

# Havza Bazlı Bitkisel Üretim ve Sulama Suyu Optimizasyon Çalışmaları ve Önemi

Gonca KARACA BİLGEN<sup>1,\*</sup> 

Süleyman KODAL<sup>2</sup> 

Yusuf Ersoy YILDIRIM<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar eposta: gonca.karacabilgen@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi (Received): 09.07.2019

Kabul tarihi (Accepted): 19.07.2019

DOI: 10.21657/topraksu.655499

## Öz

Etkin bir sulamanın önündeki sorunların tespit edilmesinin yanı sıra Türkiye’de tarımın yoğun olarak yapıldığı havzalarda çiftçi gelirinin maksimizasyonu için, o işletmede hangi ürünün yetiştirilmesi gerektiği, o ürünün hangi ekiliş oranında yetiştirileceği ve ne kadar sulama suyu uygulanacağı belirlenerek o havzada yetiştirilmesi gereken bitkilerin optimizasyonu yapılmalıdır. Söz konusu bu çalışmada bitki deseni optimizasyonu çalışmaları yapılırken temel veri olarak bitki su tüketimleri ve bitkilerin üretim maliyet ve net gelirleri kullanılmıştır. Bitkilerin su tüketimleri Penman Monteith yöntemiyle hesaplanmıştır. Bitkilerin su tüketimleri 10’ar günlük dönemler için hesaplanmış ve toplamları alınarak aylık ve mevsimlik su tüketimleri elde edilmiştir. Bitkilerin tam sulama (%100 su) ve kısıntılı sulamalar (%80, %60 ve %40 su) için sulama zaman planlarının (sulama programlarının) elde edilmesinde IRSIS yazılımı kullanılmıştır. Her bitki için sulama suyu miktarları ve verim değerlerinden yararlanılarak sulama suyu-verim ilişkisi elde edilmiştir. Daha sonra doğrusal olmayan programlama tekniği ile her havza için farklı su kaynağı kapasitelerinde maksimum işletme gelirini sağlayacak optimum bitki deseni belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmaların yürütüldüğü havzalarda 100 da büyüklüğündeki bir tarım işletmesi için toplam sulama suyu ihtiyacı ve net gelir değerleri elde edilmiştir. Sulama politikaları ve sulama etkinliği konusunda çalışan kamu-kurum ve özel sektör uzmanlarının ve karar vericilerin sulama yatırımı ve işletilmesi konularında politika geliştirmede kullanabileceği bilgiler elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler :** Optimum bitki deseni sulama etkinliği, sulama politikaları

## Watershed-Based Crop Production and Irrigation Water Optimization Studies and Importance

### Abstract

In addition to detecting problems with an effective irrigation, for the maximization of farmer income in the basins where agriculture is concentrated in Turkey, it is necessary to optimize the crops in that basin by determining the crops that should be grown, the area at which the crops will be grown and how much irrigation water will be applied. In this study plant water consumption and production costs and net income of plants were used as basic data in crop pattern optimization studies. The water consumption of plants is calculated by Penman Monteith method. The water consumption of the plants was calculated for 10-day periods and the monthly and seasonal water consumption was obtained by taking the totals. IRSIS software was used to obtain irrigation programs for full irrigation (100% water) and deficit irrigations (80%, 60% and 40% water). Irrigation water-yield relationship was obtained by

using irrigation water quantities and yield values for each plant. The non-linear programming technique was then used to determine the optimal crop pattern for each basin to provide maximum operating revenue for different water resource capacities. As a result, total irrigation water needs and net income values were obtained for a farm in the size of 10 ha in the basins where the studies were carried out. Information on the use of irrigation policies and irrigation efficiency by public-private and private sector experts and decision-makers on irrigation investment and management issues has been obtained.

**Keywords:** Irrigation efficiency, irrigation policy, optimum crop pattern

## GİRİŞ

Özellikle küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde yaratacağı etkilerin belirsizliği su yönetimdeki belirsizlikleri artırmıştır. Sulama suyunun kısıtlı ve pahalı olduğu yerlerde su tasarrufu sağlayabilecek yeni yöntemlerin seçimi yanında kısıtlı sulama uygulaması da bir alternatif olarak göz önünde tutulmaktadır. Kısıtlı sulama, belirli seviyelerde su eksikliğine ve bitki verimi azalmasına izin verilmesi durumunda yapılan bir yaklaşımdır. Sulu tarım işletmesinde gerek yeterli gerekse kısıtlı su koşullarında su kullanım etkinliğini arttıran ve aynı su ile daha fazla gelir elde edilmesini sağlayan tedbirlerden biri de işletme için optimum bitki deseninin belirlenmesidir. Optimum bitki deseni çalışmalarının hedefi işletme gelirini maksimize etmek ve kısıtlı su kaynaklarını etkin kullanmaktır.

Havza bazlı su yönetiminin oluşturulmasında su havzaları ve tarım havzaları örtüştürülmeli ve geleceğe yönelik havza bazlı çalışmalarda tarım havzaları da göz önünde bulundurulmalı, her havza kendi şartlarına göre planlanmalıdır.

Bu çalışmada tarımın yoğun olarak yapıldığı havzalarda çiftçi gelirinin maksimizasyonu için o işletmede hangi ürünün yetiştirilmesi gerektiği, o ürünün kaç dekar alanda (veya hangi ekiliş oranında) yetiştirileceği ve ne kadar sulama suyu uygulanacağına ilişkin çalışmalar yapılmıştır (Kodal vd., 2016).

## MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye 25 hidrolojik havzaya bölünmüş olup bu çalışmada 22 havza değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda değerlendirilen istasyon illeri ve maliyetlerine ulaşılan bitki sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Havzaların seçiminde sulamaya ihtiyaç duyulma durumu ve yeterli bitki maliyet verisi elde edilme durumu dikkate alınmıştır. Doğu Karadeniz, Batı Karadeniz, Asi, Çoruh ve Van havzaları değerlendirmeye alınmamıştır. Bitkilerin

su tüketimleri Penman Monteith yöntemiyle onar günlük dönemler için hesaplanmıştır (Güngör vd., 2004). Bitki su tüketimleri TAGEM ve bağlı araştırma enstitüleri, DSİ ve bazı üniversitelerin katılımı ile gerçekleştirilen Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri isimli rehberden alınarak hesaplanmıştır (Anonim, 2017).

**Çizelge 1.** Havza bazlı hesaplamalarda ele alınan il ve bitki sayıları

**Table 1.** Number of provinces and plants discussed in basin-based calculations

Sıra no	Havza	İstasyon-İl	Bitki sayısı
1	Akarçay	Afyon	3
2	Antalya	Antalya	4
3	Aras	Iğdır	4
4	Aşağı Fırat	Şanlıurfa	5
5	Batı Akdeniz	Fethiye-Muğla	5
6	Büyük Menderes	Aydın	3
7	Burdur	Burdur	5
8	Ceyhan	Adana	26
9	Dicle	Diyarbakır	4
10	Doğu Akdeniz	Tarsus-Mersin	25
11	Gediz	Manisa	12
12	Küçük Menderes	Ödemiş-İzmir	14
13	Kızılırmak	Bafra-Samsun	13
14	Konya	Konya	9
15	Kuzey Ege	Bergama-İzmir	15
16	Marmara	Bursa	13
17	Meriç-Ergene	Edirne	4
18	Sakarya	Eskişehir	3
19	Seyhan	Adana	26
20	Susurluk	Balıkesir	9
21	Yeşilirmak	Tokat	10
22	Yukarı Fırat	Elazığ	4
Toplam			216

Bitkilerin tam sulama (%100 su) ve kısıtlı sulamalar (%80, %60 ve %40 su) için sulama zaman planlarının (sulama programlarının) elde edilmesinde IRSIS yazılımı kullanılmıştır. Çözümler her iklim istasyonu ve her bitkinin 4 farklı su düzeyi için ayrı ayrı yapılmıştır. Her sulama zaman

planı ile mevcut koşullarda kaç sulama yapılması, ne kadar sulama suyu verilmesi gerektiği ve alınabilecek verim oranı elde edilmiştir (Kodal, 2011). Her bitki için sulama suyu miktarları ve verim değerlerinden yararlanılarak sulama suyu-verim ilişkisi elde edilmiştir. Bu sonuçlar bitkilerin net gelir değerlerinin ve su-gelir ilişkilerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada 2015 yılı için net gelir değerleri kullanılmıştır. Yeterli verimin elde edilebilmesi durumunda son 5 veya son 10 yıla ilişkin net gelir tablolarının ortalama değerlerinin kullanılmasında yarar bulunmaktadır. Ayrıca maliyeti bulunabilen bitki sayısı az, su tüketimi bulunabilen bitki sayısı daha fazla olmuş, ancak maliyet bilgisi olan bazı bitkilerde su tüketimi bulunmamıştır, bu nedenle değerlendirmeye alınan bitki sayısı bazı havzalarda 3'e kadar düşmüştür.

Alınan maliyet çizelgeleri tam sulama için net gelir değerlerine karşılık gelmektedir. Bu çizelgelerde, kısıntılı sulamalar için IRSIS yazılımı ile belirlenen sulama zaman planlaması

sonuçlarından yararlanılarak, verime göre değişen üretim masrafları ve sulama masrafları yeniden hesaplanmış ve kısıntılı sulama zaman planları için net gelir değerleri hesaplanmıştır (Kodal, 2011). Her bitki için net sulama suyu ve gelir değerlerinden yararlanılarak bitki sulama suyu-gelir ilişkisi elde edilmiştir.

Çalışmaların yapıldığı her havza sulama alanları için optimum bitki deseninin ve sulama suyu-net gelir ilişkisinin belirlenmesinde doğrusal olmayan programlama tekniğinden yararlanılmıştır. Çözümlemeler Excel yazılımı ile yapılmıştır. Oluşturulan modelin amaç fonksiyonunda bitkilerin su-gelir ilişkileri yer almıştır. Modelin kısıtlar bölümünde ise ekim alanı, ikinci ürün ekim alanı, nadas, bitkilerin maksimum ve minimum ekim oranları, sulama suyu miktarı gibi kısıtlar yer almıştır. Modelin çözümü ile 100 da büyüklüğünde bir işletmede en yüksek bitkisel üretim gelirinin elde edilebilmesi için hangi bitkinin, kaç dekar alanda, ne kadar sulama suyu verilerek yetiştirilmesi gerektiği, bu durumda toplam bitkisel üretim gelirinin ne kadar olacağı belirlenmiştir (Kodal, 2011).

**Çizelge 2.** Adana ilinde bitkilere göre mevsimlik su tüketimleri

**Table 2.** Seasonal evapotranspiration to plants in Adana province

Bitki	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi	Yetiştirme Dönemi Uzunluğu (gün)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi, ETm (mm)	Bitki	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi	Yetiştirme Dönemi Uzunluğu (gün)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi, ETm (mm)
Ayçiçeği (2. ürün)	25.6	27.9	94	324	Mısır (silaj) 2. ürün	20.6	17.9	89	327
Bakla (taze)	15.10	13.3	149	199	Narenciye	1.1	31.12	364	819
Balkabağı	15.4	21.9	159	641	Pamuk	15.4	11.10	179	742
Bamya	15.4	27.8	134	610	Patates	15.4	12.8	119	529
Biber (salça)	1.4	22.9	174	744	Patates (turfanda)	1.11	19.4	169	288
Buğday (kışlık)	15.11	2.6	199	427	Patlıcan	1.4	28.8	149	623
Çeltik	20.4	6.10	169	717	Soğan (yeşil)	1.4	9.6	69	199
Çeltik (2. Ürün)	15.6	17.10	124	457	Sorgum (silajlık)	1.5	28.8	119	478
Çilek	15.2	12.10	239	818	Soya fasulyesi	25.4	11.9	139	578
Domates (yer)	1.4	8.8	129	563	Soya fasulyesi (2. ürün)	8.10	25.4	199	273
Elma	25.3	9.11	229	853	Susam	25.4	22.8	119	509
Erik	15.3	9.11	239	863	Susam (2. ürün)	20.6	7.10	109	361
Fasulye (taze)	10.3	12.7	124	491	Şeftali	20.2	17.10	239	905
Hıyar	20.3	17.7	119	438	Üzüm (sofralık, kuru)	1.3	11.10	224	768
Hıyar (2. ürün)	10.7	22.10	104	277	Üzüm (şaraplık)	1.3	11.10	224	619
Karpuz	15.3	22.6	99	334	Yerfıstığı	1.5	27.10	179	652
Kiraz	15.3	9.11	239	852	Yerfıstığı (2. ürün)	20.6	17.10	119	383
Maydanoz	1.1	3.3	61	793	Yonca	10.2	8.4	57	980
Mısır (dane)	15.3	11.8	149	664	Zeytin (yağlık)	5.3	30.10	239	647

Optimum bitki deseni çözümleri sonucunda belirlenen işletme için gerekli net sulama suyu ihtiyaçları sulama randımanına bölünerek brüt (toplam) sulama suyu ihtiyacına çevrilmiştir. Havzalar arasında karşılaştırma yapılabilmesi için tüm havzalarda sulama randımanı 0,60 olarak alınmıştır. Optimum bitki desenleri belirlendikten sonra her havza için toplam sulama suyu-net gelir eşitlikleri elde edilmiştir.

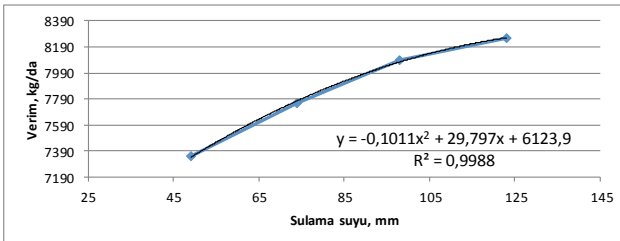
Aşağıdaki bölümde Seyhan Havzası için optimum bitki deseni çalışmaları ayrıntılı olarak açıklanmış ve tüm havzaların optimum bitki desenleri, su-gelir eşitlikleri ve sonuçların karşılaştırılması verilmiştir.

### Seyhan Havzası optimum bitki deseni

Çalışmada Seyhan havzasında bulunan Adana ili, tarımsal arazisi ve sulama alanlarının çok olması bakımından örnek olarak seçilmiş ve optimum ürün deseni çıkarılmıştır. Adana ilinde yetiştirilen bitkilerin su tüketimleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgede bitkilerin hesaplamalarda kullanılan ekim ve hasat tarihleri ve yetiştirme dönemi uzunlukları da görülmektedir.

### Sulama zaman planlaması

Her havzada her bitki için tam sulama (%100 su) ve kısıntılı sulamalar (%80, %60 ve %40 su) için sulama zaman planları (sulama programları) elde edilmiş ve bitkiye verilmesi gereken sulama suyu miktarı, sulama sayısı, verim düzeyi gibi sonuçlar belirlenmiştir. Bu planlama sonuçlarından yararlanılarak her istasyon ve her bitki için sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişkiler elde edilmiş olup örnek olarak karpuz için su-verim ilişkisi Şekil 1’de verilmiştir.

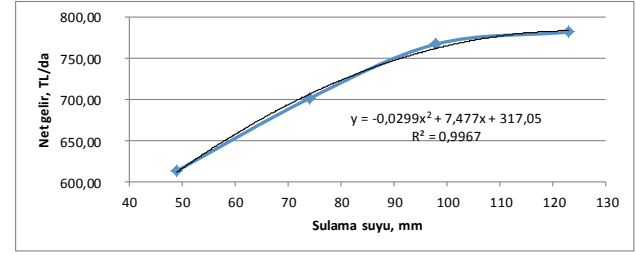


Şekil 1. Karpuz için sulama suyu-verim ilişkisi  
Figure 1. Irrigation water-yield relationship of watermelon

### Bitkilerin net gelir değerleri ve su-gelir ilişkileri

Farklı sulama suyu miktarı (net su) ve karşılık gelen gelir değerlerinden yararlanılarak her havzada her bitki için sulama suyu-gelir ilişkisi elde

edilmiştir. Örnek olarak karpuz için su-gelir ilişkisi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Karpuz için sulama suyu-gelir ilişkisi  
Figure 2. Irrigation water-income relationship for watermelon

### Optimum bitki deseni ve bitkisel üretim geliri

Farklı su kapasitesine sahip işletmeler için belirlenen optimum bitki deseni, optimum sulama suyu miktarı ve işletme geliri Çizelge 3’de verilmiştir.

Yeterli suya sahip işletmede (K100) buğday, çilek, domates, erik, hıyar, patlıcan, patates ve yerfıstığı-2 bitkileri yer almıştır. Sulu ana ürün bitkilerin ekim alanı toplamı 100 da dır. 20 da buğdaydan sonra ikinci ürün ekimi vardır (yerfıstığı-2). Bu işletmede bitki deseninde yer alan tüm bitkilere verilmesi gereken sulama suyu miktarı maksimumdur (%100), yani tam sulama yapılmalıdır, kısıntılı sulama yapılmamalıdır. Bu işletmenin net geliri 169,762 TL, verilmesi gereken sulama suyu ise brüt 67.667 m<sup>3</sup> tür. Birim alan geliri 1,679 TL da<sup>-1</sup>, birim su geliri 2.51 TL m<sup>-3</sup> tür.

İşletmenin su kapasitesi azaldıkça ya bitkilerin alanı azalmakta, ya bitkiye verilecek su miktarı azalmakta ya da o bitki desenden çıkmakta ve başka bir bitki desene girmekte, işletme geliri azalmaktadır. Çizelgede dikkat çeken nokta, işletme su kapasitesinin %10 azalmasına karşın (K90), işletme gelirinin çok az azaldığıdır. K90 işletmesinin geliri %1 azalmıştır. K50 işletmesinde su kapasitesi %50 azaldığı halde geliri %33 azalmıştır. Bu sonuçlar optimum bitki deseni çalışmalarının önemini göstermektedir.

Sulama suyu kapasitesinin %20 olduğu (8.120 m<sup>3</sup> suya sahip) işletmede bitki deseninde 10 da domates olmalı ve tam sulama yapılmalı, 10 da hıyar olmalı ve tam sulama yapılmalı, 2.47 da patlıcan olmalı ve tam sulama yapılmalı, 7.53 da soğan olmalı ve yine tam sulama yapılmalıdır. Bu durumda maksimum işletme geliri elde edilebilecektir. 30 da alanda sulu tarım yapılacak ve kalan 70 da alan boş bırakılacak veya kuru tarım yapılacaktır (kuru tarım

**Çizelge 3.** Seyhan havzasında 100 da işletme için optimum bitki deseni sonuçları  
**Table 3.** Optimum plant pattern results for 100 da in Seyhan Basin

İşletme kodu	K100	K90	K80	K70	K60	K50	K40	K30	K20
İşletme sulama suyu kapasitesi (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
İşletme sulama suyu kapasitesi-net (m <sup>3</sup> )	40,6	36,54	32,48	28,42	24,36	20,3	16,24	12,18	8,12
Bitki	Optimum Bitki Deseni								
Buğday	Alan (da. %)	20.00		20.00	20.00	20.00	20.00		
	Su (mm)	50.00		50.00	50.00	20.00	20.00		
	Su (%)	100.00		100.00	100.00	40.00	40.00		
Çilek	Alan (da. %)	20.00	15.95						
	Su (mm)	561.00	561.00						
	Su (%)	100.00	100.00						
Domates	Alan (da. %)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Su (mm)	386.00	386.00	386.00	383.77	375.91	333.92	386.00	386.00
	Su (%)	100.00	100.00	100.00	99.42	97.39	86.51	100.00	100.00
Erik	Alan (da. %)	10.00		4.29		2.7			
	Su (mm)	532.00		532.00		532.00			
	Su (%)	100.00		100.00		100.00			
Hıyar	Alan (da. %)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Su (mm)	253.00	253.00	253.00	253.00	253.00	219.57	253.00	253.00
	Su (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	86.79	100.00	100.00
Patlıcan	Alan (da. %)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	2.47
	Su (mm)	451.00	451.00	451.00	451.00	451.00	426.00	451.00	451.00
	Su (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	94.46	100.00	100.00
Pamuk	Alan (da. %)								
	Su (mm)								
	Su (%)								
Patates	Alan (da. %)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	15.80	3.79	
	Su (mm)	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00
	Su (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Şeftali	Alan (da. %)				0.84				
	Su (mm)				431.83				
	Su (%)				80.27				
Soğan-taze	Alan (da. %)								7.53
	Su (mm)								82.00
	Su (%)								100.00
Yerfıstığı-2	Alan (da. %)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00		
	Su (mm)	270.00	270.00	270.00	164.01	108.00	108.00		
	Su (%)	100.00	100.00	100.00	60.74	40.00	40.00		
Zeytin-sofralık	Alan (da. %)	14.05	20.00	20.00	20.00	3.86			
	Su (mm)		294.08	307.00	307.00	156.95	307.00		
	Su (%)		95.79	100.00	100.00	51.12	100.00		
Zeytin-yağlık	Alan (da. %)								
	Su (mm)								
	Su (%)								
Ana Ürün Alan Toplamı	100.00	80.00	94.29	90.84	92.07	73.86	45.80	33.79	30.00
2. Ürün Alan Toplamı	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00
İşletme sulama suyu kapasitesi (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
İşletme net geliri (TL)	169.762	167.94	160.77	153.73	148.65	131.34	107.32	86.555	64.542
İşletme net geliri (%)	100	99	95	91	88	77	63	51	38
İşletme alanı (da)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
İşletme Birim Alan Geliri (TL/da)	1698	1679	1608	1537	1487	1313	1073	866	645
İşletme sulama suyu kapasitesi-brüt (m <sup>3</sup> )	67.667	60.9	54.133	47.367	40.6	33.833	27.067	13.533	13.533
İşletme Birim Su Geliri (TL/m <sup>3</sup> )	2.51	2.76	2.97	3.25	3.66	3.88	3.96	4.77	4.77

yapılması durumunda işletme geliri az miktarda artacaktır ancak bu çalışmada kuru bitkilerin üretimi dikkate alınmamıştır). Sulu bitkilerden elde edilecek gelirin 64,542 TL olması beklenmektedir. Bu işletmenin birim alan geliri 645 TL da<sup>1</sup> dir.

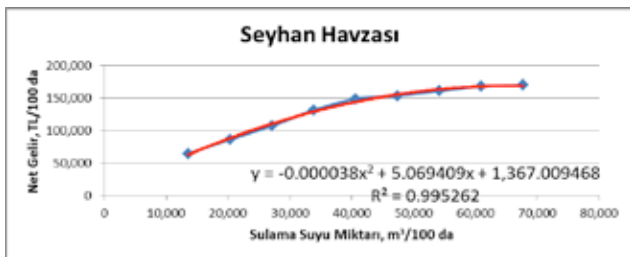
İşletmenin birim su geliri yeterli su kapasitesinde 2,51 TL m<sup>-3</sup> iken su kapasitesi azaldıkça bu değer artmakta ve %20 kapasiteye sahip işletmede 4,77 TL m<sup>-3</sup> e yükselmektedir.

Elde edilen optimum bitki deseni sonuçlarının uygulamada elde edilebilmesi için bu çalışmada yapıldığı gibi bitki su tüketimlerinin, sulama zaman planlamasının, sulama uygulamasının doğru ve yöre koşullarına uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaları çiftçinin tek başına yapması elbette beklenemez, ilgili kurumların desteği ve bu konuda çiftçi eğitimi yapılması zorunlu görülmektedir.

Seyhan havzasında yapılan bir çalışmada optimum bitki deseni çalışması sonucunda belirlenen çiftçi gelirinin, mevcut durumdaki işletme gelirin yaklaşık 8 katı olduğu, ayrıca çiftçinin optimum bitki deseni çalışması sonucunda belirlenen suyun yaklaşık 2 katını kullandığı belirlenmiştir. Bu sonuç hem aşırı sulamanın önlenmesi hem de aynı suyla daha fazla gelir elde edilebilmesi için yapılması gereken çalışmalar arasında optimum bitki deseni çalışmalarının önemini açıkça ortaya koymaktadır (Anonim 2016).

### Sulama suyu- işletme bitkisel üretim geliri ilişkisi

Adana için örnek tarım işletmesinde işletme su kapasitesi ile işletme geliri arasındaki ilişki Şekil 3'de verilmiştir. Verilen eşitlik, bu havzada 100 da büyüğündeki bir işletmede bitkisel üretime ayrılacak sulama suyu miktarının bilinmesi halinde elde edilecek net gelir değerinin hesaplanmasında kullanılabilir.

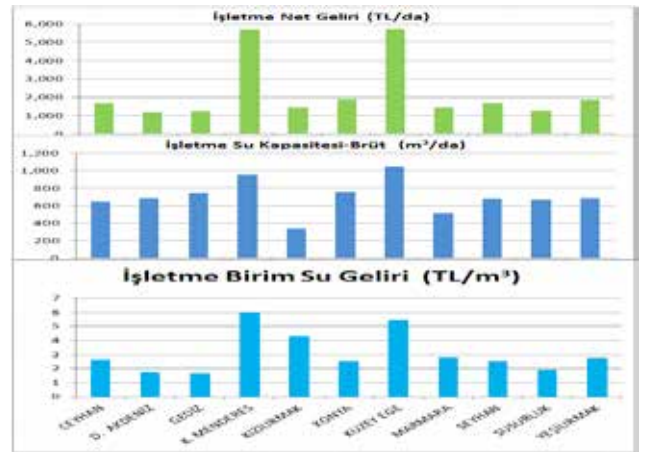


Şekil 3. Seyhan havzasında işletmenin su kapasitesi ile işletme geliri arasındaki ilişki

Figure 3. Relationship between water capacity and income of the enterprise in Seyhan Basin

### Havzalarda işletme su kapasitesi işletme geliri ve birim su geliri sonuçları

Bu bölümde net gelir değeri bulunabilen bitki sayısının 9 dan fazla olduğu havzalar dikkate alınmıştır. Şekil 4'de su kaynağının yeterli olduğu koşulda havzalarda birim alandan elde edilebilecek net gelir, bu geliri elde etmek için gerekli olan sulama suyu miktarı ve birim suya karşılık elde edilecek gelir değerleri verilmiştir. Havzalarda işletme geliri grafiği incelendiğinde K. Menderes ve Kuzey Ege havzalarında gelir değerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (5.000 TL nin üzerinde) diğer havzalarda ise birbirine yakındır ve 2.000 TL nin altındadır. K. Menderes ve Kuzey Ege havzalarında gelir değerinin oldukça yüksek olmasının nedeni, havzalarda yeterli sayıda bitki ile çalışılmaması ve çalışmanın yapıldığı yıl bazı bitkilerin net gelir değerlerinin yüksek, bazılarının sıfır hatta negatif olması olabilir. Bu nedenle bitkilerin tek bir yıla ilişkin net gelir değerleri yerine birkaç yıla ilişkin net gelir değerlerinin kullanılmasında yarar görülmektedir.



Şekil 4. Havzalarda yeterli su koşulunda net gelir su kapasitesi ve birim alan net gelirlerin dağılımı

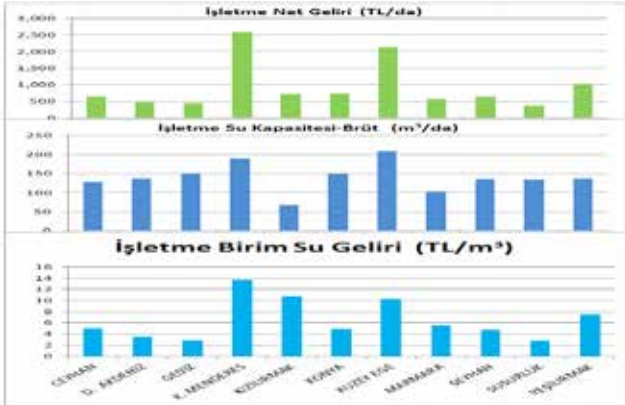
Figure 4. Net income water capacity and distribution of net revenues in the basins under adequate water conditions

Havzalarda belirtilen gelirin elde edilebilmesi için gerekli sulama suyu miktarı incelendiğinde yine K. Menderes ve Kuzey Ege havzalarında gerekli su miktarının diğer havzalara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir, en düşük değer ise Kızılırmak havzasındadır. Havzalarda birim suya karşılık elde edilecek gelir değerleri grafiği incelendiğinde yine K. Menderes ve Kuzey Ege havzalarında birim su geliri değerinin diğer havzalara oranla yüksek olduğu görülmektedir.

Gelir değerleri havzanın veya istasyonun başta yağış olmak üzere iklim koşullarına, yetiştirilen

bitkilere ve su tüketimlerine göre değişim göstermektedir. Bu sonuçlarda elbette ki bazı havzalarda yeterli sayıda bitkiye ilişkin bilginin elde edilememesi de etkili olabilir. Doğudaki havzalarda net gelirin daha düşük, batıdaki havzalarda ise yüksek olduğu görülmektedir.

Bu tür değerlendirmeler su kaynağının yeterli olduğu koşul yanında su kaynağının kısıtlı olduğu farklı sulama suyu düzeyleri için de yapılabilir. İncelenen en düşük su kaynağı (%20) koşulunda havzalarda birim alandan elde edilebilecek net gelir, bu geliri elde etmek için gerekli olan sulama suyu miktarı ve birim suya karşılık elde edilecek gelir değerleri Şekil 5'de verilmiştir. Buna göre %20 su kapasitesinde birim alandan elde edilebilecek gelir değeri yine K. Menderes ve Kuzey Ege havzalarındadır ve 2000-2500 TL civarındadır. Diğer havzalarda ise 1000 TL nin altındadır. Yeterli su kapasitesi ile karşılaştırılırsa gelir yaklaşık yarıya düşmektedir (su kapasitesi %80 azaldığı halde). Tabii ki bu durum sulamanın tekniğine uygun ve sulama zaman planlaması ile desteklenmesi ve optimum bitki deseni çalışması yapılması ile mümkün olabilecektir. Birim su geliri ise K. Menderes, Kızılırmak ve Kuzey Ege havzalarında daha yüksektir, ancak bu su düzeyinde birim su geliri tam su düzeyindeki değerlerin yaklaşık 2 katıdır (14 TL civarında).



Şekil 5. Havzalarda kısıtlı su (%20) koşulunda net gelir su kapasitesi ve birim alan net gelirlerin dağılımı

Figure 5. Net income water capacity and distribution of net revenues in the basins with limited water condition (20%)

## SONUÇLAR

Tarım alanlarında optimum bitki deseninin belirlenmesi çalışmaları, çiftçilerin mevcut uygulamalarına oranla daha az su ile daha fazla gelir elde etmeleri açısından önem taşımaktadır.

Nitekim havza bazlı sektörel su tahsisi projeleri şu anda 3 havzada çalışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarda tarım sektörüne normal ve kurak yıllarda ne kadar sulama suyu ayrıldığına ne kadar gelir elde edilebileceği bitki deseni optimizasyonu ile belirlenmektedir.

Bu tür çalışmaların havza, alt havza, mikro havza, ova vb. bazında yapılması durumunda elde edilecek sonuçların ülkemizde özellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde sulama politikaları, sulama yatırımlarına karar verilmesi, sulama sistemlerinin işletilmesi, desteklenecek ürünlere karar verilmesi gibi konularda çalışan yönetici ve teknik elemanlara çok yardımcı olacağı aşikardır.

Özellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu koşulda toplam alandan en yüksek gelirin elde edilebilmesi için hangi sulama alanına hangi oranda sulama suyu verileceği, verilen suyla hangi bitkilerin yetiştirileceği ve her bitkiye ne oranda sulama suyu verileceği belirlenebilir.

Bu tür çalışma sonuçları tarımsal üretim planlaması amacıyla da kullanılabilir. Belirli bitkilerden en yüksek üretim miktarının elde edilebilmesi için hangi sulama alanına hangi oranda sulama suyu verileceği, verilen suyla hangi bitkilerin yetiştirileceği ve her bitkiye ne oranda sulama suyu verileceği belirlenebilir.

Bu tür çalışmalardan sağlıklı veri üretilebilmesi için 2 temel bilginin de sağlıklı olması gerekmektedir. Bunlardan biri bitki su tüketimleridir. Bu konuda kapsamlı bir çalışma yapılarak onar günlük dönemler için ülkemizde 29 iklim bölgesi ve 259 iklim istasyonunda 81 bitkinin su tüketimleri Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanmış ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

Diğer önemli veri ise bitkilerin üretim girdi ve maliyetleri ile net gelir değerleridir. Bu bilgiler il-ilçe bazında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmakta ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından kontrol edilerek kullanıcılara verilmektedir. Bu verilerin kontrollerinin yapılarak kullanıcılara verilmesinde zaman zaman yaşanan aksaklıkların giderilmesinde yarar vardır.

Çalışmada elde edilen sonuçların sulama politikaları ve sulama etkinliği konusunda çalışan ilgili kamu-kurum ve özel sektör uzmanlarına yararlı olması beklenmektedir.

Havza bazlı modelleme sonuçlarının:

- Komşu-yakın havzalar arasında su nakline karar verilmesinde (iki havzadan elde edilecek toplam gelirin maksimize edilebilmesi için, sosyal adalet te göz önüne alınarak suyun optimum paylaşımında),
- Havzalar bazında sulama yatırımlarına karar verilmesinde,
- Havza bazlı desteklemelere karar verilmesinde,
- Havza bazlı sektörel su tahsisi ile ilgili projelerde yararlı olması beklenmektedir.

Bu çalışmalar yağış açısından ortalama koşullar için yapılabildiği gibi, hafif, orta ve şiddetli kurak koşullar için de yapılabilmektedir, elde edilen sonuçlar gelecekte farklı şiddetteki kurak yıllarda kıt su kaynaklarının yönetiminde kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2016). Seyhan Havzası sektörel su tahsis planı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim (2017). Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimleri. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Güngör Y, Erözel AZ, Yıldırım O (2004). Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1540, Ders Kitabı, p. 493, Ankara.
- Kodal S (2011). Sulama programlaması ve optimum bitki deseni tayini. Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi Müdürlüğü (Basılmamış Ders Notu), Ankara
- Kodal S, Yıldırım YE, Yıldız D, Bingöl Ü, Aksu S, Karaca Bilgen G (2016). Tarımsal sulama politikaları sulama yönetimi ve sulama etkinliğinin değerlendirilmesi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Araştırma - Geliştirme Destekleri Proje Sonuç Raporu, Ankara.