

GİRİŞ

Tarımsal üretimin arttırılmasında, toprak ve su kaynaklarının optimal kullanıma olanak sağlayacak biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar arasında sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran, tarımsal üretimde kararlılığı ve ekonomi ile sosyal düzenin dengede tutulmasını sağlayan çok yönlü bir uygulamadır (Korukçu 1992).

Sulamadan beklenen yararı sağlayabilmek için temel koşul, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanamayan bölümünün toprakta bitkinin kök bölgesine gereken zamanda ve gereken miktarda verilmesidir. Burada karşımıza optimum sulama kavramı çıkmaktadır. Optimum sulamada tamamen normal koşullar söz konusu olup; bitkiler, verim azalması olmayacak şekilde sulanmakta ve topraktaki nem miktarını tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmaktadır (Aksöz 1964).

Ancak, bilindiği gibi ülkemizin birçok yerinde su kaynakları kısıtlıdır. Ayrıca, sulama bilincinin gelişmesiyle sulama alanları süratle genişlemiş olup buna bağlı olarak su talebi de artmıştır. Yani özetlemek gerekirse su talebi çok artmış buna karşılık su kaynakları da sınırlanmış, hatta çoğu su kaynağı kurumuş ya da azalmıştır. Bir ton şeker pancarının üretimi için Türkiye'de 100 ton, İsrail'de ise 7 ton su kullanılmaktadır. Bu değerler hemen hemen tüm bitkisel üretim için genelleştirilebilir. Burada, çözüm ne olabilir o araştırılmak durumundadır. Yapılan tesislerde veya yeni projelerde sulanacak alana göre sulama suyu yeterliyse herhangi bir sorun yoktur. Sulama optimum suya göre planlanmak zorundadır (Ayla 1988).

Türkiye'de sulamaya ayrılabilen su kaynakları potansiyeli 95×10^9 m³/yıl yerüstü ve 11.6×10^9 m³/yıl yeraltı olmak üzere toplam 106.6×10^9 m³/yıl dır. Bunun yanında, yaklaşık 28×10^6 ha alanda tarım yapılmakta ve bunun ancak 4×10^6 ha'ı sulanmaktadır (Anonymous 1992).

Bugünkü koşullarda, % 6 eğimi aşmayan tarım alanlarının ekonomik olarak sulanabileceği yaklaşımla, Türkiye'de sulanabilir alan miktarı 13.6×10^6 ha civarındadır. Ancak, bugün uygulanan sulama teknolojileri göz önüne alındığında, mevcut su kaynakları potansiyeli ile sulanabilecek alan, havzalar düzeyinde su nakli yapıldığında 8.6×10^6 ha, yapılmadığında ise 6.6×10^6 ha kadardır (Sönmez vd. 1976). Görüldüğü gibi, Türkiye'de mevcut su kaynaklarından yararlanarak sulanan alan

8.6×10^6 ha' ın üzerine çıkarmak ve olanaklar ölçüsünde 13.6×10^6 ha değerine yaklaştırmak için toprak ve su kaynaklarının optimum kullanımı her zaman gündemde olacaktır.

Mevcut su kaynakları ile daha geniş alanın sulanabilmesi için en önemli koşullardan ilki, mevcut sulama teknolojilerinin geliştirilmesi, toprak, bitki, su kaynağı, ekonomi vb. faktörler göz önüne alınarak en uygun sulama yönteminin seçilmesi, yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin kurulması ve uygun biçimde işletilmesidir (Tekinel 1973; Güngör ve Yıldırım 1979). Bunun yanında, bitki büyüme mevsimi boyunca, topraktaki nem eksikliğine duyarlı periyotlarda bitki su ihtiyacı tam karşılanarak, topraktaki nem eksikliğine bağlı olarak bitki gelişmesinin önemli düzeyde etkilenmediği periyotlarda ise sulama yapılmayarak ya da kısıtlı su uygulanarak sulama suyunda tasarruf sağlanabilir ve mevcut su kaynağı ile daha geniş alan sulanabilir. Ancak, bunun için yeterli ve kısıtlı su koşullarında bitki su tüketimi ile verim değerlerinin bilinmesi gerekir. Değinen veriler, her bir bitki cinsi için çok sayıda araştırma yapılarak sağlanabilir. Bugüne değin yeterli su koşullarında çok sayıda araştırma yapılmış olmasına karşın, kısıtlı su koşullarında yeterli veri bulunmamaktadır (Doorenbos ve Kassam 1988).

Sulama, yöntem ve sisteminin seçiminde ekonomik faktörler çok önemlidir. Bazı özel koşullar dışında, suyun toprağa verilmiş biçimi bitkiden çok uygulayıcıyı ilgilendirir. Başka bir deyişle, suyun hangi yöntemle ve ne miktarda verileceği eldeki tüm mevcut olanaklar ile en ekonomik kararı vermek zorunda olan sulama mühendisinin sorumluluğundadır. Ancak bu bilinçle davranıldığında dönümüne milyarlarca lira harcanarak sulamaya açılan alanlarda etkin bir su kullanımı sağlanarak verim ve buna paralel olarak yöre çiftçisinin ekonomik düzeyi arttırabilir (Orta 1997).

Ülkemizin kurak ve yarı kurak bir iklim kuşağı içersinde yer alması, sulamanın önemini bir kat daha artırmaktadır. Özellikle, Trakya bölgesi gibi su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde suyun ekonomik olarak kullanılması çok önemlidir. Daha önce bölgede yürütülen çalışmalarda, optimum olmasa da ihtiyaç duyulan dönemlerde yapılacak destekleme sulamalar ile verimin birkaç kat artacağı belirlenmiştir (Erdem ve ark. 2001a; Erdem ve ark. 2001b; Orta ve ark. 2002).

Bu çalışmada, önemli olan yöre koşulları için gerekli olan tüm sulama verilerinin sağlıklı bir biçimde ortaya konması, yatırımcı ve uygulayıcıların bu konuda

bilgilendirilmesidir.

Bölgede, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları kalite ve kantite açısından her geçen gün daha büyük boyutlarda tehdit etmesi, tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Diğer yandan, bölgede iyi mekanizasyon, bilinçli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etkenlerin yarattığı verim artışı bir noktada kalmış ve bu da yetersiz olmaya başlamıştır. Yörede ulaşılan üretim değerlerini daha da artırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının hayata geçirilmesidir. Ancak bu şekilde tarımsal üretimin, artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılaması, yerel ve yabancı pazarlarda rekabet edebilmesi, böylelikle belki de bölgede verimli tarım alanlarının sanayi sektörüne geçmesi ve betonlaşması önlenecektir (Orta 1997).

Yukarıdaki bilgiler özetlenecek olur ise, Trakya bölgesinde, su kaynakları kısıtlıdır ve en ekonomik biçimde özenle kullanılmalıdır. Uygun su kullanım düzeylerinin belirlenmesi yapılacak araştırmalar ile olasıdır.

Bu çalışmada, daha önce bölgede yaygın olarak yetiştirilen ayçiçeği, buğday ve karpuz bitkileri üzerinde yürütülen sulama çalışmalarından elde edilen sonuçlardan yararlanılarak, ekonomik açıdan optimum sulama düzeyi belirlenmeye çalışılacaktır. Sonuçta, Trakya koşullarında ekonomik anlamda sulamanın gerekliliği ve düzeyi ortaya konacak, böylelikle araştırmacılara, yatırımcılara ve üreticilere katkı sağlanacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kuramsal Temeller

2.1.1. Azalan Verimler Kanunu

Bir vejetasyon devresinde, bitkiye verilecek optimum su miktarının belirlenmesinde bitkinin isteği, iklim ve toprak şartlarından başka ekonomik faktörler de rol oynamaktadır. Anılan ekonomik faktörde azalan verimler kanunu veya fırsat maliyeti kavramları ile belirlenebilir (Aksöz 1964).

Tarımsal işletmecilikte karşılaşılan önemli problemlerden birisi de, kullanılacak üretim faktörlerinin (girdilerinin) miktarını tayin etmektir. Örneğin, birim alana kullanılacak gübre miktarı, birim alana kullanılacak tohum miktarı, sulama sayısı ve su miktarı, ilaç miktarı ve ilaçlama sayısı, hayvan başına verilecek yem miktarı vb. işletmecinin her zaman karşı karşıya olduğu sorulardır (Açıl 1980).

Kullanılacak üretim faktörlerinin ve sonuçta elde edilecek ürünlerin miktarı azalan verimler veya azalan gelir kanunu ile ilgilidir. Bu kanun, üretim faktörlerinden biri değişken, diğerleri belirli bir seviyede sabit tutulduğunda üretim miktarındaki değişiklikler hakkında fikir verir.

Bu nedenle üretimde iki türlü üretim faktörü ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bunlardan biri miktarca değişen üretim faktörleri, diğeri de miktarca hiçbir değişikliğe uğramayan sabit üretim faktörleridir. Üretimde kullanılan gübre, tohum, akaryakıt, sulama suyu, işçilik vb. gibi maddeler değişken, buna karşın arazi sabit bir üretim faktörüdür. Bunlardan değişken olanlar sabit bir araziye belirli seviyede uygulanabilirler (Açıl 1980).

Azalan ürün prensibi, üretim faktörlerinden birisi değişken diğerleri sabit tutulduğu zaman, üretimin miktarında olan değişiklikler hakkında fikir vermektedir. Bu prensip açısından üretim faktörlerini iki grup altında toplayabiliriz.

a-Değişken üretim faktörleri: Gübre, tohum, ilaç, sulama suyu, hayvan yemi, geçici işçilik vb.

b-Sabit üretim faktörleri: Arazi, hayvan, alet makina, daimi işçi vb.

Azalan ürün prensibini açıklayabilmek için prensibin tanım ve açıklanmasındaki bazı kavramları bilmek gerekir.

Üretim: Ekonomik faaliyet sonucu elde edilen mal ve hizmet miktarı olup, bu miktar fiziksel (kg, m, L vb.) yönden ve ekonomik (TL) yönden ölçülebilir.

Ürün: Üretimin fiziki olarak ifade edilen miktarıdır.

Toplam Ürün: Toplam üretimin fiziki birim olarak ifadesidir.

Verim: Birim üniteden elde edilen üründür.

Gelir: Üretimin para cinsinden ifade edilen miktarıdır. Ürün x fiyat olarak ifade edilir.

Toplam Gelir: Toplam ürünün, ürün fiyatı ile çarpımı sonucu elde edilen değerdir.

$$TG = T\ddot{U} \cdot P_y \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

TG = Toplam gelir

T $\ddot{U}$ = Toplam ürün

P_y = Ürün fiyatı

Ortalama Ürün: Birim değişken üretim faktörüne düşen ürün miktarının fiziksel olarak ifadesidir.

$$O\ddot{U} = T\ddot{U}/X \quad (2.2)$$

Eşitlikte;

O $\ddot{U}$ = Ortalama ürün

T $\ddot{U}$ = Toplam ürün

X = Üretim faktörü miktarı

Ortalama Gelir: Birim değişken üretim faktörüne düşen gelirdir. Toplam gelirin üretimi faktörü miktarına bölümü sonucu elde edilen parasal miktarı (değeri) ifade eder.

$$OG = TG/X \quad (2.3)$$

Veya;

$$OG = OÜ.Py \quad (2.4)$$

Eşitlikte;

OG = Ortalama gelir

TG = Toplam gelir

X = Üretim faktörü miktarı

Marjinal Ürün: Değişken üretim faktöründeki birim değişikliğin (artışın), toplam üründe meydana getirdiği ilave değişikliktir (artış).

$$Mj \ddot{U} = \Delta T\ddot{U} / \Delta X \quad (2.5)$$

Eşitlikte;

MjÜ = Marjinal ürün

$\Delta T\ddot{U}$ = Toplam ürün artışı

ΔX = Değişken üretim faktöründeki birim artış.

Marjinal Gelir: Marjinal ürünün, ürün fiyatı ile çarpımı sonucu elde edilen değerdir.

$$MjG = Mj\ddot{U} . Py \quad (2.6)$$

Eşitlikte;

MjG = Marjinal gelir

MjÜ = Marjinal ürün

Py = Ürün fiyatı.

Üretim faaliyetinde girdi – çıktı ilişkisini açıklayan ekonominin temel kanunlarından birisi, Azalan Verimler Kanunu’ dur. Bu kanun, kaynakların (girdilerin) değişen miktarlarının ürün (çıkıtı) üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelik çalışmaların ürünüdür (Açıl 1980).

Azalan verim kanununa göre, üretim teknolojisinde değişiklik olmamak şartıyla, üretim faktörlerinden bir kısmı sabit tutulup diğerleri miktarca artırılarak kullanıldığında, toplam ürün önce artan oranlarda, sonra azalan oranlarda artar, daha sonra mutlak olarak azalmaya başlar.

Kanunu řu şekilde ifade etmek de olasıdır: Aynı teknik şartlarda ve belirli bir arazi sathında, üretimde kullanılan faktörlerin (sermaye, iş, vb.) miktarı artırıldıkça, birim başına elde edilen ürün artışında önce nispi, sonra mutlak bir azalma ortaya çıkar (Açıl 1980).

Aslında, anlam bakımından farksız olan bu iki ifadeden, üretimde biri sabit diğeri değişken olmak üzere iki çeşit faktör ve girdi kullanıldığı anlaşılabilmektedir. Ayrıca, ürün miktarı ile değişken girdi miktarı arasında bir ilişkinin bulunduğu, fakat bu ilişkinin doğrusal ya da sabit olmadığı da bu ifadelerde vurgulanmaktadır. Tarımsal üretimde, genellikle arazi, ağaç, hayvan gibi üretim unsurları sabit; sulama suyu, işçilik, tohum, gübre, yem gibi girdiler ise değişken faktör olarak incelenmektedirler. İşletmecilik kabiliyetini somut bir ölçü ile ifade etmek mümkün olmadığından ve bu kabiliyetin gelişmesinde rolü bulunan etkenler her işletmede farklı olduğundan, diğer faktörlerin üretimdeki etkileri incelenirken, işletmeci faktörü de, çoğunlukla sabit kabul edilmektedir (Karagölge 1987).

Azalan verimler kanununu ortaya çıkaran veya bu kanunun varlığına neden olan temel fikir şudur: Üretimde kullanılan kaynaklar kıt, miktar olarak sınırlı olduğu gibi her üretim faktörünün verim kabiliyeti de belirli ve sınırlıdır. Bundan dolayı, herhangi bir girdiyi devamlı artırmakla, üretimi de aynı oranda çoğaltmak mümkün değildir. Ürün artışı, ancak üretim faktörlerinin verim kabiliyeti oranında olabilir. Bu ana fikir doğrultusunda ve kanunun ifadesinde yer alan varsayımların (aynı teknik şartlarda çalışması, üretim faktörlerinin tümünün sabit veya tümünün değişken olması) geçerliliği halinde, azalan verim kanunu, üretimde kullanılan girdilerin en uygun miktarını veya optimum girdi kullanım düzeyini tespitite yararlı veya yardımcı olan bir kanundur (Karagölge 1987).

Üretimde kullanılan değişken faktörünün miktarı ile ürün miktarı arasındaki fiziki ilişkisi incelendiği gibi, girdi ile çıktının parasal değerleri arasındaki ilişki, yani masraf – gelir ilişkisi de inceleme konusu olabilir. Bundan dolayı, azalan verim kanununun, girdi ile çıktı arasındaki hem fiziki, hem de ekonomik ilişkileri açıklamaya

elverişli olduğu, diğer bir ifadeyle, kanunun fiziki ve ekonomik yönlerinin bulunduğu belirtilmektedir.

Bu durum göz önünde bulundurularak, üretim faaliyeti sonucu elde edilen ürün fiziki birimle (miktar olarak) ifade ediliyorsa kanuna, azalan ürün kanunu, ürün, değer olarak ifade edildiğinde ise azalan gelir (verim) kanunu denmesi yerinde olacaktır.

Azalan verim kanununda, toplam ürün, marjinal ürün ve ortalama ürün birbirleri ile yakından ilgilidirler. Bu ilişkileri esas itibarıyla 4 noktada toplamak mümkündür.

- a) Ortalama ürün, marjinal ürün ortalama üründen büyük olduğu müddetçe, artmaya devam eder.
- b) Ortalama ürün, marjinal ürün, ortalama üründen az olduğu zaman düşmeye başlar.
- c) Ortalama ürün en yüksek olduğu vakit, marjinal ürün ortalama ürüne eşittir.
- d) Toplam ürün en yüksek olduğu zaman, marjinal ürün sıfır olur.

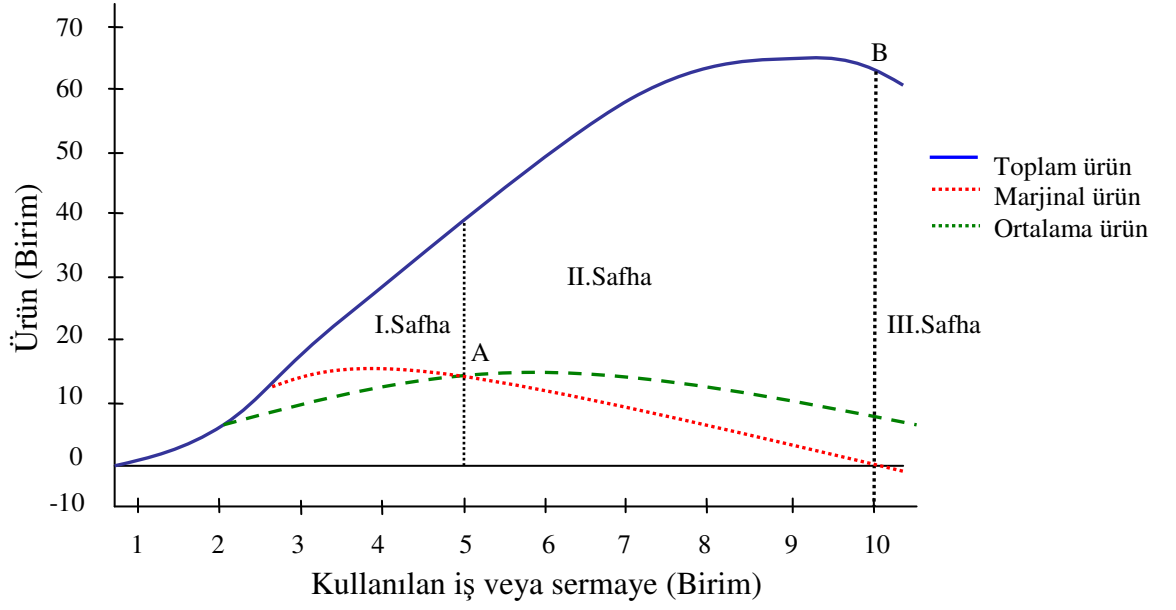
Tespit edilmiş bulunan bu ilişkiler Şekil 2.1' de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi yatay eksen iş ve sermaye birimleri ve dikey eksen ise ürün miktarları gösterilmiş, toplam, marjinal ve ortalama ürün eğrileri görülmektedir.

Şekil 2 dikkatle incelenirse, tarımsal işletmecilik yönünden önemli olan 3 safha olduğu görülmektedir olup bu safhalar şunlardır.

I. Safha: Başlangıçtan, ortalama ürünün en yüksek olduğu noktaya kadar devam eder ve bu noktada marjinal ürün eğrisi, ortalama ürün eğrisini kesmektedir.

II. Safha: Ortalama ürünün en yüksek olduğu yerden, marjinal ürünün sıfır olduğu noktaya kadar devam eder ve marjinal ürünün sıfır olduğu yerde, toplam ürün en yüksek seviyededir.

III. Safha: Marjinal ürün sıfır olduktan sonraki kısımdır. Bundan sonra toplam üründe düşmeye başlar (Açıl 1980).



Şekil 2.1. Azalan Verim Kanunu

Şekilden de izleneceği gibi III. Safhada hiçbir çiftçi faaliyette bulunmak istemez. Çünkü burada, üretimde kullanılan değişen üretim faktörleri, toplam ürün üzerinde arttırıcı değil aksine azaltıcı, yani geliri düşürücü etki yapmaktadırlar. Bu değişen faktörler bedava dahi olsalar, ürün üzerinde olumsuz etki yaptıklarından işletmeci tarafından kullanılmazlar. I. Safhaya gelince, üretimde kullanılan değişen üretim faktörlerinin her biriminin ortalama geliri, başlangıçtan itibaren bu safhanın, sonuna kadar gittikçe arttığından, çiftçi de bu faaliyetini bu safhanın sonuna gelmeden, yani A noktasından önce durdurmak istemez. O halde II. Safha, marjinal ürününü ortalama üründen küçük ve pozitif olduğu, yani toplam ürünün gittikçe arttığı ve çiftçinin çalışmak istediği bölgedir. Ancak bu safha geniş olduğundan, çiftçinin yapacağı değişen üretim masraflarını hangi noktada keseceğini de tespit etmek gerekir. Bunun içinde göz önünde tutulacak önemli husus, değişen üretim faktörleri fiyatları ile üretilen ürün fiyatlarının bilinmesi ve marjinal gelirin, marjinal masrafa eşit olduğu noktaya, diğer bir deyimle iktisadi optimum noktasına kadar bu gibi masraflara devam edileceğidir. Marjinal gelirin, marjinal masraftan düşük olduğu noktadan sonra, çiftçinin faaliyetine devam etmesi doğru değildir. Bu bakımdan, buraya belirtilen hususları göz önünde tutarak üretimde bulunması, çiftçinin yararındadır (Açıl 1980).

2. 1. 2. Alternatif Maliyet Prensibi (Fırsat Maliyeti)

Sınırlı olarak mevcut olan bir üretim faktörünü, farklı seviyelerde gelir getiren üretim dalları birlikte talep ediyorsa, üretim dallarından yüksek gelir getireni, üretim faktörünü daha iyi değerlendirdiği için diğer üretim dalı aleyhine genişleyecektir. Bu durumda sınırlı üretim faktöründen dolayı üretim dallarından biri genişlediği ölçüde diğeri de daralacaktır (Açıl 1980).

İşte bir üretim dalının diğer bir üretim dalı lehine daralması sonucu ortaya çıkan gelir azalması (gelir kaybı), genişleyen üretim dalına yüklenmesi gereken bir masraf karakterindedir. Bu masraf genişleyen üretim dalının, kıt üretim faktöründen dolayı fırsat maliyeti olarak ifade edilir.

Fırsat maliyeti;

1. İşletmede yer verilecek üretim dallarının uygun bir kombinasyonunun oluşturulması,
2. Bir ürünün işletmede üretilerek temini veya satın alınması suretiyle temininin karşılaştırılması,
3. Maliyetlerin hesaplanması,
4. Kullanılan üretim faktörü veya girdinin etkinliğinin karşılaştırılabilmesi amaçlarıyla kullanılır.

2.2. Kaynak Araştırması

Bazı koşullarda, birden fazla sulama yöntemini uygulamak teknik yönden mümkün olabilir. Bu koşullarda, ekonomik analiz yaparak en uygun yöntemi seçmek gerekir (Tekinel 1973). Sulama uygulamalarının ekonomik yönden karşılaştırılmasına ilişkin çalışmalardan bazıları şöylece özetlenebilir.

Menemen sulama alanında bitkilerin su tüketimleri ile yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama programlarının belirlenmesi ve maksimum gelir sağlanması amacıyla bir model geliştirilmiştir. En uygun bitki deseni ve su dağıtım planlarının oluşturulması amacıyla yürütülen bu çalışma sonucunda, gelirin maksimum olabilmesi için mevcut suyun eşit dağıtımı yerine, bazı alanlara hiç su verilmeyecek şekilde bir su dağıtım planının uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Şener 1976).

Benli (1980), sulama şebekelerinde aylık ve mevsimlik su tüketimleri değerlerinden yararlanılarak optimum su kullanımı programları hazırlamıştır. Ayrıca sulama alanlarına ilişkin sulama suyu – gelir ilişkisini veren analitik bir model geliştirmiştir.

Kumar ve Khepar (1980), Hindistan’da su kaynağının kısıtlı olduğu bir sulama alanında yedi farklı bitkinin su üretim fonksiyonlarından yararlanarak optimum bitki desenini belirleyen bir model geliştirmişlerdir.

Çukurova’ da 25 yaşındaki portakal ağaçları üzerinde, damla, ağaçaltı yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinin etkisini saptamak amacıyla yapılan bir araştırmada, 50 da dan büyük portakal bahçelerinde damla ve ağaçaltı yağmurlama sulama sistemlerinin daha ekonomik olduğu bulunmuştur (Çevik vd. 1982).

Khepar ve Chaturvedi (1982), farklı sulama programları (bitki su ihtiyacının % 100, % 75, % 50, % 25’ inin uygulandığı) ve farklı su kaynağı kapasitelerini dikkate alarak optimum bitki deseninin belirlenmesine yönelik bir model oluşturmuşlardır.

Gilley ve Supalla (1983), Amerika Birleşik Devletlerinde, sulama suyunun pompa birimi ile sağlandığı koşullarda, farklı dinamik yükseklik, net sulama suyu miktarı ve çiftlik sulama randımanı için yüzey ve yağmurlama sulama sistemlerini ekonomik yönden karşılaştırmışlar ve sonuçta, yüzey sulama sistemlerinin ancak düşük dinamik yükseklik ve yüksek sulama randımanı koşullarında ekonomik olabileceğini bulmuşlardır.

Sourel ve Schon (1983), Almanya’ da yaptıkları bir çalışmada, yüzey, yağmurlama ve damla sulama sistemlerini, ilk yatırım masrafları, enerji masrafları ve sulama suyu ihtiyacı açısından karşılaştırmışlar ve damla sulama sistemlerini daha ekonomik bulmuşlardır.

Yalçuk ve Özkara (1984), Ege Bölgesinde yapılan araştırmada, pamukta yapılan % 40’lık su kısıtlamasına karşılık verimde ki azalma % 8 olmuştur. Burada 100 dekara yetecek suyla % 8 lik ürün azalmasıyla, sulama alanını % 56 arttırmanın mümkün olacağını, toplamda sulama alanı geliri artmış olacağını saptamışlardır.

Çukurova’ da yapılan bir araştırmada, yerüstü su kaynağından yararlanılarak çilek yetiştiriciliğinde, karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri uygulanmış ve damla sulama yöntemi, en ekonomik yöntem olarak bulunmuştur (Tekinel vd. 1984).

Ferhatoğlu vd. (1984), Urfa yöresinde yaptıkları araştırmada, kuru koşullarda üretimi yapılan buğday ve mercimeğin üretim ve girdi maliyetlerini incelemişler ve buğdayda 149 kg/da, mercimekte 117 kg/da olarak bulmuşlardır.

California’ da sulama sistemlerinin izleme değerlendirmesi amacıyla yapılan çalışmada, yöre çiftçilerinin sulama yöntemi seçiminde, su kaynağı özellikleri, sulama suyu maliyeti ve verim kriterlerini dikkate aldıkları, özellikle yeraltı su kaynaklarından yararlanıldığı ya da sulama suyu maliyetinin yüksek olduğu koşullarda, su tasarrufuna dayalı damla yada yağmurlama sulama yöntemlerini tercih ettikleri belirlenmiştir (Coswell ve Ziberman 1985).

Kısıtlı su kaynağı koşullarında, iki farklı elma (Starkrimson ve Goldenspur) çeşitlerinde damla ve karık sulama yöntemlerinin ekonomik yönden karşılaştırıldığı bir çalışmada, daha az sulama suyu kullanıldığı ve daha fazla ürün elde edilmesi nedenlerinden dolayı damla sulama yöntemi ekonomik bulunmuştur (Kulkov ve Saidaliev 1986).

Tosso ve Torres (1986), Muscatroze üzüm çeşitinde 4 farklı sulama suyu miktarı ile 3 farklı sulama yöntemini (damla, yağmurlama ve karık) karşılaştırmışlardır. Sonuçta, damla sulama yönteminde su kullanım randımanı en yüksek bulunmuştur. Söz konusu yöntemde, diğer yöntemlere oranla sulama suyunda % 50 – 60 oranında tasarruf sağlanmıştır.

Bazı koşullarda, ekonomi dışında diğer tüm faktörler gözönüne alındığında birden fazla sulama yöntemi uygun olabilmektedir. Bu durumda en uygun sulama

yöntemi, ekonomik faktörler dikkate alınarak belirlenmektedir. Sulama yöntemi seçildikten sonra uygun sistemin tertiplenmesinde de ekonomik faktörler birinci derecede etkili olmaktadır. En uygun yöntem ve sistem tertibinin ekonomik faktörlere göre seçimi için, alternatif yöntem ve sistem tertiplerinde bir yıla düşen toplam masraflar ve buna karşılık sağlanacak yıllık net fayda karşılaştırılmaktadır (Hill ve Keller, 1980, Balaban 1986).

Yıldırım (1988), yeraltı su kaynaklarından yararlanılan Konya – Yunak – Gökpinar sulamasında, yağmurlama ve yüzey sulama sistemlerini ekonomik yönden karşılaştırmış ve sonuçta, hem yeterli hem de kısıtlı sulama suyu uygulanması koşullarında yağmurlama sulama sistemlerinin daha ekonomik olduğunu bulmuştur.

Konya – Alakova pompaj sulama alanında doğrusal programlama ile en uygun ürün deseni belirlenmiş ve proje alanında mevcut planlanan ve gelecekteki durumlara ilişkin ekonomik analizler yapılarak fayda - masraf parametreleri hesaplanmıştır (Beyribey 1989).

Ranjbar (1989), Ankara – Köprüköy sulama alanında yürüttüğü çalışmada, en yüksek karı veren optimum bitki desenini % 39.7 buğday, % 33.8 fasulye, % 20.1 bostan, % 4.8 sebze, % 0.6 meyve, % 0.6 patates ve % 0.4 soğan olarak belirlemiştir.

Tokat Kazova'da yapılan araştırma sonucunda; deneme alanında yetiştirilen şekerpancarına ekimden hasat dönemine kadar optimum düzeyde verilen 558 mm sulama suyuna karşılık 6703 kg/da ürün elde edilmiştir. Buna karşılık suyun % 50 kısılıp aynı suyla 2 dekar alanın sulandığı denemede ise dekara 6209 kg ürün alınmıştır. Sonuçta, dekarda 494 kg ürün azalmasına karşılık toplamda aynı suyla 12418 kg ürün elde edilmiştir. Kuruya ekime göre ürün artışı da 988 kg/da olmuştur (Günbatılı F. 1989).

Kısıtlı su uygulaması yapılan işletmelerin yeterli su uygulamasına oranla birim alana daha düşük gelir, ancak uygulanan birim su başına daha yüksek gelir elde ettikleri belirtilmektedir (English vd. 1990).

Türker (1990), Afyon ili Şuhut ovasındaki sulama kooperatifleri tarafından işletilen tarım işletmelerin ekonomik analizini yaparak optimal üretim desenlerini tespit etmiştir. Bitki su tüketimleri ve sulama suyu ihtiyaçlarının da hesaplandığı ve su kısıntısının da arz talep ilişkisi içinde ele alındığı çalışmada suyun birinci derecede üretimi sınırlandıran faktör olmadığı belirlenmiştir.

Altınorak ve Yıldırım (1991), Ankara koşullarında, şeker pancar, ayçiçeği ve patates tarımında; karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemlerini ekonomik yönden karşılaştırmak amacıyla, derin kuyudan yararlanılan bir model alanda, alternatif sulama projeleri hazırlayarak yıllık fayda – masraf oranlarını elde etmişler ve sonuçta, her üç bitki için de yağmurlama sulama yöntemini daha ekonomik bulmuşlardır.

Albut (1992), İpsala – Altınyazı – Karasaz sulama alanında; arazi, işçilik ve sulama suyu kısıtları altında proje alanına ilişkin brüt karı maksimize eden optimum bitki desenini % 31.1 çeltik, % 18 ayçiçeği, % 16.8 şekerpancarı, % 10 bostan, % 6.6 mısır, % 5.2 yonca, % 4 sebze, % 3 susam, % 2.9 baklagil ve % 2.4 hububat olarak belirlemiştir.

Mannochi ve Mecarelli (1994), sulama sisteminden maksimum gelir sağlanması için kısıntılı sulama programları altında bitkilerin su kısıntısına karşı verim duyarlılığını hesaplayan, maksimum evapotranspirasyon, iklim ve bitki özelliklerinin girdi olarak kullanıldığı bir model geliştirmişlerdir.

Scheierling vd. (1995), Kuzey Kolarado’ da yürüttükleri araştırmada farklı sulama suyu programlarının beş farklı bitkide yaratabileceği verim düzeylerinin ve diğer ekonomik bileşenlerin açıkça hesaplanabileceği ekonomik bir doğrusal programlama modelini kalibre etmişlerdir. Programda sulama alanından elde edilecek net geliri maksimize edecek bir model kurulmuştur.

Obreza vd. (1995), Florida’ da domates bitkisinde, yeterli ve yetersiz su uygulamaları koşulunda ekonomik analiz yapılmış ve yeterli sulama koşullarında toplam net gelirin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Kodal (1996), Ankara Beypazarı yöresinde yaptığı çalışmada, yeterli ve kısıtlı su koşullarında optimum su dağıtımını belirlemiş ve yeterli su (% 100) koşulunda 4.48 milyar TL, yetersiz su (% 20) koşulunda 3.29 milyar TL, kuru tarım koşulunda ise 0.04 milyar TL bulmuştur.

Takele ve. Meyer (1996), Yeterli ve kısıtlı sulama ve azot miktarlarının, avacado bitkisinde meydana gelebilecek ekonomik etkiyi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, yeterli ve kısıtlı sulama programları (% 80, % 100, % 120) ile 3 farklı azot miktarı (0.16, 0.7 ve 1.4 kg/ağaç) uygulamışlardır. Sonuçta, bitkinin ihtiyacı duyduğu suyun % 80’inin uygulanması ve 0.7 kg/ağaç gübre verilmesi koşulunda, birim alandan alınacak net gelirin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir

Net gelir artışının maksimum olduğu en ideal sulama programının eldesi amacıyla toprak nemi, iklim koşulları ve su kaynağı koşulları dikkate alınarak bir simülasyon ve optimizasyon modeli geliştirilmiştir (Botes vd. 1996).

Orta (1997), tarafından Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsüne ait bir bağ parselinde, damla ve karık sulama yöntemlerinin, sulama suyu ihtiyacı, ilk tesis masrafı, yıllık işletme masrafı, enerji masrafı ve toplam masraflar açısından karşılaştırılması amacıyla ekonomik analiz yapılmıştır. Sonuçta, yıllık toplam masraflar karık sulama yönteminde, damla sulama yöntemine oranla % 9 daha az bulunmuştur. Tüm değerlere göre, su kaynağı yeterli ise karık sulama, aksi takdirde damla sulama yönteminin seçilmesi önerilmiştir.

Hindistan – Bhaintan havzasında Juyal ve Singh (1998) tarafından yürütülen bir çalışmada, bitki deseni planlama modeli kullanılarak, optimum bitki deseninde, maksimum verim koşulları için toplam gelirin çiftçi koşullarında elde edilen verimlere göre % 142 oranında arttığı saptanmıştır.

Evsahibioğlu vd. (1998), Gökırmak – Hasköy sulama projesinin ekonomik analizinde FAO tarafından geliştirilen DASI paket programını kullanmışlar, 6 farklı bitki için fayda - masraf parametrelerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak en yüksek faydayı sağlayacak desenin saptanmasına olanak veren simülasyon esasına dayalı DASI paket programı yardımı ile optimuma yakın çözümlerin elde edileceğini bildirmişlerdir.

Hindistan’ da yaptığı çalışmada, kısıntılı sulama koşulları altında, bitkilerin su verim ilişkileri baz alınarak optimum bitki deseninin belirlenmesini amaçlayan bir model geliştirilmiş ve modelin uygulanması ile gelirden % 120 artış sağlanmıştır (Kumar vd. 1998).

Juan vd. (1999), İspanya’nın Alana sulama alanında, farklı bitkilerin su tüketimleri ile yeterli ve kısıtlı sulama koşullarında, ekonomik sulama düzeylerinin belirlenmesi ve maksimum gelir sağlanması amacıyla bir model geliştirmişlerdir.

O’Brien vd. (2000), Mısır bitkisinde, ekonomik faydanın belirlenmesi amacıyla, üretim miktarı, fiyat analizi ve net gelir bileşenlerini belirleyerek iki farklı sulama yöntemini (Karık ve hareketli yağmurlama) karşılaştırmışlar ve bu analizin mevcut iklim koşullarında, farklı su kaynağı kapasitelerinin, ekiliş alanı miktarının belirlenmesinde baz oluşturabileceğini açıklamışlardır.

Benli vd. (2001), Şanlıurfa – Harran ovası Tahılalan Sulama Birliği tarım işletmesinde yürütülen çalışmada, kısıtlı ve yeterli sulama suyu koşullarında maksimum gelir getirecek bitki deseninin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Harran ovası koşullarında yetiştirilebilecek bitkiler için bitki su tüketimleri ve yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama zaman planları, üretim girdi ve maliyetleri ile brüt kar değerleri belirlenmiş ve doğrusal programlama tekniği ile optimum bitki deseni elde edilmiştir.

Harun M. (2001), Bangladesh’ de buğday bitkisinin, farklı sulama programları ve değişik doz gübre uygulaması altında yapmış olduğu ekonomik analizde, yeterli sulama koşullarında, toplam net gelirin fazla olduğunu saptamıştır.

Selenay (2001), Harran ovasında yaptığı çalışmada, yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında, bitkiler için bitki su tüketimleri, üretim girdi ve maliyetleri ile brüt kar değerleri belirlemiştir. Sonuçta, çok düşük su miktarlarında bile işletme gelirin yüksek düzeylerde tutulmasının mümkün olabileceğini saptamıştır.

Kodal vd. (2001), tarafından yapılan araştırmalar sonucunda ise uygun bitki paterni seçilerek yapılan kısıtlı sulama sonucunda işletme gelirin önceleri çok az sonraları ise daha fazla azaldığını belirlemiştir.

Amami vd. (2001), Tunus’ta yürüttükleri çalışmada, farklı sulama programları altında, üç farklı bitki (patates, domates ve kışlık buğday) çeşidi arasında maksimum gelir sağlayacak bitki çeşidinin saptanmasıyla ilgili bir ekonomik analiz yapmışlar ve kısıtlı sulamanın patates bitkisinde toplam gelirin daha yüksek kıldığını belirlemişlerdir.

Karaca ve Selenay (2001), Harran ovasında yaptıkları çalışmada, farklı bitkilerin değişik arazi büyüklüklerinde damla sulama ve karık yöntemleri ile sulanması koşulunda, sulama sistemleri, sulama suyu ihtiyacı, sistem debisi ve değişik masraf unsurlarını karşılaştırılarak ekonomik analiz yapmışlardır. Sonuçta, su kaynağı yeterli ise küçük ve orta büyüklükteki arazilerde karık sulama uygulanabileceği, ancak su kaynağının kısıtlı olması koşulunda damla sulama yönteminin seçilmesi gerektiğinin yanı sıra, en büyük arazi parselinde, yıllık toplam gider açısından damla sulama daha ekonomik, diğer parsellerde ise karık sulamanın daha ekonomik olacağını belirtmişlerdir.

Guvele ve Featherstone (2001), kısıtlı su kaynaklarına sahip Sudan’da yürüttükleri çalışmada, pamuk bitkisi için mevcut su miktarı, toplam yetiştirme alanı ve çiftçi geliri arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Sonuçta sulanan alanların

arttırılması ve yüksek su ihtiyacına sahip bitkilerin su tüketimlerinin karşılanabilmesi için kısıntılı sulamanın geliştirilmesinin gerekliliğine karar vermişlerdir.

Değirmenci ve Tölücü (2003), Harran ovası koşullarında yürüttükleri çalışmada, ihtiyaç duyulan sulama suyunun sağlanması ve kullanımının planlanmasında mevcut toprak ve su kaynaklarını dikkate alarak, su – verim ve gelir arasındaki ilişkileri analiz eden bir optimizasyon modeli hazırlamışlardır. Modelde, buğday, arpa ve mercimek bitkilerinde dönemlik olarak yapılan kısıntılarla oluşabilecek verim azalmalarını ve gelir miktarlarını belirlemişlerdir.

Dumler (2004), Kansas’da yürüttüğü çalışmada, üç farklı sulama programı altında, dört farklı bitki (mısır, sorghum, soya fasulyesi ve ayçiçeği) çeşidi arasında maksimum gelir sağlayacak öncelikli bitki deseninin belirlenmesi amacıyla bir ekonomik analiz yapmış ve uzun süreli ortalama fiyatlar dikkate alındığında mısırın geri dönüşümünün daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Şener (2004), Hayrabolu sulamasında su kullanım ve dağıtım etkinliğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, optimum bitki deseni için fayda/masraf oranını 1,35 olarak belirlemiştir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu bölümde, Trakya bölgesinin genel özellikleri ile ekonomik sulama düzeylerinin belirlenmesinde göz önüne alınan ayçiçeği, buğday ve karpuz bitkileri üzerinde yürütülen denemelerden elde edilen sulama suyu ve birim alan dane verimleri hakkındaki bilgiler açıklanmıştır.

3.1.1. Trakya bölgesinin tanıtımı

3.1.1.1. Bölgenin konumu ve iklim özellikleri

Trakya bölgesi $40^{\circ} 45' - 42^{\circ} 10'$ kuzey enlemleri ve $26^{\circ}15' - 28^{\circ}15'$ doğu boylamları arasında yer almakta olup Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinin tamamını, İstanbul'un Avrupa yakasını ve Çanakkale'nin Gelibolu yarımadasını içine almaktadır (Şekil 3.1). Bölgede, Marmara ve Batı Karadeniz iklimi hakimdir. Bu ılıman iklim kuşağında yazlar sıcak ve az yağışlı, kışlar ise serin ve yağışlı geçer. Topoğrafik yapısı ve bölgede bulunan göl, gölet ve barajlar iklimi etkilemektedir. Kıyıya paralel ve kıyı boyunca uzanan dağlar Karadeniz'den gelen yağmur bulutlarının iç kısımlara doğru hareketini engellemektedir. Bu sebeple kıyı kesimleri iç kesimlere göre çok daha fazla yağış almaktadır. Yıllık yağış miktarı 500 ile 1000 mm arasında değişmekte, toplam yağışın yaklaşık % 85'i, Eylül-Mayıs ayları arasında düşmektedir. Yıllık yağış ortalaması 647 mm' dir. Yağış dağılımı düzensiz olup en çok ihtiyaç duyulan yaz aylarında en az oranda yağış almaktadır (Konukçu vd.,2004).

3.1.1.2. Toprak kaynakları

Bölgede 1.239 milyon hektar tarıma elverişli arazi ile Türkiye'nin % 4 ünü, 1.047 milyon hektar sulanabilir arazi ile de Türkiye'nin yine % 4 ünü teşkil etmektedir. Ekonomik olarak sulanabilir arazi miktarı ise 335.427 hektardır.

Türkiye ve Trakya bölgesinin sahip olduğu arazi varlığı ve bunun farklı kullanım alanlarına ait dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Türkiye ve Trakya Bölgesi arazi varlığı ve dağılımı (Konukçu vd.,2004).

Kullanım Durumu	Türkiye (milyon ha)	Türkiye (%)	Trakya (milyon ha)	Trakya (%)	Trakya / Türkiye (%)
İşlenen toprak	27.7	35.6	1.42	59.9	5.13
Orman	23.5	30.2	0.72	30.4	3.06
Çayı-mera	22.0	28.3	0.13	5.5	0.59
Diğer araziler	3.8	4.9	0.09	3.8	2.37
Su yüzeyi + yerleşim alanı	0.8	1.0	0.01	0.4	1.25
Toplam	77.8		2.37		3.05

Görüldüğü gibi Trakya bölgesi arazi varlığı açısından Türkiye'nin % 3'ünü oluşturmaktadır. Çayır-mera ve işlenen toprak oranları Türkiye genelinden farklılık gösterirken diğer kullanım alanları Türkiye ortalamasına yakındır. Özellikle orman alanı oranı Türkiye geneliyle aynıdır. Çayır-mera alanları Türkiye ortalamasından 5.5 kat daha az iken işlenen toprak alanı 2 kat daha fazladır. Bu da, Trakya Bölgesindeki tarım sektöründe bitkisel üretimin ağırlığını ifade etmektedir.



Şekil 3.1. Trakya bölgesinin konumu

3.1.1.3. Su kaynakları

Türkiye'nin kullanılabilir su varlığı yaklaşık 110 milyar m³'tür. Bunun 95 milyar m³'ü yerüstü, 12 milyar m³'ü yeraltı ve 3 milyar m³'ü dış kaynaklı sulardır (Kantarcı, 2001). Bu miktar Trakya bölgesi için 3.4 milyar m³ olup bunun 2.8 milyar m³'ü yerüstü, 0.4 milyar m³'ü yeraltı ve 0.2 milyar m³'ü ise dış kaynaklı sudur. Türkiye ve Trakya bölgesi su varlığı hakkında karşılaştırmalı bilgiler Çizelge 3.2'de verilmiştir. Türkiye'de kişi başına düşen su miktarı 1600 m³, Trakya bölgesinde ise 300 m³'tür. Dünyada ise 8000 m³'dür. Dünya su konseyine göre, kişi başına düşen yıllık su miktarı 1000-2000 m³ arasında olan ülkeler su sıkıntısıyla karşı karşıya olan ülkelerdir. Bu sonuç susuzluk, gıda üretimi, ekonomik gelişme ve doğal hayatın korunması hususunda ciddi sorunların yaşanacağı anlamına gelmektedir. Günümüz Türkiye'sinde uygulamada ortalama 30 milyar m³ su kullanıldığı dikkate alınırsa kişi başına tüketilen su miktarı 450 m³ olmaktadır. Oysa bu rakam Trakya bölgesinde tüm su kaynaklarının kullanılması halinde elde edilen rakamdan yüksektir. Ancak, Trakya bölgesindeki bu su yetersizliği, bölge tarım alanlarının sulanmaması yani çok su kullanan tarım sektörünün devre dışı kalması nedeniyle fark edilememektedir. Trakya bölgesinin ekonomik olarak sulanabilir nitelikteki tarım topraklarının bir kısmının bile sulanması, artan sanayileşme ve şehirleşme ile kirlenen su kaynakları ve bölgede yer alan İstanbul kentinin 1 milyar m³'ü aşan bugünkü su ihtiyacının 2025 yılında 3 milyar m³ olacağı tahminleri gelecekte bölgede karşılaşılabilecek su krizinin ne denli büyük olacağını göstermektedir (Konukçu ve ark. 2004).

Çizelge 3.2. Türkiye ve Trakya Bölgesi su varlığı dağılımı

Su Kaynağı	Türkiye	Trakya
Ortalama yağış (mm)	652.5	647.0
Brüt su potansiyeli (milyar m ³)	508	15.3
Net su potansiyeli (milyar m ³)	188	5.7
Kullanılabilir su miktarı (milyar m ³)	110	3.4
Yerüstü suyu miktarı	95	2.8
Yeraltı suyu miktarı	12	0.4
Yurtdışı kaynaklı su miktarı	3	0.2
Tüketilen su miktarı (milyar m ³)	30	1.7

3.1.1.4. Bölgenin tarım potansiyeli

Trakya bölgesinin ekiliş alanı yönünden birinci sıradaki ürünü buğdaydır. Daha sonra ayçiçeği ve çeltik en çok yetiştirilen ürünlerdir. Bölgede genellikle buğday - ayçiçeği şeklinde ekim nöbeti uygulanmasına rağmen, iç kısımlarda ekonomik değeri yüksek olan karpuz ve soğan gibi yazlık bitkilerin de tarımı yapılmaktadır. Trakya bölgesinde yoğun olarak tarımı yapılan bitkilerin 2004 yılına göre ekiliş oranları ve elde edilen birim alan değerleri, Türkiye ortalamaları ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.3 de verilmiştir (Özkan ve Aydın, 2004).

Çizelge 3.3' de görüldüğü gibi, Trakya bölgesinde, özellikle buğday ve ayçiçeği gibi bitkilerden elde edilen birim alan verimleri, kuru koşullarda tarım yapılmasına karşın, ülke değerlerinden oldukça yüksektir. Bitkilerin kuru koşullarda yetiştirilme nedenleri oldukça fazladır. Bunların en önemlisi, bölgenin toprak kaynaklarının ve buğday için kış yağışlarının, ayçiçeği için de, ekim periyodundaki yağışların yeterli olması söylenebilir. Ayrıca, bölgedeki su kaynaklarının yetersiz oluşu ve mevcut suyun, son yıllarda gelişen sanayi ve buna bağlı olarak, diğer alanlarda kullanımı, tarıma ayrılan kısmı azaltmaktadır. Bölge çiftçisinin sulamaya olan ilgisinin azlığı ve kısıtlı sulama suyunun da mısır, karpuz ve soğan gibi yazlık bitkiler için kullanılması da bu nedenlere eklenebilir.

Bölgemizdeki sulama ile araştırma enstitüleri ve Tekirdağ Ziraat Fakültesi tarafından yürütülen çalışmalardan; buğday, ayçiçeği ve karpuz gibi bitkilerden elde edilecek birim alan verimlerinin önemli düzeyde arttığı açıkça söylenebilir (Orta ve ark. 2000; Erdem ve ark. 2000 a; Erdem ve ark. 2000 b).

Ancak yukarıda değinildiği gibi, bölgenin su kaynaklarının sulama için kısıtlı olması nedeniyle bölgede suyun ekonomik olarak kullanılması çok önemlidir. Sulanabilecek özellikteki tarım alanının bol, ancak sulama suyu kapasitesinin yetersiz veya sulama suyunun pahalı olduğu durumda, daha çağdaş bir sulama teknolojisinin seçilmesi yanında, kısıntılı sulama uygulamasına da geçilebilir. Kısıntılı sulamada, bitkisel üretimde maksimum verimin elde edilmesi yerine, uygulanacak sulama suyu miktarında kısıntı yapılarak bir miktar verim azalmasına izin verilmekte, ancak aynı suyla daha fazla alanın sulanması ve birim sudan daha fazla gelir elde edilmesi mümkün olmaktadır (Tekinel ve Kanber 1979, Yıldırım ve ark. 1995).

Çizelge 3.3. Trakya bölgesinde ve Türkiye’de yoğun olarak tarımı yapılan bitkilerin 2004 yılına göre ekiliş oranları.

Ürünler	Edirne			Kırklareli			Tekirdağ			Türkiye		
	Ekiliş	Üretim	Verim	Ekiliş	Üretim	Verim	Ekiliş	Üretim	Verim	Ekiliş	Üretim	Verim
	alanı (ha)	(ton)	(kg/ha)	alanı (ha)	(ton)	(kg/ha)	alanı (ha)	(ton)	(kg/ha)	alanı (ha)	(ton)	(kg/ha)
Buğday	202.262	804.489	3.987	145.694	478.575	3.280	198.999	1.056.294	5.300	9.300.000	19.500.000	2.101
Arpa	1.177	39.048	8.330	19.065	65.725	345	22.040	108.160	4.880	3.600.000	8.300.000	2.307
Mısır	7.827	16.085	2.055	2.070	12.250	5.917	1.005	6.576	6.540	500.000	2.100.000	4.216
Çeltik	31.998	255.123	7.973	-	-	-	-	-	-	60.000	3.611	216.000
Fasulye	583	8.795	1.508	1.265	1.267	100	672	967.75	1.440	180.000	1.392	250.000
Şeker P.	1.652	96.793	58.570	853	42.640	4.999	266	40.060	6.755	372.468	44.439	16.523.166
Ayçiçeği	102.707	205.532	2.001	67.500	130.605	193	139.175	299.330	2.150	550.000	1551	850.000
Patates	155	23.548	3.650	860	16.900	1.965	266	4.543	1.707	198.000	26.297	5.200.000
Yonca	2.516	24.521	10.143	3.500	37.325	1.066	1.216	8.763	7.200	260.000	2.300	884
Karpuz	14.836	442.802	29.846	1.648	34.054	20.664	2.854	63.446	22.230	600.000	4.575.000	7625

Araştırmacılar, sulama sisteminin kısıtlı suya göre planlanması durumunda, enerji, su ve sermaye ihtiyaçlarında önemli azalmalar sağlanarak işletme gelirinin artabileceğini belirtmektedirler (English ve Nuss 1982). Kısıtlı su uygulaması yapan işletmelerin yeterli su uygulamasına oranla birim alana daha düşük gelir, ancak uygulanan birim su başına daha yüksek gelir elde ettikleri belirtilmektedir (English ve ark. 1982, English 1990).

3.1.2. Araştırmada kullanılan bitkilere ilişkin sulama suyu miktarları, bitki su tüketimleri ve birim alan verimleri

Araştırmada daha önce Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü tarafından yürütülen buğday, ayçiçeği ve karpuz bitkilerinden elde edilen değerler kullanılmıştır (Orta ve ark. 2001; Erdem ve ark 2001a; Erdem ve ark. 2001b). Her üç bitkiye ilişkin denemeler, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür.

Ayçiçeği ve karpuz denemeleri 1998 – 1999, 1999 - 2000 yılları arasında üç yıllık, buğday denemesi ise 1998 – 2000 yetiştirme sezonunda iki yıllık olarak gerçekleştirilmiştir. Her üç bitki için de, denemeler 5 farklı sulama konusu ile birlikte 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde yürütülmüştür. Denemelerde sulama konuları, 90 cm toprak profilindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin, ayçiçeği ve karpuz da % 50 si, buğdayda % 60' ı tüketildiğinde, mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyunun uygulandığı tanık konu (S_{100}) ve bu konuya uygulanan suyun % 75, 50, 25 ve 0'ının uygulandığı kısıtlı su programlarından oluşmuştur. Yürütülen araştırmalarda deneme parselleri ayçiçeği bitkisinde yüzey sulama yöntemlerinden karık, buğday bitkisinde tava ve karpuz bitkisinde ise basınçlı sulama yöntemlerinden damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları, yüzey sulama yöntemlerinde deneme parsellerinin başına yerleştirilen sayaçlar yardımıyla, damla sulama sisteminde ise yöntemin gerektirdiği şekilde hesaplanan sulama süresi ile uygulanmıştır. Ayrıca, damla sulama yöntemi ile sulanan karpuz bitkisinde, deneme parselinin tamamı yerine yaklaşık % 42 si ıslatılmıştır.

Tüm denemelerde bitki su tüketimi, etkili kök derinliğinin altına oluşabilecek derine sızmaların da dikkate alınabilmesi amacıyla 120 cm toprak derinliğinde, aşağıda verilen su dengesi eşitliğine göre hesaplanmıştır.

$$ET = d_1 + P + I - d_2 \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi (mm),

d_1 = Periyot başlangıcındaki toprak nemi (mm/120 cm),

P = Periyot boyunca düşen yağış (mm),

I = Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm),

d_2 = Periyot sonundaki toprak nemi (mm/ 120 cm) değerlerini göstermektedir.

Araştırmalarda en yüksek birim alan verimleri toprak profilindeki eksik nemin tamamının karşılandığı tanık sulama konularından, en düşük verimler ise sulama suyu uygulanmayan (susuz) deneme konularından elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen üç araştırmada elde edilen, uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimleri ve birim alan verimleri aşağıdaki Çizelge 3.4, 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Ayçiçeği bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimleri ve elde edilen birim alan verimleri.

Yürütüldüğü yıllar	Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı (adet)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Verim (kg/ha)
1998	% 0 (Susuz)	-	-	391	2770
	% 25	8	138	519	3414
	% 50	8	274	623	3858
	% 75	8	416	695	4441
	% 100	8	555	800	5215
1999	0 (Susuz)	-	-	305	2544
	% 25	8	140	405	3248
	% 50	8	280	523	4027
	% 75	8	420	622	4650
	% 100	8	560	762	5053
2000	0 (Susuz)	-	-	324	3037
	% 25	7	172	393	3359
	% 50	7	345	524	4142
	% 75	7	517	670	5118
	%100	7	690	852	5522
Ortalama	0 (Susuz)	-	-	-	2784
	%25	8	350	439	3340
	% 50	8	300	557	4009
	% 75	8	450	662	4736
	% 100	8	600	805	5263

Çizelge 3.5. Buğday bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimleri ve elde edilen birim alan verimleri.

Yürütüldüğü yıllar	Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı (adet)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Verim (kg/ha)
1999	0 (Susuz)	-	-	245	3734
	% 25	3	76	304	4643
	% 50	3	152	397	5151
	% 75	3	228	423	5655
	%100	3	304	508	6434
2000	0 (Susuz)	-	-	303	5280
	% 25	3	89	370	8336
	% 50	3	178	444	9108
	% 75	3	267	487	9257
	%100	3	356	566	9571
Ortalama	0 (Susuz)	-	-	-	4507
	% 25	3	83	337	6490
	% 50	3	165	421	7130
	% 75	3	248	455	7456
	%100	3	330	537	8003

Çizelge 3.6. Karpuz bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimleri ve elde edilen birim alan verimleri.

Yürütüldüğü yıllar	Deneme konusu	Uygulanan sulama Sayısı (adet)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Verim (kg/ha)
1998	0 (Susuz)	-	-	220	46820
	% 25	5	33	279	64830
	% 50	5	66	293	88830
	% 75	5	99	329	91300
	%100	5	132	362	103800
1999	0 (Susuz)	-	-	218	41620
	% 25	7	47	282	53250
	% 50	7	94	315	70770
	% 75	7	141	346	76500
	%100	7	188	400	89840
2000	0 (Susuz)	-	-	163	43490
	% 25	10	74	260	44500
	% 50	10	148	313	55100
	% 75	10	222	355	65760
	%100	10	296	409	75420
Ortalama	0 (Susuz)	-	-	-	43977
	% 25	7	51	337	54193
	% 50	7	103	421	71567
	% 75	7	154	455	77853
	%100	7	205	537	89687

3. 2. YÖNTEM

Bu bölümde, Trakya koşullarında ekonomik sulama düzeyinin belirlenmesi amacıyla seçilen bitkilerin bitki su tüketimleri, uygulanan sulama suyu miktarları, birim alan verimleri dikkate alınarak sulama maliyetleri, sulama ile net gelir ve optimum sulama düzeyinin belirlenmesi açıklanmıştır.

3.2.1. Sulama maliyetleri

Bu çalışmada, her bitki beş farklı sulama programı ile sulanmıştır. Programlardan birini susuz konu oluştururken, diğer programlara farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, sulu tarım koşullarında net gelirin hesaplanması amaçlandığından, sulama haricindeki diğer tarımsal masraflar, tüm sulama programlarında aynı olacağından göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, sulama sistemi uzun yıllar kullanılacağı için ilk yatırım masrafları da değerlendirme dışı tutulmuştur.

Sulu koşullarda değişen işletme masrafları; enerji masrafı, işçilik masrafı ve sulama suyu bedeli olmak üzere üçe ayrılır ve aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanabilir (Kay and Hatcho 2000).

$$C = EM + İM + SM \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

C = Toplam sulama masrafları (TL/ha),

EM = Enerji masrafı (TL/ha),

İM = İşçilik masrafı (TL/ha),

SM = Su bedeli (TL/ha) dir.

Araştırmada, sulama maliyetleri dolayısıyla ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde, tarım arazisine sulama suyu sağlanmasına göre, her bitki için 2 farklı koşul göz önüne alınmıştır. Bu nedenle, ayçiçeği ve buğday için, tarım alanına sulama suyunun, sığ kuyudan motopomp veya kanaldan sifon yardımıyla, karpuz için ise, sığ

kuyudan veya kanaldan motopomp yardımıyla alınması planlanmış ve toplam sulama masrafları, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

Sulama suyunun sığ kuyudan motopomp ile alınması durumunda;

$$C_{\text{sığ kuyu}} = EM + \dot{IM} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

$C_{\text{sığ kuyu}}$ = Sığ kuyu kullanılması koşulunda sulama masrafı (TL/ha),

EM = Enerji masrafı (TL/ha),

$\dot{IM}$ = İşçilik masrafı (TL/ha).

Sulama suyunun sulama kanalından sifon ile alınması durumunda;

$$C_{\text{kanal}} = \dot{IM} + SM \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

C_{kanal} = Sifon kullanılması koşulunda sulama masrafı (TL/ha),

$\dot{IM}$: İşçilik masrafı (TL/ha),

SM: Sulama suyu bedeli (TL/ha).

Sulama suyunun sulama kanalından motopomp ile alınması durumunda;

$$C_{\text{kanal+motopomp}} = EM + \dot{IM} + SM \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$C_{\text{kanal+motopomp}}$ = Motopomp kullanılması koşulunda sulama masrafı (TL/ha),

EM = Enerji masrafı (TL/ha),

$\dot{IM}$: İşçilik masrafı (TL/ha),

SM: Sulama suyu bedeli (TL/ha).

eşitlikleri kullanılabilir.

3.2.1.1. Enerji masrafı

Her bir sulama programı için, enerji masrafları, Kay ve Hatcho (1992) ve Yıldırım (2003)' de verilen esaslara göre aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$d_t = \frac{d_n}{E_a} \quad (3.6)$$

$$T = \frac{A \times d_t}{3.6 \times Q} \quad (3.7)$$

$$fBG = \frac{H_m \times Q}{75 \times \eta_p} \quad (3.8)$$

$$EM_{fBG-h} = 0.27 \times P \quad (3.9)$$

$$EM_T = EM_{fBG-h} \times T \times fBG \quad (3.10)$$

Eşitliklerde;

d_t = Mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyacı (mm),

d_n = Mevsimlik net sulama suyu ihtiyacı (mm),

E_a = Sulama randımanı (%),

T = Bir sezondaki toplam sulama süresi (h),

A = Sulanacak alan (da),

Q = Sistem debisi (L/s), araştırmada 10 L/s debili santrifüj pompa değerleri göz önüne alınmıştır,

N = Bir sezonda uygulanan toplam sulama sayısı (adet),

fBG = Pompa biriminin fren gücü (BG),

H_m = Manometrik yükseklik (m),

η_p = Pompa randımanı (%), araştırmada diesel motorlu pompa kullanıldığı için % 70 kabul edilmiştir,

EM_{fBG-h} = Pompa biriminin FG saat başına enerji masrafları (TL/fBG – h),

P_b = Benzin birim fiyatı (TL/L),

EM_T = Toplam enerji masrafı (TL/ha)' dır.

Sulama yöntemlerine göre su uygulama randımanları değerlendirildiğinde, yüzey sulama yöntemlerindeki kayıplar yağmurlama ve damla sulama yöntemlerine göre daha fazla olmaktadır. Bu nedenle, araştırmada uygulanacak net sulama suyu miktarının hesaplanmasında Kay ve Hatcho (1992), Güngör vd. (1996) ve Kanber (1997) de verilen bilgilere göre su uygulama randımanları (E_a), yüzey sulama yöntemlerinden tava ve karık için % 60, damla sulama yöntemi için % 90 olarak kabul edilmiştir. Ayrıca su kaynağı olarak arazinin başında bulunan sığ kuyu veya sulama kanalından sifon kullanıldığında, su dağıtım randımanları göz önüne alınmamıştır.

Yüzey sulama yöntemlerine göre bir çok avantajı bulunan yağmurlama ve damla gibi basınçlı sulama yöntemlerinin en büyük dezavantajı, ilk yatırım ve işletim masraflarının yüksek olmasıdır. Bu masrafların yüksek olmasının nedeni, sistemin çalışabilmesi için gerekli olan işletme basınçlarıdır. Bu çalışmada damla sulama sistemi işletme basıncı olarak 1.5 atm göz önüne alınmış ve borularda oluşacak yük kayıpları 1.5 m/100 m olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle, manometrik yükseklikler hesaplanırken; tava ve karık sulama yöntemlerinde kuyu dinamik emme yüksekliği, damla sulama yönteminde ise, bu yüksekliğe ilave olarak sistem işletme basıncı ve borularda oluşacak yük kayıpları dikkate alınmıştır. Böylece, tava ve karık sulama yöntemlerinde manometrik yükseklik 6 m, damla sulama yönteminde ise sığ kuyu kullanıldığında 22.5 m, kanal kullanıldığında ise 18 m olarak alınmıştır. Ayrıca, günlük maksimum sulama süreleri olarak yüzey sulama yöntemlerinde 12, damla sulama yönteminde 16 saat dikkate alınmıştır.

Enerji masraflarının hesaplanması için gerekli olan süper benzin fiyatı 2004 yılının Ekim ayı değeri olan 2.297.000 TL/L olarak alınmıştır (<http://www.tupras.com.tr>).

3.2.1.2. İşçilik masrafı

Sulama yöntemlerinin seçiminde önemli faktörlerden birisi de işçilik masraflarıdır. Yüzey sulama yöntemlerinde, damla sulama yöntemine göre daha fazla miktarda sulama suyu uygulanması, alanın tamamının ıslatılması, arazi koşullarında sulama suyunun kontrolü ve sulama süresinin fazla olması gibi nedenlerle sulama işçiliğine gereksinim daha fazladır (Cuenca 1989; Yıldırım 2003).

Bu çalışmada, farklı sulama yöntemleri için gerekli işgücü miktarları, yöresel çalışmalar ile Kay ve Hatcho (1992) ve Burt ve ark. (2000) tarafından hazırlanmış Çizelge 3.7 kullanılarak belirlenmiştir. Her bir sulama için ha başına, günlük işgücü miktarı, tava sulama yöntemi için 1, karık sulama yöntemi için 2 ve damla sulama yöntemi için 0.25 olarak alınmıştır. Çizelgeden de görüleceği gibi her bir sulamada gerekli işgücü miktarı yüzey sulama yöntemlerinden karık sulamada oldukça yüksek iken damla sulama yönteminde ise oldukça düşüktür.

Araştırmada, sulama işçiliği masrafları, sulama sayıları ve 2004 yılı bir işçi günlük gideri olan 22.500.000 TL/gün'e göre aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\dot{M} = N_g \times P_i \times K_i \quad (3.11)$$

Eşitlikte;

$\dot{M}$ = İşçilik masrafları (TL/ha),

N_g = Bir sezonda sulama için gerekli toplam iş gücü (gün),

P_i = Bir işçinin günlük ücreti (TL/işçi.gün),

K_i = Gerekli işgücü miktarları (işçi/ha) dır.

Çizelge 3.7. Farklı sulama yöntemlerine göre her bir ha alan için gerekli işgücü miktarları (İşçi/gün)

Sulama metodu	Toprak bünyesi	İşgücü miktarı	Enerji isteği
Yüzey			
Tava	Kil, Tın	0.5 – 1.5	Düşük
Uzun Tava	Kil, Tın	1.0 – 3.0	Düşük
Karık	Kil, Tın	2.0 – 4.0	Düşük
Yağmurlama	Tın, Kum	1.5 – 3.0	Yüksek
Damla	Tüm topraklar	0.2 – 0.5	Orta

3.2.1.3. Sulama suyu masrafı

Ülkemizde DSİ tarafından işletilen sulama alanlarında, sulanan ürünün çeşidine göre birim alan sulama ücreti alınmaktadır. Bu ücret genellikle sulama sezonu öncesi DSİ tarafından belirlenmekte ve çiftçilere bildirilmektedir. Fakat son yıllarda ülkemizdeki mevcut sulama projelerinin yaklaşık % 95'i sulama birliklerine veya sulama kooperatiflerine devredildiğinden, birim alan su ücretleri adı geçen organizasyonlar tarafından belirlenmektedir. Bu çalışmada, Trakya bölgesi için DSİ tarafından belirlenen 2004 yılı birim alan su ücretleri dikkate alınmıştır. Bu değerler, değerlendirmeye alınan ayçiçeği ve buğday bitkileri için bir sulama sezonu boyunca 75.000.000 TL/ha, karpuz için 80.000.000 TL/ha' dır (Özkan ve Aydın, 2004).

3.2.2. Sulama düzeylerine göre net gelirin hesaplanması

Kısıntılı sulama koşullarında; birim alan bitki ürün maliyeti ve sulama ile net gelir, Değirmenci (2000) tarafından verilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

Her bir ürün için net gelir;

$$NR = (P_b \times Y - C)^*, \quad (3.11)$$

Eşitlikte;

NR = Sulu koşullarda net gelir (TL/ha),

P_b = Bitkinin pazar değeri (TL/kg),

Y = Ortalama bitki verimi (kg/ha),

C = Toplam sulama masrafı (TL/ha) dır.

Araştırmada ele alınan bitkilerin birim alan verimleri materyal kısmında anlatıldığı gibi 1998 – 2000 yılları arasında, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü tarafından gerçekleştirilen deneme sonuçlarından alınmıştır. Bitki pazar değerleri olarak, Özkan ve Aydın (2004)' de ayçiçeği için 515.000 TL/kg, karpuz için 130.000 TL/kg ve buğday için 310.000 TL/kg olarak verilen değerler kullanılmıştır.

* Sulama masrafları dışındaki üretim masrafları sabit kabul edildiği için, net gelirin hesaplanmasında sadece sulama masrafları dikkate alınmıştır.

3.2.3. Ekonomik sulama düzeyinin belirlenmesi

Araştırmada, her üç bitki için sulama konuları arasında ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde, kaynak araştırmasında ayrıntılı şekilde açıklanan Azalan Verimler Kanunu kullanılmıştır.

Bölge koşullarında, su kaynaklarının kısıtlı olmasının yanı sıra, yapılan denemeler ile verimin büyük oranda arttırılacağı görülmüştür. Bu nedenle, kısıtlı sulama koşullarında sulanacak optimum büyüklüklerinin hesaplanmasında da kaynak araştırmasında detaylı şekilde açıklanan fırsat maliyeti analizi kullanılmıştır.

Ayrıca, araştırmada kullanılan değerlerin hesaplanmasında ve ekonomik su düzeylerinin belirlenmesinde, EXCEL bilgisayar programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, değerlendirmeye alınan ayçiçeği, buğday ve karpuz bitkileri için sulama masrafları, sulu koşullarda net gelir ve ekonomik su düzeyinin belirlenmesine yönelik sonuçlar verilmiştir .

4.1. Ayçiçeği bitkisine ilişkin sonuçlar

4.1.1. Ayçiçeği bitkisi için enerji masrafları

Ayçiçeği bitkisinin sığ kuyudan motopomp yardımıyla farklı sulama suyu miktarlarına göre sulanması koşuluna göre elde edilen enerji masrafları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, ayçiçeği bitkisinin sulanması için gerekli olan enerji masrafı, birim su için 197.944 TL/mm/ha olmuştur.

Çizelge 4.1. Ayçiçeği bitkisinde farklı sulama suyu miktarları için enerji masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi	Toplam enerji masrafı	
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	TL/ha	TL/ha/mm
% 0	-	-	-	-	-	-
%25	8	150	250	70	49.486.000	197.944
%50	8	300	500	140	98.972.000	197.944
%75	8	450	750	210	148.458.000	197.944
%100	8	600	1000	280	197.944.000	197.944

4.1.2. Ayçiçeği bitkisi için işçilik masrafları

Karık sulama yöntemi ile sulanan ayçiçeği bitkisi için bölge koşullarında gerekli sulama işçiliği masrafları Çizelge 4.2’ de özetlenmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak işçilik masrafları da artmaktadır. Birim su için işçilik masrafı 1.080.000 TL/mm/ha olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Ayçiçeği bitkisinde farklı sulama suyu miktarları için işçilik masrafları.

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi		İşgücü miktarı	İşçi ücreti	İşçilik masrafı	
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	(gün/ha)	(İşçi/gün)	(TL/işçi)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
%25	8	150	250	70	6	2	22.500.000	270.000.000	1.080.000
%50	8	300	500	140	12	2	22.500.000	540.000.000	1.080.000
%75	8	450	750	210	18	2	22.500.000	810.000.000	1.080.000
%100	8	600	1000	280	24	2	22.500.000	1.080.000.000	1.080.000

4.1.3. Ayçiçeği bitkisi için sulama suyu bedeli

Ülkemizde sulama suyu bedeli kullanılan su miktarına göre değil de bitki cinsine göre belirlendiğinden, hesaplamalarda, bölge koşullarında 2004 yılında DSİ ve sulama kooperatiflerinin ayçiçeği bitkisi için uyguladıkları 75.000.000 TL/ha değeri kullanılmıştır. Bu nedenle, sulama suyu bedeli uygulanan sulama suyuna bağlı olarak değişmemiştir.

4.1.4 Ayçiçeği bitkisi için toplam sulama masrafları

Ayçiçeği bitkisi için toplam sulama suyu masrafının hesaplanmasında, sığ kuyudan motopomp ve sulama kanalından sifon ile su alınması olmak üzere, iki farklı koşul gözönüne alınmıştır.

Sığ kuyu koşulları için hesaplanan toplam sulama suyu masrafları enerji ile işçilik masraflarından oluşmuş ve hesaplanan değerler Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, bu koşullarda enerji masrafları uygulanan sulama suyuna bağlı olarak artmış ve birim su için 1.277.944 TL/mm/ha olmuştur.

Sulama suyunun sifon ile alınması durumunda sulama masrafları işçilik masrafı ve sulama bedelinden oluşmuştur. Çizelge 4.4' den görüleceği gibi, bu koşullarda sulama masrafı ile uygulanan sulama suyu arasında sabit bir ilişki elde edilememiştir. Ancak, uygulama kolaylığı açısından sifon kullanılması durumunda birim su masrafı olarak dört değerlerin ortalaması 1.236.250 TL/mm/ha değeri kullanılabilir.

Yukarıda verilen değerlerden görüldüğü gibi, 2 farklı su kaynağı koşulunda elde edilen toplam sulama masrafları birbirlerine yakındır. Bu nedenle, uygulama kolaylığı açısından, 1 ha'lık ayçiçeği alanına 1 mm sulama suyu uygulanması koşulunda, sulama masrafı olarak bu iki değerlerin ortalaması olan 1.257.097 TL/mm/ha değeri kullanılabilir.

Bu sonuçlara göre, üreticiler uygulayacakları sulama suyu düzeyini ve elde edeceği geliri kolayca belirleyebileceklerdir.

Çizelge 4.3. Ayçiçeği bitkisi için sığ kuyu koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Enerji masrafı	İşçilik masrafı	Toplam sulama masrafları	
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-
%25	8	150	250	49.486.000	270.000.000	319.486.000	1.277.944
%50	8	300	500	98.972.000	540.000.000	638.972.000	1.277.944
%75	8	450	750	148.458.000	810.000.000	958.458.000	1.277.944
%100	8	600	1000	197.944.000	1.080.000.000	1.277.944.000	1.277.944

Çizelge 4.4. Ayçiçeği bitkisi için açık kanal koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	İşçilik masrafları	Sulama suyu bedeli	Toplam sulama masrafları	
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-
%25	8	150	250	270.000.000	75.000.000	345.000.000	1.380.000
%50	8	300	500	540.000.000	75.000.000	615.000.000	1.230.000
%75	8	450	750	810.000.000	75.000.000	885.000.000	1.180.000
%100	8	600	1000	1.080.000.000	75.000.000	1.155.000.000	1.155.000

4.1.5. Ayçiçeği bitkisinin sulama düzeylerine göre net geliri

Biri susuz olmak üzere, 5 farklı sulama suyu uygulamasına göre hazırlanan net gelir tablosu Çizelge 4.5' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, ele alınan deneme konuları arasında en yüksek net gelir, bitki su ihtiyacının % 75 inin karşılandığı koşulda elde edilmiştir. Bu değerin altında su uygulaması durumunda elde edilecek net gelir, bölge koşullarında ki sulama işçiliğinin fazla olması nedeniyle susuz koşulda elde edilecek gelirin altına düşmektedir.

Çizelge 4.5. Ayçiçeği bitkisinden farklı sulama düzeylerinde elde edilen net gelir

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan sulama suyu miktarı	Toplam sulama suyu miktarı	Dane verimi	Ayçiçeği pazar fiyatı	Toplam gelir	Toplam sulama masrafı	Sulama düzeylerine göre net gelir
	(adet)	(mm)	(mm)	(kg/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)
%0	-	-	-	2784		1.433.760.000	-	1.433.760.000
%25	8	150	250	3340		1.720.100.000	314.274.250	1.405.825.750
%50	8	300	500	4009	515.000	2.064.635.000	628.978.500	1.435.656.500
%75	8	450	750	4736		2.439.040.000	942.822.750	1.496.217.250
%100	8	600	1000	5263		2.710.445.000	1.257.097.000	1.453.348.000

4.1.6. Ayçiçeği bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin belirlenmesi

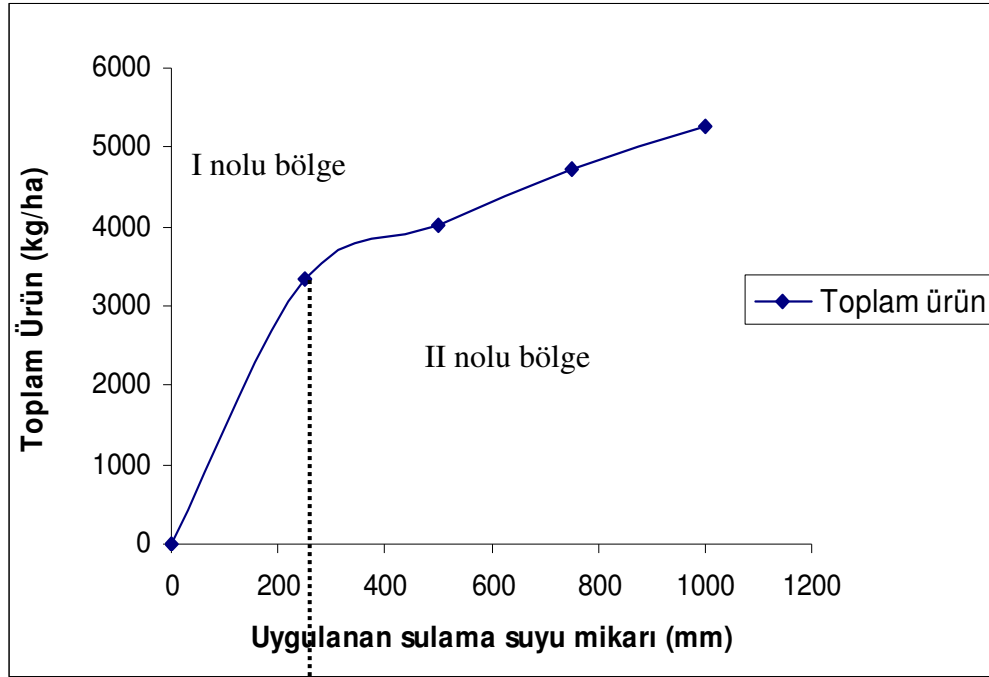
Ekonomik su kullanım düzeyinin belirlenmesi için kullanılan azalan verim kanununa göre elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6' da, bunların grafiksel ifadesi Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de gösterilmiştir. Çizelge 4.6 da görüldüğü gibi, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim artmaktadır. Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim, ilk sulama dozunda (% 25) en yüksek seviyeye ulaşmıştır ve bu noktadan sonra düşüşe geçmiştir. Marjinal ürün ise üçüncü sulama dozunda (% 75) en yüksek seviyeye ulaşmış, buna bağlı olarak marjinal gelir de bu noktada maksimum olmuştur. İktisadi optimum noktası olarak tanımlanacak noktada marjinal gelir, marjinal masrafa eşit veya yüksek olan noktadır. Bu tanımla % 50' lik doz ve % 75' lik doz optimum su kullanımının olacağı dozdur. Ancak % 50' lik dozdan sonrada marjinal gelir artmaya devam ettiği için 750 mm sulama uygulamasında marjinal gelir maksimum seviyeye ulaşır. Bu önerilen koşulları su kaynaklarının kısıtlı olmasına göre değerlendirmek gerekir. Eğer su kaynakları yeterliyse 750 mm su kullanımı tercih edilmeli, çünkü bu noktaya kadar marjinal gelir artmaya devam etmektedir. Ancak su kaynaklarının kısıtlı olduğu durumlarda su kullanımı 500 mm olarak sınırlandırılmalıdır.

Çizelge 4.6' da elde edilen değerlere göre hazırlanmış Şekil 4.2 de en uygun kaynak kullanım bölgesi, II numara ile gösterilmiştir. Bu bölge, ortalama ürünün maksimum olduğu noktadan başlayıp, toplam ürünün veya marjinal ürünün apsisine yaklaştığı noktaya kadar devam etmektedir.

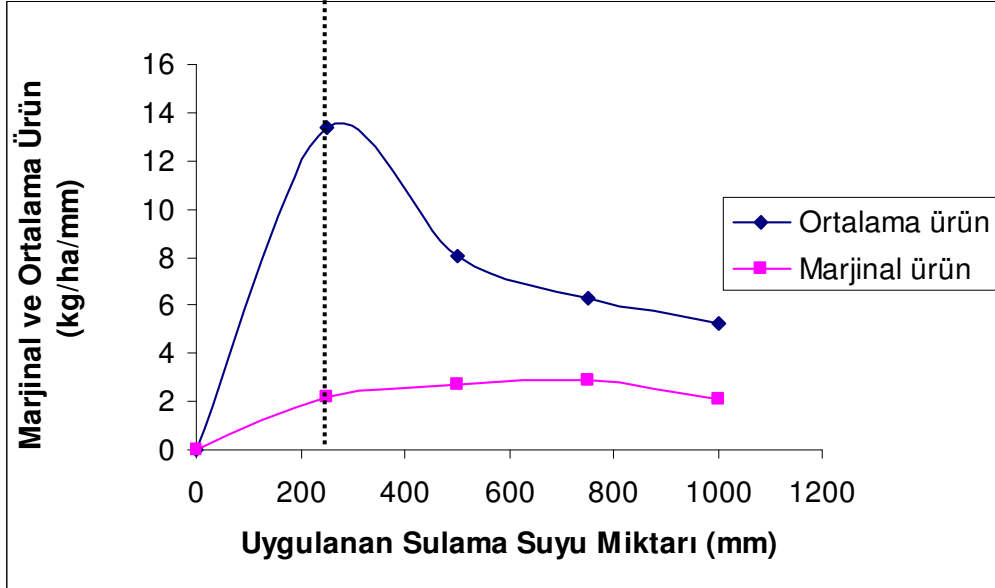
Bunun yanı sıra, Trakya Bölgesinde su kaynaklarının kısıtlı olması ve bölgede ayçiçeği bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilip, ülke ortalamasından daha yüksek verim elde edilmesi nedeniyle, ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde fırsat maliyeti analizi de yapılmıştır.

Çizelge 4.6. Ayçiçeği için ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde azalan verim kanunu tablosu.

Deneme konusu	Dane verimi	Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim	Marjinal ürün	Marjinal gelir	Marjinal masraf
	(kg/ha)	(kg/mm/ha)	(kg/mm/ha)	(TL/mm/ha)	(TL/mm/ha)
%0	2784	-	-	-	-
%25	3340	13.36	2.22	1.143.300	1.257.097
%50	4009	8.02	2.68	1.380.200	1.257.097
%75	4736	6.31	2.91	1.498.650	1.257.097
%100	5263	5.26	2.11	1.086.650	1.257.097



Şekil 4.1. Ayçiçeği bitkisinin üretimde kullanılan sulama suyunun toplam ürününe etkisi.



Şekil 4.2. Ayçiçeği bitkisine uygulanan sulama suyu miktarına göre marjinal ve ortalama ürün.

Bu amaçla, örnek olarak 3 ha ayçiçeği alanı olan bir üretici dikkate alınsın. Bu üreticinin mevsimlik sulama suyu ihtiyacı 750 mm, su varlığı ise anılan ihtiyacı sadece 1/3 ünü karşılayacak düzeyde olsun. Bu koşulda ekonomik kaynak kullanımı için aşağıdaki alternatifler düşünülebilir.

- a) 750 mm sulama suyu sadece 1 ha alan için kullanılsın, diğer 2 ha sulanmasın.
- b) Her 1 ha'lık alana 250'şer mm sulama suyu uygulansın.
- c) İlk 1 ha'lık alana 500 mm, ikinci 1 ha'lık alana 250 mm sulama suyu uygulansın ve diğer alanlar sulanmasın.

Bu alternatiflere göre hazırlanan fırsat maliyeti tablosu Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7' de verilen fırsat maliyeti tablosu incelendiğinde azalan verim kanunu destekleyen sonuçların çıktığı görülmektedir. Çizelge 4.7' den de görüldüğü gibi toplam ürünün en yüksek olduğu sulama düzeyi ilk seçenektir. Yani 3 ha'lık alanın bir hektarında 750 mm sulama yapıldığı diğer 2 hektarlık alanda sulamanın yapılmadığı programdır. Burada 3 hektarlık alan için sadece 750 mm lik sulama imkanının olduğu varsayımı geçerlidir. Sonuçta Trakya bölgesinde yeterli su kaynağı koşullarında ayçiçeği bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin 750 mm olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra, kısıtlı su kaynağı koşullarında ise sulama ekonomisi açısından, ayçiçeği bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilmesi ve eldeki kıt suyun diğer bitkiler için kullanılması da önerilebilir.

Çizelge 4.7 Ayçiçeği bitkisinde farklı sulama programlarının fırsat maliyeti

Alternatif	Elde edilecek verimler	Toplam ürün
	(kg / 3 ha)	(kg / 3 ha)
a	$(4736 \times 1) + (2784 \times 2)$	= 10.304
b	(3340×3)	= 10.020
c	$(4009 \times 1) + (3340 \times 1) + (2784 \times 1)$	= 10.133

4.2. Buğday bitkisine ilişkin sonuçlar

4.2.1. Buğday bitkisi için enerji masrafları

Buğday bitkisinin sığ kuyudan motopomp yardımıyla farklı sulama suyu miktarlarına göre sulanması koşuluna göre elde edilen enerji masrafları Çizelge 4.8’ de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, buğday bitkisinin sulanması için gerekli olan enerji masrafı, birim su için 200.536 TL/mm/ha olmuştur.

4.2.2. Buğday bitkisi için işçilik masrafları

Tava sulama yöntemi ile sulanan buğday bitkisi için bölge koşullarında gerekli sulama işçiliği masrafları Çizelge 4.9’ da özetlenmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak işçilik masrafları da artmaktadır. Birim su için işçilik masrafı 572.727 TL/mm/ha olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Buğday bitkisinin farklı sulama suyu miktarları altında enerji masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi	Toplam enerji masrafı	
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)
% 0	-	-	-	-	-	-
%25	3	83	137.5	39	27.573.647	200.536
%50	3	165	275	78	55.147.295	200.536
%75	3	248	413	117	82.720.942	200.536
%100	3	330	550	156	110.294.560	200.536

Çizelge 4.9. Buğday bitkisinde farklı sulama suyu miktarları için işçilik masrafları.

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi		İşgücü miktarı	İşçi ücreti	İşçilik masrafı	
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	(gün/ha)	(İşçi/gün)	(TL/işçi)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
%25	3	83	137,5	39	3.5	1	22.500.000	78.750.000	572.727
%50	3	165	275	78	7	1	22.500.000	157.500.000	572.727
%75	3	248	413	117	10.5	1	22.500.000	236.250.000	572.727
%100	3	330	550	156	14	1	22.500.000	315.000.000	572.727

4.2.3. Buğday bitkisi için sulama suyu bedeli

Ülkemizde sulama suyu bedeli kullanılan su miktarına göre değil de bitki cinsine göre belirlendiğinden, hesaplamalarda, bölge koşullarında 2004 yılında DSI ve sulama kooperatiflerinin buğday bitkisi için uyguladıkları 75.000.000 TL/ha değeri kullanılmıştır. Bu nedenle, sulama suyu bedeli uygulanan sulama suyuna bağlı olarak değişmemiştir.

4.2.4. Buğday bitkisi için toplam sulama masrafları

Buğday bitkisi için toplam sulama suyu masrafının hesaplanmasında, sığ kuyudan motopomp ve sulama kanalından sifon ile su alınması olmak üzere, iki farklı koşul gözönüne alınmıştır.

Sığ kuyu koşulları için hesaplanan toplam sulama suyu masrafları enerji ile işçilik masraflarından oluşmuş ve hesaplanan değerler Çizelge 4.10' da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, bu koşullarda enerji masrafları uygulanan sulama suyuna bağlı olarak artmış ve birim su için 773.263 TL/mm/ha olmuştur.

Sulama suyunun sifon ile alınması durumunda sulama masrafları işçilik masrafı ve sulama bedelinden oluşmuştur. Çizelge 4.11' den görüleceği gibi, bu koşullarda sulama masrafı ile uygulanan sulama suyu arasında sabit bir ilişki elde edilememiştir. Ancak, uygulama kolaylığı açısından sifon kullanılması durumunda birim su masrafı olarak dört değerlerin ortalaması 856.818 TL/mm/ha değeri kullanılabilir.

Yukarıda verilen değerlerden görüldüğü gibi, 2 farklı su kaynağı koşulunda elde edilen toplam sulama masrafları birbirlerine yakındır. Bu nedenle, uygulama kolaylığı açısından, 1 ha'lık buğday alanına 1 mm sulama suyu uygulanması koşulunda, sulama masrafı olarak bu iki değerlerin ortalaması olan 815.041 TL/mm/ha değeri kullanılabilir.

Bu sonuçlara göre, üreticiler uygulayacakları sulama suyu düzeyini ve elde edeceği geliri kolayca belirleyebileceklerdir.

Çizelge 4.10. Buğday bitkisi için sığ kuyu koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Enerji masrafı	İşçilik masrafı	Toplam sulama masrafları	
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-
%25	3	83	137,5	27.573.647	78.750.000	106.323.647	773.263
%50	3	165	275	55.147.295	157.500.000	212.647.295	773.263
%75	3	248	413	82.720.942	236.250.000	318.970.942	773.263
%100	3	330	550	110.294.560	315.000.000	425.294.560	773.263

Çizelge 4.11. Buğday bitkisi için açık kanal koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	İşçilik masrafları	Sulama suyu bedeli	Toplam sulama masrafları	
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-
%25	3	83	137.5	78.750.000	75.000.000	153.750.000	1.118.182
%50	3	165	275	157.500.000	75.000.000	232.500.000	845.455
%75	3	248	413	236.250.000	75.000.000	311.250.000	754.545
%100	3	330	550	315.000.000	75.000.000	390.000.000	709.090

4.2.5. Buğday bitkisinin sulama düzeylerine göre net geliri

Biri susuz olmak üzere, 5 farklı sulama suyu uygulamasına göre hazırlanan net gelir tablosu Çizelge 4.12' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, ele alınan deneme konuları arasında en yüksek net gelir, bitki su ihtiyacının % 100' ünün karşılandığı koşulda elde edilmiş ve susuz konuya göre yaklaşık olarak % 45' lik bir net gelir artışı görülmüştür.

4.2.6. Buğday bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin belirlenmesi

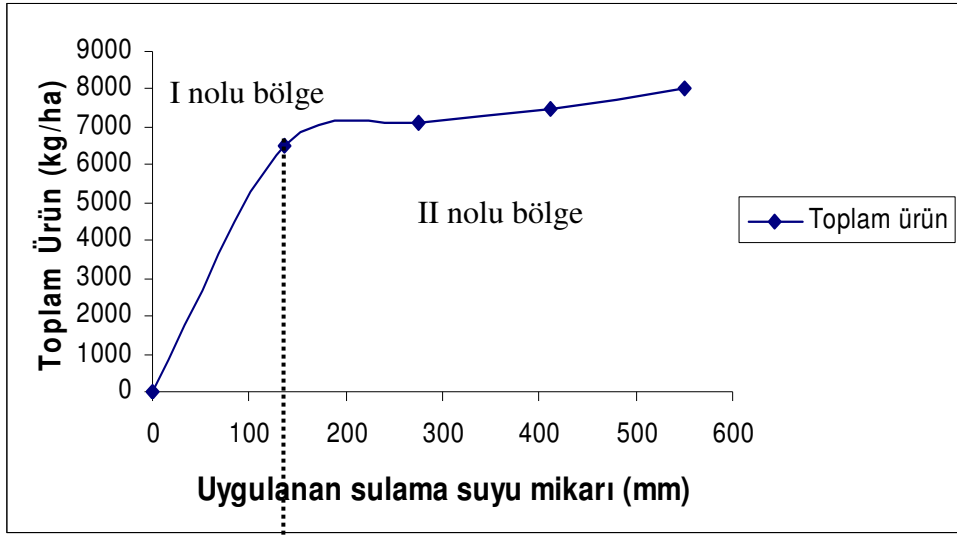
Ekonomik su kullanım düzeyinin belirlenmesi için kullanılan azalan verim kanununa göre elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12' de, bunların grafiksel ifadesi Şekil 4.3 ve Şekil 4.4' de özetlenmiştir. Çizelge 4.12 den görüldüğü gibi, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim artmaktadır. Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim, ilk sulama dozunda (% 25) en yüksek seviyeye ulaşmıştır ve bu noktadan sonra düşüşe geçmiştir. Marjinal ürün ise birinci sulama dozunda (% 25) en yüksek seviyeye ulaşmış, buna bağlı olarak marjinal gelir de bu noktada maksimum olmuştur. İktisadi optimum noktası olarak tanımlanacak noktada marjinal gelir, marjinal masrafa eşit veya yüksek olan noktadır. Bu tanımla % 25' lik doz optimum su kullanımının olacağı dozdur. Ancak % 25' lik dozdan sonrada marjinal gelir azalmaya artmaya devam ettiği için % 25' lik dozdan sonra su kullanımı tercih edilmemelidir. Bu önerilen koşulları su kaynaklarının kısıtlı olmasına göre değerlendirmek gerekir. Eğer su kaynakları yeterliyse 550 mm su kullanımı tercih edilmeli, çünkü bu noktaya kadar net gelir artmaya devam etmektedir. Ancak su kaynaklarının kıt olduğu durumlarda su kullanımı 137,5 mm olarak sınırlandırılmalıdır.

Çizelge 4.13' de elde edilen değerlere göre hazırlanmış Şekil 4.3 ve Şekil 4.4' de en uygun kaynak kullanım bölgesi, I numara ile gösterilmiştir. Bu bölge, ortalama ürünün maksimum olduğu noktaya kadar devam etmektedir.

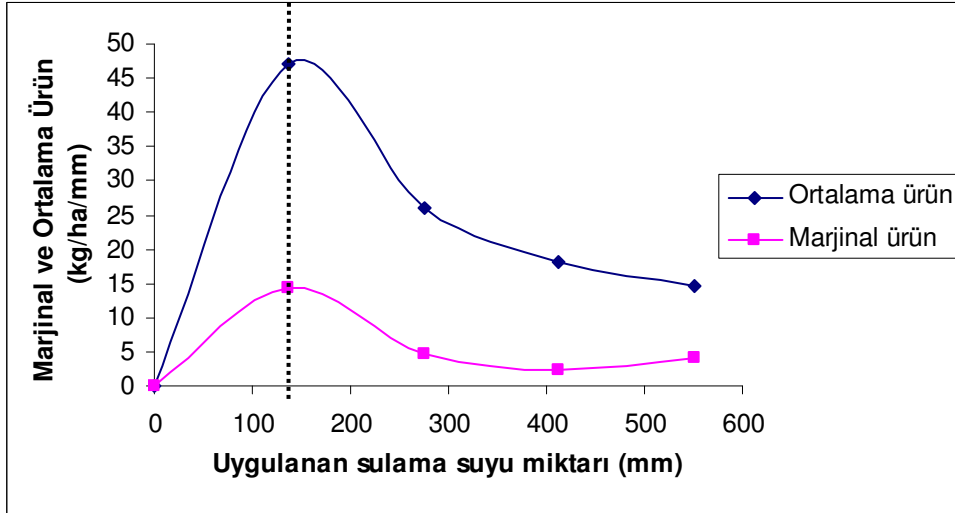
Bunun yanı sıra, Trakya Bölgesinde su kaynaklarının kısıtlı olması ve bölgede buğday bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilip, ülke ortalamasından daha yüksek verim elde edilmesi nedeniyle, ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde fırsat maliyeti analizi de yapılmıştır.

Çizelge 4.12. Buğday bitkisinden farklı sulama düzeylerinde elde edilen net gelir

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan sulama suyu miktarı	Toplam sulama Suyu miktarı	Dane verimi	Buğday pazar fiyatı	Toplam gelir	Toplam sulama masrafı	Sulama düzeylerine göre net gelir
	(adet)	(mm)	(mm)	(kg/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)
%0	-	-	-	4.507		1.397.170.000	-	1.397.170.000
%25	3	83	137.5	6.490		2.011.900.000	112.068.138	1.899.831.862
%50	3	165	275	7.130	310.000	2.210.300.000	224.136.275	1.986.163.725
%75	3	248	413	7.456		2.311.360.000	336.204.413	1.975.155.587
%100	3	330	550	8.003		2.480.930.000	448.272.550	2.032.657.450



Şekil 4.3. Buğday bitkisinin üretimde kullanılan sulama suyunun toplam ürününe etkisi.



Şekil 4.4. Buğday bitkisine uygulanan sulama suyu miktarına göre marjinal ve ortalama ürün.

Çizelge 4.13. Buğday için ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde azalan verim kanunu tablosu.

Deneme konusu	Dane verimi	Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim	Marjinal ürün	Marjinal gelir	Marjinal masraf
	(kg/ha)	(kg/mm/ha)	(kg/mm/ha)	(TL/mm/ha)	(TL/mm/ha)
%0	4507	-	-	-	-
%25	6490	47.20	14.42	4.470.200	815.041
%50	7130	25.93	4.65	1.441.500	815.041
%75	7456	18.08	2.37	734.700	815.041
%100	8003	14.56	3.98	1.233.800	815.041

Bu amaçla, örnek olarak 4 ha buğday alanı olan bir üretici dikkate alınsın. Bu üreticinin mevsimlik sulama suyu ihtiyacı 550 mm, su varlığı ise anılan ihtiyacı sadece 1/4 ünü karşılayacak düzeyde olsun. Bu koşulda ekonomik kaynak kullanımı için aşağıdaki alternatifler düşünülebilir.

- a) 550 mm sadece 1 ha alan için kullanılıp, diğer 3 ha susuz koşullarda yetiştirebilir.
- b) Her 1 ha'lık alana 137.5' şer mm sulama suyu uygulanabilir.
- c) Yalnızca 1 ha'lık alana 413 mm, ikinci 1 ha'lık alana 137.5 mm ve diğer alanın susuz oluşu koşullarda yetiştirilebilir.
- d) 550 mm 2 adet birer ha'lık alana 275 mm olarak paylaştırılıp, diğer iki alan susuz koşullarda yetiştirilebilir.

Bu alternatiflere göre hazırlanan fırsat maliyeti tablosu Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14' de verilen fırsat maliyeti tablosu incelendiğinde azalan verim kanunu destekleyen sonuçların çıktığı görülmektedir. Çizelge 4.14' den de görüldüğü gibi toplam ürünün en yüksek olduğu sulama düzeyi ikinci seçenektir. Yani 4 ha'lık alanın bir hektarında 137,5 mm sulama yapıldığı programdır. Burada 4 hektarlık alan için sadece 550 mm lik sulama imkanının olduğu varsayımı geçerlidir. Sonuçta Trakya bölgesinde yeterli su kaynağı koşullarında buğday bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin 137,5 mm olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra, kısıtlı su kaynağı koşullarında ise sulama ekonomisi açısından, buğday bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilmesi ve eldeki kıt suyun diğer bitkiler için kullanılması da önerilebilir.

Çizelge 4.14. Buğday bitkisinde farklı sulama programlarının fırsat maliyeti

Alternatif	Elde edilecek verimler (kg/4 ha)	Toplam ürün (kg/4 ha)
a	$8003 + (3 \times 4507)$	= 21.524
b	6490×4	= 25.960
c	$7456 + 6490 + (2 \times 4507)$	= 22.960
d	$(7130 \times 2) + (2 \times 4507)$	= 23.274

4.3. Karpuz bitkisine ilişkin sonuçlar

4.3.1. Karpuz bitkisi için enerji masrafları

Karpuz bitkisinin sığ kuyudan ve kanaldan motopomp yardımıyla farklı sulama suyu miktarlarına göre sulanması koşuluna göre elde edilen enerji masrafları Çizelge 4.15’ de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, karpuz bitkisinin sulanması için gerekli olan enerji masrafı, birim su için sığ kuyu koşullarında 749.839 TL/mm/ha ve kanal koşullarında 595.383 TL/mm/ha olmuştur.

4.3.2. Karpuz bitkisi için işçilik masrafları

Damla sulama yöntemi ile sulanan karpuz bitkisi için bölge koşullarında gerekli sulama işçiliği masrafları Çizelge 4.16’ da özetlenmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak işçilik masraflar da artmaktadır. Birim su uygulama koşulunda adı geçen değer, 98.684 TL/mm/ha olarak elde edilmiştir.

4.3.3. Karpuz bitkisi için sulama suyu bedeli

Ülkemizde sulama suyu bedeli kullanılan su miktarına göre değil de bitki cinsine göre belirlendiğinden, hesaplamalarda, bölge koşullarında 2004 yılında DSİ ve sulama kooperatiflerinin karpuz bitkisi için uyguladıkları 80.000.000 TL/ha değeri kullanılmıştır. Bu nedenle, sulama suyu bedeli uygulanan sulama suyuna bağlı olarak değişmemiştir.

4.3.4. Karpuz bitkisi için toplam sulama masrafları

Karpuz bitkisi için toplam sulama suyu masrafının hesaplanmasında, sığ kuyudan ve sulama kanalından motopomp ile su alınması olmak üzere, iki farklı koşul gözönüne alınmıştır.

Sığ kuyu koşulları için hesaplanan toplam sulama suyu masrafları enerji ile işçilik masraflarından oluşmuş ve hesaplanan değerler Çizelge 4.17’ de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, bu koşullarda enerji masrafları uygulanan sulama suyuna bağlı olarak artmış ve birim su için 845.524 TL/mm/ha olmuştur.

Sulama suyunun kanaldan motopomp ile alınması durumunda sulama masrafları enerji, işçilik masrafı ve sulama bedelinden oluşmuştur. Çizelge 4.18' den görüleceği gibi bu koşullarda sulama masrafı ile uygulanan sulama masrafı arasında sabit bir oran elde edilememiştir. Ancak uygulama kolaylığı açısından kanal kullanılması durumunda birim su masrafı olarak dört değer in ortalaması 1.425.061 TL/mm/ha değeri kullanılabilir.

Bu sonuçlara göre, üreticiler uygulayacakları sulama suyu düzeyini ve elde edeceği geliri kolayca belirleyebileceklerdir.

Çizelge 4.15. Karpuz bitkisinde farklı sulama suyu miktarları için enerji masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi	Toplam enerji masrafı	
					Sığ kuyu	Kanal
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	(TL/mm/ha)	(TL/mm/ha)
% 0	-	-	-	-	-	-
%25	7	51	57	16	42.569.842	33.936.797
%50	7	102	114	32	85.139.684	67.873.594
%75	7	153	171	48	127.709.526	101.810.391
%100	7	204	228	64	170.279.368	135.747.188

Çizelge 4.16. Karpuz bitkisinde farklı sulama suyu miktarları için işçilik masrafları.

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Sulama sezonu boyunca sulama süresi		İşgücü miktarı	İşçi ücreti	İşçilik masrafı	
	(adet)	(mm)	(mm)	(h/ha)	(gün/ha)	(işçi/gün)	(TL/işçi)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-		-	-	-
%25	7	51	57	16	1		22.500.000	5.625.000	98.684
%50	7	102	114	32	2	0,25	22.500.000	11.250.000	98.684
%75	7	153	171	48	3		22.500.000	16.875.000	98.684
%100	7	204	228	64	4		22.500.000	22.500.000	98.684

Çizelge 4.17. Karpuz bitkisi için sığ kuyu koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	İşçilik masrafları	Sulama suyu bedeli	Toplam sulama masrafları	
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-	-	-
%25	7	51	57	42.569.000	5.625.000	48.194.842	845.524
%50	7	102	114	85.139.684	11.250.000	96.389.684	845.524
%75	7	153	171	127.709.526	16.875.000	144.584.526	845.524
%100	7	204	228	170.279.369	22.500.000	192.779.368	845.524

Çizelge 4.18. Karpuz bitkisi için kanal kullanıldığı koşulunda toplam sulama masrafları

Deneme konusu	Uygulanan sulama sayısı	Uygulanan net sulama suyu miktarı	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı	Enerji masrafı	İşçilik masrafları	Su Bedeli	Toplam sulama masrafları	Birim su masrafı
	(adet)	(mm)	(mm)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/ha)	(TL/mm/ha)
%0	-	-	-	-	-		-	-
%25	7	51	57	42.569.000	5.625.000		119.561.797	2.097.575
%50	7	102	114	85.139.684	11.250.000	80.000.000	159.123.594	1.395.821
%75	7	153	171	127.709.526	16.875.000		198.685.391	1.161.903
%100	7	204	228	170.279.369	22.500.000		238.247.188	1.044.944

4.3.5. Karpuz bitkisinin sulama düzeylerine göre net geliri

Biri susuz koşullar olmak üzere, 5 farklı sulama suyu uygulamasına göre hazırlanan net gelir tablosu Çizelge 4.19 ve 4.20’ de verilmiştir. Çizelgelerden görüleceği gibi ele alınan deneme konuları arasında en yüksek net gelir, bitki su ihtiyacının % 100 ünün karşılandığı koşullarında elde edilmiş ve susuz konuya göre yaklaşık olarak % 100’ lük bir net gelir artışı görülmüştür.

Çizelge 4.19. Karpuz bitkisinden sığ kuyu koşulunda farklı sulama düzeylerinde elde edilen net geliri

Deneme konusu	Uygulanan sulama Sayısı	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Toplam sulama Suyu miktarı (mm)	Dane verimi (kg/ha)	Karpuz pazar fiyatı (TL/ha)	Toplam gelir (TL/ha)	Toplam sulama masrafı (TL/ha)	Sulama düzeylerine göre net gelir (TL/ha)
%0	-	-	-	43977		5.717.010.000	-	5.717.010.000
%25	7	51	57	54193		7.045.090.000	48.194.842	6.996.895.158
%50	7	102	114	71567	130.000	9.303.710.000	96.389.684	9.207.320.316
%75	7	153	171	77853		10.012.089.000	144.584.526	9.867.504.474
%100	7	204	228	89687		11.682.710.000	192.779.368	11.489.930.630

Çizelge 4.20. Karpuz bitkisinden kanal koşulunda farklı sulama düzeylerinde elde edilen net geliri

Deneme konusu	Uygulanan sulama Sayısı	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Toplam sulama Suyu miktarı (mm)	Dane verimi (kg/ha)	Karpuz pazar fiyatı (TL/ha)	Toplam gelir (TL/ha)	Toplam sulama masrafı (TL/ha)	Sulama düzeylerine göre net gelir (TL/ha)
%0	-	-	-	43977		5.717.010.000	-	5.717.010.000
%25	7	51	57	54193		7.045.090.000	119.561.767	6.925.528.233
%50	7	102	114	71567	130 000	9.303.710.000	159.123.594	9.144.586.406
%75	7	153	171	77853		10.012.089.000	198.685.391	9.813.403.609
%100	7	204	228	89687		11.682.710.000	238.247.188	11.444.462.810

4.3.6. Karpuz bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin belirlenmesi

Ekonomik su düzeyinin belirlenmesi için kullanılan azalan verim kanununa göre elde edilen sonuçlar Çizelge 4.21 ve 4.22' de, bunların grafiksel ifadesi Şekil 4.5 ve 4.6' da gösterilmiştir. Çizelge 4.21 ve 4.22' de görüldüğü gibi, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim artmaktadır. Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim, ilk sulama dozunda (% 25) en yüksek seviyeye ulaşmıştır ve bu noktadan sonra düşüşe geçmiştir. Marjinal ürün ise ikinci sulama dozunda (% 50) en yüksek seviyeye ulaşmış, buna bağlı olarak marjinal gelir de bu noktada maksimum olmuştur. İktisadi optimum noktası olarak tanımlanacak noktada marjinal gelir, marjinal masrafa eşit veya yüksek olan noktadır. Bu tanımla % 25' lik doz ve % 50' lik doz optimum su kullanımının olacağı dozdur. Bu önerilen koşulları su kaynaklarının kısıtlı olmasına göre değerlendirmek gerekir. Eğer su kaynakları yeterliyse 228 mm ye kadar su kullanımı tercih edilmeli, çünkü bu noktaya kadar net gelir artmaya devam etmektedir. Ancak su kaynaklarının kıt olduğu durumlarda su kullanımı 114 mm olarak sınırlandırılmalıdır.

Çizelge 4.21 ve 4.22' de elde edilen değerlere göre hazırlanmış Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' da en uygun kaynak kullanım bölgesi, II numara ile gösterilmiştir. Bu bölge, ortalama ürünün maksimum olduğu noktadan başlayıp, toplam ürünün veya marjinal ürünün apseye yaklaştığı noktaya kadar devam etmektedir.

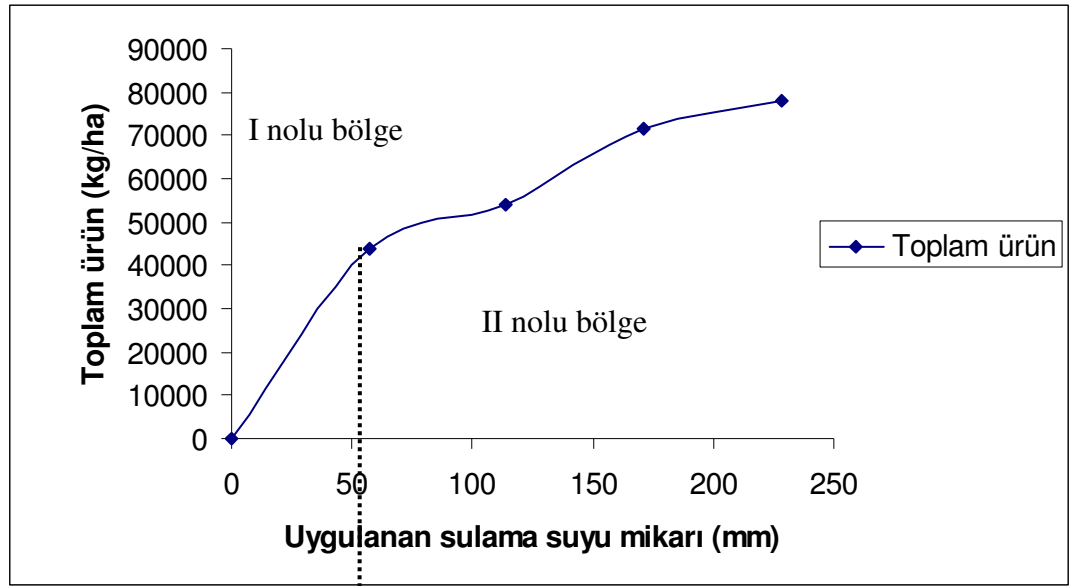
Bunun yanı sıra, Trakya Bölgesinde su kaynaklarının kısıtlı olması ve bölgede buğday bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilip, ülke ortalamasından daha yüksek verim elde edilmesi nedeniyle, ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde fırsat maliyeti analizi de yapılmıştır.

Çizelge 4.21. Karpuz için sığ kuyu koşulunda ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde azalan verim kanunu tablosu

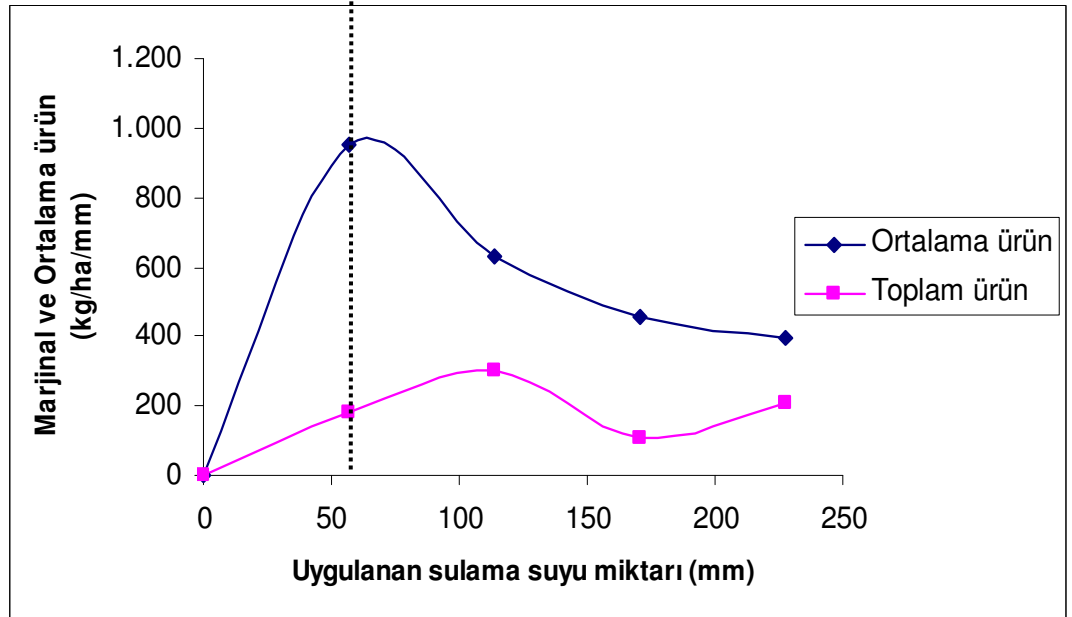
Deneme konusu	Verim (kg/ha)	Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim (kg/mm.ha)	Marjinal ürün (kg/mm.ha)	Marjinal gelir (TL/mm.ha)	Marjinal masraf (TL/mm.ha)
%0	43977	-	-	-	-
%25	54193	950.75	179.22	23.298.600	845.524
%50	71567	627.78	304.807	39.624.910	845.524
%75	77853	453.70	110.281	14.336.530	845.524
%100	89687	393.36	207.614	26.989.620	845.524

Çizelge 4.22. Karpuz için kanal koşulunda ekonomik su düzeyinin belirlenmesinde azalan verim kanunu tablosu

Deneme konusu	Verim (kg/ha)	Uygulanan birim sulama suyuna düşen ortalama verim (kg/mm.ha)	Marjinal ürün (kg/mm.ha)	Marjinal gelir (TL/mm.ha)	Marjinal masraf (TL/mm.ha)
%0	43977	-	-	-	-
%25	54193	950.75	179.22	23.298.600	1.425.061
%50	71567	627.78	304.807	39.624.910	1.425.061
%75	77853	453.70	110.281	14.336.530	1.425.061
%100	89687	393.36	207.614	26.989.620	1.425.061



Şekil 4.5. Karpuz bitkisinin üretimde kullanılan sulama suyunun toplam ürününe etkisi.



Şekil 4.6. Karpuz bitkisine uygulanan sulama suyu miktarına göre marjinal ve ortalama ürün.

Bu amaçla, örnek olarak 4 ha karpuz alanı olan bir üretici dikkate alınsın. Bu üreticinin mevsimlik sulama suyu ihtiyacı 228 mm, su varlığı ise anılan ihtiyacı sadece 1/4 ünü karşılayacak düzeyde olsun. Bu koşulda ekonomik kaynak kullanımı için aşağıdaki alternatifler düşünülebilir.

- a) 228 mm sulama suyu sadece 1 ha alan için kullanılsın, diğer 3 ha sulanmasın.
- b) Her 1 ha'lık alana 57'şer mm sulama suyu uygulansın.
- c) İlk 1 ha'lık alana 171 mm, ikinci 1 ha'lık alana 57 mm sulama suyu uygulansın ve diğer alanlar sulanmasın.
- d) 228 mm sulama suyu 2 adet birer ha'lık alana 114 mm olarak paylaştırılıp, diğer iki alana susuz koşullarda uygulansın.

Bu alternatiflere göre hazırlanan fırsat maliyeti tablosu Çizelge 4.23' de verilmiştir.

Çizelge 4.23' de verilen fırsat maliyeti tablosu incelendiğinde azalan verim kanunu destekleyen sonuçların çıktığı görülmektedir. Çizelge 4.23' den de görüldüğü gibi toplam ürünün en yüksek olduğu sulama düzeyi son seçenektir. Yani 2 ha'lık alanın birer hektarında 114 mm sulama yapıldığı diğer 2 hektarlık alanda sulamanın yapılmadığı programdır. Burada 4 hektarlık alan için sadece 228 mm'lik sulama imkanının olduğu varsayımı geçerlidir. Sonuçta Trakya bölgesinde yeterli su kaynağı koşullarında ayçiçeği bitkisi için ekonomik su kullanım düzeyinin 114 mm olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra, kısıtlı su kaynağı koşullarında ise sulama ekonomisi açısından, karpuz bitkisinin susuz koşullarda yetiştirilmesi ve eldeki kıt suyun diğer bitkiler için kullanılması da önerilebilir.

Çizelge 4.23. Karpuz bitkisinde farklı sulama programlarının fırsat maliyeti

Alternatif	Elde edilecek verimler (kg/4 ha)	Toplam ürün (kg/4 ha)
a	$89687 + (3 \times 43977)$	= 221.618
b	54193×4	= 216.772
c	$77853 + 54193 + (2 \times 43977)$	= 220.000
d	$(71567 \times 2) + (2 \times 43977)$	= 231.088

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya koşullarında yoğun olarak tarımı yapılan ayçiçeği, buğday ve karpuz bitkilerinin ekonomik su düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırma sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

1. Ayçiçeği bitkisi sulamasında sığ kuyu kullanıldığı koşullarda birim enerji masrafı 197.944 TL/mm/ha' dır.
2. Karık sulama yöntemiyle sulanan ayçiçeği bitkisinin birim sulama işçiliği masrafı 1.080.000 TL/mm/ha' dır.
3. Ayçiçeği için toplam birim sulama suyu masrafı sığ kuyu koşullarında 1.277.944 TL/mm/ha, açık kanal koşullarında ortalama olarak 1.236.250 TL/mm/ha' dır.
4. Ayçiçeği bitkisinin su ihtiyacının % 75'inin karşılandığı sulama koşullarında net gelir maksimum olmaktadır. Aynı zamanda, azalan verim kanununa göre adı geçen konu ekonomik su kullanım düzeyi olarak nitelendirilebilir.
5. Buğday bitkisi sulamasında sığ kuyu kullanıldığı koşullarda birim enerji masrafı 200.536 TL/mm/ha' dır.
6. Tava sulama yöntemiyle sulanan buğday bitkisinin birim sulama işçiliği masrafı 572.727 TL/mm/ha' dır.
7. Buğday için toplam birim sulama suyu masrafı sığ kuyu koşullarında 773.263 TL/mm/ha, açık kanal koşullarında ortalama olarak 815.041 TL/mm/ha' dır.
8. Buğday bitkisinin su ihtiyacının % 100'ünün karşılandığı sulama koşullarında net gelir maksimum olmaktadır. Aynı zamanda, azalan verim kanununa göre ekonomik su kullanım düzeyi % 25' inin karşılandığı sulama programı olarak nitelendirilir.
9. Karpuz bitkisi sulamasında sığ kuyu kullanıldığı koşullarda birim enerji masrafı 595.383 TL/mm/ha' dır.
10. Damla sulama yöntemiyle sulanan karpuz bitkisinin birim sulama işçiliği masrafı 98.684 TL/mm/ha' dır.

11. Karpuz için toplam birim sulama suyu masrafı sığ kuyu koşullarında 845.524 TL/mm/ha, açık kanal koşullarında ortalama olarak 1.425.061 TL/mm/ha' dır.
12. Karpuz bitkisinin su ihtiyacının % 100'ünün karşılandığı sulama koşullarında net gelir maksimum olmaktadır. Aynı zamanda, azalan verim kanununa göre % 25 lik konu, ekonomik su kullanım düzeyi olarak nitelendirilebilir.

Bu çalışmadan çıkan sonuçlar ışığında, Trakya bölgesinde ayçiçeğinde bitkinin su ihtiyacının % 75' inin, buğdayda % 25' inin karpuzda ise % 50 sinin karşılandığı sulama programlarının daha ekonomik olduğu söylenebilir. Bu sulama programları daha ekonomiktir. Anılan sulama programları ile daha fazla alan sulanabilecek, böylece alan bazında toplam tarımsal gelir artacaktır.

8. KAYNAKLAR

- Açıl, A.F., 1980, “Ekonomi I”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 880, A.Ü, Basımevi, Ankara.
- Albut, S., 1992, “İpsala-Altınyazı-Karasaz Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği”, A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tez (Basılmadı), Ankara.
- Aksöz, İ., 1964, “Sulamanın Ekonomik Cephesi”, Atatürk Üni. Yayın No: 210. Erzurum.
- Altınorak, Y. ve Yıldırım, O., 1991,”Uygun Sulama Yönteminin Seçimine Ekonomik Faktörlerin Etkisi”, A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Cilt:39 No:1-2.
- Amami, H., Zairi, A., Pereira L.S., Machado, T., Slatni A. and Rodrigues P., 2001, “Deficit Irrigations of Cereals and Horticultural Crops: Economic Analysis”, Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript, LW 00 007b. Vol:III.
- Anonymous, 1992, “Haritalı İstatistik Bülteni 1991. DSİ Gn. Md. Yayınları”, Ankara.
- Ayla, Ç., 1988, “Ankara Koşullarında Kısıntılı Su Uygulaması ile Şekerpancarının Su-Verim İlişkisi”, Ankara Araşt. Ens. Yayını, 146-67.
- Balaban, A., 1970, “Su Kaynaklarının Planlanması”, Ank. Üni. Zir. Fak. Yayınları 972, 263 s, Ankara.
- Benli, E., 1980, “Devlet Sulama Şebekelerinde Su Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, No: 16.

- Benli, B., Selli, F. ve Kodal, S., 2001, “GAP Tahıldan Sulama Birliğinde Küçük Ölçekli Tarım İşletmeleri İçin Kısıtlı ve Yeterli Sulama Suyu Koşullarında Optimum Bitki Deseni”, GAP II.Tarım Kongresi, 24-26 Ekim 2001. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Şanlıurfa, s:705-715.
- Beyribey, M., 1989, “Konya – Alakova Yeraltı Suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği”, A. Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Botes, J.H.F., Bosch, D.J. and Oosthuizen, L.K. A., 1996, “Simulation and Optimization Approach for Evaluating Irrigation Information”, Journal of Agricultural Systems 51, pp. 165-183.
- Burt C.M., Clemmens A.J., Bliesner R., Merriam J.L. and Hardy L., 2000, “Selection of Irrigation Methods for Agriculture”, American Society of Civil Engineers.
- Coswell, M. and Zilberman, D., 1985, “The Choosing of Irrigation Technologies in California”, Am. Jour. Agric. Economics, 67 (2); 224-234.
- Cuenca, R.H., 1989, “Irrigation System Design: An Engineering Approach”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 07632.
- Çevik, B., Tekinel, O., Özsan, M., Tuzcu, Ö. ve Yurdakul, O., 1982, “Çukurova Koşullarında Turunçgil Yetiştirilmesinde Karık, Yağmurlama ve Damla Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma”, Doğa Bil. Der, 6 (3), Ankara,
- Değirmenci, V., 2000, “Harran Ovasında Su Kaynaklarının Optimizasyonu” Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi.

- Değirmenci, V. ve Tülücü, K., 2003, “Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulama Durumunda Bitkilerin Verim ve Ekonomik Analizi”, 2. Ulusal Sulama Kongresi s:324-335.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1988, “Yield Response to Water”, FAO Irrig. Drain. Paper 33, Rome, 193 s.
- Dumler, J.T., 2004, “Limited Irrigation Research in Western Kansas”, Agricultural Lenders Conference October, Garden City, KS.
- English, M., 1990,”Deficit Irrigation, I:Analytical framework”, Journal of Irr. and Dr. Eng, 116 (3): 399-412
- English, M.J. and Nuss, G.S.,1982, “Designing for Deficit Irrigation. Journal of Irr”, and Dr. Div.108 (2): 91
- English, M.J., L. James. and Chen. C.F., 1990, “Deficit Irrigation II: Observations in Columbia Basin”, Journal of Irr. and Dr. Eng. 116 (3): 413-426.
- Erdem, T., Delibaş, L. and Orta, A.H., 2001a, “Water – Use Characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Under Deficit Irrigation”, Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (7) : 766-769.
- Erdem,Y., Yüksel, A.N. and Orta, A.H., 2001b, “The Effects of Deficit Irrigation on Watermelon Yield, Water Use and Quality Characteristics. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (7) : 785–789.
- Evsahibioğlu, N., Kodal, S., Tokgöz, M.A., Beyribey, M. ve Girgin, N.B., 1998, “Devrekani Sulama Projesinde Etkinliğinin İzlenmesi”, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara.

- Gilley, J.R. and Supalla, R., 1983, "Economic Analysis of Energy Saving Practices in Irrigation", Transactions of the ASAE, 26 (6); 1784-1792.
- Guvele, C.A., and Feathersone, A.M., 2001 "Dynamics of Irrigation Water Use in Sudan Gezira Scheme", Water Policy, 3: 363-386.
- Günbatılı F., 1989, "Tokat - Kazova Koşullarında Kısıntılı Su Uygulamasında Şekerpancarının Su-Verim İlişkisi", Tokat Araşt. Ens. Yayını, 95-57.
- Güngör, Y. ve Yıldırım, O., 1989, "Tarla Sulama Sistemleri", Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 1155, Ankara, 371s.
- Güngör, Y., Erözel, Z. ve Yıldırım, O., 1996, "Sulama", A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Kitabı No: 1443/424, Ankara.
- Harun, M., 2001, "Interaction of Irrigation Levels and Fertilizer Doses on Wheat Production in Bangladesh", Improvement of the Water Resources Management.
- Hill, R.W. and Keller, J., 1980, "Irrigation System Selection for Maksimum Crop Profit", Transactions of the ASAE, 23 (2): 366-372.
- İlkyaz, H., 1983, "Samsun ve Ordu Yörelerinde Yetiştirilen Ayçiçeği, Mısır, Tütün ve Buğdayın Üretim, Girdi Maliyetleri", Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 24. Rapor Yayın No: 20, Samsun.
- Juan, J.A., Tarjuelo, J.M., Ortiga, J.F., Valiente, M. and Carrion, P., 1999, "Management of Water Consumption in Agriculture a Model for the Economic Optimization of Water Use: Application to a Sub-Humid Area", Agricultural Water Management, 40, 303-313.

- Juyal, G. P. and Singh, R., 1998, "Optimal Utilisation of Irrigation Water Conservation for National Development", by IWRS in Bhopal, India, 23 -30.
- Kanber, R., 1997, "Sulama", Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No, 52, 285 – 297, Adana.
- Kantarcı, M.D., 2001,"Yüksek Yıldız (Istranca) Dereleri ile Demirköy Derelerinin Havzalarındaki Yağış-Akış İlişkileri ve Su Fazlasının Değerlendirilmesi Konusunda Bir İnceleme", Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2001, s: 1-6, Kırklareli.
- Karaca, G. ve Selenay, M.F., 2001, "Harran Ovasında Karık ve Samla Sulama Sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması", Tarım Bilimleri Dergisi, 7(1), 166-176.
- Karagölge, C., 1987, "Tarım Ekonomisi" Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 642. Erzurum.
- Kay, M. and Hatcho, N., 1992, "Small-Scale Pumped Irrigation: Energy and Cost Irrigation Water Management Training Manual", (Provisional Edition). Rome. FAO.
- Khepar, S. and Chaturvedi, MC., 1982, "Optimum Irrigation Water Use From Probability and Cost Benefit Analyses", Transanction of the ASAE, 961 – 965.
- Kodal, S., 1996, "Ankara-Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşulların Sulama Programlaması İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı", Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1465, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler. 807. Ankara.

- Kodal S. , Tahaoğlu C. ve Yıldırım Y. E., 2001, “Sulama Sistemlerinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Su-Gelir Esneklikleri ve Optimum Bitki Deseni”
- Konukcu, F., İstanbulluoğlu, A., Orta, A.H. ve Kocaman, İ., 2004.,”Trakya Bölgesi Su Kaynakları, Sorunları ve Çözüm Önerileri”,TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi. İstanbul ve Su Sempozyumu, 8-9 Ocak 2004, s: 85-96, İstanbul.
- Korukçu, A., 1992, “Sulamadaki Gelişmelerin Türkiye’ye Yansımaları”, Topraksu, 2: 4-5.
- Kulkov, O.P. and Saidaliev, AU., 1986, “Drip Irrigation on Gravel Soils”, Sadovostvo, 6; 10-11, Hort. Abstr, 57, 1690, 1988.
- Kumar, R. and Khepar, D., 1980, “Decission Models for Optimal Cropping Patterns in Irrigations Based on Crop Water Production Fuctions”, Agricultural Water Management. Vol:12, No: 12, 98-101
- Kumar C. N., Indrasenan, N. and Elango, K., 1998, “Nonlinear Programming Model for Extensive Irrigation”, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 124, No: 2, 123-126.
- Mannocchi, F. and Mecarelli, P., 1994, “Optimization Analysis of Deficit Irrigation Systems. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 120, No: 3, 483 – 503.
- Obreza, T.A., Pitts. J.D., McGovern, R.J. and Spreen T.H., 1995, “Deficit Irrigation of Micro-Irrigated Tomato Affects Yield, Fruit Quality and Disease Severity”, Florida Agriculture Exp. Stn. Journal Series No: R-04626.

- O'Brien, D. M., Rogers, D. H., Lamm, F. R. and Clark, G. A., 2000, "Economics of SDI for Corn in Western Kansas", Presented at the 1997 intl. ASAE Meeting. Paper No: 972072 from ASAE, St. Joseph, MI. 15
- Orta, A. H., Şehirali, S., Başer, İ., Erdem, T., Erdem, Y. and Yorgancılar, Ö., 2002, "Water-Yield Relation and Water – Use Efficiency of Winter Wheat in Western Turkey", Cereal Research Communications, Vol: 30 : 367-374.
- Orta, A.H., 1997, " Bağ Sulamasında Damla ve Karık Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması", Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müd. Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınları : 151 : 26 s, Tekirdağ.
- Özkan, E ve Aydın, B., 2004, "Trakya Bölgesinde Tarımsal Ürünlerin 2004 Yılı Maliyetleri" Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Kırklareli Atatürk Araş. Ens. Müdürlüğü .
- Ranjbar, B., 1989, "Ankara Köprüköy Sulamasında Su Kullanım ve Dağıtım Etkinliğinin Saptanması", A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, (Basılmamış), Ankara.
- Scheierling, S., Young, R. and Cardon, G., 1995, "Agronomic And Economic Impacts of Reduced Irrigation Water Use in The South Platte-Cache La Poudre Area", Platte River Basin Ecosystem Symposium, University of Nebraska.
- Selenay, M.F., 2001, "GAP – Fırat Sulama Birliğinde Yeterli ve Kısıtlı Sulama Suyu Koşullarında Sulama Programlaması ve Optimum Bitki Deseni", Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (3), 149-155.
- Sourel, H. and Schon, H., 1983, "Water And Energy Saving Irrigation Methods", Landtechnik, 38 (9); 356-361.

- Sönmez, N., Korukçu, A., Benli, E. ve Yeğin, H., 1976, “Türkiye’ de 2000 Yılına Kadar Havzalar Düzeyinde Sulama Potansiyelinde ve Sulamaya Açılacak Alanlardaki Gelişmeler Üzerine Bir Araştırma”, Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 26 (1): 213-228.
- Şener S., 1976, “Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerinde Araştırmalar”, TOPRAKSU Arş. Müd. Yay. 47-25. Menemen, İzmir 90s.
- Şener, M., 2004, “Hayrabolu Sulamasında Su kullanım ve Dağıtım Etkinliğinin Belirlenmesi”, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Takele, E. and Meyer, J.L., 1996, “Economic Analysis of Irrigation and Fertilization Management of Avocados”, Hortscience 31 (1): 156-159.
- Tekinel, O., 1973, “Tarımda Uygun Sulama Metodunun Seçimi”, Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları 61, 30 s, Ankara,.
- Tekinel, O., Kaşka, N., Dinç, G. ve Yurdakul, O., 1984, “Çukurova Koşullarında Turfanda Çilek Yetiştiriciliğinde Karık, Yağmurlama ve Damla Sulama Metotlarının Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma”, Doğa Bil. Der, 8 (1); 48-56, Ankara.
- Tekinel, O. ve R. Kanber., 1979. “Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi”, Tarsus Bölge TOPRAKSU Araş. Ens. Md. Yayınları: 98/48, Tarsus 39 s.
- Tosso, T.J. and Torres, P.J., 1986, “Water Relations of Grapevines Irrigated at Different Levels Using Drip, Sprinkler on Furrow Irrigation I. Evapotranspiration and Water Use Efficiency Agriculture Tecnica”, INIA, Casilla 439, Sanriago. Chile.

- Türker, M., 1990, “Afyon Şuhut Ovasında (İlçesinde) Yeraltı suyu ile Sulama Yapan Tarım İşletmelerinde Optimal Üretim Desenlerinin Tespiti” (Yüksek Lisans Tezi) Ankara.
- Yalçuk H. ve Özkara M., 1984,” Ege Bölgesinde Kısıtlı Sulamanın Pamuk Verimine Etkisi “Menemen Bölge Topraksu Araşt. Ens. Yayını 107-70.
- Yıldırım, O., 1988, “Meyve Ağaçlarının Sulanmasında Damla, Yağmurlama ve Karık Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması”,Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1347, 47 s, Ankara.
- Yıldırım, Y. E., 1988, “Konya – Yunak – Gökpınar Yeraltı Sulamasında Yağmurlama ve Yüzey Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması” Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, M.F. ve Yıldırım, Y.E., 1995, “Kısıtlı Sulamanın Mısır Verimine Etkisi”, 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, Ankara, s:347-365.
- Yıldırım, O., 2003. “Sulama Sistemlerinin Tasarımı”, Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1536, 348, s, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında, Rize - Pazar ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini, İzmir' in farklı okullarında tamamladıktan sonra, lise öğrenimini Kütahya' da tamamladı. 1998 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Söke Meslek Yüksek Okulu Tekstil Ön Lisans programından mezun oldu. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde eğitimine başladı, 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl içerisinde, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinin açmış olduğu Yüksek lisans ve Araştırma Görevlisi sınavlarını kazanarak, eğitim ve görevime başladı. Halen aynı bölümde Araştırma görevlisi olarak görevime devam etmektedir.