir yaklaşımdır. *Kullanmayı* esas alan ve 1980'lerde başlayan yaklaşımda ise yenilenebilir kaynakların (toprak, çayır-mera, orman, yaban hayatı, balık ve su ürünleri ve benzeri) tüketilmeden sürdürülebilir verimliliğinin sağlanması ana hedeftir. Koruma altındaki alanda ürünler gelecek nesiller de dikkate alınarak hasat edilmektedir. *Ekolojik* yaklaşımda ise hedef, sadece ürün veren veya verimli bireyin koruma altına alınması değil onunla birlikte bulunduğu fiziksel ve biyolojik çevrenin de bütünsel bir yaklaşımla korunmasıdır. Örneğin bir meyve bahçesinde sadece ürün veren ağaçlar değil ekosistem tümüyle toprak, çevredeki yeşil alanlar, faydalı böcekler vs. birlikte düşünülerek kullanma programları hazırlanır.

*Ekosistem*, aynı fiziksel çevreyi paylaşan oldukça birörnek yapıya sahip organizmaların oluşturduğu topluluk olarak tanımlanabilir. Doğal ekosistemler oldukça karmaşık yapıda iken insanlar tarafından yönlendirilen tarımsal ekosistemler daha basit bir yapı sergiler. Doğal ekosistemler ile agroekosistemlerin arasındaki farklılıklar Çizelge 1'de verilmiştir. Tarımsal ekosistemlerde giderek yoğunlaşan ve tek yönlü gelişen uygulamalar mevcut kaynakların hızla tükenmesine ve sürdürülebilirliğin tehlikeye girmesine neden olmuştur. Ele alınan kaynaklar yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar olarak iki grup altında toplanabilmektedir. *Yenilenebilir kaynaklar*, doğal işlemlerle yenilenen toprak, çayır-mera, orman, balık, yaban hayatı, hava ve su gibi kaynaklardır. Bu kaynaklar rejenere edilebilirlerse de aşırı tüketim sonucu yok olabilirler. *Yenilenemeyen kaynaklar* ise belirli miktarlarda bulunmakta, doğal işlemlerle yenilenemeyen veya yenilense bile o toplum tarafından hemen kullanılmayacak olan kaynaklardır. Fosil yakıtlar (petrol, kömür, doğal gaz), metalik mineral maddeler (bakır, alüminyum) ve metal olmayan mineraller (fosfatlar, magnezyum) bu gruba girmektedir. Toplumun sürdürülebilir bir yapı kazanabil-

mesi yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların yönetimine uygun stratejilerin geliştirilip uygulanabilmesine bağlıdır.



Şekil 1. Doğal kaynakların tüketimi (Baydar, 1998).

## 2. DOĞAL KAYNAKLAR

### 2.1. Toprak Kaynaklarını Kullanmada Optimizasyon

Doğal kaynakların temelini oluşturan ve kendileri de birer kaynak olan toprak, su, hava ve gen kaynakları tükenen kaynak niteliğindedir. Ancak doğal veya edafik kökenli katı-sıvı veya gaz formundaki kirlenmelerden açık ve yoğun bir şekilde etkilenmektedirler. Homojen bir yapıya sahip olan su, bu kirlenmelerden daha hızlı etkilenirken, heterojen yapıdaki toprak ise daha geç fakat daha kalıcı biçimde etkilenmektedir. Kirlilik olarak tanımlanan bu kavram, enerji üretimi, çeşitli endüstriyel işlemler, evsel ve kentsel atıklar ve tarımsal faaliyetler yanında doğa olaylarının meydana gelmesi ile veya doğal kökenli bazı nedenlerden oluşmaktadır.

Sürdürülebilir tarımın asıl amacı kaynak koruyucu girdi döngüsünün oluşturulmasıdır. Bu döngü azaltılmış toprak işleme, atık suların yeniden kullanımı, bitkilerden arta kalan materyallerin kompostlaştırılarak yeniden toprağa kazandırılması, dengeli ve bilinçli gübre-pestisid ve su kullanımı, yapay N'lu

gübrelerin kullanımı yerine N fikse eden mikroorganizmalardan yararlanma gibi çok sayıdaki faktörü içermektedir. Bu ve benzeri olanaklardan tarımda yararlanmanın amacı hem çevre kirlenmesinin azalmasına hem de üreticilerin ekonomik olarak daha az harcama yapmasına yol açar.

Örneğin; tarım alanlarından ve tarımsal işletmelerden arta kalan bitkisel ve hayvansal kaynaklı tüm organik atıklar kompost yapımında kullanılabilir. Tarlada veya işletme yanında kurulacak olan çok basit bir tesis bu iş için yeterlidir. Altı geçirimsiz toprak veya beton olan yere yığılan bitkisel artıklar fermentasyona terk edilir. Materyalin cinsine göre 6-24 ay arasında fermente olan atıklar bu süre sonunda ideal bir organik madde kaynağı haline alacaktır. Bir miktar mineral gübre ile de zenginleştirilmiş olan bu kompost toprak yüzeyine veya toprak içerisine gömülerek kullanılabilir. Böylesi kıymetli bir organik madde kaynağının çevre kirlenmesine yol açması veya yakılarak yok edilmesi bu yolla önlenmiş olacaktır.

Topraklara yeşil gübre uygulaması kaynak koruyucu girdi kullanımı sağlamanın yanı sıra toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek ek bir yarar getirmektedir. Topraklara kompost, ahır gübresi, yeşil gübreleme ve diğer yollarla kazandırılan organik maddenin toprakta devamlılığı ve korunması amacı ile bir dizi önlemlerin alınması geleceğe yönelik olarak toprak için harcanacak parayı azaltmış olacaktır. Daha da önemlisi toprak verimliliği süreklilik kazanır hale gelecektir.

Ticari gübrelere alternatif bir diğer uygulama da azot fikse eden mikroorganizmalardan yararlanmaktır. Tarımda baklagil bitkileri ile ortak yaşayan Rhizobium bakterileri en önemli azot fikse edicilerdir. Baklagillerle ortak yaşayan bu bakteriler, yılda 50-350 kg/ha arasındaki saf azotu toprağa kazandırmaktadırlar. Ancak toprakların havalanmasının iyi olması, C/N oranı geniş olan organik maddelerin toprağa ilave edilmesi ve toprak reaksiyonunun (pH'nın) 6'dan büyük olması ve toprakta yeterli fosforun bulunması bu bakterilerin aktivasyonunu hızlandıracaktır (Okur, 1996). Çeltik üretim alanlarında da, ortama aşılana mavi yeşil algler ortalama 27 kg/ha saf azotu toprağa kazandırarak, ticari gübre kullanımına alternatif, çevreye dost, üreticiye kazanç sağlayacaktır.

Yine doğal kökenli atıklardan mezbaha atıkları, tütün, meyve-sebze işleme tesislerinin atıkları, pamuk küspesi, prina, cibre vb. atıkların laboratuvar analizleri ve kalibrasyon çalışmaları yapıldıktan sonra tarım alanlarında kullanımları olasıdır.

Topraktaki organik madde ve birçok bitki besin elementinin toprak işleme ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Toprakları işleyen aletlerin asıl amacı tohumu iyi bir yatak hazırlamak ve çimlenen bu tohumun gelişmesine yardımcı olmaktır. Toprak üzerinde gezen bu aletlerin topraklara uyguladıkları kuvvetler

zamanla toprak porları denilen gözenek hacmini azaltmakta ve bu durum da bitkisel üretim ve verimde düşüöşlere neden olmaktadır (Blevins ve ark., 1984).

Toprak gözenekliliği, toprağın volüm ağırlığı, topraktaki su ve hava hareketinin bitkilerin kök büyüme ve gelişmesine, toprak üstü vegetatif aksamalarına ve ürüne yansıdığı bir çok toprak fizikçisi tarafından açıklanmıştır (Baver, 1956; Akalan, 1973). Toprakların aşırı şekilde işlenmesi hem toprağı sıkıştırarak ve onun fiziksel özelliklerini bozacak hem de aşırı havalanması nedeniyle topraktaki organik madde hızla parçalanıp ayrışacaktır. Bu durumun da toprakta organik madde kaybına neden olacağı kesindir.

Fazlaca toprak işlemenin bir diğer olumsuz yönü de tükenebilen kaynak niteliğindeki toprakların erozyona uğramasına yol açmasıdır. Aşırı düzeyde toprağı işleyen tarım alet ve makineleri, strüktür denilen toprak yapısının bozulmasına ve incelen toprak zerreciklerinin su ve rüzgar erozyonuna daha duyarlı hale gelmesine sebep olacaktır. Yine, üreticilerin topraklarını eğim yönüne paralel değil de dik sürmesi toprakların erozyon ile kaybını önleyecektir. Sadece üreticiler için değil ölkemiz için de en değerli doğal varlıklarımızdan olan topraklarımızın en küçük parçası bile kaybedilmemelidir.

Koruyucu toprak işleme ise erozyon kontrolünü sağlamak üzere pulluk ile sürümü sınırlamaktadır. Bu kısıtlama kısmi veya tümünden olabilmektedir. Koruyucu sistemlerde yeni ürün ekileceğinde toprak yüzeyinin en az % 30'u bir önceki mahsulün kalıntıları ile örtülü halde olmaktadır. Geleneksel toprak işlemede ise bu oran % 3' dür. Böylece toprak korunmakta, zaman ve yakıt tüketimi azaltılmaktadır. ABD'de koruyucu toprak işleme teknikleri 1962 yılında tüm işlenen alanların % 2'sini oluştururken, 1994'te % 35'e çıkmış, 2000 yılında ise % 50'ye ulaşması beklenmektedir. Toprağın işlenmediği durumlarda ise özel aletler geliştirilerek ve doğrudan ekimin yapılabileceği şekilde toprakta dar yarıklar açılmaktadır. Böylece bir önceki üretim sezonundan kalan atıkların tümü toprak yüzeyinde kalmaktadır. Ancak sınırlı toprak işlemenin bazı avantajlarının yanı sıra olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Topraklara yapay gübrelere N'un yanı sıra P ve Ca gibi bazı makro elementlerin de doğal yollarla kazandırılması olasıdır. Ölkemizde geniş yataklar halinde bulunan fosfor özellikle belirli bir toprak derinliği ve kök bölgesine uygulandığı zaman daha etkili ve yararlı olmaktadır. Ölkemizin Mardin-Mazıdağı yöresinde bulunan fosfat yataklarının ülke genelindeki miktarı 300-400 milyon tondur. Fosfat kayalarının toprağa uygulanmasında da en önemli konu parçacık boyutlarının mümkün olduğunca küçük olmasıdır.

**Çizelge 1.** Doğal ve Tarımsal Ekosistemlerin Karşılaştırılması (Gardner and Sinclair, 1998).

	<b>Doğal ekosistem</b>	<b>Tarımsal ekosistem</b>
<b>Kontrol</b>	İçsel etkileşim mekanizmaları	Dıştan ekonomik ve sosyal faktörlere bağlı olarak insanlar tarafından
<b>Enerji akışı</b>	Fotosentezde kimyasal enerjiye çevrilmek üzere güneş enerjisi	Güneş enerjisi + fosil yakıtlar
<b>Çeşitlilik</b>	Zengin biyolojik çeşitlilik	Çoğunlukla monokültür ve rekabet edici organizmalar yokedilmekte
<b>Atıklar</b>	İklim, tür, ve büyüme hızına bağlı çok miktarda atık	Artıklar yakılmakta veya gömülmekte olduğundan çok az atık
<b>Besin Maddeleri Döngüsü</b>	Bitkiden bitkiye veya farklı kısımları arasında döngü	Hasatla uzaklaştırıldığından takviye gerektirmekte
<b>Toprak Organik Maddesi</b>	Organik madde birikimi yüksek	Toprak işleme ve havalanmaya bağlı organik maddenin oksidasyonu

**Çizelge 2.** Tarımsal Üretimde Toprağı İşlemeden Bırakmanın Avantajları ve Dezavantajları (Owen, Chiras and Reganold, 1998).

<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
1. İş gücü ihtiyacı % 30-50, yakıt tüketimi % 30-50 oranında azalır	1. Üreticilerin toprak işleme konusunu daha iyi bilmeleri ve ekim işlemi için özel aletlere sahip olmalarını gerektirir
2. Alet-ekipmanların aşınıp yıpranması azalır	2. Her ürün için uygun olmayabilir
3. Toprak erozyonu % 90 oranında önlenir	3. Eğer tohum ekimi yapılacak alanın tesviyesi yeterli değilse tohumların çimlenme yüzdeleri temasın kötü olması nedeni ile düşük olabilir.
4. Çevredeki dere, göl gibi su kaynaklarında sedimentasyon ve gübrelere kaynaklanan kirlenme (ötrofikasyon) azaltılır	4. Yüksek toprak nem değerleri nedeni ile bitki hastalıkları oranı yükselebilir. Benzer durum kemirici ve zararlılar için de geçerlidir.
5. Evaporasyon ve yüzey akışın azalmasına bağlı olarak toprak nemi daha iyi tutar	5. Yabancı ot populasyonları artabileceği için bitki besin maddeleri ve su açısından rekabet ortaya çıkabilir sonuçta daha fazla herbisid kullanımına yol açılabilir.
6. Başlangıçtan 3-5 yıl sonra çok ince tekstürlü ve drenajı kötü olan topraklar haricinde verimde artışlar gözlenir	6. Artan girdi kullanımı nedeni ile daha fazla enerji tüketilmektedir (özellikle gübre ve pestisid üretiminde)
7. Aynı mevsim içinde birlikte ekime olanak verir, örneğin buğday hasadından hemen sonra soya fasulyesi ekilebilir.	7. Toprakta anaerobik cepler oluşabilir ve sonuçta denitrifikasyon bakterilerinin daha aktif hale geçmesi nedeni ile denitrifikasyon sonucu azot kaybı hızlanmaktadır.
8. Bitki artıkları yaban hayatı için de barınak ve besin sağlarlar	8. Toprak sıcaklığının özellikle ilkbaharda daha düşük olması nedeni ile çimlenme yavaşlamakta ve tutum oranı azalmaktadır.
9. Yakıt tüketiminin ve rüzgar erozyonuna bağlı tozun azalması nedeni ile hava kirliliği ortadan kalkar	

## 2.2. Su Kaynaklarının Kullanımının Optimizasyonu

Hızla artan Dünya nüfusunun yiyecek ve giyecek gereksinmesinin karşılanmasında, modern tarım teknikleri yanında, sulu tarım önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, günümüzde şehirleşme ve sanayideki artışla birlikte toprak ve su kaynaklarının tarım dışı amaçlı kullanımı da giderek artmakta ve bu yönden büyük bir rekabet yaşanmaktadır. Hatta bazı bölgelerde gözlenen yoğun yapılaşma, erozyon, kirlilik ve kuraklık gibi nedenlerle tarımsal amaçlı su kaynakları tamamen yok olabilmektedir. Sorunun çözümüne yönelik alınabilecek önlemlerin ilki, tarımsal amaçlı kaynakların korunması ve etkin bir şekilde kullanılmasıdır. Bu konuda yapılacak çalışmalar, toprak-su-bitki ilişkilerini anlamayı ve bu döngüyü belirli mühendislik kurallarına uygun olarak etkilemeyi gerektirir. Ülkemizin genel olarak kurak ve yarı-kurak iklim kuşağı içerisinde yer aldığı da dikkate alındığında, optimum bitki yetiştiriciliği yönünden, sulama uygulamalarının büyük bir önem taşıdığı görülmektedir.

Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi, ancak, bilinçli ve tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmesi ile olasıdır. Bu ise konunun, su kaynağından üretime kadar bir bütün olarak ele alınmasını ve belirli bir bölge ve bitki için optimum sulama programlarının çıkarılmasını gerektirir. Bu yönden yapılacak çalışmaların sürdürülebilir tarım stratejileri üzerine de önemli oranda etkisi bulunmaktadır.

Sulama genel anlamda, optimum bitki gelişimi yönünden gereksinim duyulan ve doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, uygun zamanda ve miktarda, yapay yollarla bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi bitkisel üretimde gereksinilen suyun ana kaynağı doğal yağışlardır. Ancak, yağışların gerek miktar gerekse zaman içindeki dağılımının yetersiz olduğu koşullarda ideal bir bitki yetiştiriciliği için sulama uygulaması zorunlu olmaktadır. ABD'de Kaliforniya'daki meyve yetiştirilen vadilerde uygulanan suyun ancak  $\frac{1}{4}$ 'ünden bitkinin kök sisteminin yararlandığı,  $\frac{3}{4}$ 'ünün ise evaporasyon, su kullanımı yüksek olan yabancı otlar veya yeraltına süzülme nedeniyle bitki tarafından kullanılmadığı bildirilmektedir. Bu noktada sulamalardan beklenen faydanın sağlanması, herhangi bir bölge ve bitki için belirli bir programa göre uygulanması ile mümkündür. Sulamanın programlanması terimi ise genel olarak, sulamada kullanılacak suyun derlenmesi, iletimi, dağıtımı ve fazla suyun ortamdaki uzaklaştırılması gibi zincirleme bir şekilde cereyan eden olayların her aşamasını kapsamaktadır. Bu aşamalardan herhangi birinde yapılacak eksik yada yanlış bir uygulama sulamalardan beklenen faydanın elde edilememesi yanında, daha önce yaşanmayan kimi sorunları da beraberinde getirebilecektir. Bu yönden yapılacak çalışmaların sürdürülebilir tarım stratejileri üzerine de önemli oranda etkisi bulunmaktadır. Su, tarımın ayrılmaz ve en önemli girdilerinden birisidir. Yoğun tarımın yapıldığı bir çok yörede iyi kaliteli sulama suyunu bulmak her geçen yıl daha da güçleşmektedir. Artan çevre kirliliğine paralel yerüstü suları gibi, yeraltı su kaynaklarımızda ciddi bir kirlenme ile

karşı karşıyadır. Suyun daha etkin kullanımı yanında çözüm amacı ile bölgesel veya ülkesel koşullara uygun birçok strateji geliştirilebilir. Bunları: (1) atık suların geri kazandırılması (2) yer altı su kaynaklarının geliştirilmesi (3) deniz suyundan sulamada yararlanma ve tuzun giderilerek kullanımı (4) yağmur oluşturma (5) yüzey sularının suyun kıt olduğu alanlara yönlendirilmesi (6) tuza ve kurağa dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin ıslahı ve kullanımı şeklinde sıralamak mümkündür. Gerek kirliliği ve gerekse tuzlu sulama sularının sulama amacıyla kullanımı olasıdır. Ancak mutlaka toprak ve suyun analiz edilmesi ve uzmanların önerileri doğrultusunda, uygun toprak koşullarında, uygun bitki türleri ve çeşitleri için kullanılmalıdır. Çeşitli endüstrilerden ve özellikle de gıda endüstrisinden atılan suların tarımsal amaçlı kullanım olasılığı yüksek olmakla birlikte varsa yapılmış olan kalibrasyon çalışmaları dikkate alınmalı veya mutlaka uzman görüşüne başvurulmalıdır.

Sulamanın tarihi insanlık tarihi ile birlikte başlamaktadır. İlk uygarlıkların doğuşundan önce bile bitkisel üretim amacıyla ilkel sulama tekniklerinin kullanıldığı bilinmektedir. Uygarlıkların çoğu suyun bulunduğu ve sulamanın yapıldığı bölgelerde gelişmiştir. Tarihsel bilgilerden ilk toplumların Mısır'daki Nil nehri havzası (M.Ö.6000), Mezopotamya (M.Ö.4000), Çin (M.Ö. 3000) ve Hindistan (M.Ö. 2500) olmak üzere 4 önemli nehir havzasında sulamaları başarıyla uyguladıkları anlaşılmaktadır.

1984 yılı verilerine göre Dünyada sulanan alan miktarının  $220 \times 10^6$  ha olduğu bilinmektedir. Bu rakam tarım yapılan toplam alanların % 20'sine karşılık gelmekle birlikte sulanan alanlardan elde edilen üretim, toplam üretimin % 40'ı düzeyindedir. Genel olarak belirtilen bu oran, sulanan alandan elde edilen verimin sulanmayan alanlara göre çok daha yüksek olduğunu açıkça göstermektedir. Bu sonuç, tarımsal üretim girdileri arasında sulamanın, çok büyük öneme sahip olduğu bir kez daha ortaya koymaktadır. 1961 yılı göz önüne alındığında sulanan alan miktarının yaklaşık  $137 \times 10^6$  ha olduğu görülmektedir. Bu verilere göre, söz konusu yıllar arasında (1961-1984) dünyada sulanan alan miktarı yönünden her yıl için % 2'lik artış yaşanmıştır.

Anadolu'nun çeşitli yerlerinde de eski uygarlıklardan kalma sulama tesisleri bulunmaktadır. Türkiye'de Devlet eliyle ilk kez 1905 yılında Çumra'da 50.000 ha'lık alanın sulanması için tesisler kurulmaya başlanmış ve 1908 yılında Konya Ovası sulama tesisleri tamamlanmıştır. Bugün için ülkemizde yaklaşık  $8.5 \times 10^6$  ha olarak kabul edilen ekonomik anlamda sulanabilir tarım arazisinin toplam olarak  $4.542 \times 10^6$  ha'ı sulanır durumdadır. Bu değer  $3.462 \times 10^6$  ha'ı halk, geriye kalan bölümü ise devlet sulamaları şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu konuda bugüne kadar ülkemizde ele alınan en büyük proje olan Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) tamamlanmasıyla da yaklaşık  $1.7 \times 10^6$  ha alan daha sulamaya açılacaktır. Bu miktar bugün için sulanan alanların yaklaşık % 50'sine karşılık gelmektedir ki başlı başına bu değer bile projenin ne denli büyük ve ülkemiz için ne denli önemli olduğunu göstermeye yetmektedir.

Ülkemizin tarımsal amaçlı kullanım yönünden su kaynağı potansiyelinin oldukça iyi olduğu söylenebilir. Gerçekten de diğer ülkelerle bu yönden bir karşılaştırma yapıldığında, büyük olanaklara sahip olduğumuz açıkça görülmektedir. Bu yönden bazı rakamsal değerler verilecek olursa; Yapılan meteorolojik ölçüm sonuçlarına göre, yurdumuzun yıllık yağış ortalaması 652.5 mm'dir. Türkiye'nin yüzölçümünün de yaklaşık 78 x 106 ha olduğu dikkate alındığında bu yağıştan sağlanan yıllık su miktarı  $509 \times 10^9 \text{ m}^3$  olarak hesaplanabilir. Yine Hidrolojik gözlem sonuçlarından Türkiye için ortalama yüzey akış katsayısının % 36 olduğu düşünüldüğünde, düşen toplam yağışın 206 mm yani  $185 \times 10^9 \text{ m}^3$ 'ünün yüzey akışa geçerek akarsuları beslediği kabul edilmektedir. Düşen yağışın diğer kısmı (% 64'ü), buharlaşma, bitkisel terleme vb nedenlerle yüzey akışa geçmemektedir.

Yukarıdaki hesaba göre, yılda yaklaşık  $185 \times 10^9 \text{ m}^3$  olarak belirtilen akarsuların tamamını kullanmak genellikle teknik yönden olanaksızdır. Bu sular, bir etki olmadığı durumda, ya komşu ülkelere akıp gitmekte, yada sınırlarımız içinde deniz, göl ve bataklıklarda son bulmaktadır. Diğer yandan bu akarsuların bir bölümünün belli ölçülerde komşu ülkelerin hak ve gereksinimlerini karşılamak üzere Devletler Hukuku yönünden serbest bırakılması bir zorunluluktur. Bundan başka, deniz suyunun iç kısımlara geçmemesi, balık yaşamının korunması, suların kirlenmesinin önlenmesi ve nehir taşımacılığına olanak sağlanması gibi nedenlerle de yeterli ölçüde suyun sürekli olarak akarsu yataklarına verilmesi gerekmektedir. Yapılan tüm bu hesaplamalar sonucu, ülkemizde tüketici amaçlarla kullanılmayan suların yılda ortalama  $90 \times 10^9 \text{ m}^3$  olacağı tahmin edilmektedir. Diğer bir ifadeyle içme, kullanma, enerji üretimi ve sulama gibi alanlar için kullanılmaya uygun akarsuların faydalanılabilir miktarı  $95 \times 10^9 \text{ m}^3$  olmaktadır. öte yandan yeraltı suları potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan etütlere göre, bu potansiyelin de  $9.5 \times 10^9 \text{ m}^3$  olduğu tahmin edilmektedir. Böylece Türkiye'nin yerüstü ve yeraltı yıllık su potansiyelinin toplam olarak  $104.5 \times 10^9 \text{ m}^3$  olduğu söylenebilir.

Çeltik de dahil olmak üzere ülkemizde tarımı yapılan tüm kültür bitkilerinin bir yıl boyunca gereksinim duydukları su miktarı ve ekim-dikim alanları dikkate alındığında, yukarıda belirtilen potansiyelin ihtiyacı rahatça karşılayabileceği görülmektedir. Ancak bu noktada en büyük sorun; suyun olduğu yerde sulanacak bitkinin, bitkinin bulunduğu yerde ise suyun olmaması, daha da önemlisi mevcut suyun etkin bir şekilde kullanılmamasıdır. Söz konusu sorunların çözümüne yönelik olarak yapılacak çalışmaların, ülkemizin tarım potansiyeli başta olmak üzere halkın gelir düzeyini de arttıracak yönde etki yapacağı yadsınamaz bir gerçektir.

Türkiye'nin su kaynakları 26 büyük drenaj havzasına bölünerek ele alınmaktadır. Bu havzaların su ve toprak potansiyeli ile sulama uygulamalarına ilişkin değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeden Fırat ve Dicle nehirlerinin Türkiye'nin toplam su kaynaklarının % 28.5' ine karşılık gelerek en önemli dre-

naj havzasını oluşturduğu görülmektedir. Diğer önemli nehir havzaları Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya havzaları olup bunlarda toplamın % 19.9'unu oluşturmaktadır. 1999 yılı itibariyle 193 büyük ve yaklaşık 900 küçük tip baraj yapımı tamamlanmış ve başta sulama olmak üzere, elektrik enerjisi üretimi, taşkın kontrolü ve içme-kullanma gibi diğer amaçlar için yararlanır durumdadır. Diğer yandan 105 büyük ve 200 küçük tip baraj yapım aşamasında olup, 47 baraj bitirilmek üzeredir. Belirtilen nehir havzalarında yüzey su kaynaklarının tümünü kontrol edebilmek amacıyla toplam 704 büyük tip barajın yapımı planlanmış durumdadır (Anonymous, 1999).

Sulama geliştirme çalışmalarının maliyeti küçük tip projeler için (< 1000 ha) 1750 US\$/ha, büyük tip projeler için ise (> 1000 ha) 3000 US\$/ha düzeyindedir. Söz konusu projelerin işletim maliyetleri ise küçük tip projeler için 70 US\$/ha, büyük tip projeler için ise 50 US\$/ha düzeyindedir (Anonymous, 1997).

1997 yılında 28.2 km<sup>3</sup> yüzey, yaklaşık 6 km<sup>3</sup> yer altı olmak üzere toplam 34.2 km<sup>3</sup> su kullanılmış olup bunların kullanım alanlarına göre yüzdesel dağılımı sırasıyla tarım alanları için % 74, yerleşim alanları için % 16 ve endüstriyel amaçlı % 10 şeklindedir (Çakmak, 1997). Türkiye'nin yıllık atık su potansiyeli 2.4 km<sup>3</sup> olup bununun 0.1 km<sup>3</sup>'lük bölümü artırılarak yeniden kullanılabilir duruma getirilmektedir.

1993 yılına kadar Devlet tarafından gerçekleştirilen büyük tip sulama sistemlerinin işletim ve yönetimi DSI'nce yürütülmekte idi. Ancak bu tarihten sonra Devlet tarafından işletilen sulama sistemlerinin yaklaşık % 75'i (1 259 000 ha), genellikle yerel yönetim ve çiftçilerin katılımıyla oluşturulan Sulama Birlikleri'ne devredilmiştir. Devirden bu yana geçen süre içerisinde yapılan gözlemler, mevcut sistemlerin yeni organizasyon modeli sonucu daha randımanlı çalıştıkları şeklinde özetlenebilir.

Mevcut sistemlere ek olarak diğer tarım alanlarının da sulamaya açılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü sulama, bitkilerden elde edilen verim ve kalitenin artırılması yanında, tarımsal üretimin çeşitlendirilmesi ve sosyo-ekonomik koşulların iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda da çok önemli rol oynamaktadır. Diğer bir anlatımla sulamanın, kırsal alanda yaşayanların gelir düzeylerinin yükseltilmesi ve ekonomik etkinliklerin artırılması yönünde olanaklar sağladığı da bilinen bir gerçektir. Sulanmayan alanlarda yetiştirilen bitki türlerinin oldukça sınırlı kalması, bu bitkilerin bile sulanmasıyla verim artışı sağlanması, bunun yanında sulanmayan alanlarda diğer tarımsal girdilerin de kısıtlanması, sulamanın önemini vurgulayan konulardır. Günümüzde sulamaya modern tarımın ayrılmaz bir parçası ve en önemli tarımsal girdilerden biri gözü ile bakılmaktadır.

Ülkemizde en çok kullanılan sulama yöntemi yüzey sulama yöntemidir. Bunun da en büyük nedeni, sulama suyunun ve işgücünün genellikle bol ve ucuz olmasıdır. Ancak özellikle son yıllarda başta sulama suyundaki azalma

olmak üzere diğer bazı etkenlere bağılı olarak basınçlı sulama yöntemleri de hızla yaygınlaşmaktadır.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi sulamanın en önemli yararı, gereksinim duyulan sulama suyunun bitki kök bölgesinde depolanması ile bitki su ihtiyacının karşılanması, böylelikle de devamlı ve kararlı bir bitki yetiştiriciliğinin yapılmasıdır. Bunun yanında bilinçli yapılan sulamalar sonucu diğer bazı yararlar söz konusu olabilirken, bilinçsizce yapılan sulamalar için mevcut sorunlara eklenmiş yeni bir olgu gözle bakılabilir.

Ülkemizin sulu tarıma geçilen yörelerinde, ilk yıllarda, tarımsal üretim ve ekonomik gelir kuru koşullara oranla önemli ölçüde artmıştır. Ancak emeğinin karşılığını iklim koşullarının doğal gidişi sonucu almaya alışmış bulunan üretici için sulu tarımın ilk yıllarında ortaya çıkan bu verim artışı beklenmeyen bir olay olduğundan, bu aşamadan sonra, ulaşılan verim düzeyinin korunması ve daha da arttırılması yönünden herhangi bir çaba harcanmamaktadır. Sulu tarım koşullarında özellikle toprak verimliliğinin devamı için alınması gereken önlemlere yeterli önemin verilmemesi, ulaşılan bu düzeyin korunamaması yanı sıra, kimi tarım alanlarının tuzluluk ve alkalilik gibi sorunlar nedeniyle tamamen elden çıkmasına neden olmuştur. Oysaki bazı gelişmiş ülkelerde, yeni teknolojilerin tarımda bilinçli bir şekilde kullanılması sonucu sulu tarımdan elde edilen verim düzeyi ilk yıllarda sağlanana oranla 4-5 kat arttırılabilmektedir. Bu durum, sulama uygulamasının temel amacı olan üretim artışı sonucu çiftçi ekonomik düzeyinin yükseltilmesinin sürekli olabilmesi için, suyun derlenmesi, dağıtımı ve kullanımı yanı sıra diğer tarımsal girdilerin de etkin kullanılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Ülkemizde kamu ve özel kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilen sulama projelerinde arzu edilen amaçlara süreç içerisinde tam olarak ulaşılamadığı görülmektedir. Bu durum sistemin projelenmesinden daha çok, sulama şebekelerinin işletme-bakım-yönetim organizasyonundaki sorunlar ile tarla içi su dağıtımına ilişkin sorunlardan kaynaklanmaktadır. Ülkemizde sulu tarımın bu yönü, suyun depolanması, tarım alanlarına iletilmesi ve dağıtılmasına yönelik çalışmalar kadar ilgi görmemiştir. Oysa ki sulama projelerindeki başarının mühendislik tesisleri yanında, sulamanın tarımsal yönüne verilen öneme, iyi bir çiftçi eğitime ve proje alanında görev yapan kuruluşlar arasındaki etkin işbirliğine bağılı olduğu da unutulmamalıdır (Ul, 1998).

Sulama uygulamalarının gerçekleştirildiği alanlarda sulamanın devamı ve beklenen faydanın sağlanamaması yönünden karşılaşılan sorunları genel olarak;

- Yağış rejiminde değişiklik (yağış miktarı ve zamanı),
- Sulama sistemi işletme-bakım-yönetim organizasyonu,
- Drenaj ve arazi ıslahı,

-Yabancı ot savaşıımı ve

-Çiftçi eğitimi gibi ana başlıklar altında toplamak olasıdır.

Birleşmiş Milletler Örgütü, dünyada tatlı su kaynaklarının yetersiz olduğunu ve bu kaynaklara her gün 2 milyon ton endüstriyel atık karıştığını belirtmektedir. Mevcut su kaynaklarının kirlenerek kullanılamaz hale gelmesi nedeniyle 2050 yılında 7 milyar insanın su kıtlığı sorunu ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Yapılan hesaplamalara göre her 20 yılda bir suya olan talep ikiye katlanmaktadır. 2050 yılında su kıtlığı çeken ülke sayısının 80'e, nüfusun da 7 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir. Dünyanın  $47.984 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  (47 trilyon 984 milyar  $\text{m}^3$ ) olan tatlı su kaynaklarından hidrolojik döngü de yer alarak kişi başına düşen su miktarı yılda  $7342 \text{ m}^3$  olarak verilmektedir. Dünyanın en zengin su kaynaklarına sahip olan Brezilya, dünya tatlı su potansiyelinin % 12.3'ne sahip ve yıllık su potansiyeli  $5\,178\,000\,000 \text{ m}^3$  tür. Türkiye ise  $227 \text{ milyar m}^3/\text{yıl}$  tatlı su potansiyeli ile 141 ülke içerisinde dünya sıralamasında 32. sırada,  $3126 \text{ m}^3/\text{yıl}$  kişi başına yıllık tatlı su kaynağı ile 72. sırada yer almaktadır. Dünya nüfus sıralamasında 16., arazi büyüklüğü bakımından 12., işlenen tarım arazilerinin büyüklüğü bakımından 10., sulanan tarım arazileri büyüklüğü bakımından 13. sırada yer almasına karşın, Dünya tatlı su kaynağı potansiyeli sıralamasında 32., kişi başına tatlı su kaynağında ise 72. sırada yer alan ülkemiz, düşünüldüğünün aksine çok zengin su kaynaklarına sahip değildir. Türkiye'de tatlı su kaynaklarını tehdit eden en büyük sorun belediye sınırları içerisinde kanalizasyon yetersizliği ve çöp imha tesislerinin yokluğu, kırsal alanlar ve tarımsal alanlarda ise yetersiz kalan sulama ve drenaj kanallarıdır. Türkiye'de bulunan 2900 belediyeden sadece 141'inde kanalizasyon mevcut olup, bunlardan sadece 30'unda arıtma tesisi bulunmaktadır ki bunlarında yarısı çalışmamaktadır. Kalan yerleşim bölgelerinde evsel ve endüstriyel atıklar en yakın dere, çay, nehir, göl, baraj gölü veya denize boşaltılmaktadır. Türkiye'de 1990 yılı rakamlarına göre  $42 \text{ milyar m}^3$  kaliteli yer üstü ve yer altı suyu tarımsal sulamaya tahsis edilmektedir. Bu suyun en az % 30'u tuzlar, bor, azotlu ve fosforlu gübreler, tarımsal savaşım ilaçları ve toprak sedimentleri ile az çok kirlenmiş olarak tekrar nehir, göl ve denizlere deşarj edilmektedir. Bu kirlenmenin bitki ve hayvan populasyonları üzerindeki olumsuz etkileri Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Meriç havzaları, Tuz Gölü, Eğridir, Beyşehir, Bafa Gölleri, Kuş cenneti gibi önemli havza, göl ve sulak alanlarda açıkça görülmektedir. Akarsu, göl ve yer altı sularının kalitesini etkileyen en önemli faktörler, yetersiz arıtılan veya arıtılmayan evsel atıklardır. Türkiye'de içme ve kullanma amaçlı olarak tüketilen su miktarı 1995 yılı rakamlarına göre  $7 \text{ milyar m}^3/\text{yıl}$  kadar olup ülke ortalaması kişi başına 200 litre/gün kadar tahmin edilmektedir. Tüketim ortalaması ise 110 litre/gün kadardır. Büyük şehir statüsünde olan önemli 15 ilde ise üretim kişi başına 238 litre/gün, tüketim ise 128 litre/gün olmaktadır (Tuncay, 1999).

**Çizelge 3.** Türkiye'nin havzalara göre toprak ve su kaynakları potansiyeli.

Havza adı	Yıllık Ortalama Yağış Mm	Yıllık Ortalama Yüzeysel Akış km <sup>3</sup>	Genele Oranı %	Tarım Alanı (x1000 ha)	Sulanabilir Alan (x1000 ha)	Baraj Sayısı	Sulanması Planlanan Alan (x1000 ha)
Fırat Havzası	540	31.61	17.0	4294	4111	90	1741
Dicle Havzası	807	21.33	11.5	1148	1138	36	662
Doğu Karadeniz Havzası	1198	14.90	8.0	713	351	42	2
Doğu Akdeniz Havzası	745	11.07	6.0	438	328	12	99
Antalya Havzası	1000	11.06	5.9	451	448	15	149
Batı Karadeniz Havzası	811	9.93	5.3	855	641	24	101
Batı Akdeniz Havzası	876	8.93	4.8	437	407	25	136
Marmara Havzası	729	8.33	4.5	866	730	51	83
Seyhan Havzası	624	8.01	4.3	765	714	18	311
Ceyhan Havzası	732	7.18	3.9	780	714	27	510
Kızılırmak Havzası	446	6.48	3.5	4050	3761	79	626
Sakarya Havzası	525	6.40	3.4	2814	2681	44	374
Çoruh Havzası	629	6.30	3.4	326	303	20	30
Yeşilirmak Havzası	497	5.80	3.1	1617	1401	42	331
Susurluk Havzası	712	5.43	2.9	850	756	24	180
Aras Havzası	432	4.63	2.5	642	641	20	273
Konya Havzası	417	4.52	2.4	2183	2135	26	492
Büyük Menderes Havzası	664	3.03	1.6	1044	907	21	314
Van Gölü Havzası	474	2.39	1.3	437	433	7	92
Kuzey Ege Havzası	624	2.09	1.1	367	316	14	90
Gediz Havzası	603	1.95	1.1	667	623	13	179
Meriç-Ergene Havzası	604	1.33	0.7	1095	1078	21	146
Küçük Menderes Havzası	727	1.19	0.6	223	195	11	29
Asi Havzası	816	1.17	0.6	376	332	8	97
Burdur Göller Havzası	446	0.50	0.3	251	250	10	43
Akarçay Havzası	452	0.49	0.3	365	360	3	33
<b>Toplam</b>	<b>643</b>	<b>186.05</b>	<b>100.0</b>	<b>28054</b>	<b>25,754</b>	<b>704</b>	<b>7123</b>

### 2.3. Genetik Kaynakların Korunması

Ülkemiz bitki gen kaynakları ve biyolojik çeşitlilik açısından dünyanın önde gelen ülkelerindedir. Vavilov'a göre iki gen merkezi, yakın doğu ve Akdeniz, ülkemizde örtüşmekte ve 163 familya, 1225 cins ve 9000 tür ile zengin bir çeşitliliği sergilemektedir (Tan, 1998). Ancak yapılan birçok uygulama biyolojik zenginliğin giderek yok olmasına yol açmıştır (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Biyolojik çeşitliliği tehdit eden faktörler (Tan, 1998; Intermediate Tech, 1996).

<b>Yabani türlerde biyolojik çeşitliliği tehdit eden faktörler:</b>	<b>Kültür bitkilerinde biyolojik çeşitliliği tehdit eden faktörler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Drenaj çalışmaları ile nemli ve sulak habitatların bozulması</li><li>• Baraj yapımı</li><li>• Orman açmaları</li><li>• Orman yangınları</li><li>• Çevre kirliliği</li><li>• Endüstriyel gelişme</li><li>• Şehirleşme</li><li>• Turizm</li><li>• Doğadan toplama</li><li>• İntrodüksiyonu yapılan yeni bitkilerin rekabeti</li><li>• Politikalar ve yasal düzenlemeler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yeni çeşitlerin veya ekzotik ürünlerin introdüksiyonu</li><li>• Ekonomik koşulların değişmesi</li><li>• Tarım alanlarında yoğun girdi kullanımı</li><li>• Yeni hastalık ve zararlıların girişi</li><li>• Tarım alanlarının amaç dışı kullanımı</li><li>• Çevre kirliliği</li><li>• Politikalar ve yasal düzenlemeler</li></ul>

Sayılan bu nedenlerle yirminci yüzyılda global düzeyde biyolojik çeşitliliğin % 75 düzeyinde kaybolduğu bildirilmektedir. Tarımsal biyoçeşitliliğin ise % 95 düzeyinde yok olduğu hesaplanmaktadır. Hindistan'da 30 000 den fazla çeltik çeşidi bilinmekte iken bugün üretim alanlarının % 75'inde sadece 10 çeltik çeşidi yetiştirilmektedir. Çin'de 1949 da % 80'i çiftçi çeşidi olan 10 000 çeltik çeşidi üretilmekte iken 1970'te sadece % 5'inin (1000 kadar) üretimine devam edil-

mekte idi. Meksika'da 1990'da 1930'daki mısır çeşitlerinden sadece % 20'si üretimde kullanılmaktadır. Avrupa'da 1974'ten beri sebze çeşitlerinden 1500 den fazlası yok olmuştur. Hollanda'da 1980'li yılların sonunda tek bir patates çeşidi üretimin % 80'ini oluşturmakta, buğday alanlarının % 90'ı ise sadece üç çeşit ekilmiş idi. Oysa 1840'ta İrlanda'da patatete ortaya çıkan hastalığın yol açtığı açlık, Sovyetler Birliğinde 1972'de aşırı soğuk nedeni ile 15 milyon hektarda tarımı yapılan tek buğday çeşidinin tümüyle yok olması, tarımda kaybolan biyolojik çeşitliliğin vahim sonuçlarını sergileyen klasik örneklerdir.

Genetik olarak bir örnek, monokültüre dayanan, tarımsal üretimin hastalık-zararlılar veya iklimsel faktörler nedeni ile yok olmasına sıkça rastlanmaktadır ancak dünyanın çeşitli yerlerinde mevcut 1300 kadar gen bankasında da genetik erozyon riskinin olduğu bildirilmektedir (Intermediate Tech, 1996).

Biyoteknolojideki gelişmelere paralel olarak yabancı veya kültür çeşitleri gen aktarımında yararlanılmak üzere abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklılık, uzun raf ömrü gibi birçok özellik yönünden irdelenmekte ve konu değişik platformlarda giderek önem kazanmaktadır. Ancak bu yeni teknikler aynı zamanda üretici hakları, ıslahçı hakları, gen patentleri gibi birçok hukuki sorunu da birlikte gündeme getirmektedir. Yapılan araştırmalardan elde edilen bulgular genetik transformasyona uğramış çeşitlerin yetiştiriciliğinde serbest tozlanma sonucu gen kaçması gibi olaylar nedeni ile genetik kaynaklar açısından da sorunlar yaratacağını göstermektedir.

Tohum firmaları karlarının çiftçilerin ürünlerinin bir kısmını ertesi yıl için tohumluk olarak saklamaları nedeniyle tehdit altında olduğunu düşünmektedirler. Bunu engellemek amacıyla geliştirilen Terminatör (Yokedici) Teknolojisi, 1998 yılında ABD Tarım Bakanlığı tarafından patent almıştır. Sadece çimlenmeden önce aktive edilip tane gelişmeye başladığında germplasmı öldüren öldürücü bir geni transfer edilmektedir. Patent de başka bir silahtır. Genetik olarak modifiye edilmiş tohumlardan elde edilen tohumları ekmek, patent alınması nedeni ile yasal değildir ve bu yüzden yüzlerce çiftçi mahkemeye verilmiştir. Patentler yasal olarak bitkilerin kısırlaştırılmasını başarıyla sağladıkları gibi yok edici gen gibi teknolojik yöntemlerde daha ucuzdurlar (Berlan ve ark., 1999). Teknolojinin bu gibi yöntemlere dayanarak geliştirilmesi biyolojik çeşitliliğin azalması yönünde önemli risk taşımaktadır.

#### **2.4. Hava Kirliliği**

Hava kirliliğine neden olan SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, hidrojen florür, peroksiasetil nitrat (PAN) veya azot oksitler (NO<sub>x</sub>) ler bitki gelişmesini olumsuz yönde etkileyerek tarımsal üretimde sorunlar yaratabilmektedir. Bu gazlar çoğunlukla büyük ölçekli endüstriyel tesislerden veya fosil yakıtların yakılması sırasında atmosfere geçerek kirliliğe neden olmaktadır. Ayrıca kısmen volkanik püskürmeler ve orman yangınları gibi doğal etkenlerden de ortaya çıkmaktadır. Bu kirleticilerin doğrudan etkisi net fotosentez, stoma geçirgenliği, metabolik ve üreme faaliyetleri

üzerinde olmaktadır. Örneğin, 785 g/m<sup>3</sup> düzeyinde SO<sub>2</sub> e 8 saat maruz kalma yapraklarda kloroz ve beneklenmeye, 0.08 g/m<sup>3</sup> düzeyinde hidrojen florür ile 5 haftalık bir temas yaprak ucu ve kenarlarında yanıklıklara, bodurlaşmaya ve yaprak dökülmelerine neden olmaktadır. Bu arazların ortaya çıkışında mezofil ve/veya epidermis hücrelerinin ölmesi etkili olmaktadır. Hava kirliliğine duyarlılık açısından türler arasında önemli farklılıklar bulunmakta hatta bazı duyarlı türlerden hava kirliliği için kriter olarak yararlanılmaktadır.

Hava kirliliğinin dolaylı etkisi ise etkiledikleri bitkinin biyokimyası üzerinde olmaktadır. Aşırı stres koşullarında (kuraklık, kirlilik ve fiziksel etki gibi) kalmış bitkilerin azot metabolizmasında değişikliklerin ortaya çıktığı dokularda azot düzeyinin yükseldiği ve amino asit bileşimlerinin değiştiği bilinmektedir. Bu tip bitkiler üzerinde beslenen zararlı böcekler açısından ürün kalitesinin artması neticesinde hava kirliliğinin olduğu koşullarda böcek zararlarında patlamalar saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda, Londra'daki SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> gazları nedeni ile oluşan hava kirliliğinin, Essex'teki bakla tarlalarında bitkinin biyokimyasal bileşiminin değişmesi neticesinde *Aphis fabae* zararlısının artmasına yol açtığı bildirilmektedir (Crawley, 1997).

Doğal veya insan aktiviteleri sonucu atmosferde tutulan CO<sub>2</sub>, su buharı, ozon, metan ve NO<sub>2</sub> gibi gazlar ile tümüyle insanlar tarafından atmosfere salınan kloroflorokarbonlar (CFC) yeryüzünden kaçan ısıyı (infra red dalgalar) tutarak sera etkisi yaratmakta ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Sonuçta ortaya çıkan iklim değişiklikleri, kuraklık, denizin yükselmesi ile meydana gelen seller, tuzluluk, birçok bitki ve hayvan türünün yok olması, hastalık ve zararlıların artışı gibi birçok olumsuzluğu da beraberinde getirmektedir (Owen, Chiras and Reganold, 1998)

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım sektöründeki tarımsal faaliyetlerin, teknolojik ilerlemenin de etkisiyle sürdürülebilir kalkınma anlayışından uzak bir şekilde uygulanması, toprak, su, çayır meralar ve biyolojik çeşitlilik gibi doğal kaynakları olumsuz etkilemekte, hatta bu kaynakların yok olmasına neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle, alternatif bazı tarım sistemleri geliştirilmiştir. *Ekolojik veya organik tarım*, sentetik tarım ilaçları ve gübrelerin kullanımını yasaklarken rotasyon, yeşil gübre, çiftlik gübresi, kompost, organik gübreler, etkin mikroorganizmalar, biyolojik mücadele gibi birçok doğal yöntemi uygulayarak toprak verimliliğini korumakta ve hastalık ve zararlıları kontrol etmektedir. Ülkemizin yanı sıra, Avrupa Topluluğu, İsviçre, Arjantin, İsrail gibi birçok ülkede sistem, yasalarla tanımlanmış ve süreç kontrol altına alınarak ürünler sertifikalandırılmıştır. Böylece tüketici için kalite sağlanmakta ve pazarda geleneksel ürünlere oranla daha yüksek fiyatlarla satılabilmektedir. *Biyodinamik* üretimde ise ekolojik üretim kurallarına ek olarak çiftlik gübresi, silisyum ve bitki özlerinden yapılmış bazı preparatlar kulla-

nılmaktadır. *Sürdürülebilir tarım, entegre üretim, düşük girdili üretim* sistemlerinde ise sentetik girdilere gerektiğinde kısıtlı ölçüde kullanımına izin verilmektedir. Ancak bu üretim sistemlerinde kullanımına izin verilen maddelerin yasal olarak ortaya konmamış olması ve pazarda tüketiciye güvence veren etiketleme ve denetim sisteminin bulunmaması ekolojik tarıma göre dezavantajları olarak ileri sürülmektedir.

Tarımsal üretimde yoğun girdi kullanımının çevre ve doğal kaynaklar üzerinde oluşturduğu çok boyutlu olumsuzlukların ve zararların maliyetini hesaplamak olanaksızdır. Ayrıca, oluşan sorunların ortadan kaldırılmasının maliyeti çoğu kez oldukça yüksektir. Bu nedenle sorunların oluşmasını önlemek her zaman daha ekonomik bir çözüm olarak görülmelidir (DPT, 1998). İşte, tarımda kullanılan girdilerin doğal kaynaklara daha fazla zarar vermesini önlemek için çeşitli politika tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli politik yaklaşımlarda bulunmak mümkündür.

Bu konuda farklı stratejiler önerilmektedir (DPT, 1994): Bunlardan ilki, doğal kaynakların bozulmasını önleyecek yeni davranış kalıpları ortaya koymak; ikincisi ise, ekonomik karar birimlerini kaynak koruma konusunda bilgilendirmek ve yönlendirmektir.

Kaynak koruyucu girdi kullanımının sağlanmasında alınacak önlemlerden birisi, kaynaklara zarar veren girdilerin kullanımının yasaklanmasıdır. Bu çerçevede, ilgili kamu kuruluşlarının kaynaklara zarar verenlere karşı yaptırım uygulaması gerekmektedir. Bunun yanında, bir yandan girdi sübvansiyonlarının kontrollü uygulanması veya şekil değiştirmesi sağlanırken, diğer yandan kaynak koruyucu girdi kullanımını gerçekleştiren üreticilere ekonomik teşvikler sağlanması yararlı olacaktır (DPT, 1994). Nitekim, pek çok OECD ülkesi gübre ve ilaç üzerine vergi koymuşlardır. Bu tür vergilerden elde edilen kazançlar tarım ve ormancılık sektörlerinde uygulanacak çevre programlarının finanse edilmesinde kullanılmaktadır. Bu tür girdi vergileri kimyasal kullanımları azaltmak amacıyla alınır (DPT, 1994).

Diğer bir çeşit girdi vergisi, çoğu OECD ülkesinde uygulanan imal edilen hayvan yemleri üzerinden alınan harçlardır. Bu yolla oluşturulan fonlar yoğun hayvancılık dolayısıyla oluşan fosfor ve nitrat kirlenmesi ile ilgili araştırma ve danışmanlık faaliyetlerini finanse etmek için kullanılır (DPT, 1994). Danimarka'da çevre kirliliği için alınan vergiler, ekolojik tarımın geliştirilmesinde kaynak olarak değerlendirilmektedir.

Çiftçilerin tarımda kimyasal girdi kullanımını azaltması ve daha az kimyasallara dayalı yeni tarım teknolojileri kullanımını teşvik etmek amacıyla kullanılacak gübre ve ilaçlara kota konabilir. Ancak, bu uygulamalar yapılırken, politikalar tespit edilmeden önce vergi konulacak girdilerin fiyat esneklikleri ve yapılacak teşviklerin sosyal faydası önceden hesaplanmalıdır.

Kaynak koruyucu girdi kullanımı konusunda bir diğer grup önlem, ikna edici ve yönlendirici araçların kullanımınıdır. Bu amaçla, girdi kullanan kesim olan üreticiler başta olmak üzere, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı bünyesindeki, özellikle, yayım teşkilatları elemanları ve diğer karar verici ve yönlendiricilerin bu konuda bilinç düzeylerinin artırılması gerekmektedir. Örneğin, organik yöntemlerle tarımsal üretim konusunda üreticilerin bilinçlendirilmesi ve teşviki doğal kaynakların korunmasında etkili yöntemlerden birisi olabilir. Bu bağlamda, organik ürün yetiştiren çiftçilerin ve ürünlerin teşvik edilmesi gerekli görülmektedir. Teşvikler yanında ortak logonun geliştirilmesi, üreticiye yayım hizmetinin ve teknik desteğin sağlanması hareketi hızlandıracaktır.

Tüm bu uygulamalar yapılırken, tarım işletmelerinin ekonomik açıdan güçlerinin ne olduğu ve doğal kaynakların toplumsal açıdan optimum düzeyde korunabilmesi için kendilerine bir ödeme yapılmaksızın bu yükün ne kadarını taşıyabilecekleri önemlidir. Tarım sektöründe, kısa ve orta vadede aşırı gelir kayıplarına uğramadan böyle bir doğal kaynakları koruma düzeyine erişmek mümkün değildir. Belirli alanlarda, çiftçiden daha üst düzeyde beklentiler varsa, bunun doğuracağı ek giderlerin toplum tarafından ödenmesi istenebilir. Çiftçiden ana para ödenmeksizin hangi düzeyde kaynak koruma beklenebileceği ve hangi durumlarda çiftçiye denkleştirme ödemesi yapılabileceği açıklık kazanmalıdır. Bu sınırların belirlenmesinde her ülkenin kendi ekonomik koşulları göz önünde tutulmak zorundadır (Heissenhuber, 1999).

Tarımsal faaliyetler için öngörülen teşvik tedbirlerinin uygulanmasında çevre boyutunun daima dikkate alınması ve sürdürülebilir, entegre ve ekolojik tarım gibi alternatif üretim sistemlerinin desteklenmesi gereklidir. Ayrıca, çevre ve doğal kaynakları korunma ile ilgili faaliyetlere genel bütçeden ayrılan payın artırılması yanında “doğa ve çevreyi koruma ve destekleme fonu” oluşturulmasının faydalı olacağı da belirtilmektedir (DPT, 1998).

Tarımda kaynakların korunmasında özen gösteren alternatif sistemlere geçilmesi gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmanın ön koşuludur. Kaynak koruyucu girdi kullanımının tarımsal üretimde yaygınlaşması, yönlendirici politikaların uygulamaya geçmesi, yasal düzenlemelerin yapılması, teknik eleman ve üreticilerin eğitimi ve konu ile ilgili çok yönlü araştırmaların yürütülmesi ile hız kazanacaktır. Bu açıdan resmi kurumlar ve karar mercileri kadar sivil toplum örgütleri, üretici birlikleri ve bireyler sorumluluk üstlenerek katkı sağlamalıdır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akalan, İ., 1973. Toprak Fiziği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No.527 Ankara.
- Anaç, D., B. Okur, 1996. Toprak verimliliğinin doğal yollar ile artırılması. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım, ETO, Bornova-Izmir.
- Anonymous, 1997. Irrigation in the Near East Region in Figures. FAO, Water Reports 9, Rome.
- Anonymous, 1999. Dams and Hydroelectric Power Plants in Turkey. State Hydraulic Works (DSİ), Ankara.
- Baver, L.D., 1956. Soil Physics. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Baydar, Y., 1998. Tükenen Gezegen, Atlas Çevre Özel Sayısı, Kasım 1998, 102-103.
- Berlan, J.P., J.L. Durand, A. Roques, P. Tillard, 1999. Genoplante: A Strategic error. Seedling, 16(3): 17-20.
- Blevins, R.L., M.S. Smith., G.W. Thomas., 1984. Changes in soil properties under tillage, no tillage. Agric. Principle and Practice. V.N.R. Company, USA.
- Buhr, K.L. and T. R. Sinclair, 1998. Human population, plant production and environmental Issues in Principles of Ecology in Plant Production, eds. T.R. Sinclair and F.P. Gardner, CAB International, UK., p. 1-17.
- Çakmak, C. 1997. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli ve Gelişimi. Ankara.
- Crawley, M.J., 1998. Life history and environment in Plant Ecology, ed. By M.J. Crawley, Blackwell Science, UK, p.73-131.
- DPT, 1998, Ulusal Çevre Eylem Planı-Tarım ve Mer'a Arazilerinin Yönetimi, Ankara.
- DPT, 1994, YBYKP Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No:DPT: 2360-ÖİK:428, Ankara.
- Gardner, F.P. and T.R. Sinclair, 1998, Ecological perspective in plant production in Principles of Ecology in Plant Production, eds. Sinclair and Gardner, CAB Int. Uk, p. 19-30.
- Heissenhuber, A., 1999, "Çevre Koruyucu Arazi Kullanımının Ekonomik Etkileri", AB Ülkeleri ve Türkiye'de Tarımsal Üretimin Geleceği- Entegrasyon Olanaklarına Bakış, Çev: Ediz Ulusoy, 25-27 Ekim 1999, İzmir.
- Intermediate Technology, 1996. Dynamic Diversity: Farmers, Herders and Fisherfolk Safeguarding Biodiversity, Myson House, Rugby, UK, 21 pp.

- Okur, B., 1993. Tuzlu suların sulama amacıyla kullanılması. E.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, vol. 30 No: 1-2 Bornova-İZMİR.
- Okur, N.,1997. Ekolojik tarımda toprak mikroorganizmalarının önemi.Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ekolojik Tarım Semineri 28 Nisan-17 Mayıs, 1997. Bornova-İZMİR.
- Owen, O.S., D.D. Chiras and J.P. Reganold, 1998. Natural Resource Conservation: Management for a Sustainable Future, Prentice Hall, NJ, US, 582 pp.
- Tan, A., 1998. Current status of plant genetic resources conservation in Turkey, The Proceedings of International Symposium on In Situ Conservation of Plant Genetic Diversity, Min. Of Agric., CRIFC, Turkey, p. 5-16.
- Tuncay, H., 1999. Dünyada ve Türkiye'de tatlı su kaynaklarının durumu. Basılmamış makale.
- Ul, M.A. 1998. Büyük Menderes Havzası'nda Tarımsal Amaçlı Su Kullanımı. Büyük Menderes Havzası 3. Tarım ve Çevre Sempozyumu. 2-4 Eylül, 1998. Söke-Aydın.