

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BALIKESİR VE GÖNEN OVALARI SULAMA SİSTEMLERİNİN
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh.Tolga SARI

Balıkesir, Haziran-2010

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BALIKESİR VE GÖNEN OVALARI SULAMA SİSTEMLERİNİN
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh.Tolga SARI

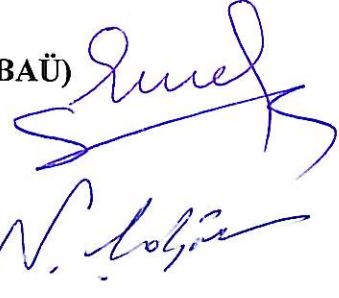
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emel İRTEM

Sınav Tarihi: 28.06.2010

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Emel İRTEM (Danışman-BAÜ)

Prof. Dr. Sedat KABDAŞLI (İTÜ)

Doç. Dr. Şevket ÇOKGÖR (İTÜ)



Enstitü Yönetim Kurulunun tarih sayılı oturumunun
nolu kararı ile Mezun olmuştur.

Balıkesir, Haziran-2010

ÖZET

BALIKESİR VE GÖNEN OVALARI SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Tolga SARI
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emel İRTEM)

Balıkesir, 2010

21. yüzyılda, doğal kaynaklar insanoğlu tarafından artan nüfusla birlikte hızla tüketilmektedir. Bu nedenle bu yüzyılın en büyük sorunu su ve gıda yetersizliği olacaktır. Çok büyük yatırım ve işgücü ile inşa edilen sulama şebekelerinin hayati önem taşıyan tarım sektörüne en verimli şekilde hizmet edebilmesi için kullanılan suyun israf edilmeden optimum şekilde değerlendirilmesi gereklidir.

Bu çalışmada, Balıkesir ilinde yer alan Balıkesir ve Gönen Ovaları Sulamaları ele alınmıştır. Birinci bölümde su ve sulamanın önemi belirtilmiş, ikinci bölümde sulama ve sulama sistemleri ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde materyal ve metot açıklanmış, dördüncü bölümde Balıkesir Ovası Sulaması ve Gönen Ovası Sulaması hakkında genel olarak bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde Balıkesir Ovası Sulamasının altıncı bölümde ise Gönen Ovası Sulamasının 2005-2009 yıllarındaki verileri doğrusal regresyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiş, işletme sırasında karşılaşılan sorunlar ve sulama randımanı irdelenmiş, sulamaların planlama aşaması ile uygulama aşaması karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuç ve önerilere yedinci bölümde yer verilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Balıkesir Ovası Sulaması / Gönen Ovası Sulaması / sulama şebekesi / sulama randımanı / doğrusal regresyon analizi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCES OF BALIKESİR AND GÖNEN PLAIN IRRIGATION SYSTEMS

Tolga SARI
Balıkesir University, Institute Of Science,
Department Of Civil Engineering

(M.Sc.Thesis / Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Emel İRTEM)

Balıkesir, Turkey, 2010

Natural sources have been consumed fastly by humanbeing with increasing population in 21st century. For this reason, the most important problem in this century will be insufficient water and food. It is required to utilize water in an optimum way without wasting in order irrigation network which is constructed with huge amount of investment and labour force to serve with the best productive manner at agriculture sector that is strongly important for life.

In this study, Balıkesir and Gönen Plain Irrigations which are situated in Balıkesir city have been investigated. In the first chapter, the importance of water and irrigation has been determined and in the second chapter, general information about irrigation and irrigation network has been given. In the third chapter, material and method has been explained and in the fourth chapter, general information about Balıkesir Plain Irrigation and Gönen Plain Irrigation has been given. In the fifth chapter, data of Balıkesir Plain Irrigation and in the sixth chapter, data of Gönen Plain Irrigation between the years 2005-2009 have been evaluated using linear regression analysis method, the problems occurred during management and irrigation outputs have been scrutinized, the planning phase of irrigation and the application phase have been compared. Obtained results and suggestions have been expressed in the seventh chapter.

KEYWORDS : Balıkesir Plain Irrigation / Gönen Plain Irrigation / irrigation network / irrigation output / linear regression analysis.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEYWORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	xii
1. GİRİŞ	1
2. SULAMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	9
2.1 Blaney-Criddle Metodu	9
2.2 Kayıplar ve Randımanlar	11
2.2.1 Çiftlik Sulama Randımanı veya Tarla Sulama Randımanı	12
2.2.2 Su Taşıma Randımanı veya İletim Randımanı	13
2.2.3 Toplam Sulama Randımanı	14
2.2.4 Bitki Sulama Suyu İhtiyacı	16
2.2.5 Etkili (Efektif) Yağış Değerleri	16
2.2.6 Kıştan Artan Nem (KAN = KAR)	16
2.3 Sulama Sistemleri	17
2.3.1 Açık Kanallı Sulama Şebekeleri	17
2.3.2 Kanaletli Sulama Şebekeleri	21
2.3.3 Borulu Sulama Şebekeleri	23
2.4 Sulama yöntemleri	25
2.4.1 Yüzey Sulama Yöntemleri	25
2.4.1.1 Tava Sulama Yöntemi	27
2.4.1.2 Karık Sulama Yöntemi	28
2.4.2 Modern (Basınçlı) Sulama Yöntemleri	29
2.4.2.1 Yağmurlama Sulama Yöntemi	29
2.4.2.2 Damla Sulama Yöntemi	31
3. MATERYAL METOT	35

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	Sayfa
3.1 Materyal	35
3.2 Metot	35
4. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	37
4.1 Balıkesir Ovası Sulaması	37
4.1.1 Giriş	37
4.1.2 Su Kaynağı	39
4.1.3 Tesisler	39
4.1.3.1 Çaygören Barajı	39
4.1.3.2 Kaletepe Regülatörü	39
4.1.3.3 Sulama Kanalları	40
4.1.4 Arazi	41
4.1.4.1 Topografya	41
4.1.4.2 Topraklar	42
4.1.4.2.1 Bünye	42
4.1.4.2.2 Geçirgenlik	43
4.1.4.2.3 Kireçlilik Durumu	43
4.1.4.2.4 Tuzluluk Durumu	43
4.1.4.2.5 Organik Madde	44
4.1.4.3 Arazi Sınıfları	44
4.1.4.4 Drenaj	45
4.1.5 Su Sınıfı ve Kalitesi	45
4.2 Gönen Ovası Sulaması	46
4.2.1 Giriş	46
4.2.2 Su Kaynağı	47
4.2.3 Tesisler	47
4.2.3.1 Gönen Barajı	47
4.2.3.2 Gönen Regülatörü	48
4.2.3.3 Sulama Kanalları	48
4.2.4 Arazi	48
4.2.4.1 Topografya	48
4.2.4.2 Topraklar	49
4.2.4.2.1 Bünye	50
4.2.4.2.2 Geçirgenlik	50
4.2.4.2.3 Kireçlilik Durumu	50
4.2.4.2.4 Tuzluluk Durumu	51
4.2.4.2.5 Organik Madde	51
4.2.4.3 Arazi Sınıfları	51
4.2.4.4 Drenaj	52
4.2.5 Su Sınıfı ve Kalitesi	52

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	Sayfa
5. BALIKESİR OVASI SULAMASI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	54
5.1 Aylık Bitki Su İhtiyaçlarının Belirlenmesi	60
5.2 Aylık Sulama Suyu İhtiyacı	63
5.3 Doğrusal Regresyon Analizi	74
5.4 Regresyon Analizi ile Balıkesir Ovası Sulaması'nın İncelenmesi	76
5.4.1 Sulayıcı Sayısı ile Sulanan Alan Arasındaki İlişki	76
5.4.2 Planlanan ve Gerçekleşen Desene Göre Aylık Sulama Suyu İhtiyaçları ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarlarının Karşılaştırılması	79
5.4.3 Planlanan Bitki Deseni ile Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları Arasındaki İlişki	84
5.4.4 Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarı Arasındaki İlişki	86
5.4.5 Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Aylık Şebekeye Alınan Su Miktarı Arasındaki İlişki	88
6. GÖNEN OVASI SULAMASI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	92
6.1 Aylık Bitki Su İhtiyaçlarının Belirlenmesi	99
6.2 Aylık Sulama Suyu İhtiyacı	101
6.3 Regresyon Analizi ile Gönen Ovası Sulaması'nın İncelenmesi	112
6.3.1 Sulayıcı Sayısı ile Sulanan Alan Arasındaki İlişki	112
6.3.2 Planlanan ve Gerçekleşen Desene Göre Aylık Sulama Suyu İhtiyaçları ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarlarının Karşılaştırılması	115
6.3.3 Planlanan Bitki Deseni ile Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları Arasındaki İlişki	119
6.3.4 Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarı Arasındaki İlişki	121
6.3.5 Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Aylık Şebekeye Alınan Su Miktarı Arasındaki İlişki	124
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	127
KAYNAKLAR	132

SEMBOL LİSTESİ

U	Aylık bitki su ihtiyacı
K	Aylık bitki su ihtiyacı katsayısı
f	Aylık bitki su ihtiyacı faktörü
t	Aylık ortalama sıcaklık
P	Aydınlatma oranı
Kt	Sıcaklığa bağlı olarak aylık bitki su ihtiyacı katsayısı
Kc	Bitki cinsine bağlı aylık bitki su ihtiyacı katsayısı
η T	Çiftlik sulama randımanı
Us	Bitki sulama suyu ihtiyacı
Ut	Çiftlik sulama suyu
η K	Su taşıma randımanı
Uk	Diversiyon sulama suyu ihtiyacı
S	1 km kanal uzunluğunda m ³ /sn olarak kayıp
C	Zemin sızdırma katsayısı
Q	Kanal debisi
V	Kanaldaki su hızı
η	Toplam sulama randımanı
re	Aylık etkili yağış
KAN	Kıştan artan nem
QF	Aylık sulama suyu ihtiyacı
AF	As/A
As	Gerçekleşen bitki deseni
A	Toplam sulama alanı
μ	Su iletim randımanı
η	Çiftlik randımanı
(U-r)	Aylık bitki su ihtiyacı
\bar{x}	Birinci değişken ortalaması
\bar{y}	İkinci değişken ortalaması
s_x	x'in standart sapması
s_y	y'nin standart sapması
N	x,y çifte değerlerinin sayısı
R _{x,y}	Korelasyon katsayısı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 1.1	Kullanım amaçlarına göre su tüketim oranları	2
Şekil 2.1	Sulama ana kanalı	18
Şekil 2.2	Kanaletli sulama şebekesi	21
Şekil 2.3	Borulu şebeke inşaat hali	23
Şekil 2.4	Yüzeysel sulama yöntemi	26
Şekil 2.5	Yağmurlama Sulama Yöntemi	29
Şekil 2.6	Damla Sulama Yöntemi	31
Şekil 4.1	Balıkesir Ovası Sulamasının yeri	38
Şekil 4.2	Gönen Ovası Sulamasının yeri	46
Şekil 5.1	Balıkesir-Merkez ölçülen yağış değerleri	55
Şekil 5.2	Sulayıcı bilgi formu	56
Şekil 5.3	Balıkesir Ovasında yıllara göre bitki ekim oranları	60
Şekil 5.4	Balıkesir Ovası köylere göre sulayıcı sayıları ve ekilen alanlar regresyon doğrusu	78
Şekil 5.5	Balıkesir Ovası yıllara göre sulama randımanı oranları	83
Şekil 5.6	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	85
Şekil 5.7	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	87
Şekil 5.8	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	90
Şekil 6.1	Gönen Ovası yıllara göre işletmeye açılan sulama alanları	92
Şekil 6.2	Balıkesir-Gönen ölçülen yağış değerleri	94
Şekil 6.3	Su kullanım sözleşmesi	95
Şekil 6.4	Gönen Ovası'nda yıllara göre bitki ekim oranları	98
Şekil 6.5	Gönen Ovası köylere göre sulayıcı sayıları ve ekilen alanlar regresyon doğrusu	114
Şekil 6.6	Gönen Ovası yıllara göre sulama randımanı oranları	119
Şekil 6.7	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	120
Şekil 6.8	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	123
Şekil 6.9	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)	125

TABLO LİSTESİ

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 1.1	Türkiye Genelinde Devredilen Sulama Şebekeleri	4
Tablo 5.1	Balıkesir-Merkez ölçülen yağış değerleri	55
Tablo 5.2	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2005 yılı)	57
Tablo 5.3	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2006 yılı)	57
Tablo 5.4	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2007 yılı)	58
Tablo 5.5	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2008 yılı)	58
Tablo 5.6	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2009 yılı)	59
Tablo 5.7	Balıkesir Ovası bitki sulama suyu ihtiyaçları	62
Tablo 5.8	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)	64
Tablo 5.9	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)	65
Tablo 5.10	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)	66
Tablo 5.11	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)	67
Tablo 5.12	Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)	68
Tablo 5.13	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)	69
Tablo 5.14	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)	70
Tablo 5.15	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)	71
Tablo 5.16	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)	72
Tablo 5.17	Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)	73
Tablo 5.18	Balıkesir Ovası köylere göre sulayıcı sayısı ve ekilen alan miktarları (2009 yılı)	77
Tablo 5.19	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2005 yılı)	79
Tablo 5.20	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2006 yılı)	80
Tablo 5.21	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2007 yılı)	80

TABLO LİSTESİ (Devamı)

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 5.22	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2008 yılı)	81
Tablo 5.23	Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2009 yılı)	81
Tablo 5.24	2005-2009 yılları için planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları	84
Tablo 5.25	Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)	85
Tablo 5.26	2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları	87
Tablo 5.27	Planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)	88
Tablo 5.28	2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları	89
Tablo 5.29	Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)	90
Tablo 6.1	Balıkesir-Gönen ölçülen yağış değerleri	93
Tablo 6.2	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2005 yılı)	96
Tablo 6.3	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2006 yılı)	96
Tablo 6.4	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2007 yılı)	97
Tablo 6.5	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2008 yılı)	97
Tablo 6.6	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2009 yılı)	98
Tablo 6.7	Gönen Ovası bitki sulama suyu ihtiyaçları	100
Tablo 6.8	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)	102
Tablo 6.9	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)	103
Tablo 6.10	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)	104
Tablo 6.11	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)	105
Tablo 6.12	Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)	106
Tablo 6.13	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)	107

TABLO LİSTESİ (Devamı)

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 6.14	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)	108
Tablo 6.15	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)	109
Tablo 6.16	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)	110
Tablo 6.17	Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)	111
Tablo 6.18	Gönen Ovası köylere göre sulayıcı sayısı ve ekilen alan miktarları (2009 yılı)	113
Tablo 6.19	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2005 yılı)	115
Tablo 6.20	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2006 yılı)	116
Tablo 6.21	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2007 yılı)	116
Tablo 6.22	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2008 yılı)	117
Tablo 6.23	Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2009 yılı)	117
Tablo 6.24	2005-2009 yılları için planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları	120
Tablo 6.25	Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gönen Ovası)	121
Tablo 6.26	2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları	122
Tablo 6.27	Planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gönen Ovası)	123
Tablo 6.28	2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları	124
Tablo 6.29	Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gönen Ovası)	125

ÖNSÖZ

Tez konusunun seçiminde bana yardımcı olan, çalışmalarımı yönlendiren, çalışmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek engin fikirleriyle katkıda bulunan danışman hocam sayın Doç. Dr. Emel İRTEM'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Tezde kullanılan verilerin sağlanmasındaki yardımlarından dolayı DSİ 25. Bölge Müdürlüğü Proje Şube Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü, 251. Şube Müdürlüğü, Gönen-Biga-Manyas Projeleri İnşaat Kontrol Şube Müdürlüğü, Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği, Gönen Ovası Sulama Birliği, Balıkesir ve Gönen Meteoroloji Müdürlüğü personeline teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, tez çalışması süresince her zaman yanımda olup, manevi desteklerini esirgemeyen, sevgi, hoşgörü ve sabır gösteren canım ailem ve sevgili eşime teşekkür ederim.

Balıkesir, 2010

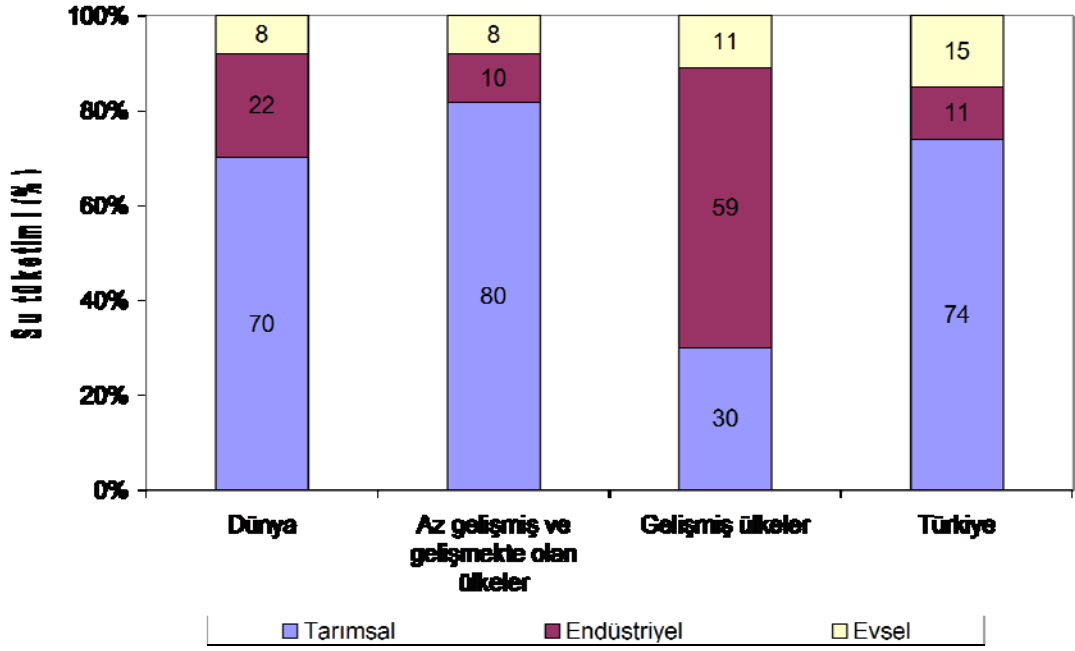
Tolga SARI

1. GİRİŞ

Dünyada canlı yaşamının devamlılığı yönünden gerekli olan su, ekonomik ve sosyal gelişmeyi doğrudan etkilemekte, çok çeşitli alanda zorunlu olarak kullanılmakta ve bu özellikleri nedeni ile de çok büyük stratejik öneme sahip bir doğal kaynak olarak değerini korumaktadır. Hızla artan nüfusun gıda maddeleri gereksiniminin karşılanması amacı ile sulu tarımın yaygınlaştırılması, içme, kullanma ve sanayinin su talebindeki artışlar, mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynakları rezervini zorlamaktadır [1].

21.yüzyılda, artan nüfusun ve gelişen modern dünyanın en önemli sorunu hızla tüketilen doğal kaynaklardır. Su ve toprak kaynaklarını bu denli düşüncesizce tüketen insanlığın gelecekte yüzleşeceği en büyük sorun su ve gıda güvenliği olacaktır. Bu nedenle doğal kaynaklar en iyi şekilde korunarak, tarımsal üretimin en üst düzeye çıkartılması büyük önem taşımaktadır [2].

Büyüyen nüfusa paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımsal kullanımdaki su oranını ciddi düzeyde arttırmıştır. Dünya ortalaması % 70 düzeyinde olan tarımsal su tüketimi az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde % 82 düzeyine kadar çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise yoğun endüstriyel üretim ve azalan tarımsal faaliyetler nedeniyle bu oran % 30 'lara kadar düşmektedir. Türkiye'de ise tarımsal alanda kullanılan suyun oranı % 74 'tür (Şekil 1.1) [3].



Şekil 1.1 Kullanım amaçlarına göre su tüketim oranları [3]

Günümüzde mevcut tatlı su kaynakları için sektörler arasında giderek artan bir rekabet söz konusudur. Sulu tarıma oranla daha yüksek katma değer elde edilen endüstriyel kullanımın yanı sıra artan nüfusun içme-kullanma suyu gereksinimlerinin de artmasına bağlı olarak kentsel kullanıma ayrılan su kaynakları ciddi bir tehdit altındadır. Bununla birlikte artan nüfusun barınma gereksiniminin karşılanması amacıyla kentsel yerleşim alanlarının sulu tarım arazilerinin yerini alması nedeniyle tarımsal alanlarda da giderek daralma gözlenmektedir. Diğer yandan, artan sanayileşme ve hatalı sulama uygulamaları sonucunda su kalitesi sorunları baş göstermekte ve buna bağlı olarak uzun dönemde su ve toprak kaynaklarında kirlilik ve tuzlulaşma gibi sorunlarla karşılaşılması kaçınılmaz olmaktadır [4].

İklim değişimi ve buna bağlı olarak yaşanabilecek kuraklık sorununun yanında hızlı nüfus artışı, su kaynaklarına olan talebin artması, sektörlere göre su kullanımının gittikçe değişme eğilimi, su kalitesinin düşmesi gibi faktörlerle su kaynaklarının kullanımının önemi daha da artmaktadır. Bu koşullarda yapılması gereken en önemli iş su kaynaklarının daha akılcı kullanımını gerekli kılmaktadır. Alınabilecek en önemli önlemlerden birisi su kaynaklarının doğru yönetilmesidir [5].

Birçok ülkede yapılan çalışmalar sonucunda sulama birliklerinin kurulmasının ve aktif katılımın sulama sisteminin performansını arttırdığı belirlenmiştir. Çiftçi katılımının sağlandığı sulama şebekelerinde özellikle suyun daha etkin kullanıldığı bilinmektedir. Çiftçi katılımı bazı durumlar için bir amaç olmasına rağmen, çoğunlukla sulama performansını arttıran bir araçtır. Sulama Birlikleri ülkemizde yeni bir işletmecilik modeli olarak kimlik kazanma aşamasındadır [2].

Sulu tarım alanlarında 1950 'lerden 1980 'lerin başlarına dek süren hızlı artış süreci sonrasında, hükümetler sulama yatırımlarının masraflarını karşılamakta ve çiftçilerden su ücretlerini toplamakta zorluk çekmişlerdir. Merkezi yönetimler tarafından mali destek gören yerel yönetimler de çok sayıdaki küçük çiftçiye etkin bir şekilde su sağlama konusunda sorunlar yaşamaktadırlar. Bu da sulama altyapısının hızla kötüleşmesi, sulanan alanların azalması, suyun kötü dağıtımı ve boşa kullanılması ve tüm bunların sonucunda da toprakların tuzlulaşması ve taban suyu seviyesinin yükselmesi gibi sorunlara yol açmaktaydı. Özellikle ekonomik sorunların yarattığı baskı sonucunda, çoğu hükümetler sulama sistemlerinin yönetim sorumluluklarını yerel devlet kurumlarından "Sulama Birlikleri" gibi yerel sulama servisi sağlayıcılarına devretme yoluna gitmişlerdir [2].

1993 yılında, Türkiye'de büyük ölçekli sulama sistemlerinin yönetim sorumluluklarının yerel örgütlere devri konusunda bir program başlatılmıştır. Bu programla devlet tarafından yönetilen 1.53 milyon ha 'lık sulama alanının yerel örgütlere devredilmesi amaçlanmıştır. İlk iki yılda devri hedeflenen alanın % 60 'lık bölümünün devir işlemleri tamamlanmış ve başarılı bir sulama yönetim devri çalışması örneği olarak halen geniş bir şekilde uygulanmaktadır. Bu programla, Devlet Su İşleri sulama şebekelerinin kontrolünü Sulama Birliği adı verilen yerel örgütlere bırakmıştır. 1950 'lerden bu yana Devlet Su İşleri görece uzak mesafede yer alan küçük ölçekli sulama şebekelerinin yönetimini yerel birimlere devretme politikasını benimsemiştir. Ancak 1993 'e kadar yılda ortalama 2000 ha 'lık bir alanın devredilmesi ile devir olayının gerçekleşme hızı oldukça düşük kalmıştır. Ancak 1993 yılında Dünya Bankası destekli "Hızlandırılmış Devir Programı"nın

benimsenmesi ve seçilen pilot bölgelerde (Konya, Adana, Mersin ve İzmir) uygulamaya konması ile devredilen sulama alanlarında hızlı ve çarpıcı bir artış sağlanmıştır [2].

Ülkemizde özellikle devlet tarafından geliştirilen sulama projelerinde sistem performansı istenilen düzeyde değildir. Bu durum, sistemin projelendirme eksikliklerinden daha çok, işletme–bakım yönetim (İBY) organizasyonundaki sorunlardan kaynaklanmaktadır. Bu sorunlar gerekli mali destek ile çiftçilerin ilgi ve işbirliğinin yeterince sağlanamaması olarak özetlenebilir. Çözüm amacıyla özellikle 1994 yılından başlayarak, İBY organizasyonu sorumluluğu kamudan alınarak, başta Sulama Birlikleri olmak üzere, değişik örgütlere devredilmesi çalışmaları başlatılmıştır. Bu yönde yapılan çalışmalar sonucu, 2008 yılı sonu itibariyle devri gerçekleştirilen toplam sulama alanı 2 090 330 ha 'a ulaşmıştır. Bunun içerisinde en büyük oran % 90 ile (1 883 702 ha) Sulama Birliklerine aittir (Tablo 1.1) [6].

Tablo 1.1 Türkiye Geneline Devredilen Sulama Şebekeleri [6]

Kurum/Kuruluş Adı	Adedi	Adet Oranı (%)	Alan (ha)	Alan oranı (%)
Köy Tüzel Kişiliği	225	27	40 198	2
Belediye	154	18	70 612	3
Sulama Birliği	362	43	1 883 702	90
Kooperatif	100	12	94 148	5
Diğer	6	1	1 670	0
TOPLAM	847	100	2 090 330	100

Türkiye’de tarımda su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama oranı ve sulama randımanı çok düşüktür. Sulama randımanı genel anlamıyla sulama suyu ihtiyacının, kaynaktan sulama için saptırılan suya oranı olarak tanımlanabilir. 2001 yılı verilerine göre Devlet Su İşleri tarafından yönetilen ve devredilen (sulama

birliklerine, sulama kooperatiflerine, belediyelere vs.) sulama sistemlerinde sulama oranı sırasıyla % 38 ve % 62 'dir. Türkiye'de sulama randımanını düşüren en önemli problem tarımda aşırı su kullanımınıdır. Sulama randımanı, devredilen sulama sistemlerinde % 48, DSİ sulamalarında ise % 38 olarak gerçekleşmiş olup devredilen sulamalarda DSİ sulamalarından daha yüksektir [7].

Sulama ve sulama sistemlerinin işletilmesi üzerine çeşitli çalışmalar, değişik zamanlarda ve yerlerde araştırmacı kişiler, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda ortaya çıkan sonuç, öneri ve görüşler şu şekildedir:

Şahin (1984)'de, Türkiye'de bulunan sulama kanallarındaki su iletim ve çiftlik kayıplarının dışında, sulamalarda ortalama % 30 daha fazla su kullanıldığı belirtilmiştir. Aşırı su kullanımının nedenleri; sulama alanındaki topoğrafya bozukluğu, işletmelerin çok sayıda küçük parselli ve dağınık olması, çiftçi eğitiminin yetersizliği ve çok su kullanma alışkanlığı, devlet sulamalarında kullanılan suyun sağlıklı ölçülememesi, tesislerin ve tarla içi geliştirme hizmetlerinin yetersiz kalması olarak sıralanmıştır. Ayrıca, aşırı su kullanımı sonucu taban suyu probleminin ortaya çıktığı açıklanmıştır [7].

Güngör ve Yıldırım (1987) 'de sulamalarda oluşan derine sızma kayıplarının, uygulanan sulama yöntemine ve tarlaya verilen su miktarına bağlı olarak kanallardan alınan suyun % 15-50 'si kadar olduğu belirtilmiştir. Suyun yüzey akışı ile araziden uzaklaşması nedeniyle oluşan tarla kayıpları, arazinin topoğrafik durumuna, toprak bünyesine, uygulanan sulama yöntemine ve sulayıcıların yeteneğine bağlı kalmaktadır. Bu kayıplar, genellikle tarlaya alınan suyun % 20-60 'ı kadar olabilmektedir. Sulama randımanına, su kayıpları yanında suyun maliyeti, miktarı, işgücü, su kontrol kuruluşu, toprak ve bitki özellikleri etkili olabilmektedir. Suyun pahalı ve kısıtlı olduğu koşullarda randıman genellikle yüksek, suyun bol olduğu koşullarda ise düşük olmaktadır [7].

Burt et al (1997) göre, sulama sistemlerinin tasarım ve işletiminde bitkisel üretim kadar, suyun etkin kullanımı da önceliklidir. Suyun etkin kullanımı, bitkisel

üretimle geçimin sağlanabilmesi bakımından çok önemlidir. Günümüzde bilinçli çiftçiler, su ücretlerini, aşırı sulamadan kaynaklanan çevresel kirlilik potansiyelini ve tarımda sürdürülebilirliği de göz ardı etmemektedir. Bilinçli su kullanıcıları kendilerine ayrılan sulama suyunu akıllıca ve gerektiği kadar kullanmaktadır [7].

Uçan ve Yüksel (2000) 'de Devlet Su İşleri tarafından 1975 yılında işletmeye açılan Kahramanmaraş sulama projesinde, ovanın sulanması için yapılmış tesislerden optimum biçimde yararlanmaya ilişkin seçenekler araştırılmış, su kullanım randımanlarının artırılması yönünden su iletim sistemlerinin geliştirilmesi, tarla içi su dağıtım sistemlerinin düzenlenmesi ve su dağıtım performansının belirlenmesine ilişkin ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda, sulama kanallarında su iletim randımanı ortalama % 91.04 ve su uygulama randımanı ise ortalama % 52 bulunmuştur. Sulama sisteminde performans yönünden istenen seviyeye gelinmediği, bunun için hedef ve kaynak kullanımını etkin kılacak yeni kurumsal düzenlemelere gerek olduğu saptanmıştır [8].

Akkuzu (2001) 'de Menemen Sağ Sahil ve Gökkaya sulama sistemlerinin 1995-1999 yılları arasındaki performansları değerlendirilmiştir. Çalışmada, % 95.2 'si bağ alanlarından oluşan Gökkaya sulama sistemine ait bitkisel üretim göstergelerinin % 71.2 'si pamuk alanlarından oluşan Menemen Sağ Sahil Sulama Sistemininkine göre daha yüksek gerçekleştiği, her iki sulama sisteminde sulama suyu kaynağının yetersiz kaldığı performansı artırmak için iletim randımanının artırılması ve kısıtlı su uygulamalarının yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiştir [7].

Erdoğan ve ark. (2003) göre, çok büyük maliyetlerle gerçekleştirilmiş olan sulama yatırımlarından beklenen faydanın sağlanması, sulama alanı içerisinde sulanmayan alanları en aza indirmekle ya da başka bir ifade ile sulama oranını artırmakla mümkün olabilecektir. Ancak sulama oranını artırabilmek, sulama projesinden beklenen faydayı sağlamak, sulamanın gelişimini engelleyen sorunları bir bütün halinde görerek çözmekle sağlanabilecektir. Bu sorunların başında ülkemiz tarımsal yapısındaki olumsuzlukların yarattığı sosyal ve ekonomik sorunlar gelmektedir. Sulamalardan beklenen faydanın sürdürülebilirliğinin sağlanması, iyi bir sulama planlamasının yapılmasını, çağın gereklerine uygun işletmeciliği ve

sulama tekniklerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve tarım sektörü ile ilgili tüm kurum, kuruluş ve sivil toplum örgütlerinin eşgüdümlü çalışmaları da sulama oranına bağlı olarak sulama sistemlerinin performansını artıracaktır [5].

Korukçu ve Büyükcangaz (2003) 'de gelecekteki besin güvenliğinin, ancak nüfus artışının kararlı bir dengede tutulması, ekonomik ve sosyal kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanması, daha etkin ve bütünsel su kaynakları yönetim stratejilerinin geliştirilmesine bağlı olduğu vurgulanmıştır. Öte yandan, tarımda tatlı suyun yaklaşık % 70' inin kullanıldığı günümüzde üretilen gıdanın % 30 - 40' inin, tarım alanlarının % 17' sinden sulamayla elde edildiği, ancak tarım ve sulamanın, gelecekte, artan nüfus ve su gereksinimine bağlı olarak, bu konumunu koruyamayacağı öngörülmüştür [9].

Kıymaz'a (2006) göre, Sulama Birlikleri, makine ve ekipman yetersizliği nedeniyle bakım ve onarım hizmetlerinin zamanında ve yeterince yapılamaması, teknik personelin yetersizliği ve iş güvenliğinin sağlanamaması, üreticilerde aşırı su kullanma eğilimi, sulama tesislerinin korunmasına yeterli katkıların olmaması, kaçak sulamaların yapılması ve bunlarla ilgili yaptırımların uygulanmaması, çiftçi eğitim eksikliği gibi çeşitli sorunlar nedeni ile sulama tesislerinin işletilmesi, bakımı ve onarımlarında yeterli olamamaktadır. Bu bakımdan Sulama Birliklerinin çalışma ilkeleri, yasal ve kurumsal yetersizlikleri ve sorunları bu konuda yapılan çeşitli araştırmalar ile ortaya konulmalı ve araştırma sonuçlarına uygun olarak ulusal sulama politikalarının yeniden yapılandırılması sağlanmalıdır [10].

FAO (2006) 'da da belirtildiği gibi, tarım sektörünün dışındaki diğer sektörlerde su kullanımındaki artışa rağmen, küresel ölçekte tarımsal sulama halen en büyük su kullanıcısı olarak yer almaktadır. Bununla beraber suyun tarımda ve sulamada daha verimli olarak kullanılması konusunda giderek artan bir baskı vardır. Diğer taraftan gıda üretimi ve kırsal gelir açısından sulama en önemli unsurlardan biridir. Bundan dolayıdır ki, hem yüksek su verimliliği ve hem de daha yüksek bir kırsal gelir için su yönetimi konusunun geliştirilmesi bir zorunluluktur. Su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi hizmetlerinde; kırsal alanlardaki

kullanıcılara teknik yardımın, çiftlik boyutunda sadece tasarım ve uygulama konusunda değil, aynı zamanda sulama tekniklerinin tanınması ve uygulanması konusunda da destek verilmesi gereklidir. Su kaynakları yönetiminde yeni değişimler ve fırsatların kullanılması, nüfus artışı ve kurumsal olarak su kaynaklarının daha verimli olarak yönetilmesi için ülkeler ya reformlar yapacak ya da yeni ihtiyaçları karşılayabilecek çözümler bulacaklardır. Bu konuda da eğitim ve kurumsal kapasite oluşturma en önemli unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır [11].

Bu çalışmada, Balıkesir ilinde yer alan Balıkesir Ovası Sulaması ve Gönen Ovası Sulaması ele alınmış, yerel koşulların etkisi araştırılmıştır. Birinci bölümde su ve sulamanın önemi belirtilmiş, ikinci bölümde sulama ve sulama sistemleri ile ilgili genel bilgiler verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve metot açıklanmış, dördüncü bölümde ovalar tanıtılmış, beşinci bölümde Balıkesir Ovası Sulamasının altıncı bölümde ise Gönen Ovası Sulamasının 2005-2009 yıllarındaki verileri değerlendirilmiş, işletme sırasında karşılaşılan sorunlar, sulama randımanı irdelenmiş ve sulamaların planlama aşaması ile uygulama aşaması karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuç ve önerilere yedinci bölümde yer verilmiştir.

2. SULAMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Sulama, bitkinin ihtiyacı olan suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının bitki kök bölgesine kontrollü olarak verilmesidir. Kurak, yarı kurak ve yarı nemli bölgelerdeki bitkisel üretimde en önemli unsurlardan birisi sulamadır. Karadeniz Bölgesindeki dar bir alan dışında tüm bölgeleri kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan Türkiye’de sulama bitkisel üretim için oldukça önemlidir [12].

Sulama ve drenaj sistemlerinin projelendirilmesi, su haklarının saptanması, hidrolik çalışmaların ve sulama sistemlerinin işletme ve yönetiminin yapılabilmesi için bitki su tüketiminin iyi bilinmesi gerekir. Bitki su tüketimi, bitki ile örtülü bir alandan buharlaşma ve terleme yoluyla olan su kaybını ifade eder [13]. Bitki su ihtiyacının tayininde pek çok ampirik metotlar kullanılmaktadır. Bu metotların pek çoğu Amerika, İngiltere ve Fransa'da uzun yılları kapsayan tarla denemeleri, terleme ve buharlaşma (evapo-transpirasyon) ile meteorolojik faktörler arasında kurulan bağlantılarla geliştirilmiştir. Bu metotlardan Türkiye 'de en yaygın olanı Blaney-Criddle metodudur [14].

2.1 Blaney-Criddle Metodu

Metod Blaney- Criddle tarafından Amerika 'nın batı eyaletlerindeki çeşitli sulama işletmelerinde, tarla denemeleriyle geliştirilmiştir.

İklim ve toprak özellikleri bakımından önemli farklılıklar gösteren ülkemizde, her iklim ve toprak özelliği için, tarımsal öneme sahip bitkilerin su tüketimlerinin deneysel olarak tespiti zor, masraflı ve zaman alıcı olduğundan bitki su tüketimini tahmin etmek amacıyla bu metot DSİ 'ce yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toprak nemi yeterli olan ve etkin olarak büyüyen bir bitkinin mevsimlik su tüketiminin, aylık ortalama hava sıcaklığı ile aylık güneşlenme saati yüzdelerinin çarpımına bağlı olarak değiştiği varsayımına dayanmaktadır [13].

Blaney-Criddle formülü aşağıda ifade edildiği gibi amprik bir formüldür.

$$U = K.f \quad (2.1)$$

Burada;

U : Aylık bitki su ihtiyacı (mm)

K: Aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

f: Aylık bitki su ihtiyacı faktörü

Aylık bitki su ihtiyacı faktörü aşağıdaki amprik formülden hesaplanır;

$$f = (45,7 \cdot t + 813) (P/100) \quad (2.2)$$

Burada;

t: Aylık ortalama sıcaklık (Co= santigrat derece)

P : Aydınlatma oranı (Aylık gündüz saatleri toplamının yıllık gündüz saatleri toplamına oranının 100 katı)

'dır.

Aylık bitki su ihtiyacı faktörü hesaplanırken, hesaplanan ay bitki büyüme mevsimi içine tam olarak giriyorsa f faktör değerinin, hesaplanan değeri kabul edilir. Hesaplanan ay bitki büyüme mevsimi içine kısmen giriyorsa, ayın büyüme mevsimi içindeki gün sayısı ile orantılı olarak bulunan değeri kabul edilir.

Aylık bitki su ihtiyacı katsayısı "K" ise aşağıdaki gibi tayin edilir,

$$K = K_t \cdot K_c \quad (2.3)$$

Burada;

Kt: Sıcaklığa bağlı olarak aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

Kc: Bitki cinsine bağlı aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

'dır.

Sıcaklığa bağlı Kt katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$Kt = 0,003 t + 0,240 \quad (2.4)$$

Burada;

t: Aylık ortalama sıcaklıktır. (C°=Santigrat derece)

Bitki cinsine bağlı Kc katsayısı ise bitki cinsine ve büyüme süresine bağlı olarak değişmektedir. Kc değeri her bitki için tarla denemeleri sonucunda elde edilmiş grafiklerden bulunur. Bu grafikler her bitki için hazırlanmış olan tablolardan alınır [14].

2.2 Kayıplar ve Randımanlar

Bir su kaynağından alınan suyun, araziye getirilmesi esnasında ve arazide bir kısmı kaybolur. Kaynaktan alınan suyun bitkiye faydalı olan kısmı **randımanla** ifade edilir. Sulamada göz önünde alınacak önemli hususlardan birisi de suyun ekonomik bir şekilde kullanılmasıdır. Sulama şebekesinde sulama randımanlarının belirlenmesi, bu randımanları azaltan sebeplerin araştırılarak, ortadan kaldırılması başarılı bir sulama tatbikatı yönünden önemlidir. Böylece, asgari su kullanımı, azami mahsul üretimi sağlanmış olur.

Araziye verilen su miktarının, belirli bir kısmı bitkiler tarafından alınır. Gerisi çeşitli şekilde kaybolur. Bitkiler tarafından kullanılan su miktarının, araziye verilen su miktarına oranına **sulama randımanı** denir. Randımanları arttırmak için kayıpları azaltmak gerekir. Kaynağından alınan su, bitki tarafından kullanılıncaya

kadar birçok aşamalar geçirir. Her aşama için ayrı ayrı randıman söz konusu olur. Sulama randımanları, çiftlik sulama randımanı (tarla sulama randımanı) ve su taşıma randımanı (iletim randımanı) olarak iki grupta incelenebilir [14].

2.2.1 Çiftlik Sulama Randımanı veya Tarla Sulama Randımanı

Çiftçinin sulama dağıtım sisteminden tarla sulamalarında kullanılmak üzere aldığı su miktarına çiftlik sulama suyu denir. Alınan bu su tarlaya ulaşana kadar çiftlik içi kanallarda ve tarla sulamalarında derine sızma ve yüzeysel akış şeklinde kaybolmaktadır. Bitki sulama suyu ihtiyacının, çiftlik sulama suyuna oranı çiftlik sulama randımanı olarak tarif edilir.

$$\eta_T = U_s / U_t \quad (2.5)$$

Burada;

η_T = çiftlik sulama randımanı

U_s = bitki sulama suyu ihtiyacı

U_t = çiftlik sulama suyu

'dur.

Tarla sızma kayıpları % 15 - % 50 arasında değişir. Bu kayıplar sulama metotlarına göre farklı olur. Yağmurlama sulamalarında bu oran % 5 'e kadar düşebilir. Yüzeysel akış sebebiyle meydana gelecek kayıplarda % 0 - % 30 arasında değişir. Sonuç olarak sızma ve yüzeysel akış suretiyle tarlada meydana gelebilecek kayıpların toplamı % 20 - % 60 arasında değişir. Bu kayıplar arazinin topoğrafik durumuna, toprak bünyesine, sulama metoduna bağlı olarak değişirler. Arazinin sulamaya iyi hazırlanmamış olması, toprağın geçirimsiz olması, küçük akış debilerinin kullanılması, büyük akış uzunluklarının kullanılması, tarlaya ihtiyaçtan fazla su verilmesi randımanı düşüren sebeplerdendir [15].

Çalışma alanı olarak seçilen Balıkesir Ovası Sulamasının çiftlik veya tarla sulama randımanı (η_T) % 60, Gönen Ovası Sulamasının çiftlik veya tarla sulama randımanı ise (η_T) % 62 'dir.

2.2.2 Su Taşıma Randımanı veya İletim Randımanı

Çiftçinin, kaynaktan sulama suyu ihtiyacı olarak aldığı su miktarına, diversiyon *sulama suyu ihtiyacı* denir. Kaynaktan alınan suyun çiftlik kanallarına intikaline kadar kanallardaki sızmalar, buharlaşmalar ve işletme hatalarından dolayı bir kısmı kaybolur. Çiftlik sulama suyu ihtiyacının, diversiyon sulama suyu ihtiyacına oranı *su taşıma randımanı* olarak tanımlanır.

$$\eta_K = U_t / U_k \quad (2.6)$$

Burada;

η_K = su taşıma randımanı

U_t = çiftlik sulama suyu

U_k = diversiyon sulama suyu ihtiyacı

'dir.

Genellikle çok sıcak memleketler ve geniş yüzeyli büyük kanallar hariç, kanallardaki buharlaşma kaybı ihmal edilebilir. Kanallardaki sızma kayıpları ise kanalların kaplamalı ve kaplamasız oluşuna, kanallardaki hızlara, kanalların uzunluğuna göre değişmektedir. Ülkemizde DSİ kanallarındaki sızma kayıpları Moritz Formülü ile hesaplanmaktadır.

$$S = 0,0375 \cdot C \cdot (Q/V)^{1/2} \quad (2.7)$$

Burada;

S: 1 km kanal uzunluğunda m³/sn olarak kayıp

C : Zemin sızdırma katsayısı (m/gün)

Q: Kanal debisi (m³/sn)

V: Kanaldaki su hızı (m/sn)

C : Zemin sızdırma katsayısıdır. 0.100 ile 0.670 arasında değişir. Beton kaplamalı kanallarda C = 0.100 ve kaplamasız çıplak zeminlerde C = 0.670 değeri alınmalıdır.

Kanalların kaplamasız olması ve killi topraktan geçmesi halinde kayıplar düşük, çakıllı ve kumlu topraklardan geçmesi halinde ise büyüktür. Ayrıca kanalların otlulu olması, dolguda olması ve arazinin tabakalı oluşu sızıntı kayıplarını artırır. Hesaplanan kayıplara göre randıman bulunur. Klasik şebekelerdeki kaplamalı kanallarda; sızıntı kayıpları ortalama bir ifade ile % 2.5 ile % 5 arasında, borulu şebekelerde % 0, kanaetli şebekelerde ise % 0 - %2.5 arasında alınır. Kaplamasız kanallarda sızıntı kaybı % 5 ile % 15 arasında olur.

DSİ uygulamalarında işletme kaybı olarak genellikle % 10 alınmaktadır. Bu kayıp, çiftçilerin lüzumundan fazla su kullanmasından ve işletme sırasındaki diğer hatalardan ileri gelir [14].

Bu tezde ele alınan Balıkesir Ovası Sulamasının su taşıma (diversiyon) randımanı η_K % 90, Gönen Ovası Sulamasının su taşıma (diversiyon) randımanı ise η_K % 85 'dir.

2.2.3 Toplam Sulama Randımanı

Tarlada sulanan, bitki tarafından kullanılan su miktarının, kaynaktan alınan su miktarına oranı olarak tarif edilebilir. Bu tarife göre toplam sulama randımanları; buraya kadar bahsedilen bütün sulama randımanlarını bünyesinde toplar,

(2.5) ve (2.6) eşitliklerinden

$$U_k = U_s / (\eta_T \cdot \eta_K) \quad (2.8)$$

yazılabilir.

$$\eta_T \cdot \eta_K = \eta \quad (2.9)$$

denilirse;

$$\eta = U_s / U_k \quad (2.10)$$

elde edilir.

Burada η 'ye *toplam sulama randımanı* denir.

Görüldüğü gibi toplam sulama randımanı iki randımanın çarpımına eşittir.

Yani;

$$\eta = \eta_T \cdot \eta_K \quad (2.11)$$

olur.

Toplam sulama randımanı; uygulanan sulama metoduna, toprak yapısına, su dağıtım sistemine bağlı olarak % 25 ile % 85 arasında değişir. Genellikle iyi sulama şebekesinde toplam sulama randımanının % 35 'ten aşağı düşmesi istenmez. Yüzeysel sulama halinde max sulama randımanı % 65, yağmurlama sulamasında ise toplam sulama randımanı daha yüksek olur.

Sulama tesislerinde sulama randımanını yükseltmek için şu hususlara dikkat edilmelidir;

- a) Toprak, topografya ve bitki özelliklerine en uygun sulama sistemi seçilmelidir.
- b) Sulama suyu dağıtımı ölçülü ve kontrollü bir şekilde yapılmalıdır.
- c) İşletme personeli ve çiftçiler eğitilmelidir.
- d) Tesisin bakımı ve onarımları yapılmalıdır.
- e) Sulama suyu tarlaya en az kayıp ile iletilmelidir.

2.2.4 Bitki Sulama Suyu İhtiyacı

Bitkilerin ihtiyacı olan su, bitkilerin terleme ve buharlaşma suretiyle araziden tükettikleri su miktarıdır. Bu miktarın bir kısmı büyüme mevsimi başlangıcında kıştan veya daha önceki aylardaki yağıştan gelen topraktaki kullanışlı nem miktarı, bir kısmı da büyüme mevsimi içerisindeki yağın yağışların etkili (efektif) değeri tarafından karşılanır. Bu sebeple bitki sulama suyu ihtiyaçlarında kullanılan etkili yağış (re) ve topraktaki kıştan artan kullanışlı nem (KAN) miktarının tespiti gerekmekte ve bunlar bitki su ihtiyacından çıkarıldıktan sonra bitki sulama suyu ihtiyacı hesaplanmaktadır [14].

$$U_s = U - (re + KAN) \quad (2.12)$$

Burada;

U: Aylık bitki su ihtiyacı (mm)

re: Aylık etkili yağış (mm)

KAN : Kıştan artan nem (mm)

U_s : Aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (mm)

'dır.

2.2.5 Etkili (Efektif) Yağış Değerleri

Toprağın ve yağışın özelliğine, arazi topoğrafyasına, bitki örtüsüne bağlı olarak, yağışın bir kısmı yüzey akışı, derine sızma ve buharlaşma ile kaybolurken, diğer kısmı bitkiye faydalı olacak şekilde toprak tarafından tutulmaktadır. Toprak tarafından tutulan bu kısma *etkili yağış* denir [13].

2.2.6 Kıştan Artan Nem (KAN = KAR)

Büyüme mevsiminin başlangıcında, bitkinin etkili kök derinliğindeki toprakta, kış aylarındaki yağıştan arta kalan ve bitki tarafından kullanılabilir durumda

olan tarla kapasitesi ile solma noktası arasında bir miktar su bulunmaktadır. Bu suya *kıştan artan nem* denir [13].

2.3 Sulama Sistemleri

Sulama suyunun kaynaktan alınıp tarla parsellerine kadar iletilmesi ve dağıtımı için tesis edilen yapıların tümünden oluşan sisteme *sulama sistemi* denir. Sulama sisteminin seçiminde, proje alanının iklim, hidrolojik ve topoğrafik koşulları, toprağın tipi ve verimlilik derecesi, arazinin büyüklüğü, sulama suyunun miktarı, tatbik edilecek bitki deseni, proje ilk yatırım masrafları, yıllık işletme bakım giderleri, varsa enerji giderleri ve uygulanacak sulama yöntemi gibi birçok faktör rol oynamaktadır [16].

Sulama dağıtım şebekeleri;

- 1- Açık Kanallı Sulama Şebekeleri,
- 2- Kanaletli Sulama Şebekeleri,
- 3- Borulu Sulama Şebekeleri,

olarak üç grupta toplanabilir.

2.3.1 Açık Kanallı Sulama Şebekeleri

Beton kaplamalı açık kanallı şebekede sulama suyunu taşıyan kanallar tabii zemin üzerinde teşkil edilir ve 6 ana üniteden oluşur.

- İletim (isale) kanalı
- Ana kanal
- Yedek kanal
- Tersiyer kanal
- Çiftlik içi kanalları
- Tarla içi kanalları

DSİ, sulama projelerinde ana kanal, yedek ve tersiyer kanallarını inşa etmekte, çiftlik içi kanalları ile tarla içi kanalları tarla içi hizmet olup, bu hizmet Sulama Birlikleri veya arazi sahipleri tarafından yapılmaktadır.

İletim (İsale) kanalı, sulama suyunu çevirme veya su alma yapılarından alarak sulama ana kanalına ileten kanaldır. Bu kanalların görevi suyu iletmek olduğundan, üzerinde su alma yapıları bulunmaz. İletim kanalının ana görevi suyu en az yük kaybı ile ana kanallara ulaştırmak olduğundan, kanal eğimleri, kanal kapasitesine dolayısıyla hızına bağlı olduğundan 0.0001 – 0.0004 arasında değişir.

Ana sulama kanalı, bir iletim kanalı sonundan, baraj tipi dip savak çıkışından veya regülatör su alma yapısından başlar. Sulama suyunu sulama sahası içinde taşıyan ve yedek kanallara ileten kanallardır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Sulama ana kanalı

Ana kanallar arazinin en yüksek kotlarından, sulama sınırlarından tesviye eğrilerine paralel devam ederler. Güzergahın jeolojik yapısına ve arazi eğimine bağlı olarak ana kanal kesitleri trapez kesit, duvarlı kesit, galeri, tünel şeklinde olmaktadır.

Ana kanal eğimleri su alma şekline göre;

- Cazibeli Sulama ise 0.0003-0.0004
- Pompajlı Sulama ise 0.0001-0.0002
- Mansap kontrollü ise 0.0001-0.0002, olmaktadır.

Ana kanallarda hızlar rüsubatın çökmesi için asgari 0.70 m/s, akımın nehir rejiminde kalması halinde azami 2.50 m/s olarak kabul edilir. Ana kanalların ova tarafına işletme ve bakım faaliyetlerinde kullanılmak üzere kanal boyutlarına bağlı olarak 4-12 m genişliğinde işletme ve bakım yolu yapılır. DSİ ana kanalları genellikle orta büyüklükte kanallar olduğundan işletme ve bakım yolları ortalama 6 m genişliğinde oluşturulur, güzergahlar ise yarma-dolgu dengesi sağlanacak ve ana kanal altında sulanamayan saha kalmayacak şekilde belirlenir. Ancak, çok yırtık, engebeli arazilerde teknik ve ekonomik karşılaştırmalar yapılarak kanal güzergahları daha kısa boyutlarda sanat yapıları yapılacak şekilde geçirilmektedir. Ana kanallarda karp yarıçapı olarak su yüzü genişliğinin 7 katından veya su derinliğinin 15 katından hangisi büyük ise o değer seçilerek kanal uygulaması yapılır.

Ana kanallar üzerinde üst havza hesapları yapılarak kapasite, arazi şartları ve kanal boyutlarına bağlı olarak Alt Sel Geçidi (ASG), Üst Sel Geçidi (ÜSG), Yamaç Suyu Alma Tesisi (YSAT) veya sifonlar teşkil edilir. Yol geçişleri için köprü veya kutu menfezler konulur. Kanal tip kesitleri genellikle 10 cm kalınlığında beton kaplamalı trapez kesitlerdir. Ancak, güzergah jeolojisine bağlı olarak, ekonomik şartlara göre tedbirleri değişen tecritli kanal kesitleri de kullanılmaktadır.

Yedek kanallar ana kanaldan suyu alarak, tersiyer kanallarına ulaştıran kanallardır. Genelde 250-350 m'de bir tersiyer ayrımları bulunur. Ancak çok engebeli, yırtık topografya yapısına sahip projelerde yedekler üzerine su alma

yapıları tesis edilerek doğrudan sulama yapılmaktadır. Tesviye eğrilerini dik olarak kestiklerinden, yedek kanal eğimleri, arazi eğimlerine bağlıdır. Ancak su alma prizine en az 30-50 m kala kanal eğimi kırılarak, rahat su alabilmek için hızlar düşürülmektedir. Priz önlerinde kanal bir miktar dolguya alınarak su alma kotlarının arazi kotlarının üzerinde tutulması sağlanmaktadır.

Yedek kanal eğimleri her ne kadar arazi eğimine paralel seçilse de, kanalda rejim değişikliğine sebep olarak kanal betonlarının tahrip olmaması ve sıçramaların oluşmaması için, projelendirme sırasında kritik eğimler seçilmektedir. Kanal hava payları kanal kapasitesi ve kanal hızı göz önüne alınarak seçilmektedir.

Yedek sulama kanalı boyunca kanalın tersiyer prizlerinin yoğun olduğu tarafta 4.0m genişliğinde işletme-bakım yolu teşkil edilmektedir. Bu sulama kanalları genelde beton kaplamalı trapez kesitli olarak, eğimin yüksek olduğu kesitlerde ise akım şartlarına bağlı olarak eğik düzlemlili şüt veya borulu şüt şeklinde teşkil edilmektedir. İşletme bakım yolu ve kanalın dolguda geçen kısımları için gerekli dolgu malzemesi kanal hafriyatından çıkan malzeme ile kazı hafriyatının yetmediği hallerde en yakın drenaj kanalı kazısından çıkan topraktan karşılanmaktadır.

Tersiyer kanalları, genellikle tesviye eğrilerine paralel dizayn edilen tersiyer kanalları sulama suyunun sulama şebekesine dağıtımını sağlayan kanallardır. 250-350 m aralıklarla teşkil edilen tersiyer kanalları arazi eğiminin çok az olduğu yerlerde sıkıştırılmakta, fazla olduğu yerlerde artmaktadır. Açık kanallı sulama şebekesine genelde 8 hektara 30 l/s debi verebilecek kapasitede planlanan çiftçi arkı prizleri 200-250 m aralıklarla tesis edilirler. Beton kaplamalı tersiyer kanal uzunlukları azami 2-2.5 km olup, bir tersiyerin ortalama hizmet sahası 120 hektardır. Tersiyer kanallarında su seviyesi çiftçinin suyu tarlasına rahatça götürebilmesini sağlamak amacıyla tabii zeminin 0.20-0.30 m üzerinde olur. Bu tip kanalar yedek drenaj kanallarına 125-150 m kala tersiyer drenajı olarak devam eder, minimum debi ise 100 l/s olarak kabul edilir [17].

2.3.2 Kanaletli Sulama Şebekeleri

Sulama kanallarının kanaletlerle teşkil edildiği sulama şebekelerine kanaletli sulama şebekeleri adı verilir. Kanaletler, normal betonarme veya öngermeli betonarme ile yapılan prefabrike sulama kanallarıdır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Kanaletli sulama şebekesi

Kanaletli sulama şebekeleri talep sistemine göre veya saha-birim su sistemine göre projelendirilir. Talep sistemine göre hazırlanan kanaletli sulama şebekelerinde kanaletler sulama sahasının en hakim noktalarından ve 250-300 m' ye kadar sulama suyunun çiftçiler tarafından götürüleceği kabul edilerek geçirilir. Ancak, kanaletli sulamalarda kanaletin her kesiminden portatif sifonlarla su çekilebileceğinden klasik şebekeye kıyasla toplam priz sayısı artmış ve aynı anda su çekme isteği fazlaşmış olabilir. Bu durumda kanalet kapasitelerini gereğinden fazla arttırmamak için bir kanalet üzerinde su almak zorunda kalan çiftçilerin kendi aralarında rotasyona girmesi zorunludur. Aksi takdirde çiftçilerin bir kısmı ihtiyacı olan suyu alırken diğerleri sulama yapamayacaktır.

Kanaletler ayaklar üzerine yerleştirilmiş olduğundan, sulama suyu her zaman tabii zeminin üstündedir. Suyun tamamen zemin üzerinde olması sulama yönünden kolaylık sağlamakla beraber, yükseklik ve tip seçimi açısından bazı kriterlerin kabulü yine de zorunludur.

Kanalet tipi ve ayak yükseklikleri bu kriterlere göre seçilmelidir. Standart kanalet tipleri 70 ile 1000 arasında değişir. Kanalet tipi, 1 m/s hızda tam dolu kesite ait kapasitenin litre olarak değeridir. Kanaletin taşıyacağı su daha önceden tespit edilmiştir. İstenen ve ekonomik yönden en uygun hat, kanalet tabanı arazinin min. 30 cm üstünde, araziye paralel olarak gidecek hattır. Kanaletler, belli bir yükseklikteki ayaklar üzerinde olduğundan, taşıdıkları suyun tamamı tabii zeminin üstündedir.

Kanalet hattının eğimi arazi eğimine bağlı olduğundan, bu eğim ve debiden yararlanarak ‘‘Kanalet Hidrolik Tablosu’’ kullanılarak kanalet tipi, kanaletin hızı ve kanaletteki su yüksekliği bulunabilir. Kanaletlerin tabii zemine oturmaması ve ayaklar üzerinde taşınması gerektiği gibi, ayakların belli bir yükseklikten fazla olmaması da gerekmektedir. Azami ayak yüksekliği 2.00 m’dir. Ancak, zorunlu durumlarda bir beton blok teşkil edilerek, ayak bu beton üzerine oturtulabilir. Kanalet ayaklarının temel derinliği yaklaşık 50 ile 70 cm’ dir. Kanaletlerin kendileri prefabrike olduklarından bunlar üzerinde yapılacak yapılarında prefabrike olması gerekmektedir. Ancak bu durum her tip kanalet yapısı için mümkün değildir [17].

Kanalet şebekelerinde bulunan sanat yapıları şunlardır;

- Ana kanaldan kanalet yedeğine geçiş yapısı
- Yol geçişleri için sifon yapısı
- Kanaletten kanalete geçiş yapısı
- Dirsek yapısı
- Şüt yapısı
- Kanalet hattı sonu yapıları

2.3.3 Borulu Sulama Şebekeleri

Sulama suyunun araziye yüksek basınçlı borularla dağıtıldığı şebekelerdir.(Şekil 2.3)



Şekil 2.3 Borulu şebeke inşaat hali

Bitkinin gelişmesi için gerekli olan toprak neminin oluşması için sulama suyunu gereken zamanda ölçülü ve doğal şartlara benzer bir şekilde uygulama olanağı veren yüksek basınçlı sulama şebekeleri, son yıllarda su tasarrufunun gündeme gelmesi ve ülkemizde de gelişen teknoloji ile birlikte DSİ projelerinde 1990'lı yıllardan itibaren yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Yüksek basınçlı sulama şebekeleri, yeterli basıncın olduğu her bölgede uygulama imkanı verebilen bir şebeke tipi olup, ilk yatırımı diğer şebekelere göre fazla olsa da su tasarrufu ve verim artışı yönünden ekonomik olmaktadır. Borulu şebekeler alçak, orta ve yüksek basınçlı şebekeler olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır.

Yüksek basınçlı borulu şebekeler, su tasarrufunun önemli olduğu projelerde ilave pompajlarla, gölet veya dipsavak kotlarının yağmurlama sulaması yapmaya elverişli olduğu projelerde ise cazibeli şartlarda çalışacak şekilde şebekeler yüksek basınçlı borularla teşkil edilir ve şebeke çözümleri yağmurlama sulaması için gerekli asgari basıncı sağlayacak şekilde projelendirilir.

Yağmurlama sulaması uygulanacak şebekelerde ana iletim hatları da basıncın kaydedilmesi için yüksek basınçlı borularla teşkil edilir ve şebeke çözümleri yağmurlama sulaması için gerekli olan asgari basıncı sağlayacak şekilde projelendirilir. Yağmurlama sulama şebekeleri;

- Ana iletim hattı
- Yedek boru hattı
- Tersiyer Boru hattı
- Çiftlik içi borusu
- Laterallerden,
oluşmaktadır.

Alçak basınçlı borulu şebekeler, sulama suyunun en çok 0.8 atmosfer basınç altında betonarme borularla sulama sahasına dağıtımının yapıldığı şebeke tipidir. Bu tip şebekede yağmurlama sulaması yapma imkanı yoktur. Kamulaştırma bedellerinin azalmasını ve arazi kaybını önlemek üzere gündeme gelmiş olan bu tip şebekelerde, zamanla şebeke maliyetlerinin artması, işletme sıkıntılarının yaşanması ve ülkemizde gelişen teknoloji ile birlikte yüksek basınçlı boruların da üretilmesi üzerine bu tip şebekelerin uygulanmasından vazgeçilmiştir.

Orta basınçlı borulu şebekelerde ise iletim hatları yüksek basınçlı borularla teşkil edilir. Orta basınçlı şebekenin yüksek basınçlı şebekeden farkı, şebekenin tüm hidrant (su alma yapısı) noktalarında yağmurlama sulaması yapmak için yeterli basınç bulunmasıdır. Bu sebeple hidrantlar priz alanının en yüksek noktasına hizmet edecek şekilde yerleştirilir ve salma sulama tipinde sulama yapılması sağlanır. Ancak, topoğrafya gereği sulama sahasının kotları alçaldıkça boru hatlarında yağmurlama sulaması yapmaya yeterli basınçlar oluşmaktadır. Bu cazibeli

basınçlardan vatandaşların yararlanarak yağmurlama sulaması yapmak imkanını vermek, debi kontrolü yapılabilmesini sağlamak üzere, priz su alma noktalarına debi ve basınç kontrolü yapabilen hidrant yapıları yerleştirilmektedir [17].

2.4 Sulama yöntemleri

Sulama yöntemi suyun tarlaya verilmiş biçimini belirtmekte olup, yüzeysel sulama yöntemleri ve modern sulama yöntemleri (yağmurlama ve damlama) olarak iki grupta incelenebilir [18].

2.4.1 Yüzeysel Sulama Yöntemleri

Yüzeysel sulama, mevcut su kaynağından, arazinin eğimi doğrultusunda yer çekimi etkisiyle sulama suyunun doğrudan toprağa uygulanmasıdır.(Şekil 2.4) Diğer sulama yöntemlerine göre yatırım ve işletme masrafları daha düşük olup, yüksek düzeyde eğitilmiş işçilik gerektirmez. Ülkemizde ve dünyada en yaygın sulama yöntemleri yüzeysel sulama yöntemleridir. Son yıllarda basınçlı sulama yöntemlerinde hızlı bir artış olsa da, ülkemizde bu oran % 90 'nın üzerindedir.

Yüzeysel sulama yöntemlerinde karık sulama hariç arazi yüzeyinin tamamı sulanır. Bu anlamda, sulanan arazi, hem suyun iletiminde hem de sulanması için kullanılmış olur. Yüzeysel sulama yöntemlerinin genel olarak iyi tesviye edilmiş arazilerde uygulanması gerekir.



Şekil 2.4 Yüzeysel sulama yöntemi

Bu yöntemin en önemli dezavantajları, yüzey akışların derine sızma ve erozyon oluşturma riskinin yüksek olmasıdır. Bu yöntemde sulama suyu belirli bir zamanda, oluşturulan tavaların yüzeyinin tamamının sulama suyu ile örtülecek şekilde ve karıkta ise karık sonuna ulaşınca kadar uygulanır.

Yüzey sulama yöntemleri genellikle sulama suyunun bol ve işçiliğin ucuz olduğu bölgelerde uygulanır. Yüzey sulama yönteminde, bilinçli ve kontrollü bir sulama yapmak ve su uygulama randımanını yüksek tutmak için arazi tesviyesi mutlaka gereklidir.

Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasında, sulama suyunun iletiminden sulanacak araziye uygulanmasına kadar suyun kontrolü ve idaresi son derece önemlidir. Eğer gerekli alt yapı ve düzenlemeler (tesviye, kanallar, kontrol ve ölçüm yapıları, tava ve karıkların durumu, sulama alet ve ekipmanlar v.b.) yapılmamışsa, sulama suyunun kontrolü ve ideal bir sulama yapmak olanaksızdır. Bu durumda arazinin kimi yerleri yeterli su alamazken kimi yerlerinde aşırı sulama yapılabilir. Su birikimi olan yerlerde ise aşırı sulama nedeniyle tuzluluk ve drenaj sorunları

oluşacaktır. Sulama suyu hem kanallarda hem de arazi içinde iyi kontrol edilemezse hem erozyonla toprak kayıpları artar hem de işçilik masraflarının artmasına neden olur. Ayrıca, yüzey sulamaların doğası gereği, genel olarak yüzey akış ve derine sızma olabilmektedir. Bu nedenle, yüzey sulamaların uygulandığı yerlerde fazla suyun araziden güvenle uzaklaştırılması için drenaj sistemlerinin kurulması gerekir. Aksi hale, kurak ve yarı kurak bölgelerde topraklarda kısa sürede tuzlanma ve sodyumluluk sorunları oluşur.

Öte yandan, sulamada sulama suyu ölçülemiyor ve kontrol altında değilse etkin bir su yönetiminden bahsedilemez. Bu nedenle su kaynağı başlangıcından sulanacak tarlaya kadar, su dağıtım şebekelerinde ve tarlaya giriş noktalarında suyun miktarı ve/veya debisinin ölçülmesi gerekir.

Yüzey sulamada, ana kanallar üzerine inşa edilen özel yapılar (savak gibi) sayesinde kanaldan geçen su ölçülerek, diğer kanallara ya da çiftliklere verilmesi gereken sulama suyu miktarı kontrol edilebilir [18].

Farklı yüzey sulama yöntemleri aşağıda bölümler halinde açıklanmıştır.

2.4.1.1 Tava Sulama Yöntemi

Tava sulama yönteminde sulama suyunun düz veya tesviye ile düzeltilmiş arazilerde etrafı seddelerle çevrilerek oluşturulmuş tavalara uygulanmasıdır. Sulanan arazinin dolayısıyla tavalarda etrafı seddelerle çevrili olduğu için yüzey akış meydana gelmez. Su tavalarda göllendirilerek suyun toprağa girişi sağlanır. Tarla başına açık ya da kapalı borularla getirilen su, tavalara bir ya da birkaç noktadan verilir.

Tava sulaması genel olarak suyun toprağa giriş hızı (infiltrasyon) düşük olan orta ağır ve ağır bünyeli topraklar için daha uygundur. Ayrıca tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahında da tava sulama yöntemi kullanılır.

Tava sulama genellikle, sık yetişen hububat, yem ve çayır-mera bitkileri ile meyve ağaçlarının sulanmasında kullanılır. Tavaların sulama yönüne dik, eğimsiz ve hafif tesviye makineleri ile tesviye edilmiş olması gerekir.

Tava sulamasının avantajları:

- 1.Sistem maliyeti düşüktür. Yüzey akış olmadığından yüzey drenaj kanallarına gerek yoktur.
2. Yüksek su uygulama randımanı elde edilebilir.
3. Kalifiye işçilik gerektirmez.
4. Seddeler olması nedeniyle yağışlardan da yüksek oranda yararlanır.
5. Tuzlu toprakların ıslahında etkin bir şekilde kullanılır.

Tava sulamasının dezavantajları:

1. Tava sulaması düz araziler ve tesviye yapılmasını gerektirir.
2. Derine sızmayı azaltmak için kontrollü ve ölçülü sulama yapılması gerekir.
3. Tava girişinde sulama suyu debisi yüksek olduğundan, erozyonu önlemek için özel önlem alınması gerekebilir [18].

2.4.1.2 Karık Sulama Yöntemi

Karık sulama, sulama suyunun bitki sıra araları arasında eğim doğrultusunda açılan karıklara verilerek bitkilerin sulanmasıdır. Genellikle sera bitkileri, sebzeler, meyve ağaçları,bağ, sıraya ekilen tarla bitkileri (mısır, ayçiçeği, pamuk, fasulye v.b.) karık sulama yöntemi ile sulanabilir.

Sulama suyu karıklara verildiğinden bitki kök boğazı ile suyun doğrudan bir teması yoktur. Bu nedenle, bitkilerin bu yolla bulaşabilecek hastalık etmenlerinden korunmuş olur.

Çok hafif kumlu (kaba) bünyeli topraklar dışında bütün sulanabilir topraklarda karık sulama yöntemi uygulanabilir. Özellikle kaymak tabakası bağlama özelliği olan killi topraklar için uygundur. Çünkü, oluşacak kaymak tabası karık içinde olacağından, bitki çıkışı veya büyümesine bir engel teşkil etmeyecektir. Sulanacak arazilerin, önceden yeksenak bir eğimle tesviye edilmesi gerekir [18].

2.4.2 Modern (Basınçlı) Sulama Yöntemleri

2.4.2.1 Yağmurlama Sulama Yöntemi

Yağmurlama sulama yöntemi, sulama suyunun yağmurlama başlıklarından belirli basınç altında püskürtülerek bitki ve toprak yüzeyine uygulanmasıdır.(Şekil 2.5)



Şekil 2.5 Yağmurlama Sulama Yöntemi

Bu yöntem sulu tarıma uygun her türlü iklim koşullarında ve tarıma elverişli her türlü toprakta ve yüzey sulama için uygun olmayan topografya koşullarında da kullanılabilir. Ancak ağır bünyeli (killi) topraklarda yağmurlama hızı değerinin

özenle seçilmesi gerekir. Başka bir anlatımla, yağmurlama hızı toprağın su alma hızından fazla olmamalıdır.

Ayrıca bu yöntem hemen hemen tüm bitkiler için kullanılabilir. Uygun başlık tipi, başlık ve lateral aralıkları seçildiği takdirde sulama randımanı yüksektir.

Sulama suyu, kapalı boru sistemi ile tarlaya kadar getirilir ve sulanacak parsel içine belli aralıklarda yerleştirilen sulama boruları (lateral) üzerinde bulunan tek veya çift memeli yağmurlayıcılarla (başlık) belli bir basınç altında uygulanır. Yağmurlama sulama sistemleri yarı ya da tam otomatik olarak çalıştırılabilir.

Yağmurlama sulama yönteminin avantajları:

1. Yağmurlama sulama sistemlerinde uygun planlama ve projelendirme yapıldığı takdirde su kullanım randımanı yüksektir.
2. Eğimli arazilerde erozyona neden olmadan kullanılabilir.
3. Su toprağa az miktarlarda ve toprağın su alma hızına yakın hızda verildiğinden dolayı genel olarak yüzey akış meydana gelmez.
4. Ekimde kaymak tabakası nedeniyle tohumun çıkmama riskini ortadan kaldırır.
5. Yüzey sulama yöntemlerine göre işletme ve işçilik masraflarında tasarruf sağlanır.
6. Toprak derinliği az olan sığ (yüzlek) topraklar için uygun bir sulama yöntemidir.
7. Yüzey sulamalarda olduğu gibi hendek-kanal açılması olmadığından arazi kayıpları önlenir.
8. Sulama suyu ile birlikte gübreler verilebilir.
9. Özellikle meyve bahçelerinin dondan korunmasını sağlar.

Yağmurlama sulama yönteminin dezavantajları:

1. Günün sıcak saatlerinde sulama yapıldığında, bitki yaprakları ve çiçekleri üzerinde yağmur damlaları mercekleme etkisi yaparak yakma etkisi yapabilir.

2. Yağmur damlaları bitki yaprakları ve çiçekleri üzerinde hem fiziksel hem de bazı bozulmalara ve hastalıklara neden olabilir.

3. Rüzgarlı durumlarda su dağılımı uygun olmaz ve bu nedenle toprak yeterli ve dengeli sulanmayabilir.

4. Yağmurlama sulamada diğer sulama yöntemlerine göre buharlaşma kayıpları daha fazladır. Bu nedenle günün serin saatlerinde ya da gece sulama yapılması tercih edilmelidir.

5. İlk yatırım masrafları yüzey sulama yöntemlerine göre daha fazladır. Ayrıca sürekli bir enerji gerektirir [18].

2.4.2.2 Damla Sulama Yöntemi

Damla sulama, bitkinin gereksinim duyduğu sulama suyunun bitkinin kök bölgesi yakınına az miktarlarda ve sık aralıklarla uygulanmasıdır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Damla Sulama Yöntemi

Damla sulamada temel ilke, bitkide su eksikliğinden kaynaklanan bir gerilim yaratmadan ve her defasında az miktarda sulama suyunun diğer sulama

yöntemlerinin aksine sık aralıklarla uygulanmasıdır. Bu nedenle damla sulamada, toprak su içeriği, yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerine göre sulama mevsimi boyunca nispi olarak daha yüksek olup, neredeyse tarla kapasitesi düzeyine yakındır. Lateral üzerinde bulunan damlatıcılar vasıtasıyla damlatıcıya belli bir basınçta giren sulama suyu damlatıcıdan toprak yüzeyinde basınçsız olarak bırakılır. Sulama suyu damlalar halinde toprak yüzeyine verildiğinden genel olarak toprak yüzeyinde sulama suyu birikimi ve yüzey akış söz konusu değildir.

Damlatıcı debileri 1-8 lt/saat arasında değişir. Ancak daha büyük debili damlatıcılar da bulunmaktadır. Son yıllarda 1 lt/saat 'in altında damlatıcılar da kullanılmaktadır. Bu pratikte sulama süresini çok uzattığı için arzu edilmez. Ancak sera ve topraksız kültür koşullarında otomasyonun da verdiği kolaylıklarla günlük ve günde birkaç kez sulama yapılarak kullanılabilir.

Yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerinde toprağa uygulanan sulama suyu toprak içinde genellikle aynı derinlikte ve silindirik iken, damla sulamada ise tek nokta çıkışlı olduğu için elipsoid bir şekil alır.

Damla sulamada sulama suyu yalnızca bitki kök bölgesine verildiğinden, arazinin tamamı sulanmaz. Toprak yüzeyinin önemli bir bölümü kuru kalır. Bu nedenle diğer sulama yöntemlerine göre su kullanım etkinliği çok yüksek olup, önemli düzeyde su tasarrufu sağlanır. Yapılan araştırmalar yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerine göre % 30-60 oranında su tasarrufu sağlanabildiğini göstermiştir. Buna bağlı olarak da genel olarak daha yüksek verim ve kalitede ürün elde etmek mümkündür. Sulama randımanı genel olarak % 95 düzeyindedir.

Damla sulamada nispi olarak tuz içeriği daha yüksek sulama suları kullanılabilir. Yüzey ve yağmurlama sulamalarda sulama aralığı daha geniş olduğundan, izleyen sulamadan önce toprak su içeriği çok düşük olup, toprak neredeyse kuru koşullara sahiptir. Bu koşullarda topraktan suyun bitki kökleri ile alınması zorlaşır.

Damla sulamada en büyük sorun sulama suyuna göre değişmekle beraber, gerekli önlemler alınmadığı zaman damlatıcıların tıkanmasıdır. Çünkü damlatıcıların suyun geçişine olanak veren çok küçük delikleri olduğu için, sulama suyunda bulunan, yüzen ve suda çözünen kimi maddelerle (kum, suya çözünen cisimler, kireç, alg v.b.) tıkanabilmektedir.

Damla sulama sistemleri örtü altı sebze yetiştiriciliğinde de başarı ile kullanılmaktadır. Lateraller ve damlatıcılar örtü altında olduğundan buharlaşma kayıpları yok denecek kadar azdır. En önemli dezavantajı ise tıkanan ya da bozulan damlatıcıların izlenememesidir. Damla sulama yöntemi öncelikle pazar değeri yüksek sebze ve meyvelerde kullanılsa da, suyun yetersiz ve pahalı olduğu yerlerde, gelişen teknolojilerin verdiği kolaylıklarla özellikle sıraya ekilen tarla bitkilerinde de kullanılmaktadır. Şanlıurfa-Harran Ovasında pamukta yapılan bir çalışmada, damla sulamadan karık sulamaya göre % 21 daha yüksek verim elde edilmişken, aynı zamanda su kullanım etkinliği ise % 26 daha fazla olmuştur.

Damla sulama önlemler alındığı takdirde hemen hemen tüm topografik koşullarda kullanılabilir. Özellikle dik eğimli arazilerin sulanmasında, lateraller ve damlatıcılar ağaçların eğim yukarı kısmına yerleştirilmelidir. Aksi halde toprağa uygulanan sulama suyu eğim nedeniyle kök bölgesi dışına hareket edecek ve bitki yararlanamayacaktır.

Damla Sulama Yönteminin Avantajları:

1. Damla sulamada arazinin belli bir alanı sulandığından bir bölümü kuru kalır. Ayrıca, ıslatılan alan bitkiler tarafından gölgelendiğinden buharlaşma kayıpları azdır. Bu nedenle kullanılan sulama suyu az, su kullanım etkinliği fazladır.

2. Arazinin bir bölümü kuru kaldığından yabancı ot gelişimi bu bölgede olmaz. Ayrıca tarımsal faaliyetlere genel olarak engel teşkil etmez.

3. Toprakta tarla kapasitesine yakın su olduğundan yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitesinde artış sağlanır.

4. Bitki besin maddeleri sulama suyu ile birlikte verilebildiği (fertigasyon) için bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlere göre gübreleme yapılabilir. Bu ise verim ve

kaliteye olumlu etki eder.

5. Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanamadığı topografik koşullarda uygulanabilir.

6. Yağmurlama sulamaya göre daha düşük basınç gerektirir.

7. Tuzlu sular sulamada kullanılabilir.

Damla Sulamanın Dezavantajları:

1. İlk yatırım maliyeti yüksektir.

2. Kalifiye ve eğitimli işgücü gerektirir.

3. Damlatıcıların tıkanma riski yüksektir. Bu nedenle çok iyi bir filtreleme yapılması gerekir.

4. Yıllık yağışı 300 mm'nin altında olan bölgelerde, toprağın üst katmanlarında tuz birikimine neden olabileceği için, ayrıca diğer yöntemlerden birisi ile yıkama yapılmasını gerektirebilir [18].

3. MATERYAL METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada, 1978 yılında işletmeye açılan, 1995 yılında Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliğine devredilen Balıkesir Ovası Sulaması ile 1998 yılından itibaren inşaatı biten kısımları kısmi olarak Gönen Ovası Sulama Birliğine devredilen, tamamı 2009 yılında işletmeye açılan Gönen Ovası Sulaması ele alınmıştır.

Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğünden 2005-2009 yılları arasında Balıkesir-Merkez ölçülen yağış değerleri ve uzun yıllar yağış ortalaması ile Gönen Meteoroloji Müdürlüğünden 2005-2009 yılları arasında Balıkesir-Gönen ölçülen yağış değerleri ve uzun yıllar yağış ortalaması verileri alınmıştır.

Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliğinden, Gönen Ovası Sulama Birliğinden, DSİ 251. Şube Müdürlüğünden, DSİ Gönen-Biga-Manyas Projeleri İnşaat Kontrol Şube Müdürlüğünden ve DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğünden 2005-2009 yılları arasında her iki ova için planlanan ve gerçekleşen bitki deseni, planlanan ve gerçekleşen bitki su ihtiyaçları ile uygulamada şebekeye verilen su miktarlarına ait veriler alınmıştır. Ayrıca 2009 yılı için sulayıcı sayıları ve ekilen alan verilerinden de yararlanılmıştır.

3.2 Metot

Balıkesir Ovası Sulamasında ve Gönen Ovası Sulamasında 2005-2009 yılları arasında ilgili kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde doğrusal regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır.

Yapılan değerlendirmelerde, sulama sistemleri ve su dağıtım yöntemleri, suyun randımanlı bir şekilde kullanılması, potansiyel işletme sorunları irdelenmiş ve

doğrusal regresyon analizi yöntemiyle bulunan sonuçlar yorumlanmış ve öneriler sunulmuştur.

4. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

4.1 Balıkesir Ovası Sulaması

4.1.1 Giriş

Balıkesir Ovası Sulamasının su kaynağı Çaygören barajı olup Balıkesir Ovasında 6500 ha arazi, Simav çayına bırakılan sulama suyunun Kaletepe regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmasıyla sulanmaktadır. DSİ XXV.Bölge Müdürlüğünce 1970 yılında işletmeye açılmış olan Çaygören Barajı Balıkesir Ovası'nın yanı sıra, Sındırgı Ovası ve Bigadiç Ovasına da hizmet vermektedir. Balıkesir Ovası Sulama tesisleri 1978 yılında işletmeye açılmış, DSİ XXV.Bölge Müdürlüğü 251.Şube Müdürlüğü'ne bağlı olarak yöneltilmekte iken 1995 yılında kurulan Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliğine devredilmiştir [19].

Balıkesir Ovası Sulaması sulama alanı Balıkesir il merkezinin doğusunda bulunmaktadır. Ovanın doğusunda Simav Çayı, kuzeyinde Balıkesir, Kepsut ve güneyinde ise Balıkesir - İzmir karayolu yer almaktadır (Şekil 4.1).

Sulama şebekesi, Balıkesir Ovası'nda bulunan tarım arazilerinin sulanması amacıyla inşa edilmiştir. Çaygören Barajı'ndan Simav Çayı yatağına bırakılan sulama suyu Kaletepe Regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmaktadır. Ayrıca ana kanalın 32+521 km'sinden Halalca Pompaj Kanalı'na pompa istasyonu ile sulama suyu terfi edilmektedir.

Sulama alanı olarak saptanan sınırlar arasında yapılan ölçümlere göre cazibe sulamasında brüt 7658 ha, net 5375 ha ve pompaj sulamasında brüt 1340 ha, net 1125 ha olmak üzere toplam alan brüt 8988 ha, net 6500 ha'dır [15].



Şekil 4.1 Balıkesir Ovası Sulamasının yeri

Balıkesir Ovası sulama alanında karasal iklim hüküm sürmekte olup, yazlar kurak geçmekte ve yağışlar daha çok kışın olmaktadır. Balıkesir Ovası Sulaması için alınan meteorolojik doneler incelendiğinde uzun yıllar ortalamasına göre Aralık ayının en yağışlı, Ağustos ayının ise en kurak ay olduğu görülmüştür. Yaz aylarında (özellikle Temmuz ve Ağustos) buharlaşmanın yüksek oluşu nedeniyle, bitkiler için sulama suyu verilmesi gerekli olmaktadır. Zaten sulamanın pik olduğu aylar da Temmuz ve Ağustos aylarıdır.

4.1.2 Su Kaynağı

Balıkesir Ovası sulama alanının esas su kaynağı Simav ayı üzerindeki Çaygören barajından depolanan sudur. Barajda depolanan su daha sonra Kaletepe regülatörü vasıtasıyla Balıkesir Ovası Sulamasına alınmaktadır. Simav ayı'nın sulama suyu kalitesi yapılan analizler sonucunda C2S1 olarak belirlenmiştir. Elektriki kondaktiritesi 600 microhms/cm olan sulama suyu orta derecede tuz içermektedir. Bu bulgular göz önüne alındığında sulama için ideal özelliğe sahip olan sulama suyu bor kirlenmesi nedeniyle sulama alanındaki araziler ve bitkiler için tehlikeli olabilmektedir. Bu durumdan dolayı sulama uygulaması da olumsuz etkilenmekte ve bazı problemler ortaya çıkmaktadır.

Sulama suyundan alınan numunelerin incelenmesi sonucunda, bor kirliliği bitkilere zarar verebilecek düzeyde ise kesikli sulama yapılabilmektedir. Bu durum çiftçilerin düzensiz sulama yapmasına ve sırası geldiğinde bol su tüketimine sebebiyet vermektedir [15].

4.1.3 Tesisler

4.1.3.1 aygören Barajı

aygören barajı Sındırgı ilçesinin 5 km kuzeydoğusundadır. 1966 yılında inşasına başlanan tesis 1971 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj % 77 sulama ve % 23 taşkın koruma amaçlı olarak inşa edilmiştir. aygören Barajı 'nda depolanan su Sındırgı, Bigadiç ve Balıkesir Ovası Sulamalarında kullanılmaktadır [15].

4.1.3.2 Kaletepe Regülatörü

Kaletepe regülatörü Simav ayı üzerinde, Yenice köyünün 3,5 km güneydoğusunda inşa edilmiştir. Gövde uzunluğu 71 m olan regülatör, dolu gövdeli ve sabit tiptedir. İki adet çakıl geçidi ve bir adet yıkama kanalı vardır. Burada dört adet priz mevcut olup, bunların ikisi Balıkesir Ovası Sulaması (sol sahil) için olup, $Q=6.445 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. SEKA tesislerine su veren prizin debisi ile sağ prizin debisi ise

aynı olup, 1 m³/s 'dir. Kapak sayısı üç adettir. Kapak tipi dalgıç perdeli, düz ve düzey kumandalıdır [15].

4.1.3.3 Sulama Kanalları

Balıkesir Ovası Sulamasında iki adet ana kanal mevcuttur. Bunlardan birincisi Kaletepe regülatöründen çevrilen su ile Balıkesir Ovasının sulamasını sağlayan cazibe ana kanalı (sol ana kanal), diğeri ise pompaj kanalıdır.

Cazibe ana kanalının uzunluğu 37+431 km ve başlangıç kapasitesi ise 6,7 m³/sn'dir. Klasik beton kaplamalı olan bu ana kanalda 33 adet yedek kanal bulunmaktadır. Bunların bir kısmı klasik kanal şeklinde olup, diğerkısımlar kanalet olarak inşa edilmiştir. Ana kanal üzerinde altı adet sifon (bunlardan ikisi otomatik sifonludur), kırk iki adet köprü, yedi adet üst sel geçidi, yirmi iki adet alt sel geçidi, üç adet şut ve beş adet tarla prizi bulunmaktadır. Sol ana kanal güzergahında 4 m genişliğinde, 37+467 m uzunluğunda stabilize servis yolu mevcuttur.

Pompaj ana kanalı 5+581 km uzunluğunda olup, üzerinde dokuz adet yedek kanalet bulunmaktadır. Pompaj ana kanalında sekiz adet köprü, bir adet alt sol geçidi, yedi adet çek yapısı (kanaletler üzerinde) vardır. Pompaj ana kanal güzergahında 4 m genişliğinde, 5+463 km uzunluğunda stabilize servis yolu bulunmaktadır.

Pompa istasyonu vasıtasıyla cazibe ana kanalından pompaj ana kanalına su terfi edilmektedir. Buradaki pompaj izole kanalı 270 m uzunluğunda olup, maksimum kapasitesi 1,380 m³/sn 'dir. 0+585 km uzunluğundaki pompaj yaklaşım kanalının su yüksekliği 1,00 m olup, maksimum kapasitesi 1,870 m³/sn 'dir.

Balıkesir Ovası Sulamasında cazibeli sulamada otuz üç, pompaj sulamasında ise dokuz adet yedek kanal bulunmaktadır. Cazibe sulamasında yedi adet yedek kanalın bazı kısımları klasik tipte inşa edilmiş olup, diğerkanallar ile pompaj sulamasındaki 9 adet yedek kanal ise kanalet şeklinde inşa edilmiştir.

Yedek kanallar üzerinde 442 adet sifon (cazibe sulamasında 33 adet, kanal güzergahında toplam 322 ve pompaj sulamasında 9 adet, kanalet güzergahında 120 adet olmak üzere), 23 adet çek yapısı (16 'sı cazibe, 7 'si pompaj kısmında) ve 75 adet şut (69 'u cazibe, 6 'sı pompaj kısmında) vardır.

Balıkesir Ovası Sulamasında yüzeysel suları ve drenaj sularını toplayan tahliye ve drenaj kanalları vardır. Mevcut tahliyelerin yanı sıra, sulama alanından geçen Kocaçay, Üzümlü Deresi ve Atranos Çayı gibi bazı akarsu yataklarına kanaletler bağlanmak suretiyle şebekenin tahliyesi sağlanmaktadır. Yine bu akarsular ile Simav Çayı'na tahliye kanallarının bağlanması ile de bunlardan ana tahliye şeklinde faydalanılmaktadır [15].

Sulama tesislerinin inşası sırasında dağıtım noktalarında alınacak su miktarını belirlemek amacıyla yeterli miktarda ölçü tesisi yapılmamıştır. Mevcut tesislerin bir bölümünün tam çalışmaması ve bunlardan yararlanılmaması da olumsuz etkidir.

Yeterli ve çalışır durumdaki ölçü tesislerinin olması kanallara alınan suyun durumunu belirleyeceğinden fazla su kullanımını engelleyecektir.

4.1.4 Arazi

4.1.4.1 Topografya

Balıkesir Ovası sulama alanının topografyası yamaç ve taban araziler olmak üzere iki kısımda incelenebilir [15].

Yamaç araziler çoğunlukla Balıkesir Ovasının güneyinde bulunmaktadır. Ayrıca sulama alanının sınırlarına yakın diğer kısımlarında da yamaç arazilere rastlanılmıştır. Bu arazilerde eğim % 2-10 arasında değişmekte olup, genelde çevreden ovanın orta kısmına doğru azalmaktadır.

Taban araziler ise; çoğunlukla ovanın orta ve kuzey kısmında yer almakla beraber, ovanın diğer kısımlarında özellikle de dere ve nehir yataklan etrafında da yer almaktadır. Eğim % 0-2 arasında değişmekte olup, genellikle arazilerde yüzey sularının akıtılmasına yetecek derecededir.

Balıkesir Ovası'nın yamaç ve taban arazilerinde sulamaya engel olacak satth örtüsü bulunmamaktadır.

Sulama alanı topraklarında yer yer topoğrafik yetersizlik (tesviye gereksinimi olan sahalar ve yüzey taşlılığı) vardır. Sulamanın verimine doğrudan olumsuz etki yapan topoğrafik yetersizliklerin çiftçi ve resmi kurum aracılığıyla giderilmesi gereklidir.

4.1.4.2 Topraklar

Sulama alanındaki topraklar kollüviyol ve allüviyol karakterdedir. Allüviyol topraklar ovanın orta, kuzey ve batı kısımlarında geniş alanlar kaplamaktadır. Ayrıca çeşitli yerlerden gelen ve ovidan geçen akarsuların uzaklardan getirdiği allüviyonlardan oluşan dere ve nehir kenarlarındaki topraklar da bulunmaktadır.

Kollüviyol topraklar ise; ovanın güneyinde mevcut olup, sulamanın sınırına yakın kısımlarda da bu tip topraklara rastlamak mümkündür. Bu topraklar, yakınlarında bulunan çeşitli kütlelerin parçalanması sonucu meydana gelmiştir [15].

4.1.4.2.1 Bünye

Sulama alanı topraklarının bünyeleri; kil, şilt ve kumun çeşitli oranlarda karışımından meydana gelmektedir. Topraklar genellikle ağır ve orta bünyeli olmakla beraber kısmen hafif bünyeli topraklar da mevcuttur.

Sulama alanı üst topraklarının % 55.6 'sı ağır, % 31.2 'si orta, % 12 'si ise hafif bünyeli olup, % 1.2 oranında da yerleşim yeri bulunmaktadır [15].

4.1.4.2.2 Geçirgenlik

Balıkesir Ovasının st topraklarında en az geçirgenlik 0.05 cm/h olarak tespit edilmiştir. Ovada az geçirgen topraklar daha çok havaalanının doğu ve güneyinde, Yakuplar Köyü civarında, Ovaköy'n doğu ve kuzeydoğusu ile Karaman Köyü ve Kylky'n güneyinde bulunmaktadır. Sulama alanının diğer kısımlarındaki topraklar iyi geçirgen olup, bu geçirgenlik st topraklarda 6.77 cm/h, alt topraklarda ise 8.58 cm/h'e kadar yükselebilmektedir. Balıkesir Ovası Sulama alanında toprakların geçirgenlik özelliği sulama açısından herhangi bir probleme neden olmayacak durumdadır [15].

4.1.4.2.3 Kireçlilik Durumu

Balıkesir Ovası sulama alanı topraklarının tamamına yakın kısmında kireç miktarı normal sınırlar içindedir. Bazı kısımlarda kireç yönünden fakir veya zengin topraklara da rastlanmıştır [15].

4.1.4.2.4 Tuzluluk Durumu

Sulama alanı topraklarının içerdiği % içerik tuz miktarı sulama bakımından iyi bir durumdadır. Genellikle % içerik tuz miktarı % 0.02 ile % 0.2 arasında değişmektedir. Tuzluluk yönünden problemlili olan yaklaşık 400 ha arazi ise ayır-mera alanı olduğundan sulama alanının olumsuz yönde etkilenmesi söz konusu olmamaktadır [15].

4.1.4.2.5 Organik Madde

Balıkesir Ovası toprakları genel olarak organik madde bakımından vasat bir durum göstermektedir. Topraklar genelde orta derecede humus içermektedir [15].

4.1.4.3 Arazi Sınıfları

Balıkesir Ovası Sulamasında, 8998 ha'lık sulama alanının 7445 ha'ı diğer bir deyişle toplam alanının % 82.7 'si sulanabilir arazi (1., 2.ve 3.sınıflar), 476 ha 'ı (toplam alanın % 5.3 'ü) geçici olarak sulanamaz arazi ve 816 ha 'ı ise (toplam alanın % 9 'u) sulanamaz arazi olarak değerlendirilmiştir. 261 ha arazinin de (toplam alanın % 3 'ü) sınıflandırılması yapılmadığı için değerlendirilmeye alınmamıştır.

1.sınıf araziler; 1603 ha olup topografya ve drenaj yönünden sorunu yoktur.

2.sınıf araziler; 3494 ha olup, bunun 2399 ha 'ı 2s (toprak yetersizliği), 86 ha 'ı 2t (topoğrafya yetersizliği), 107 ha 'ı 2d (drenaj yetersizliği) 410 2st (toprak ve topoğrafya yetersizliği), 436 ha 'ı 2sd (toprak ve drenaj yetersizliği) ve 56 ha 'ı da 2td (topografya ve drenaj yetersizliği) olarak sınıflandırılmıştır.

3.sınıf araziler; 2348 ha olup, bunun 540 ha 'ı 3s (toprak yetersizliği), 361 ha 'ı 3st (toprak ve topoğrafya yetersizliği), 1240 ha 'ı 3sd (toprak ve drenaj yetersizliği) ve 207 ha 'ı da 3std (toprak, topoğrafya ve drenaj yetersizliği) olarak sınıflandırılmıştır.

5.sınıf araziler; 476 ha olup, bunlar proje drenajına ihtiyaç gösteren arazilerdir.

6.sınıf araziler; ise 816 ha olup, yollar, dereler, tepeler gibi sulanmayan durumdaki arazilerden oluşmaktadır [15].

4.1.4.4 Drenaj

Balıkesir Ovası'nın tabii drenajını Üzümcü Çayı, Kille Çayı, Kocaçay, Kazıklı Deresi ve Paşaköy Deresi ile bu akarsuları sulama alanı dışına akıtan Simav Çayı sağlamaktadır. Ayrıca çevredeki yamaç arazilerden inerek bu akarsulara karışan diğer dere ve yan dereler bulunmaktadır. Bu dere ve koyların yatakları yağış sularını drene edebilmektedir. Bu tabii drenler nedeniyle genellikle drenaj problemi olmamaktadır [15].

4.1.5 Su Sınıfı ve Kalitesi

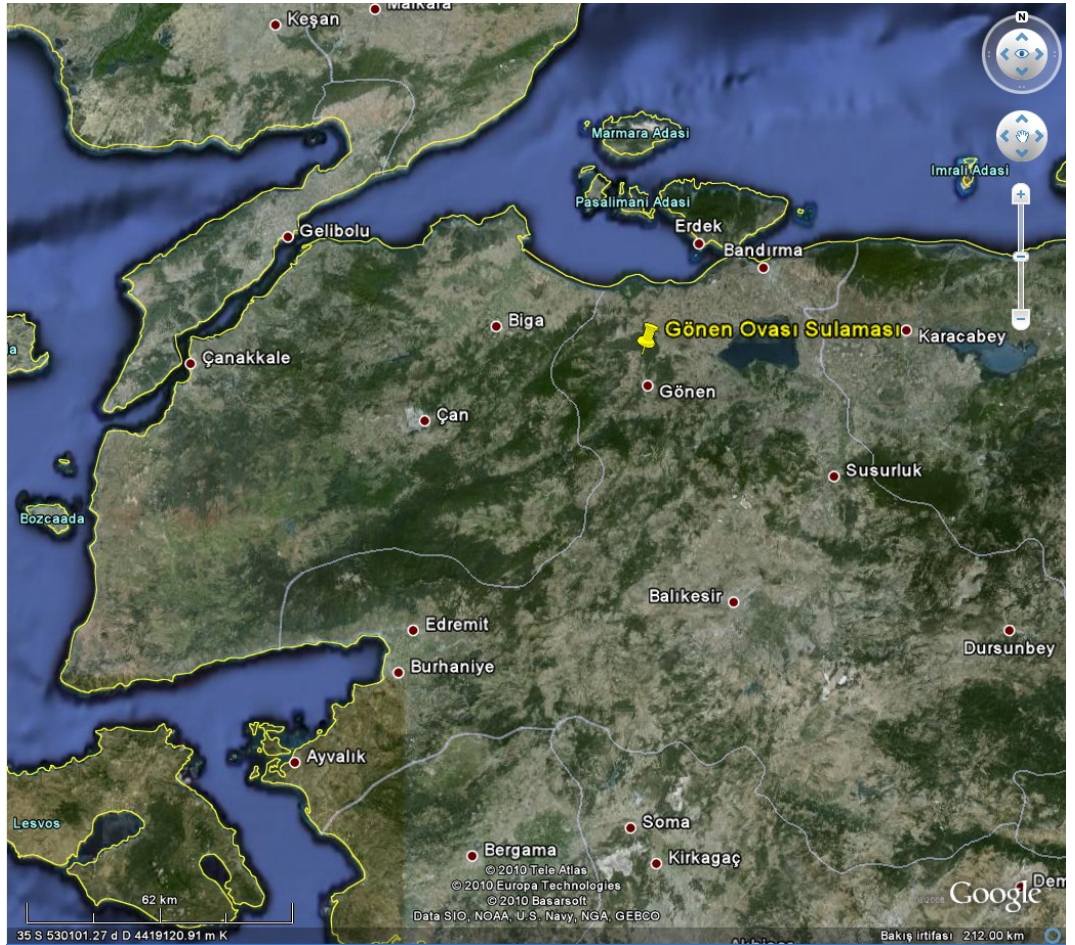
Balıkesir Ovası sulama alanının su ihtiyacını, karşılayan Simav Çayı'nın sulama suyu kalitesi C2S1 sınıfındadır. Normalde sulamada gayet rahat olarak kullanılabilen bu su, bor kirlenmesi nedeniyle bazı sorunlara yol açabiliyordu. Bigadiç yöresinde yer alan bor işletmelerinden kaynaklanan bor kirlenmesi sorunu, işletmelerin drenaj ve yıkama sularını Simav Çayı'na tahliye etmeleri ve kazılardan çıkarılan bor cevherlerine ait posaların Simav Çayı kenarına atılmasından kaynaklanıyordu. Bor kirliliğinden doğan olumsuzluğun giderilmesi veya en aza indirilmesi için kontrollü ve kesikli sulama uygulanıyordu. Bu sebepten dolayı sulayıcıların sulama suyunu kullanmadaki tereddütleri ve kısıtlı sulama uygulamasında sıra kendilerine geldiğinde suyun fazla kullanılması sulamayı olumsuz etkilemiştir.

Ancak bor sorunu, 1991 yılında Çamköy barajının devreye girmesi ile çözümlenmiştir. Etibank tarafından DSİ 'ye yaptırılan bu baraj ile borlu sular rezervuara deşarj edilmektedir. Dinlendirilen sudaki bor çökeldikten sonra, su belirli zamanlarda (Aralık ayında) çay yatağına bırakılmaktadır. Sulama suyundaki bor konsantrasyonu ölçümlerine devam edilmektedir [15].

4.2 Gönen Ovası Sulaması

4.2.1 Giriş

Gönen projesi kapsamında Gönen çayı üzerinde inşa edilen Gönen barajı, barajın 17 km mansabında yapılan Gönen regülatörü ile Gönen Ovasında 11 875 ha cazibe sulaması, Gönen Ovasının üst kotlarında bulunan 3 750 ha 'lık Gönen Ovası Pompaj Sulaması, Tahirova regülatörü ile Tahirova'da toplam 4 890 ha 'lık Tahirova Pompaj Sulaması olmak üzere toplam 20 515 ha tarım arazisinin sulanması, 6 200 ha tarım arazisinin taşkınlardan korunması ve Gönen barajında kurulacak H.E.S. ile yılda 47.5 Gwh enerji üretilmesi planlanmaktadır. Gönen Ovası Sulaması Balıkesir ilinin kuzeyinde, Gönen ilçesi sınırları içerisinde bulunan alanları kapsamaktadır [19] (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Gönen Ovası Sulamasının yeri

Gönen Ovası Sulamasının su kaynağı Gönen barajı olup Gönen Ovasında 11875 ha arazi, Gönen çayına bırakılan sulama suyunun Gönen regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmasıyla sulanmaktadır. Gönen Ovası Sulama tesislerinin tamamı 2009 yılında işletmeye açılmış olup, 1998 yılından itibaren ise inşaatı biten kısımlar kurulan Gönen Ovası Sulama Birliğine devredilmiştir. Gönen Ovası Sulamasının sol sahil ana kanal uzunluğu 40512 m, sağ sahil ana kanal uzunluğu 43050 m olup, ana kanallar klasik beton kaplamalıdır. Toplam sulama şebekesi uzunluğu 537300 m olup, şebeke yedek ve tersiyer kanalet hatlarından oluşmaktadır.

Gönen Ovası Sulamasında sulama mevsimi Nisan ayı ortalarında başlayıp Eylül ayı sonuna kadar devam etmektedir. Sulama alanında sulamanın pik olduğu dönem ise Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır.

4.2.2 Su Kaynağı

Gönen Ovası sulama alanının esas su kaynağı Gönen Çayı üzerindeki Gönen barajından depolanan sudur. Barajda depolanan su daha sonra Gönen regülatörü vasıtasıyla Gönen Ovası sulamasına alınmaktadır. Gönen Çayı'nın sulama suyu kalitesi yapılan analizler sonucunda C2S1 olarak belirlenmiştir [20].

4.2.3 Tesisler

4.2.3.1 Gönen Barajı

Gönen Barajı Gönen ilçesinin 25 km güneybatısındadır. Gönen barajı inşaatına 1979 yılında başlanmış, 1997 yılında tamamlanarak işletmeye açılmıştır. Baraj, kum-çakıl ve kaya dolgu tipinde olup, talvegden 70 m, temelden 78 m yüksekliktedir. Baraj gövde hacmi 2.1 hm³ dür. Toplam göl hacmi 164 hm³ olup, regülasyon oranı % 76'dır [19].

4.2.3.2 Gönen Regülatörü

Gönen çayı üzerinde inşa edilen Gönen regülatörünün gövde uzunluğu 70 m olup kapaklı dolu gövdeli tipindedir. Talvegden yüksekliği 7,5 m temelden yüksekliği ise 21 m olan regülatörde iki adet çakıl geçidi ve üç adet priz mevcuttur. Regülatörden sulama ana kanalına alınan toplam priz debisi 14.774 m³/s 'dir [19].

4.2.3.3 Sulama Kanalları

Gönen Ovası Sulamasında iki adet ana kanal mevcuttur. Bunlardan birincisi Gönen regülatöründen çevrilen su ile Gönen Ovasının sulamasını sağlayan sol ana kanal diğeri ise sol ana kanaldan ayrılan sağ ana kanaldır. Her iki ana kanalda cazibeli sistem olarak çalışmaktadır.

Sol ana kanalın uzunluğu 40+512 km ve başlangıç kapasitesi ise 4.29 m³/sn, sağ ana kanalın uzunluğu 43+050 km ve başlangıç kapasitesi ise 4.49 m³/sn 'dir. Ana kanallar klasik beton kaplamalı, ana kanallardan ayrılarak şebekeyi oluşturan yedek ve tersiyer hatlar ise kanalet olarak inşa edilmiştir. Toplam sulama şebekesi uzunluğu 537300 m 'dir [19].

4.2.4 Arazi

4.2.4.1 Topografya

Etüd sahasının büyük bir kısmı taban arazi karakterinde olup, genel eğim güney kuzey yönünde % 0-2 arasında değişmektedir [20].

4.2.4.2 Topraklar

Genel olarak etüd sahası alüviyal ,kolloviyal, hidromorfik alüviyal, grumosal ve menşei organik olan topraklardan meydana gelmiştir. Ovanın rusubi karakterde teşekkülünde en mühim rolü icra eden akarsu Gönen çayı ile bu çayın kolları olan Suçıktı, Keten, Çakırol ve Keçidere dereleridir.

Gönen çayı ve kollarının her iki tarafında alüviyal genç topraklar hakim durumdadır. Satıhtan itibaren 4 m derinliklere kadar 2-5 cm çapında taş ve çakıllara rastlanmıştır.

Alüviyal topraklar; Gönen, Karalar Çiftliği, Hasan Bey, Gündoğan, Sarıköy, Ayvalı Dere, Bostancı, Alaattin, Hacımenteş, Kalfaköy ile hudutlanan sahada mevcuttur. Üst topraklar kilden tına kadar değişir ve 150 cm ile daha derin horizonlara sahiptirler. Kireç muhtevaları oldukça iyidir. Renkleri kahverengi ve gridir.

Hidromorfik topraklar; Misakça, Gönen Çayı'nın Erdek Körfezi'ne döküldüğü sahada, Tahir Gölü, Tahirova Çiftliği, Hoyrat Gölü ve Sinekçi Deresi'nin Marmara Denizi'ne döküldüğü sahalarda bulunmaktadır.

Kolloviyal topraklara, yamaç arazilerde Sarıköy batısında Çakıroba Vadisi, Bostancı, Köteyli, Ilıcak, Asmalıdere, Sinekçi, Gerlengeç, Güvemalan, Kınalar dolaylarında tesadüf edilmiştir. Bünyeleri ağırdan hafife kadar değişmekte olup, horizonları 40-90 cm arasında taş ve çakılla tahdit edilmiştir. Dahili drenajları iyidir. Kireç muhtevaları azdır. Renkleri kahverengidir.

Grumusol topraklara, Korudeğirmen, Tütüncü, Çınarlı, Hacıveliobası, Dizmen, Balcı, Muratlar, Karaağaçalanı, Bakırlı köyleri ile çevrili sahalarda tesadüf edilmiştir. Koyu gri renkli, derin killi ve kireççe zengindirler.

Menşei organik olan topraklar mevzii olarak Gerlengeç köyünün kuzeyinde sahilde müşahade edilmiştir. Renkleri siyah ve drenajları zayıftır [20].

4.2.4.2.1 Būnyeye

Sulama alanı topraklarının būnyeleri ağır (kil, siltli kil, kumlu kil, turba) olmakla beraber yer yer gerek ūst ve gerekse alt horizonları orta (kumlu killi tın, killi tın, tın-siltli killi tın, kumlu tın, tın-siltli tın) hafif (tınlı kumlu, kumlu) būnyeli topraklarda mevcuttur.

Sulama alanı ūst topraklarının % 54.96 'sı ağır, % 18.74 'ū orta, % 7.15 'i ise hafif būnyeli olup, geri kalan araziler ovada çeřitli ve dađınık halde ve kūek parçalar halinde bulunmaktadır [20].

4.2.4.2.2 Geçirgenlik

Gönen-Sarıköy-Tahirova'da toprakların geçirgenlik durumları bozulmuş numuneler üzerinde yapılan laboratuvar tahlil sonuçlarına göre sulanabilir arazilerde 1167 ha arazide 0.30-0.50 cm/saat ve daha fazla, 1362 ha arazide 0.30-0.13 cm/saat , 1044 ha arazide 0.30-0.03 cm/saat, 743 ha arazide 0.13-0.03 cm/saat 'dir. Sonuç olarak ova toprakları sulanabilir olarak tasnif edilen araziler itibariyle iyi bir durum göstermektedir [20].

4.2.4.2.3 Kireçlilik Durumu

Etüd sahasında alüviyal toprakların kireç muhtevaları oldukça iyidir. Hidromorfik alüviyal toprakların kireç muhtevaları zayıftır. Kolloviyal toprakların kireç muhtevaları azdır. Grumusol topraklar çok kireçlidir. Ova topraklarının kireç muhtevası % 5 veya daha fazladır [20].

4.2.4.2.4 Tuzluluk Durumu

Sulama alanı topraklarının içerdiği % içerik tuz miktarı sulama bakımından iyi bir durumdadır. Genellikle % içerik tuz miktarı % 0.02 ile % 0.6 arasında değişmektedir [20].

4.2.4.2.5 Organik Madde

Ovaya sulama suyu verildikten sonra, yıkanma dolayısıyla organik madde içeriğinde azalma olacağından, eksilen gübrenin toprağa verilmesi gerekmektedir [20].

4.2.4.3 Arazi Sınıfları

Gönen-Sarıköy-Tahirova'da 24523 ha arazi tasnif edilmiştir. Bu miktar içinde sulanabilir saha 18924 ha olup toplam arazinin % 77.14 'ünü oluşturmaktadır. Bunun 954 ha 'ı diğer bir deyişle toplam alanın % 3.9 'u 1. sınıf, 12611 ha veya % 51.35 'i 2.sınıf, 5359 ha veya % 21.89 'u 3.sınıftır.

1.sınıf araziler; 954 ha olup topografya ve drenaj yönünden sorunu yoktur.

2.sınıf araziler; 12611 ha olup, bunun 3672 ha 'ı 2s (toprak yetersizliği), 1875 ha 'ı 2d (drenaj yetersizliği) 458 ha 'ı 2t (topoğrafya yetersizliği)3577 ha 'ı 2st (toprak ve topoğrafya yetersizliği), 2723 ha 'ı 2sd (toprak ve drenaj yetersizliği), 240 ha 'ı da 2td (topografya ve drenaj yetersizliği) ve 66 ha 'ı 2std (toprak ,topografya ve drenaj yetersizliği) olarak sınıflandırılmıştır.

3.sınıf araziler; 5359 ha olup, bunun 853 ha 'ı 3s (toprak yetersizliği), 545 ha 'ı 3t (topoğrafya yetersizliği), 377 ha 'ı 3d (drenaj yetersizliği), 1491 ha 'ı 3st (toprak ve topoğrafya yetersizliği), 1819 ha 'ı 3sd (toprak ve drenaj yetersizliği) 272 ha 'ı 3td (topoğrafya ve drenaj yetersizliği) ve 46 ha 'ı da 3std (toprak, topoğrafya ve drenaj

yetersizliği) olarak sınıflandırılmıştır.

5.sınıf araziler; 2573 ha olup, bunlar proje drenajına ihtiyaç gösteren arazilerdir.

6.sınıf araziler; ise 3022 ha olup, yollar, dereler, tepeler gibi sulanmayan durumdaki arazilerden oluşmaktadır [20].

4.2.4.4 Drenaj

Gönen Ovasında projeden önceki drenaj problemlerinin sebepleri, sath drenajı yetersizliği, proje sahasında tahliye şebekesinin mevcut olmayışı, akarsuların önlenemeyen taşkınlarının araziye yayılıp göllenmesi, atılmayan yağışlar, akarsu yataklarından gelen sızıntı ile beslenme ve artezyen sahalarının muhtemel beslenmeleridir. Projeli durumda yapılan Keidere, Sarıköy deresi, Ketem, aylak ve erpeş dereleri ışlahları ile tahliye ve drenaj kanalları sayesinde genellikle drenaj problemi olmamaktadır [20].

4.2.5 Su Sınıfı ve Kalitesi

Gönen Ovası sulama alanının su ihtiyacını karşılayan Gönen ayı 'nın sulama suyu kalitesi C2S1 sınıfındadır. Gönen ayı 'nın kirlenmesinde rol oynayabilecek en önemli yerleşim yeri Gönen ilçesidir. Çayın kirlenmesi halinde Gönen Ovasında bir problem doğması konu olmakla beraber, Tahirova 'da sulama için dönen sular kullanılacağından, suların sulamaya zararlı olacak tarzda kirlenmesi arzu edilmez.

Gönen Ovasında sulama yapılmasıyla sulamadan dönen suların Tahirova 'ya vermesi olası zararı önleyici önlemleri almak üzere suların, toprakların yıkanması suretiyle taşıyacağı tuzlar ile zirai mücadele ilaçlarının suyun kalitesine tesirini belirlemek üzere, sık sık analizi yapılmalıdır.

Gönen Ovası Sulamasından dönecek suların kirlenmesinin önlenmesi, Tahirova lagünlerindeki balıkçılığın gelişmesinin emniyete alınması yönünden de önemlidir [20].

5. BALIKESİR OVASI SULAMASI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Balıkesir Ovası Sulaması'nın su kaynağı Çaygören barajı olup Balıkesir Ovası'nda 6500 ha arazi, Simav çayına bırakılan sulama suyunun Kaletepe regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmasıyla sulanmaktadır. Balıkesir Ovası sulama tesisleri 1978 yılında işletmeye açılmış, 1995 yılında ise kurulan Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Ana kanal sol sahilde yer almakta olup 37431 m klasik beton kaplamalıdır. Cazibe sulamasında 1204 m klasik yedek kanal, 147370 m yedek ve tersiyer kanalet mevcuttur. Sistemde 32+521 km²'de Halalca pompa istasyonu bulunmaktadır. Halalca pompa istasyonunda 4 adet ünite ve toplam 5585 m klasik beton kaplamalı kanal ile 46165 m yedek ve tersiyer kanalet bulunmaktadır. Toplam sulama alanı 6500 ha olan Balıkesir Ovası'nda 5375 ha cazibe ile 1125 ha ise pompajla sulanmaktadır [19].

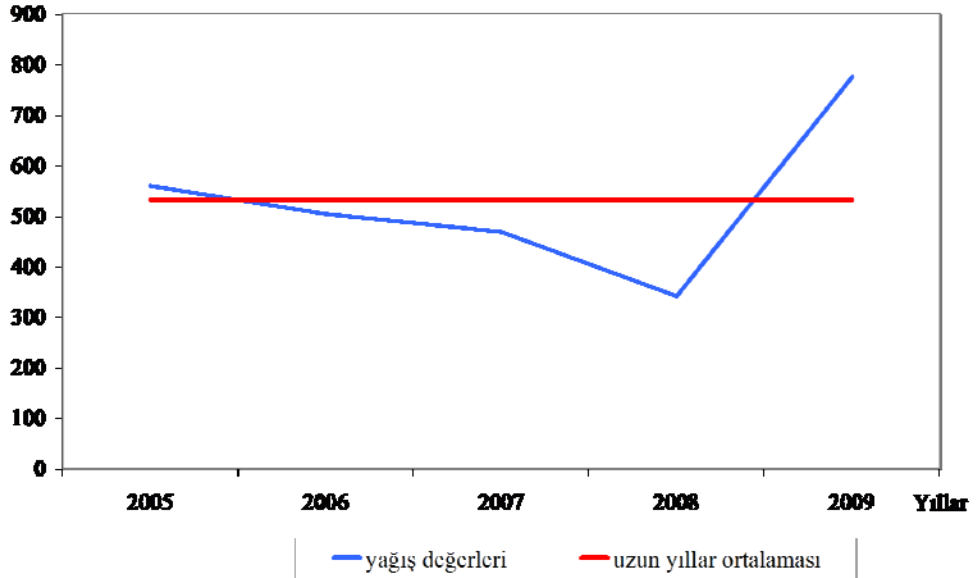
Balıkesir Ovası Sulaması'nda sulama mevsimi Mayıs ayında başlayıp Ekim ayı ortalarına kadar devam etmektedir. Sulama genelde ilkbahar ve sonbahar yağışlarına bağlı kalmaktadır. Özellikle ilkbahar yağışlarının düzenli ve yeterli olduğu zamanlarda hububat sulanmamaktadır [21]. Balıkesir sulaması için alınan meteorolojik doneler incelendiğinde uzun yıllar ortalamasına göre Aralık ayının en yağışlı, Ağustos ayının ise en kurak ay olduğu görülmüştür. Yaz aylarında (özellikle Temmuz ve Ağustos) buharlaşmanın yüksek oluşu nedeniyle, bitkiler için sulama suyu verilmesi gerekli olmaktadır. Zaten sulamanın pik olduğu aylar da Temmuz ve Ağustos aylarıdır [15]. Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri Tablo 5.1'de ve Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Sulamadan yararlanan çiftçiler sulama sırasında 10 lt/sn lik plastik ve özel imalat sifonları kullanmaktadır. Gece sulaması genelde yapılmamakta ve suyun bir kısmı sulamada kullanılmayarak kanal sonlarından tahliye edilmektedir.

Tablo 5.1 Balıkesir-Merkez ölçülen yağış değerleri

Aylar	Uzun Yıllar Ortalaması (mm)	2005 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2006 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2007 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2008 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2009 yılı ölçülen yağış değeri (mm)
Ocak	67,7	86,5	47,8	29,2	36,8	119,8
Şubat	55,9	90,2	70,7	18,2	12,7	120,1
Mart	55,7	89,0	99,5	43,6	54,2	121,3
Nisan	49,8	34,0	20,8	15,3	41,7	53,6
Mayıs	37,8	34,2	13,8	43,8	4,6	51,7
Haziran	18,7	27,5	71,3	7,2	13,7	35,2
Temmuz	8,4	10,1	3,1	0,0	0,0	2,4
Ağustos	4,0	0,6	0,0	0,0	4,0	0,0
Eylül	20,4	12,5	68,9	0,0	33,2	29,4
Ekim	43,1	16,8	47,1	89,8	38,5	31,4
Kasım	82,5	98,5	32,1	101,5	53,2	92,6
Aralık	88,0	59,7	28,7	119,7	48,4	118,1
Yıllık	532,0	559,6	503,8	468,3	341,0	775,6

Yıllık toplam yağış değerleri (mm)



Şekil 5.1 Balıkesir-Merkez ölçülen yağış değerleri

Su dağıtımını talep sistemine göre yapılmaktadır. Talepler, sulama sezonu öncesinde sulayıcı bilgi formlarının (Şekil 5.2) doldurularak köylerdeki talep kutularına atılması, birlik görevlilerine söylenmesi/yazılması, birlik merkezine götürülmesi/söylenmesi veya köydeki su dağıtım teknisyenlerine verilmesi suretiyle yapılmaktadır.

SULAMASINA AİT SULAYICI BİLGİ FORMU								
Adı ve Soyadı:						Yılı:		
Sulanacak Alanın				Ana Kanal No	Yedek No	Tersiyer No	Priz No	Ekilecek Bitki Çeşidi
Köy veya Mahalle	Mevkii	Parsel No.	Miktarı (da)					
<p>Arkada açıklanan hususlara uymak şartıyla yukarıda belirtilen tarlalarımı sulamak istiyorum.</p> <p style="text-align: center;">İmza</p> <p>ADRES:</p> <p style="text-align: right;">İmza ve bilgilerin doğruluğu tasdik olunur.Köyü İhtiyar HeyetiMahallesi Muhtarı İmza ve Mühür</p>								

Şekil 5.2 Sulayıcı bilgi formu

Doldurulan bilgi formlarının değerlendirilmesiyle sulama planlamasına esas olacak 2005-2009 yılları arasındaki bitki deseni Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'nden temin edilmiştir. 2005-2009 yılları arasındaki sulama sezonları için gerçekleşen ürün deseni ise, Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'nden sulanan arazi miktarına göre sulayıcılardan tahsil edilen ücretlerden ortaya çıkmıştır (Tablo 5.2 -5.6).

Tablo 5.2 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2005 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Bakliye	50	1,58	28,5	1,01
Biber	100	3,15	157,1	5,59
Bostan	10	0,32	37,9	1,35
Buğday	0	0	0	0
Domates	1250	39,43	775,13	27,60
Meyve-Kavak	15	0,47	1,64	0,06
Mısır	1300	41,01	1403,77	49,99
Pamuk	5	0,16	1	0,04
Soğan-Sarımsak	60	1,89	17,62	0,63
Susam	15	0,47	0	0
Ş.Pancarı	100	3,15	90,77	3,23
T.Fasulye	15	0,47	0	0
Yonca	250	7,89	294,69	10,49
TOPLAM	3170	100	2808,12	100

Tablo 5.3 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2006 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Bakliye	20	0,62	26,8	0,85
Biber	200	6,15	309	9,85
Bostan	50	1,54	40,9	1,30
Buğday	0	0	5	0,16
Domates	1000	30,76	760	24,23
Meyve-Kavak	15	0,46	15	0,48
Mısır	1500	46,14	1558	49,67
Pamuk	5	0,15	1,3	0,04
Soğan-Sarımsak	35	1,08	18	0,57
Susam	1	0,03	0	0
Ş.Pancarı	110	3,38	47	1,50
T.Fasulye	15	0,46	0	0
Yonca	300	9,23	356	11,35
TOPLAM	3251	100	3137	100

Tablo 5.4 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2007 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Bakliye	20	0,62	9,8	0,47
Biber	200	6,19	200	9,57
Bostan	50	1,55	42,8	2,05
Buğday	0	0	5,7	0,27
Domates	900	27,86	402	19,25
Meyve-Kavak	10	0,31	16,3	0,78
Mısır	1500	46,43	1089	52,14
Pamuk	5	0,15	0	0,00
Soğan-Sarımsak	40	1,24	13,7	0,66
Susam	1	0,03	0	0
Ş.Pancarı	100	3,10	41	1,96
T.Fasulye	5	0,15	0	0
Yonca	400	12,38	268,5	12,85
TOPLAM	3231	100	2088,8	100

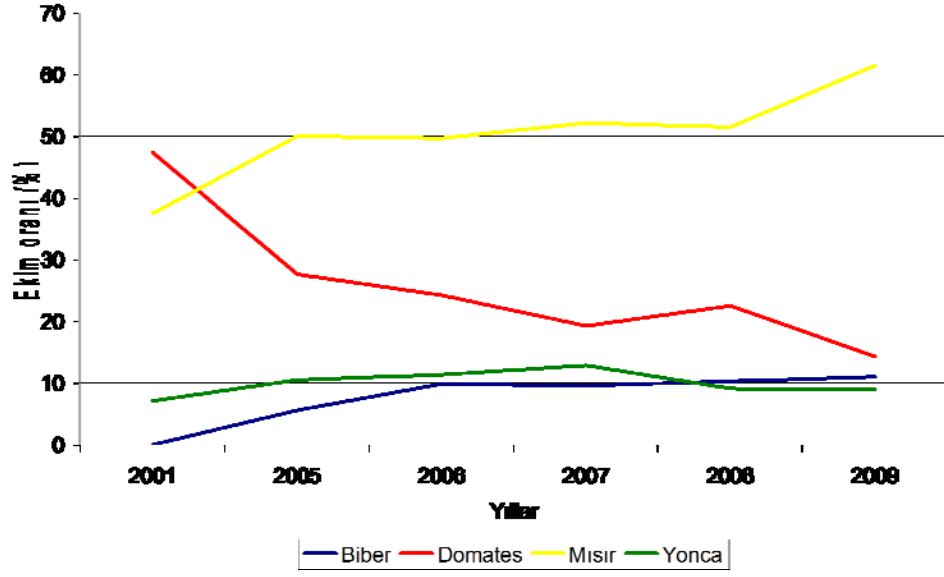
Tablo 5.5 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2008 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Bakliye	20	0,80	7,5	0,26
Biber	100	3,99	300	10,29
Bostan	30	1,20	60	2,06
Buğday	0	0	6,4	0,22
Domates	500	19,94	656	22,51
Meyve-Kavak	10	0,40	8,7	0,30
Mısır	1400	55,84	1500	51,47
Pamuk	1	0,04	0	0,00
Soğan-Sarımsak	40	1,60	7,5	0,26
Susam	1	0,04	2	0,07
Ş.Pancarı	100	3,99	101	3,47
T.Fasulye	5	0,20	0	0
Yonca	300	11,97	265	9,09
TOPLAM	2507	100	2914,1	100

Tablo 5.6 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2009 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Bakliye	20	0,60	4,7	0,17
Biber	400	11,90	300	10,99
Bostan	80	2,38	51	1,87
Buğday	0	0	1	0,04
Domates	840	25,00	390	14,29
Meyve-Kavak	10	0,30	12	0,44
Mısır	1550	46,13	1677	61,44
Pamuk	5	0,15	0,3	0,01
Soğan-Sarımsak	20	0,60	3,1	0,11
Susam	5	0,15	0	0
Ş.Pancarı	120	3,57	46,6	1,71
T.Fasulye	10	0,30	0	0
Yonca	300	8,93	244	8,94
TOPLAM	3360	100	2729,7	100

Planlanan ekim alanları ile gerçekleşen ekim alanları karşılaştırıldığında 2008 yılında gerçekleşen ekim alanının planlanan ekim alanından fazla olduğu, diğer yıllarda ise gerçekleşen ekim alanının planlanan ekim alanından az olduğu görülmektedir. Bitki desenlerine bakıldığında dikkat çekici olan mısır ekiminin ağırlıkta olmasıdır. Sulama sahasında ekilen alanın büyük bölümünde mısır ekildiği görülmektedir. 2001 yılında Balıkesir Ovası'nda gerçekleşen bitki deseni incelendiğinde domates ekim oranının mısır ekim oranından daha fazla olduğu görülmektedir [15]. Daha sonraki yıllarda domates ve mısır ekim oranları karşılaştırıldığında mısır ekim oranlarının giderek arttığı, domates ekim oranının ise azaldığı görülmektedir (Şekil 5.3). Yöredeki salça fabrikalarının başka illere taşınması sonucunda domates talebi azalmış ve artan besicilikle birlikte yem ihtiyacı ve dolayısıyla da mısır ekimi artmıştır.



Şekil 5.3 Balıkesir Ovasında yıllara göre bitki ekim oranları

5.1 Aylık Bitki Su İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Şebekeye alınması gereken aylık sulama suyu miktarlarının bilinmesi için; elde edilen bitki desenine ve bu bitkilerin aylara göre tüketecekleri su miktarına ihtiyaç vardır. Bitki su tüketim miktarları DSİ kurumunca her yöreyi kapsayacak şekilde "Blaney-Criddle Metodu" kullanılarak "DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları" [22] adlı kitapta toplanmıştır. Balıkesir sulaması için göz önüne alınması gerekli bitki su tüketim değerleri Tablo 5.7 'de verilmiştir. Ancak bitki su ihtiyaçlarının belli bir kısmı yağışlardan doğal olarak, belli bir kısmı da kıştan artan nem olarak karşılandığından bitkinin aylık su ihtiyacı (5.1) eşitliğindeki gibi elde edilir. Tablo 5.7 'deki değerler uzun yıllar yağış ortalamaları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Aylık bitki su ihtiyaçları için;

$$U_s = U - (re + KAN) \quad (5.1)$$

U : Aylık bitki su ihtiyacı (mm)

re : Aylık etkili yağış (mm)

KAN : Kıştan artan nem (mm)

Us : Aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (mm)
'dır.

Bu eşitliğe göre bitki deseninin aylık su ihtiyacı Tablo 5.7 'de yer almaktadır.

Tablo 5.7 Balıkesir Ovası bitki sulama suyu ihtiyaçları [22]

BÖLGESİ	XXV.	ENLEMİ	39° 37'			İLK DON ORT. TARİHİ	:22 KASIM							
PROJE ADI	ÇAYGÖREN	KOTU	105 m			SON DON ORT. TARİHİ	: 1 NİSAN							
SULAMANIN ADI	BALIKESİR	METEOROLOJİ İST.	BALIKESİR											
BİTKİ ADI	AYLIK BİTKİ SU TÜKETİMİ (U) VE SULAMA SUYU İHTİYAÇLARI (U-r) (mm)													
		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
HUBUBAT	U										27,31	36,28	28,33	91,92
15.10/31.12 - K.A.R : 3	U-r										2,44			2,44
FASULYE (taze)	U				24,45	84,22	155,89	69,78						334,34
15.4/15.7 - K.A.R : 40	U-r					3,74	132,09	64,7						200,53
BOSTAN	U				16,58	53,54	97,75	111,99	49,1					328,96
15.4/20.8 - K.A.R : 40	U-r						49,87	101,49	43,81					195,17
ŞEKER PANCARI	U				52,98	99,26	154,27	190,46	228,12	113,19				838,28
1.4/30.9 - K.A.R : 45	U-r					21,03	130,47	179,96	219,92	92,99				644,37
PAMUK	U				12,27	53,17	94,42	161,13	158,42	82,61	33,88			595,9
20.4/31.10 - K.A.R : 38	U-r						45,17	150,63	150,22	62,41				408,43
SUSAM	U				23,09	63,22	102,64	144,15	89,88					422,98
10.4/25.8 - K.A.R : 42	U-r						59,43	133,65	83,27					276,35
MISIR	U				27,77	87,08	154,97	186,33	130,04					586,19
10.4/25.8 - K.A.R : 42	U-r					4,45	131,17	175,83	123,43					434,88
DOMATES (salçalık)	U					121,78	156,24	175,41	115,6					569,03
5.5/31.8 - K.A.R : 29	U-r					57,4	132,44	164,91	107,4					462,15
BİBER	U					66,51	139,96	158,56	171,03	54,02				590,08
1.5/20.9 - K.A.R : 34	U-r						108,04	148,06	162,83	40,56				459,49
SOĞAN-SARIMSAK	U				42,72	122,9	188,15	194,49	122,75	49,52				720,53
10.4/25.9 - K.A.R : 42	U-r					51,1	164,35	183,99	114,55	32,68				546,67
YONCA	U				75,76	126,8	174,85	206,41	195,02	137,31	83,17	28,31		1027,63
1.4/22.10 - K.A.R : 90	U-r					26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3			720,55
MEYVE-KAVAK	U				54,28	109,05	164,54	195,49	159,81	87,69	38,78	12,42		822,06
1.4/22.11 - K.A.R : 90	U-r						127,87	184,99	151,61	67,49				531,96

5.2 Aylık Sulama Suyu İhtiyacı

Bitki deseninde yer alan bitkilerin aylık su ihtiyaçları (5.1) eşitliği ile elde edilmiş ve Tablo 5.12 'de yer almıştır. Elde edilen bu değerler yardımıyla planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (5.2) eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$QF = \left(\sum_{i=1}^n (U-r)_i \cdot AF \right) / \mu / \eta \cdot A \quad (5.2)$$

QF : Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m³)

n: Bitki cinsine göre (i = 1,2,3,4, ...)

AF:As/A

As : Gerçekleşen Bitki Deseni (ha)

A: Toplam Sulama Alanı (ha)

μ : Su iletim Randımanı

η : Çiftlik Randımanı

(U-r): Aylık Bitki Su İhtiyacı (mm)

'dır.

Yapılan bu hesaplamaların amacı; sulayıcı bilgi formu ile elde edilen planlanan bitki deseninin aylık bitki sulama suyu ihtiyacını ve gerçekleşen bitki deseninin aylık bitki sulama suyu ihtiyacını belirlemektir. Yapılan hesaplama sonuçları Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği 'nden, DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü 'nden, DSİ 251. Şube Müdürlüğü 'nden alınarak planlanan bitki deseni için Tablo 5.8 - 5.12 'de, gerçekleşen bitki deseni için ise Tablo 5.13-5.17 'de sunulmuştur.

Tablo 5.8 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	50		3,74	132,09	64,7				
	1,58			5,91	208,70	102,23				316,84
Biber	U-r (mm)	100			108,04	148,06	162,83	40,56		
	3,15				340,33	466,39	512,91	127,76		1447,39
Bostan	U-r (mm)	10			49,87	101,49	43,81			
	0,33				16,46	33,49	14,46			64,41
Domates	U-r (mm)	1250		57,4	132,44	164,91	107,4			
	39,43			2263,28	5222,11	6502,40	4234,78			18222,57
Meyve-Kavak	U-r (mm)	15			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,47				60,10	86,95	71,26	31,72		250,02
Mısır 2. ürün	U-r (mm)	1300				77,11	140,49	98,37	33,61	
	41,01					3162,28	5761,49	4034,15	1378,35	14336,28
Pamuk	U-r (mm)	5			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,16				7,23	24,10	24,04	9,99		65,35
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	60		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	1,89			96,58	310,62	347,74	216,50	61,77		1033,21
Susam	U-r (mm)	15			59,43	133,65	83,27			
	0,47				27,93	62,82	39,14			129,88
Ş.Pancarı	U-r (mm)	100		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,15			66,24	410,98	566,87	692,75	292,92		2029,77
T.Fasulye 2. ürün	U-r (mm)	15				87,78	116,08	97,51	21,13	
	0,47					41,26	54,56	45,83	9,93	151,58
Yonca	U-r (mm)	250		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	7,89			207,98	1191,78	1545,73	1474,01	924,00	341,64	5685,14
Toplam	100,00	3170	0,00	2640,00	7796,24	12901,00	13041,33	5482,31	1719,98	43732,43
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,84	2,47	4,09	4,13	1,74	0,55	13,82
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,39	4,12	6,82	6,89	2,90	0,88	23,00
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,55	4,58	7,57	7,66	3,22	1,03	25,61

Tablo 5.9 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	20		3,74	132,09	64,7				
	0,62			2,32	81,90	40,11				124,33
Biber	U-r (mm)	200			108,04	148,06	162,83	40,56		
	6,15				664,45	910,57	1001,40	249,44		2825,86
Bostan	U-r (mm)	50			49,87	101,49	43,81			
	1,54				76,80	156,29	67,47			300,56
Domates	U-r (mm)	1000		57,4	132,44	164,91	107,4			
	30,76				1765,62	4073,85	5072,63	3303,62		14215,73
Meyve-Kavak	U-r (mm)	15			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,46				58,82	85,10	69,74	31,05		244,70
Mısır 2. ürün	U-r (mm)	1500				77,11	140,49	98,37	33,61	
	46,14					3557,86	6482,21	4538,79	1550,77	16129,62
Pamuk	U-r (mm)	5			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,15				6,78	22,59	22,53	9,36		61,26
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	35		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	1,08				55,19	177,50	198,71	123,71	35,29	590,40
Susam	U-r (mm)	1			59,43	133,65	83,27			
	0,03				1,78	4,01	2,50			8,29
Ş.Pancarı	U-r (mm)	110		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,38				71,08	440,99	608,26	743,33	314,31	2177,97
T.Fasulye 2. ürün	U-r (mm)	15				87,78	116,08	97,51	21,13	
	0,46					40,38	53,40	44,85	9,72	148,35
Yonca	U-r (mm)	300		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	9,23				243,30	1394,19	1808,25	1724,35	1080,93	399,66
Toplam	100,00	3251	0,00	2137,52	6977,05	12464,39	13540,87	6259,17	1950,42	43477,77
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,69	2,27	4,05	4,40	2,03	0,63	14,09
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,16	3,78	6,75	7,34	3,39	1,02	23,44
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,29	4,20	7,50	8,15	3,77	1,20	26,11

Tablo 5.10 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	20		3,74	132,09	64,7				
	0,62			2,32	81,90	40,11				124,33
Biber	U-r (mm)	200			108,04	148,06	162,83	40,56		
	6,19				668,77	916,49	1007,92	251,07		2844,24
Bostan	U-r (mm)	50			49,87	101,49	43,81			
	1,55				77,30	157,31	67,91			302,51
Domates	U-r (mm)	900		57,4	132,44	164,91	107,4			
	27,86			1599,16	3689,78	4594,39	2992,16			12875,50
Meyve-Kavak	U-r (mm)	10			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,31				39,64	57,35	47,00	20,92		164,91
Mısır	U-r (mm)	1500			127,87	184,99	151,61	67,49		
	46,43				5937,00	8589,09	7039,25	3133,56		24698,90
Pamuk	U-r (mm)	5			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,15				6,78	22,59	22,53	9,36		61,26
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	40		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	1,24			63,36	203,79	228,15	142,04	40,52		677,87
Susam	U-r (mm)	1			59,43	133,65	83,27			
	0,02				1,19	2,67	1,67			5,53
Ş.Pancarı	U-r (mm)	100		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,10			65,19	404,46	557,88	681,75	288,27		1997,55
T.Fasulye	U-r (mm)	5		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	0,15			3,15	19,57	26,99	32,99	13,95		96,66
Yonca	U-r (mm)	400		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	12,38			326,34	1870,00	2425,37	2312,83	1449,82	536,05	8920,41
Toplam	100,00	3231	0,00	2056,38	12980,60	17591,40	14315,06	5193,52	536,05	52769,67
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,66	4,19	5,68	4,63	1,68	0,17	17,02
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,11	6,99	9,47	7,71	2,80	0,28	28,36
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,23	7,77	10,53	8,57	3,11	0,33	31,52

Tablo 5.11 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	20		3,74	132,09	64,7				
	0,80			2,99	105,67	51,76				160,42
Biber	U-r (mm)	100			108,04	148,06	162,83	40,56		
	3,99				431,08	590,76	649,69	161,83		1833,37
Bostan	U-r (mm)	30			49,87	101,49	43,81			
	1,20				59,84	121,79	52,57			234,20
Domates	U-r (mm)	500		57,4	132,44	164,91	107,4			
	19,94			1144,56	2640,85	3288,31	2141,56			9215,27
Meyve-Kavak	U-r (mm)	10			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,40				51,15	74,00	60,64	27,00		212,78
Mısır	U-r (mm)	1400			127,87	184,99	151,61	67,49		
	55,84				7140,26	10329,84	8465,90	3768,64		29704,65
Pamuk	U-r (mm)	1			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,04				1,81	6,03	6,01	2,50		16,34
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	40		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	1,60			81,76	262,96	294,38	183,28	52,29		874,67
Susam	U-r (mm)	1			59,43	133,65	83,27			
	0,04				2,38	5,35	3,33			11,05
Ş.Pancarı	U-r (mm)	100		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,99			83,91	520,58	718,04	877,48	371,03		2571,04
T.Fasulye 2.ürün	U-r (mm)	5				87,78	116,08	97,51	21,13	
	0,19					16,68	22,06	18,53	4,01	61,28
Yonca	U-r (mm)	300		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	11,97			315,53	1808,07	2345,04	2236,24	1401,81	518,30	8624,98
Toplam	100,00	2507	0,00	1628,75	13024,65	17825,29	14676,70	5785,09	518,30	53520,05
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,41	3,27	4,47	3,68	1,45	0,13	13,40
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	0,68	5,44	7,45	6,13	2,42	0,21	22,33
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	0,76	6,05	8,28	6,81	2,69	0,25	24,82

Tablo 5.12 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	20		3,74	132,09	64,7				
	0,60			2,24	79,25	38,82				120,32
Biber	U-r (mm)	400			108,04	148,06	162,83	40,56		
	11,90				1285,68	1761,91	1937,68	482,66		5467,93
Bostan	U-r (mm)	80			49,87	101,49	43,81			
	2,37				118,19	240,53	103,83			462,55
Domates	U-r (mm)	840		57,4	132,44	164,91	107,4			
	25,00			1435,00	3311,00	4122,75	2685,00			11553,75
Meyve-Kavak	U-r (mm)	10			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,30				38,36	55,50	45,48	20,25		159,59
Mısır	U-r (mm)	1550		4,45	131,17	175,83	123,43			
	46,13			205,28	6050,87	8111,04	5693,83			20061,01
Pamuk	U-r (mm)	5			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,15				6,78	22,59	22,53	9,36		61,26
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	20		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,60			30,66	98,61	110,39	68,73	19,61		328,00
Susam	U-r (mm)	5			59,43	133,65	83,27			
	0,15				8,91	20,05	12,49			41,45
Ş.Pancarı	U-r (mm)	120		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,57			75,08	465,78	642,46	785,11	331,97		2300,40
T.Fasulye	U-r (mm)	10		3,74	132,09	64,7				
	0,30			1,12	39,63	19,41				60,16
Yonca	U-r (mm)	300		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	8,93			235,39	1348,88	1749,48	1668,30	1045,79	386,67	6434,51
Toplam	100,00	3360	0,00	1983,65	12812,31	16875,52	13022,99	1909,65	386,67	47050,94
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,67	4,30	5,67	4,38	0,64	0,13	15,79
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,11	7,17	9,45	7,29	1,07	0,21	26,31
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,23	7,97	10,50	8,10	1,19	0,25	29,24

Tablo 5.13 Balıkesir Ovası gerçekleştirilen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	28,5		3,74	132,09	64,7				
	1,01			3,78	133,41	65,35				202,54
Biber	U-r (mm)	157,1			108,04	148,06	162,83	40,56		
	5,59				603,94	827,66	910,22	226,73		2568,55
Bostan	U-r (mm)	37,9			49,87	101,49	43,81			
	1,35				67,32	137,01	59,14			263,48
Domates	U-r (mm)	775,13		57,4	132,44	164,91	107,4			
	27,60			1584,24	3655,34	4551,52	2964,24			12755,34
Meyve-Kavak	U-r (mm)	1,64			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,06				7,67	11,10	9,10	4,05		31,92
Mısır	U-r (mm)	1403,77		4,45	131,17	175,83	123,43			
	49,99			222,46	6557,19	8789,74	6170,27			21739,65
Pamuk	U-r (mm)	1			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,04				1,81	6,03	6,01	2,50		16,34
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	17,62		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,64			32,70	105,18	117,75	73,31	20,92		349,87
Ş.Pancarı	U-r (mm)	90,77		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,23			67,93	421,42	581,27	710,34	300,36		2081,32
Yonca	U-r (mm)	294,69		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	10,49			276,52	1584,51	2055,10	1959,74	1228,48	454,22	7558,57
Toplam	100,00	2808,12	0,00	2187,62	13137,81	17142,52	12862,37	1783,03	454,22	47567,56
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,61	3,69	4,81	3,61	0,50	0,13	13,36
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,02	6,15	8,02	6,02	0,83	0,21	22,26
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,14	6,83	8,91	6,69	0,93	0,24	24,74

Tablo 5.14 Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	26,8		3,74	132,09	64,7				
	0,85			3,18	112,28	55,00				170,45
Biber	U-r (mm)	309			108,04	148,06	162,83	40,56		
	9,85				1064,19	1458,39	1603,88	399,52		4525,98
Bostan	U-r (mm)	40,9			49,87	101,49	43,81			
	1,30				64,83	131,94	56,95			253,72
Buğday	U-r (mm)	5	15,25	125,55	80,06					
	0,16		2,44	20,09	12,81					35,34
Domates	U-r (mm)	760		57,4	132,44	164,91	107,4			
	24,23			1390,80	3209,02	3995,77	2602,30			11197,89
Meyve-Kavak	U-r (mm)	15			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,48				61,38	88,80	72,77	32,40		255,34
Mısır	U-r (mm)	1558		4,45	131,17	175,83	123,43			
	49,67			221,03	6515,21	8733,48	6130,77			21600,49
Pamuk	U-r (mm)	1,3			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,04				1,81	6,03	6,01	2,50		16,34
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	18		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,57			29,13	93,68	104,87	65,29	18,63		311,60
Ş.Pancarı	U-r (mm)	47		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	1,50			31,55	195,71	269,94	329,88	139,49		966,56
Yonca	U-r (mm)	356		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	11,35			299,19	1714,42	2223,58	2120,41	1329,20	491,46	8178,24
Toplam	100,00	3137	2,44	1994,96	13045,33	17067,78	12988,26	1921,72	491,46	47511,95
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,63	4,09	5,35	4,07	0,60	0,15	14,90
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	1,04	6,82	8,92	6,79	1,00	0,25	24,83
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,16	7,58	9,92	7,55	1,12	0,29	27,61

Tablo 5.15 Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	9,8		3,74	132,09	64,7				
	0,47			1,76	62,08	30,41				94,25
Biber	U-r (mm)	200			108,04	148,06	162,83	40,56		
	9,57				1033,94	1416,93	1558,28	388,16		4397,32
Bostan	U-r (mm)	42,8			49,87	101,49	43,81			
	2,05				102,23	208,05	89,81			400,10
Buğday	U-r (mm)	5,7	15,25	125,55	80,06					
	0,27		4,12	33,90	21,62					59,63
Domates	U-r (mm)	402		57,4	132,44	164,91	107,4			
	19,25			1104,95	2549,47	3174,52	2067,45			8896,39
Meyve-Kavak	U-r (mm)	16,3			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,78				99,74	144,29	118,26	52,64		414,93
Mısır	U-r (mm)	1089		4,45	131,17	175,83	123,43			
	52,14				232,02	6839,20	9167,78	6435,64		22674,64
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	13,7		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,66				33,73	108,47	121,43	75,60	21,57	360,80
Ş.Pancarı	U-r (mm)	41		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	1,96				41,22	255,72	352,72	431,04	182,26	1262,97
Yonca	U-r (mm)	268,5		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	12,85				338,73	1940,99	2517,44	2400,64	1504,86	556,41
Toplam	100,00	2088,8	4,12	1786,30	13013,47	17133,58	13176,72	2149,49	556,41	47820,09
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,37	2,72	3,58	2,75	0,45	0,12	9,99
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	0,62	4,53	5,96	4,59	0,75	0,19	16,64
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	0,69	5,03	6,63	5,10	0,83	0,22	18,50

Tablo 5.16 Balıkesir Ovası gerçekleştirilen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	7,5		3,74	132,09	64,7				
	0,26			0,97	34,34	16,82				52,14
Biber	U-r (mm)	300			108,04	148,06	162,83	40,56		
	10,29				1111,73	1523,54	1675,52	417,36		4728,15
Bostan	U-r (mm)	60			49,87	101,49	43,81			
	2,06				102,73	209,07	90,25			402,05
Buğday	U-r (mm)	6,4	15,25	125,55	80,06					
	0,22		3,36	27,62	17,61					48,59
Domates	U-r (mm)	656		57,4	132,44	164,91	107,4			
	22,51			1292,07	2981,22	3712,12	2417,57			10403,00
Meyve-Kavak	U-r (mm)	8,7			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,30				38,36	55,50	45,48	20,25		159,59
Mısır	U-r (mm)	1500		4,45	131,17	175,83	123,43			
	51,47				229,04	6751,32	9049,97	6352,94		22383,27
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	7,5		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,26				13,29	42,73	47,84	29,78	8,50	142,13
Susam	U-r (mm)	2			59,43	133,65	83,27			
	0,07				4,16	9,36	5,83			19,34
Ş.Pancarı	U-r (mm)	101		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	3,47				72,97	452,73	624,46	763,12	322,68	2235,96
Yonca	U-r (mm)	265		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	9,09				239,61	1373,04	1780,82	1698,19	1064,53	393,60
Toplam	100,00	2914,1	3,36	1875,58	12909,99	17029,50	13078,70	1833,31	393,60	47124,03
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,55	3,76	4,96	3,81	0,53	0,11	13,73
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	0,91	6,27	8,27	6,35	0,89	0,18	22,88
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	1,01	6,97	9,19	7,06	0,99	0,22	25,43

Tablo 5.17 Balıkesir Ovası gerçekleştirilen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Bakliye	U-r (mm)	4,7		3,74	132,09	64,7				
	0,17			0,64	22,46	11,00				34,09
Biber	U-r (mm)	300			108,04	148,06	162,83	40,56		
	10,99				1187,36	1627,18	1789,50	445,75		5049,80
Bostan	U-r (mm)	51			49,87	101,49	43,81			
	1,87				93,26	189,79	81,92			364,97
Buğday	U-r (mm)	1	15,25	125,55	80,06					
	0,04		0,61	5,02	3,20					8,83
Domates	U-r (mm)	390		57,4	132,44	164,91	107,4			
	14,28			819,67	1891,24	2354,91	1533,67			6599,50
Meyve-Kavak	U-r (mm)	12			127,87	184,99	151,61	67,49		
	0,44				56,26	81,40	66,71	29,70		234,06
Mısır	U-r (mm)	1677		4,45	131,17	175,83	123,43			
	61,44			273,41	8059,08	10803,00	7583,54			26719,03
Pamuk	U-r (mm)	0,3			45,17	150,63	150,22	62,41		
	0,01				0,45	1,51	1,50	0,62		4,08
Soğan-Sarımsak	U-r (mm)	3,1		51,1	164,35	183,99	114,55	32,68		
	0,11			5,62	18,08	20,24	12,60	3,59		60,13
Ş.Pancarı	U-r (mm)	46,6		21,03	130,47	179,96	219,92	92,99		
	1,71			35,96	223,10	307,73	376,06	159,01		1101,87
Yonca	U-r (mm)	244		26,36	151,05	195,91	186,82	117,11	43,3	
	8,94			235,66	1350,39	1751,44	1670,17	1046,96	387,10	6441,72
Toplam	100,00	2729,7	0,61	1375,98	12904,89	17148,18	13115,68	1685,65	387,10	46618,09
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			0,00	0,38	3,52	4,68	3,58	0,46	0,11	12,73
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %60)			0,00	0,63	5,87	7,80	5,97	0,77	0,17	21,20
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %90)			0,00	0,70	6,52	8,67	6,63	0,85	0,20	23,57

5.3 Doğrusal Regresyon Analizi

Bu çalışmada, farklı değişkenlerin ele alınıp bunlar arasında anlamlı bir bağımlılık, neden sonuç ilişkisi olup olmamasının irdelenebilmesi için doğrusal regresyon analizi tercih edilmiştir. Ama öncelikle regresyon analizinin nasıl yapıldığı hakkında kısaca bilgi verilecektir.

İki rasgele değişken ele alınarak, biri X eksenine diğeri Y eksenine aktarılıp bunlar arasında doğrusal bir ilişki olup olmamasının irdelenmesine **Doğrusal Regresyon Analizi** denilir. İki rasgele değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirtmek için (x_i, y_i) koordinatlarının işaretlenmesi yeterli olmamaktadır. İki rasgele değişken arasındaki bağımlılığın ölçüsü **korelasyon** katsayısıdır. Korelasyon sayısının sıfıra yakın olması (x_i, y_i) arasında anlamlı bir ilişki olmadığını gösterirken, korelasyon sayısının bire yakın çıkması değişkenler arasındaki bağımlılığın gittikçe kuvvetlenerek gerçekçi bir ilişkiye yaklaştığını gösterir. Ancak korelasyon sayısının bire yakın çıkması her zaman iki değişken arasında bir neden sonuç ilişkisi olduğunu göstermez. Korelasyon katsayısı gruplaşmanın sıklığının bir ölçüsüdür ve "R" ile gösterilir.

Korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi bulunabilir;

$$R_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\mu \cdot S_x \cdot S_y} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\mu \cdot S_x \cdot S_y} \quad (5.3)$$

Burada;

\bar{x} : Birinci Değişken Ortalaması

\bar{y} : İkinci Değişken Ortalaması

s_x : x'in Standart Sapması

s_y : y'nin Standart Sapması

N : x,y Çifte Değerlerinin Sayısı (i =1,2,3,4,5...)

$R_{x,y}$: Korelasyon Katsayısı

y'nin x'e göre regresyon doğrusunun denklemi;

$$y = a + b.x \quad (5.4)$$

Bu denkleme göre; regresyon katsayılarını (a,b) hesaplamak için (x_i , y_i) noktalarının düşey (y doğrultusundaki) uzaklıklarının karelerinin toplamı minimum yapılır;

$$\min \sum_{i=1}^N e^2.y_i = \sum_{i=1}^N (y_i - a - b.x_i)^2 \quad (5.5)$$

(5.5) eşitliğinin minimum olması için "a,b"nin (5.6) denklemini sağlaması gerekir.

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^N e^2.y_i}{\partial a} = 0 \quad \frac{\partial \sum_{i=1}^N e^2.y_i}{\partial b} = 0 \quad (5.6)$$

e^2 için (5.5) denklemi kullanılarak (5.6) denklemleri çözümlerse regresyon katsayıları için (5.7) eşitlikleri yazılabilir.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}).(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum X.Y - N.\bar{X}.\bar{Y}}{\sum X^2 - N.\bar{X}^2} = \frac{s_y}{s_x} . R_{x,y} \quad (5.7)$$

$$a = \bar{y} - b . \bar{x} \quad (5.8)$$

Regresyon denklemindeki "a" katsayısı $x = 0$ için y'nin beklenen değerini "b" katsayısı x değişkenindeki birim değişikliğe karşılık y değişkeninde beklenen değişmeyi gösterir [23].

5.4 Regresyon Analizi ile Balıkesir Ovası Sulaması'nın İncelenmesi

Bu bölümde Balıkesir Ovası Sulaması'na ait verilerin doğrusal regresyon analizi yöntemiyle değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirme yapılırken referans olarak alınan [15] 'teki izlenen adımlardan faydalanılmıştır. Regresyon analizi için gerekli olan bağımsız değişken x , bağımlı değişken y olarak ele alınacaktır.

5.4.1 Sulayıcı Sayısı ile Sulanan Alan Arasındaki İlişki

Düşük randımanlı sulamalarda karşılaşılan başlıca sorunlardan biri, sulayıcı (çiftçi) sayısı ile arazi miktarı arasında dengeli bir dağılımın olmamasıdır. Bu dengesiz dağılım, fazla su tüketimi gibi bir sorun teşkil etmektedir. Balıkesir Ovası Sulaması'nda yer alan köylere göre sulayıcı sayıları ve arazi miktarlarını gösteren değerler Tablo 5.18 'de yer almaktadır.

Burada; bağımsız değişken olarak köylere göre sulayıcı sayısı, bağımlı değişken olarak köylere göre arazi miktarı alınmıştır.

x : Sulayıcı Sayısı (Kişi)

y : Arazi miktarı (ha)

**Tablo 5.18 Balıkesir Ovası köylere göre sulayıcı sayısı ve ekilen alan miktarları
(2009 yılı)**

Sıra No	Köy Adı	Sulayıcı Sayısı	Ekilen Alan (ha)
1	Aslıhan	159	162
2	Aslıhantepecik	66	13
3	Atköy	330	195
4	Ayşebacı	54	16
5	B.Bostancı	210	188
6	Balıklı	360	223
7	Çandır	360	297
8	Halalca	450	312
9	K.Bostancı	90	97
10	Karamanköy	310	194
11	Köseler	270	129
12	Köylüköy	198	97
13	Mahmudiye	231	74
14	Ovabayındır	205	67
15	Ovaköy	490	339
16	Yakupköy	420	177
17	Yenice	160	152
	TOPLAM	4363	2730

Regresyon denklemi;

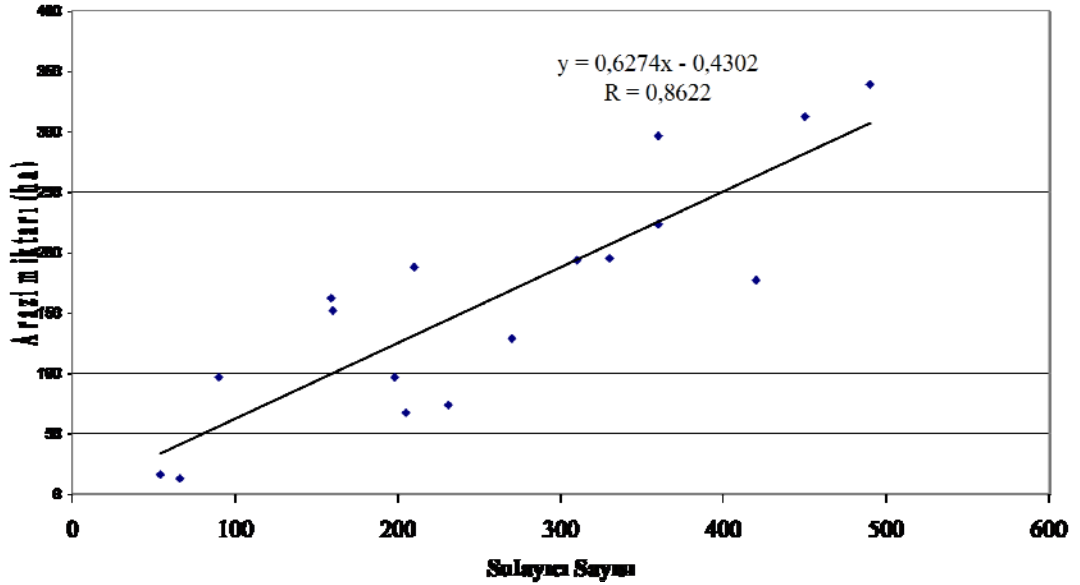
$$y = 0,6274x - 0,4302$$

Korelasyon katsayısı ise;

$$R = 0,8622$$

olmaktadır.

Korelasyon katsayısının bir yeterince yaklaşması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olmasının belirtisidir. Bu da şunu gösterir ki; sulayıcılar (çiftçiler) arasında dengeli bir arazi paylaşımı vardır. Bunun sonucunda, arazi dağılımından dolayı fazla su tüketiminin olmadığı görülmüştür. Regresyon doğrusu Şekil 5.4 'te verilmiştir.



Şekil 5.4 Balıkesir Ovası köylere göre sulayıcı sayıları ve ekilen alanlar regresyon doğrusu

5.4.2 Planlanan ve Gerçekleşen Desene Göre Aylık Sulama Suyu İhtiyaçları ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarlarının Karşılaştırılması

Planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları Tablo 5.8-5.12 ile Tablo 5.13-5.17 'de yer almıştır.

Planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü 'nden, DSİ 251. Şube Müdürlüğü 'nden alınan şebekeye alınan aylık su miktarları verileri karşılaştırma amaçlı tablo halinde 2005-2009 yılları için Tablo 5.19-5.23 'te verilmiştir.

Tablo 5.19 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2005 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
MAYIS	0,84	1,55	0,61	1,14	8,00
HAZİRAN	2,47	4,58	3,67	6,80	9,64
TEMMUZ	4,10	7,60	4,81	8,91	12,10
AĞUSTOS	4,15	7,69	3,61	6,69	13,72
EYLÜL	1,75	3,24	0,50	0,93	11,48
EKİM	0,55	1,01	0,13	0,24	3,52
TOPLAM	13,87	25,67	13,33	24,71	58,46
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			22,80		

Tablo 5.20 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2006 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
MAYIS	0,70	1,29	0,62	1,16	7,11
HAZİRAN	2,28	4,22	4,07	7,54	10,02
TEMMUZ	4,07	7,54	5,35	9,91	13,69
AĞUSTOS	4,42	8,18	4,07	7,54	14,71
EYLÜL	2,04	3,77	0,60	1,11	9,90
EKİM	0,68	1,26	0,15	0,29	0,01
TOPLAM	14,18	26,26	14,86	27,55	55,44
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			26,80		

Tablo 5.21 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2007 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
MAYIS	0,67	1,23	0,37	0,69	3,33
HAZİRAN	4,20	7,77	2,71	5,02	4,27
TEMMUZ	5,69	10,54	3,58	6,62	7,80
AĞUSTOS	4,64	8,57	2,75	5,09	3,35
EYLÜL	1,68	3,11	0,45	0,83	0,89
EKİM	0,17	0,35	0,12	0,22	0,01
TOPLAM	17,05	31,57	9,98	18,47	19,64
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			50,81		

Tablo 5.22 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2008 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
MAYIS	0,41	0,76	0,55	1,01	3,24
HAZİRAN	3,27	6,05	3,76	6,96	4,99
TEMMUZ	4,47	8,29	4,96	9,19	8,25
AĞUSTOS	3,68	6,82	3,81	7,06	8,50
EYLÜL	1,45	2,69	0,53	0,99	3,47
EKİM	0,15	0,27	0,12	0,21	0,01
TOPLAM	13,43	24,88	13,73	25,42	28,46
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			48,24		

Tablo 5.23 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2009 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
MAYIS	0,69	1,20	0,38	0,70	1,03
HAZİRAN	4,37	7,70	3,52	6,52	6,26
TEMMUZ	5,92	10,45	4,68	8,67	10,08
AĞUSTOS	4,82	8,56	3,58	6,63	13,55
EYLÜL	0,56	3,11	0,46	0,85	6,55
EKİM	0,13	0,33	0,11	0,20	2,51
TOPLAM	16,49	31,35	12,73	23,57	39,98
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			31,84		

Planlanan ve gerekleŒen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile Œebekeye alınan aylık su miktarları verileri karŒılaŒtırıldıđında, özellikle 2005 ve 2006 yıllarının Mayıs ve Eylül aylarında planlanan ve gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha fazla su Œebekeye alınmıŒtır. 2005 yılında sırasıyla Mayıs ve Eylül ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 1.55 hm³ ve 3.24 hm³ gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 1.14 hm³ ve 0.93 hm³ olmasına rağmen Œebekeye 8.00 hm³ ve 11.48 hm³ su alınmıŒtır. 2006 yılında sırasıyla Mayıs ve Eylül ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 1.29 hm³ ve 3.77 hm³ gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 1.16 hm³ ve 1.11 hm³ olmasına rağmen Œebekeye 7.11 hm³ ve 9.90 hm³ alınmıŒtır.

2007 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha az su Œebekeye alınmıŒtır. 2007 yılında sırasıyla Temmuz ve Ağustos ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 10.54 hm³ ve 8.57 hm³ olmasına rağmen Œebekeye 7.80 hm³ ve 3.35 hm³ su alınmıŒtır. Bu durum, 2007 yılının Tablo 5.1 'de yer alan Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yađıŒ değerleri incelendiğinde, kurak yıl olmasıyla açıklanabilir.

2007 yılının kurak geçmesinde dolayı, 2008 yılı için daha temkinli bir planlama yapılmıŒtır. 2008 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı Œebekeye alınan su miktarına çok yakın ıkmıŒtır. 2008 yılında sırasıyla Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 8.29 hm³ ve 6.82 hm³ Œebekeye alınan su 8.25 hm³ ve 8.50 hm³ 'tür.

2009 yılında Ağustos ve Eylül aylarında gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha fazla su Œebekeye alınmıŒtır. 2009 yılında sırasıyla Ağustos ve Eylül aylarında gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 6.63 hm³ ve 0.85 hm³ olmasına rağmen Œebekeye 13.55 hm³ ve 6.55 hm³ su alınmıŒtır.

Balıkesir Ovası Sulaması kanallarda devamlı su bulunan sulama şeklinde olmasından dolayı, çiftçiler tarafından bilinçsizce kullanılan su israf edilmiştir. Bu durum hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de toprakta tuzluluk, alkalilik sorunlarının çıkmasına sebep olmaktadır.

Yıllara göre sulama randımanı oranları Şekil 5.5 'te verilmiştir. Anakanalın klasik (beton kaplamalı trapez) şebekenin kanalet olduğu sulama sistemlerinde toplam sulama randımanının, iyi bir sulama şebekesinde % 35 'ten aşağı düşmesi istenmez. Balıkesir Ovası Sulaması'nda toplam sulama randımanları 2005, 2006 ve 2009 yıllarında % 35 'in altındadır. Bunun nedenleri 2005, 2006 ve 2009 yıllarında miktarı planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından daha fazla suyun şebekeye alınması, çiftçilerin bilinçsiz ve kaçak su tüketimleri, su dağıtım sırasında arazide yeterli kontrolün olmaması, su ücretini ödemeye esas beyannamelerdeki alan miktarı ile sulama alanının birbirini tutmaması, 1977 yılında işletmeye açılan şebekedeki yapıların zamanla eskimesi, tahrip olması ve birikintilerin meydana gelmesinden kaynaklanabilmektedir



Şekil 5.5 Balıkesir Ovası yıllara göre sulama randımanı oranları

5.4.3 Planlanan Bitki Deseni ile Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları Arasındaki İlişki

Her sulama sezonu öncesi sulamayı gerçekleştirecek şebekeye alınması gereken su miktarının planlaması için sulama yapacak olan çiftçilerden toplanan talep formlarının (Şekil 5.2) değerlendirilmesiyle planlamaya esas olacak bitki deseni elde edilir. Elde edilen bu bitki desenine göre bitki su ihtiyaçları doğrultusunda planlanan bitki desenine ait sulama suyu ihtiyacı hesaplanır. Aynı şekilde fiili olarak gerçekleşen bitki deseni içinde sulama suyu ihtiyacı hesap edilir. Hesapla bulunan planlanan bitki desenine göre sulama suyu ihtiyacı değerleri Tablo 5.8-5.12 'den, gerçekleşen bitki desenine göre sulama suyu ihtiyacı değerleri ise Tablo 5.13-5.17 'den alınarak 2005-2009 yılları için Tablo 5.24 oluşturulmuştur.

Burada;

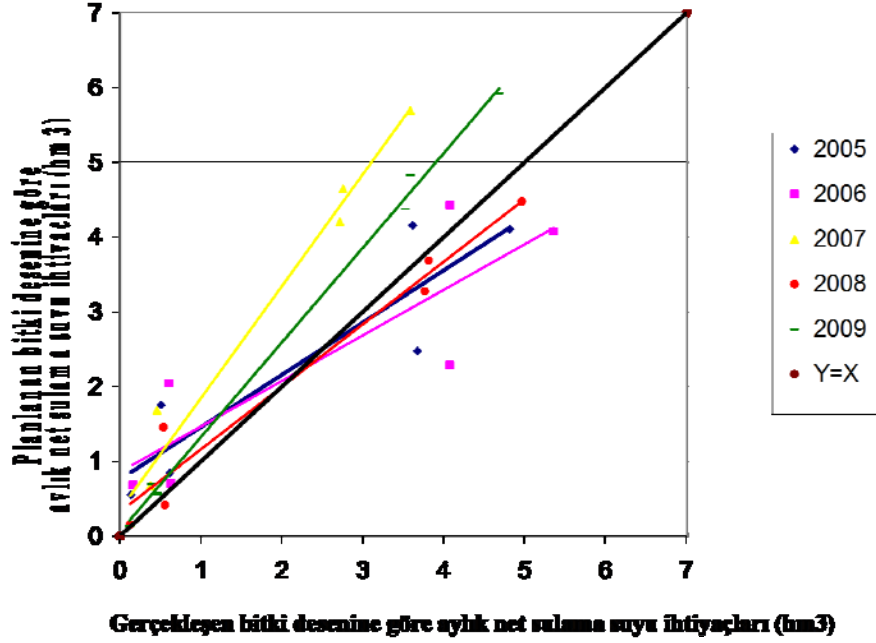
x : Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)
y : Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Net Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)

göstermektedir.

Tablo 5.24 2005-2009 yılları için planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları

Yıl	Ay	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
2005	x	0,61	3,67	4,81	3,61	0,5	0,13
	y	0,84	2,47	4,1	4,15	1,75	0,55
2006	x	0,62	4,07	5,35	4,07	0,6	0,15
	y	0,7	2,28	4,07	4,42	2,04	0,68
2007	x	0,37	2,71	3,58	2,75	0,45	0,12
	y	0,67	4,2	5,69	4,64	1,68	0,17
2008	x	0,55	3,76	4,96	3,81	0,53	0,12
	y	0,41	3,27	4,47	3,68	1,45	0,15
2009	x	0,38	3,52	4,68	3,58	0,46	0,11
	y	0,69	4,37	5,92	4,82	0,56	0,13

2005-2009 yılları için planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net bitki sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 5.6 'da ve Tablo 5.25 'te verilmiştir.



Şekil 5.6 Balıkesir Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 5.25 Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	$y=x$ doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y = 0,6986x + 0,7579$	0,9096	0,9079
2006	$y = 0,6089x + 0,8568$	0,8613	0,8588
2007	$y = 1,4967x + 0,3522$	0,9869	0,8604
2008	$y = 0,8365x + 0,3241$	0,9769	0,9765
2009	$y = 1,2649x + 0,0646$	0,9983	0,9643

Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. 2006 ve 2007 yıllarında planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasında $y=x$ doğrusuna göre kuvvetli bir ilişkinin, 2005, 2008, 2009 yıllarında ise çok kuvvetli ilişkinin olduğu görülmektedir. Planlama aşamasında göz önüne alınan talep formlarının gerçeğe yakın çıktığı görülmüştür.

5.4.4 Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarı Arasındaki İlişki

Sulama programları ve şebekeye alınması gereken su programı, sulama sezonu öncesi yapılan talep formlarının derlenmesi ve elde edilen planlanan bitki desenine göre bitki sulama suyu ihtiyaçları hesapları ile elde edilir.

Planlanan bitki desenine göre hesap edilmiş olan brüt sulama suyu ihtiyacı ile sulama sezonu sonunda şebekeye alınan su miktarları arasındaki ilişki ele alınacaktır. 2005-2009 yılları için aylara göre sıralanmış x ve y değerleri Tablo 5.26 'da verilmiştir.

Burada;

x: Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)

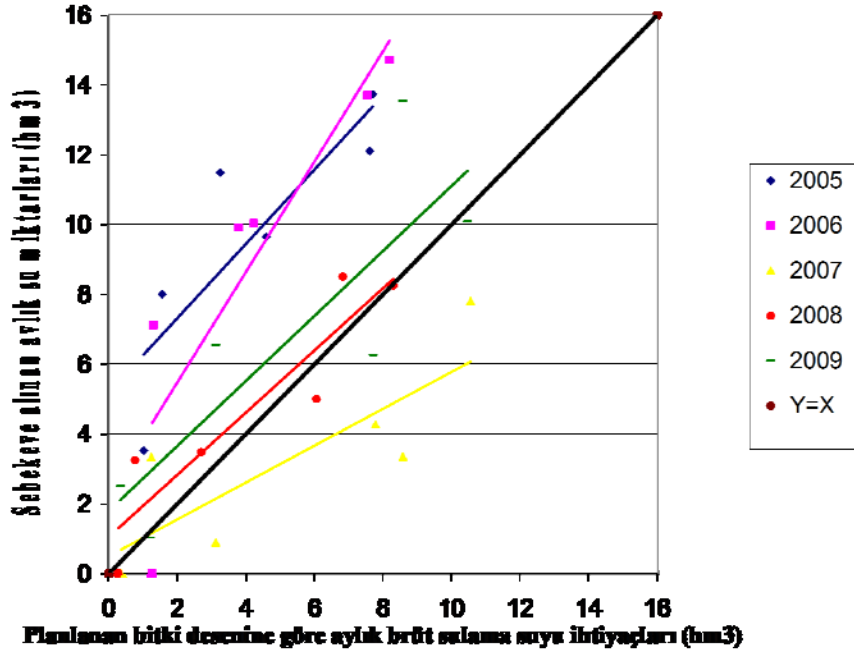
y: Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarını (hm^3)

göstermektedir.

Tablo 5.26 2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları

Yıl	Ay	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
2005	x	1,55	4,58	7,60	7,69	3,24	1,01
	y	8,00	9,64	12,10	13,72	11,48	3,52
2006	x	1,29	4,22	7,54	8,18	3,77	1,26
	y	7,11	10,02	13,69	14,71	9,90	0,01
2007	x	1,23	7,77	10,54	8,57	3,11	0,35
	y	3,33	4,27	7,80	3,35	0,89	0,01
2008	x	0,76	6,05	8,29	6,82	2,69	0,27
	y	3,24	4,99	8,25	8,50	3,47	0,01
2009	x	1,20	7,70	10,45	8,56	3,11	0,33
	y	1,03	6,26	10,08	13,55	6,55	2,51

2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı ile şebekeye alınan aylık su miktarı arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 5.7 'de ve Tablo 5.27 'de verilmiştir.



Şekil 5.7 Balıkesir Ovası planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 5.27 Planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	y=x doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y = 1.0641x + 5.1909$	0,8475	0,4401
2006	$y = 1.581x + 2.3188$	0,8852	0,6245
2007	$y = 0,5278x + 0,4947$	0,8144	0,6390
2008	$y = 0.8907x + 1.0481$	0,9214	0,9034
2009	$y = 0,9312x + 1,7987$	0,8453	0,8007

Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. 2005 yılında $y=x$ doğrusuna göre zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Mayıs ve Eylül aylarında şebekeye fazla su alınmasından kaynaklanmaktadır. 2007 yılı için ise Tablo 5.1 'de yer alan Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri incelendiğinde, kurak yıl olduğundan şebekeye alınan su miktarında kısıtlamaya gidilmiş, Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından daha az su kullanılmıştır. 2008 yılında çok kuvvetli bir ilişkinin ortaya çıkmasının nedeni ise, kurak geçen 2007 yılının ardından daha temkinli bir planlama yapılmasıdır.

5.4.5 Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Aylık Şebekeye Alınan Su Miktarı Arasındaki İlişki

Bu bölümde, gerçekleşen bitki desenine göre hesap edilmiş olan brüt sulama suyu ihtiyacı ile sulama sezonu sonunda şebekeye alınan su miktarları arasındaki ilişki ele alınacaktır. 2005-2009 yılları için aylara göre sıralanmış x ve y değerleri Tablo 5.28 'de verilmiştir.

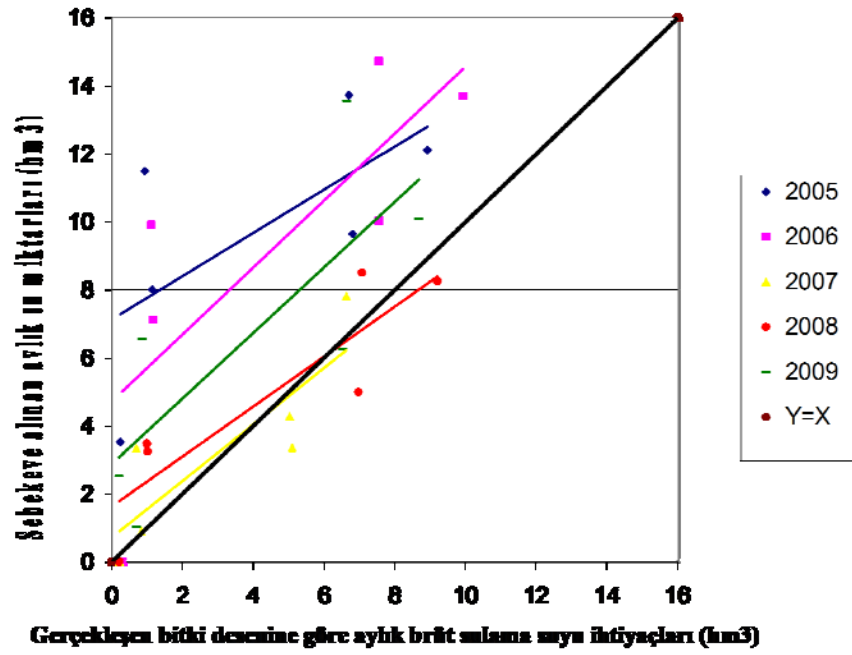
Burada;

x: Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)
y: Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarını (hm^3)
göstermektedir.

Tablo 5.28 2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları

Yıl	Ay	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
2005	x	1,14	6,80	8,91	6,69	0,93	0,24
	y	8,00	9,64	12,10	13,72	11,48	3,52
2006	x	1,16	7,54	9,91	7,54	1,11	0,29
	y	7,11	10,02	13,69	14,71	9,90	0,01
2007	x	0,69	5,02	6,62	5,09	0,83	0,22
	y	3,33	4,27	7,80	3,35	0,89	0,01
2008	x	1,01	6,96	9,19	7,06	0,99	0,21
	y	3,24	4,99	8,25	8,50	3,47	0,01
2009	x	0,70	6,52	8,67	6,63	0,85	0,20
	y	1,03	6,26	10,08	13,55	6,55	2,51

2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı ile şebekeye alınan aylık su miktarı arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 5.8 'de ve Tablo 5.29 'da verilmiştir.



Şekil 5.8 Balıkesir Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 5.29 Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Balıkesir Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	y=x doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y = 0.6357x + 7.1254$	0,6578	0,3344
2006	$y = 0.9861x + 4.7103$	0,7803	0,5628
2007	$y = 0,8314x + 0,7128$	0,8472	0,8450
2008	$y = 0.7359x + 1.6238$	0,8888	0,8763
2009	$y = 0,9642x + 2,8756$	0,777	0,6532

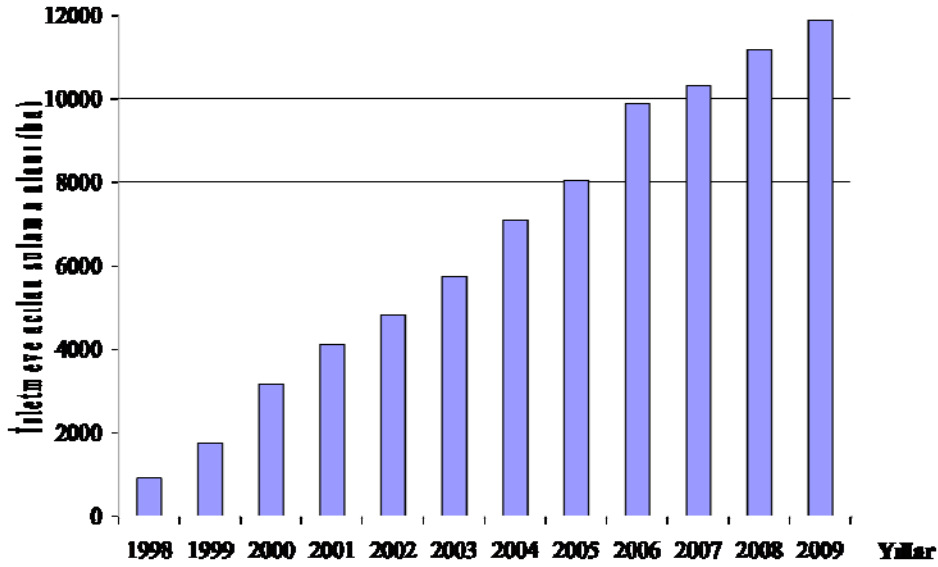
Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. 2005 yılında $y=x$ doğrusuna göre zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Mayıs ve Eylül aylarında şebekeye fazla su alınmasından kaynaklanmaktadır. 2009 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Ağustos ve Eylül aylarında suyun gerekenden fazla

kullanılmasıyla açıklanabilir. Ayrıca eksik gösterilen ve doğru beyan edilmeyen bitki deseni, arazide bulunan Sulama Birliği'ne ait teknik elemanlarca yerinde birebir kontrol edilemediğinden fazla su tüketimi gerçekleşmektedir. Bunun yanında bitki deseninin yarısından fazlası mısırdan ibarettir. Mısırın fazla su tüketmesi ve doğal olarak Sulama Birliği 'ne ödenmesi gereken ücretin de fazla olması demektir. Bundan kaçınmak için çiftçiler mısır miktarını eksik veya yanlış beyan edebilirler.

Balıkesir Ovası Sulaması 'nda sıralı sulama yapılmakta olup, bazı çiftçiler sıralama düzeni harici kaçak su kullanabilmektedir. Bunun yanında kendisine sıra gelen çiftçi gereğinden fazla su kullanabilmektedir. Bu durum bazı çiftçilerin sulama konusunda bilinçsiz olmasından kaynaklanmaktadır.

6. GÖNEN OVASI SULAMASI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gönen Ovası Sulaması'nın su kaynağı Gönen barajı olup Gönen Ovası'nda 11875 ha arazi, Gönen çayına bırakılan sulama suyunun Gönen regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmasıyla sulanmaktadır. Gönen Ovası sulama tesislerinin tamamı 2009 yılında işletmeye açılmış olup, 1998 yılından itibaren ise inşaatı biten kısımlar kurulan Gönen Ovası Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Yıllara göre işletmeye açılan alanlar Şekil 6.1 'de gösterilmiştir. Sol sahil ana kanal uzunluğu 40512 m, sağ sahil ana kanal uzunluğu 43050 m olup, ana kanallar klasik beton kaplamalıdır. Toplam sulama şebekesi uzunluğu 537300 m olup, şebeke yedek ve tersiyer kanalet hatlarından oluşmaktadır [19].



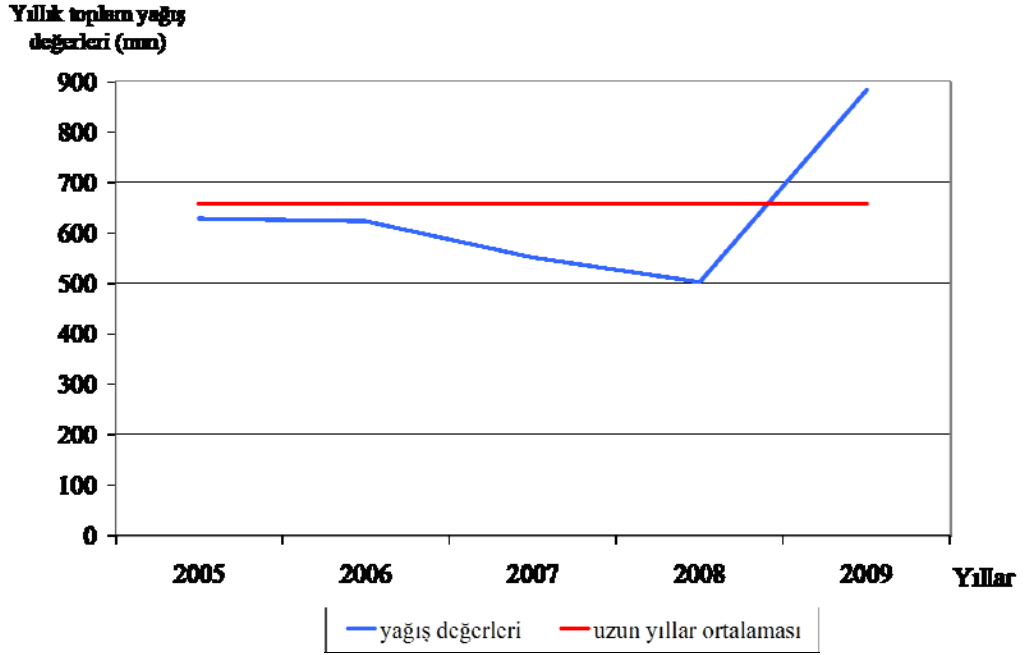
Şekil 6.1 Gönen Ovası yıllara göre işletmeye açılan sulama alanları

Gönen Ovası Sulaması'nda sulama mevsimi Nisan ayı ortalarında başlayıp Eylül ayı sonuna kadar devam etmektedir. Gönen Ovası Sulaması için alınan meteorolojik doneler incelendiğinde uzun yıllar ortalamasına göre Aralık ayının en yağışlı, Temmuz ayının ise en kurak ay olduğu görülmüştür. Sulama alanında sulamanın pik olduğu dönem ise Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Gönen Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri Tablo 6.1 'de ve Şekil 6.2 'de gösterilmiştir.

Sulamadan yararlanan çiftçiler sulama sırasında 10 lt/sn lik plastik ve özel imalat sifonları kullanmaktadır. Gece sulaması genelde yapılmamakta ve suyun bir kısmı sulamada kullanılmayarak kanal sonlarından tahliye edilmektedir.

Tablo 6.1 Balıkesir-Gönen ölçülen yağış değerleri

Aylar	Uzun Yıllar Ortalaması (mm)	2005 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2006 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2007 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2008 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2009 yılı ölçülen yağış değeri (mm)
Ocak	88.8	122.1	65.2	63.8	34.1	94.2
Şubat	75.1	113.6	99.7	19.5	44.2	176.2
Mart	62.8	66.8	93.1	56.9	61.4	115.3
Nisan	55.4	38.6	20.1	17.2	16.5	53.0
Mayıs	38.6	31.7	10.9	43.7	9.1	13.6
Haziran	25.1	6.0	22.9	8.1	40.9	21.6
Temmuz	11.5	15.6	0.0	0.2	4.6	3.4
Ağustos	14.6	14.5	0.0	0.1	29.5	0.0
Eylül	28.4	12.7	77.9	26.3	69.5	161.3
Ekim	55.8	33.4	147.1	101.2	29.6	24.8
Kasım	96.5	119.6	64.6	107.7	59.8	110.0
Aralık	104.4	53.2	21.0	106.0	102.6	109.6
Yıllık	657.0	627.8	622.5	550.7	501.8	883.0



Şekil 6.2 Balıkesir-Gönen ölçülen yağış değerleri

Su dağıtım taleb sistemine göre yapılmaktadır. Talepler, sulama sezonu öncesinde su kullanım sözleşmesi (Şekil 6.3) doldurularak, birlik görevlilerine verilmesi, birlik merkezine götürülmesi veya köydeki su dağıtım teknisyenlerine verilmesi suretiyle yapılmaktadır.

Doldurulan sözleşmelerin değerlendirilmesiyle sulama planlamasına esas olacak 2005-2009 yılları arasındaki bitki deseni Gönen Ovası Sulama Birliği'nden temin edilmiştir. 2005-2009 yılları arasındaki sulama sezonları için gerçekleşen ürün deseni ise, Gönen Ovası Sulama Birliği'nden sulanan arazi miktarına göre sulayıcılardan tahsil edilen ücretlerden ortaya çıkmıştır (Tablo 6.2 – 6.6).

Tablo 6.2 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2005 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Çeltik	5700	81,55	5750	85,82
Buğday	20	0,29	7	0,10
Ş.Pancarı	60	0,86	49	0,73
Domates	300	4,29	213	3,18
Mısır	800	11,44	604	9,01
Patlıcan	60	0,86	61	0,91
Fasulye	10	0,14	9	0,13
Ayçiçeği	10	0,14	0	0
Tütün	30	0,43	7	0,10
TOPLAM	6990	100	6700	100

Tablo 6.3 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2006 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Çeltik	5750	71,54	6195	87,81
Buğday	1027	12,78	17	0,24
Ş.Pancarı	50	0,62	60	0,85
Domates	300	3,73	170	2,41
Mısır	800	9,95	527	7,47
Patlıcan	60	0,75	61	0,86
Fasulye	10	0,12	18	0,26
Ayçiçeği	10	0,12	0	0
Tütün	30	0,37	7	0,10
TOPLAM	8037	100	7055	100

Tablo 6.4 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2007 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Çeltik	7200	77,01	6754	83,28
Buğday	900	9,63	15	0,18
Ş.Pancarı	50	0,53	73	0,90
Domates	200	2,14	294	3,63
Mısır	900	9,63	848	10,46
Patlıcan	60	0,64	112	1,38
Fasulye	5	0,05	14	0,17
Ayçiçeği	5	0,05	0	0
Tütün	30	0,32	0	0
TOPLAM	9350	100	8110	100

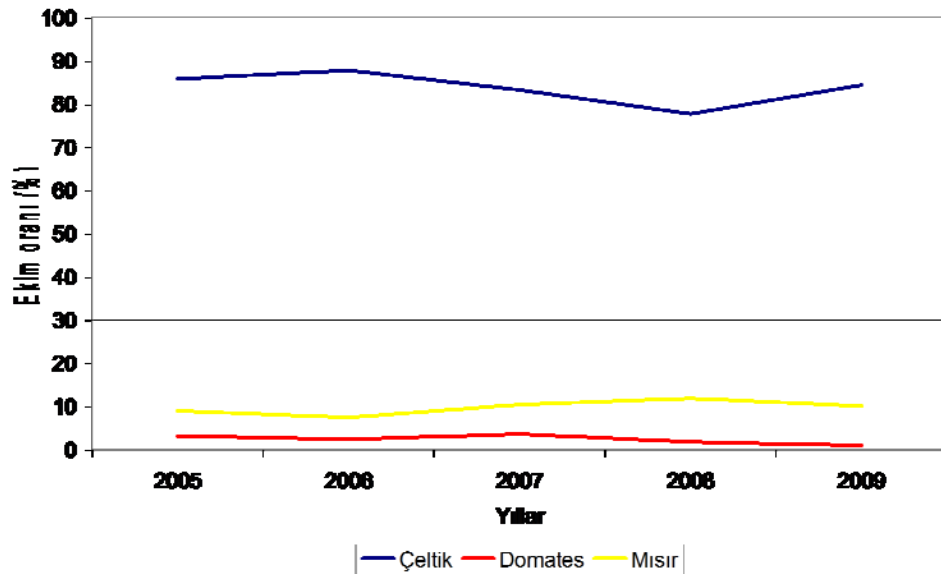
Tablo 6.5 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2008 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Çeltik	7605	72,95	6840	77,73
Buğday	950	9,11	386	4,39
Ş.Pancarı	80	0,77	89	1,01
Domates	500	4,80	160	1,82
Mısır 1. Ürün	100	0,96	150	1,70
Mısır 2. Ürün	980	9,40	900	10,23
Patlıcan	200	1,92	229	2,60
Fasulye	5	0,05	22	0,25
Ayçiçeği	5	0,05	24	0,27
TOPLAM	10425	100	8800	100

Tablo 6.6 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki deseni (2009 yılı)

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni		Gerçekleşen bitki deseni	
	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Ekim Oranı (%)
Çeltik	8050	75,85	7177	84,40
Buğday	488	4,6	13	0,20
Ş.Pancarı	80	0,75	76	0,90
Domates	585	5,51	87	1,00
Mısır	1200	11,31	859	10,10
Patlıcan	200	1,88	95	1,10
Fasulye	5	0,05	31	0,40
Ayçiçeği	5	0,05	11	0,10
Yonca	0	0	119	1,40
Meyve	0	0	31	0,40
TOPLAM	10613	100	8499	100

Planlanan ekim alanları ile gerçekleşen ekim alanları karşılaştırıldığında 2005-2009 yılları gerçekleşen ekim alanının planlanan ekim alanından az olduğu görülmektedir. Gönen Ovası'nda gerçekleşen bitki deseni incelendiğinde dikkat çekici olan çeltik ekiminin ağırlıkta olduğu ve çeltik ekilen alanların giderek arttığı görülmektedir (Şekil 6.4). Yörede çok sayıda çeltik fabrikası bulunmaktadır.



Şekil 6.4 Gönen Ovası'nda yıllara göre bitki ekim oranları

6.1 Aylık Bitki Su İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Gönen Ovası Sulaması henüz 2009 yılı sonu itibariyle tamamı işletmeye açıldığından göz önüne alınan bitki su tüketim değerleri olarak benzer özellikler taşıyan Manyas Büyükkaradere Sulaması değerleri kullanılmaktadır. Manyas Büyükkaradere sulaması bitki su tüketim değerleri Tablo 6.7 'de verilmiştir. Ancak bitki su ihtiyaçlarının belli bir kısmı yağışlardan doğal olarak, belli bir kısmı da kıştan artan nem olarak karşılandığından bitkinin aylık su ihtiyacı (5.1) eşitliğindeki gibi elde edilir. Tablo 6.7 'deki değerler uzun yıllar yağış ortalamaları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.7 Gönen Ovası bitki sulama suyu ihtiyaçları [22]

BİTKİ ADI	AYLIK BİTKİ SU TÜKETİMİ (U) VE SULAMA SUYU İHTİYAÇLARI (U-r) (mm)												
		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
BÖLGESİ PROJE ADI SULAMANIN ADI	I. MANYAS BÜYÜK KARADERE	ENLEMİ KOTU METEOROLOJİ İST.		40° 11 ' 15 m M.KEMALPAŞA	İLK DON ORT. TARİHİ SON DON ORT. TARİHİ		: 16 ARALIK : 16 MART						
	ŞEKER PANCARI 15.4/30.9 - K.A.R : 33	U			26,73	90,22	142,22	170,05	202,88	105,41			
	U-r				13,32	112,41	155,65	188,58	68,65				538,61
AYÇİÇEĞİ 15.5/15.9 - K.A.R : 11	U				32,75	77,8	129,18	147,51	51,36				438,6
	U-r					45,05	114,78	133,21	32,98				326,02
MISIR 15.5/30.9 - K.A.R : 11	U				33,24	102,5	157,82	150,86	109,3				553,72
	U-r					70,23	143,42	136,42	72,54				422,61
ÇELTİK 15.4/15.9 - K.A.R : 33	U			95,88	291,19	120,88	178,55	199	62,44				947,94
	U-r			37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04				767,41
PATLICAN 1.5/25.9 - K.A.R : 20	U				64,49	130,66	141,36	153,02	66,46				555,99
	U-r					100,28	126,96	138,72	35,83				401,79
BUĞDAY 1.1/15.7 - K.A.R : 45	U	23,49	25,71	40,13	80,61	173,56	157,47	31,46					532,43
	U-r					116,16	127,68	24,49					268,33
FASULYE 1.5/15.10 - K.A.R : 20	U				70,06	98,85	139,41	148,63	95,83	27,25			580,03
	U-r				4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93			393,38
DOMATES 10.5/20.9 - K.A.R : 14	U				96,73	159,74	159,35	138,63	35,78				590,23
	U-r				50,74	129,95	144,95	124,33	11,28				461,25

6.2 Aylık Sulama Suyu İhtiyacı

Bitki deseninde yer alan bitkilerin aylık su ihtiyaçları (5.1) eşitliği ile elde edilmiş ve Tablo 6.12 'de yer almıştır. Elde edilen bu değerler yardımıyla planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (5.2) eşitliği ile hesaplanmıştır.

Yapılan bu hesaplamaların amacı; sulama sözleşmesi ile elde edilen planlanan bitki deseninin aylık bitki sulama suyu ihtiyacını ve gerçekleşen bitki deseninin aylık bitki sulama suyu ihtiyacını belirlemektir. Yapılan hesaplama sonuçları Gönen Ovası Sulama Birliği 'nden, DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü 'nden, DSİ Gönen-Biga-Manyas Projeleri İnşaat Kontrol Şube Müdürlüğü 'nden alınarak planlanan bitki deseni için Tablo 6.8-6.12 'de, gerçekleşen bitki deseni için ise Tablo 6.13-6.17 'de yer almıştır.

Tablo 6.8 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	5700	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	81,55		3042,63	20070,27	7429,21	13386,43	15062,29	3591,46		62582,29
Buğday	U-r (mm)	20		116,16	127,68	24,49				
	0,29			33,69	37,03	7,10				77,82
Ş.Pancarı	U-r (mm)	60		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,86			11,46	96,67	133,86	162,18	59,04		463,20
Domates	U-r (mm)	300		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	4,29			217,67	557,49	621,84	533,38	48,39		1978,76
Mısır	U-r (mm)	800			70,23	143,42	136,42	72,54		
	11,44				803,43	1640,72	1560,64	829,86		4834,66
Patlıcan	U-r (mm)	60			100,28	126,96	138,72	35,83		
	0,86				86,24	109,19	119,30	30,81		345,54
Fasulye	U-r (mm)	10		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,14			0,70	9,67	17,50	18,81	8,27	0,13	55,07
Ayçiçeği	U-r (mm)	10			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,14				19,37	49,36	57,28	14,18		140,19
Tütün	U-r (mm)	30			63,48	133,11	84,8			
	0,43				27,30	57,24	36,46			121,00
Toplam	100,00	6990	3042,63	20333,78	9047,03	15973,88	17493,05	4567,83	0,13	70598,53
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,13	14,21	6,32	11,17	12,23	3,19	0,00	49,25
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			3,43	22,92	10,20	18,01	19,72	5,15	0,00	79,44
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,04	26,97	12,00	21,19	23,20	6,06	0,00	93,45

Tablo 6.9 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	5750	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	71,55		2669,53	17609,17	6518,21	11744,93	13215,29	3151,06		54908,19
Buğday	U-r (mm)	1027		116,16	127,68	24,49				
	12,78			1484,52	1631,75	312,98				3429,26
Ş.Pancarı	U-r (mm)	50		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,62			8,26	69,69	96,50	116,92	42,56		333,94
Domates	U-r (mm)	300		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	3,73			189,26	484,71	540,66	463,75	42,07		1720,46
Mısır	U-r (mm)	800			70,23	143,42	136,42	72,54		
	9,96				699,49	1428,46	1358,74	722,50		4209,20
Patlıcan	U-r (mm)	60			100,28	126,96	138,72	35,83		
	0,75				75,21	95,22	104,04	26,87		301,34
Fasulye	U-r (mm)	10		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,12			0,60	8,29	15,00	16,12	7,09	0,11	47,21
Ayçiçeği	U-r (mm)	10			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,12				16,67	42,47	49,29	12,20		120,63
Tütün	U-r (mm)	30			63,48	133,11	84,8			
	0,37				23,49	49,25	31,38			104,11
Toplam	100,00	8037	2669,53	19291,81	9510,84	14283,02	15306,23	3992,16	0,11	65174,33
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,15	15,50	7,64	11,48	12,30	3,21	0,00	52,28
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			3,46	25,01	12,33	18,51	19,84	5,17	0,00	84,33
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,07	29,42	14,50	21,78	23,34	6,09	0,00	99,21

Tablo 6.10 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	7200	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	77,01		2873,24	18952,93	7015,61	12641,19	14223,75	3391,52		59098,24
Buğday	U-r (mm)	900		116,16	127,68	24,49				
	9,63			1118,62	1229,56	235,84				2584,02
Ş.Pancarı	U-r (mm)	50		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,53			7,06	59,58	82,49	99,95	36,38		285,46
Domates	U-r (mm)	200		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	2,14			108,58	278,09	310,19	266,07	24,14		987,08
Mısır 1. Ürün	U-r (mm)	100		33,2	70,2	143,4	136,6	72,5		
	1,07				600,91	1227,50	1169,30	620,60		3618,31
Mısır 2. Ürün	U-r (mm)	800			70,23	143,42	136,42	72,54		
	8,56				601,17	1227,68	1167,76	620,94		3617,54
Patlıcan	U-r (mm)	60			100,28	126,96	138,72	35,83		
	0,64				64,18	81,25	88,78	22,93		257,15
Fasulye	U-r (mm)	5		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,05			0,25	3,45	6,25	6,72	2,95	0,05	19,67
Ayçiçeği	U-r (mm)	5			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,05				14,42	36,73	42,63	10,55		104,33
Tütün	U-r (mm)	30			63,48	133,11	84,8			
	0,32				20,31	42,60	27,14			90,04
Toplam	100,00	9350	2873,24	20187,44	9271,95	14627,49	15880,15	4098,87	0,05	70661,84
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,69	18,88	8,67	13,68	14,85	3,83	0,00	62,59
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,33	30,44	13,98	22,06	23,95	6,18	0,00	100,95
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			5,10	35,82	16,45	25,95	28,17	7,27	0,00	118,76

Tablo 6.11 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	7605	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	72,94		2721,39	17951,26	6644,83	11973,10	13472,02	3212,28		55974,89
Buğday	U-r (mm)	950		116,16	127,68	24,49				
	9,11			1058,22	1163,16	223,10				2444,49
Ş.Pancarı	U-r (mm)	80		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,77			10,26	86,56	119,85	145,21	52,86		414,73
Domates	U-r (mm)	500		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	4,80			243,55	623,76	695,76	596,78	54,14		2214,00
Mısır 1. Ürün	U-r (mm)	100		33,2	70,2	143,4	136,6	72,5		
	0,96				659,88	1347,96	1284,04	681,50		3973,38
Mısır 2. Ürün	U-r (mm)	980			70,23	143,42	136,42	72,54		
	9,40				660,16	1348,15	1282,35	681,88		3972,53
Patlıcan	U-r (mm)	200			100,28	126,96	138,72	35,83		
	1,92				192,54	243,76	266,34	68,79		771,44
Fasulye	U-r (mm)	5		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,05			0,25	3,45	6,25	6,72	2,95	0,05	19,67
Ayçiçeği	U-r (mm)	5			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,05				2,25	5,74	6,66	1,65		16,30
Toplam	100,00	10425	2721,39	19263,54	9374,47	14609,98	15769,42	4072,91	0,05	69801,42
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,84	20,08	9,77	15,23	16,44	4,25	0,00	68,61
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,58	32,39	15,76	24,57	26,52	6,85	0,00	110,66
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			5,38	38,11	18,54	28,90	31,19	8,06	0,00	130,19

Tablo 6.12 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	8050	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	75,85		2829,98	18667,54	6909,97	12450,84	14009,56	3340,45		58208,33
Buğday	U-r (mm)	488		116,16	127,68	24,49				
	4,60			534,12	587,09	112,61				1233,82
Ş.Pancarı	U-r (mm)	80		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,75			10,04	84,73	117,33	142,15	51,75		406,00
Domates	U-r (mm)	585		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	5,51			279,68	716,30	798,98	685,32	62,18		2542,46
Mısır	U-r (mm)	1200			70,23	143,42	136,42	72,54		
	11,31				794,08	1621,63	1542,49	820,20		4778,40
Patlıcan	U-r (mm)	200			100,28	126,96	138,72	35,83		
	1,88				188,98	239,25	261,42	67,52		757,17
Fasulye	U-r (mm)	5		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,05			0,23	3,25	5,89	6,33	2,78	0,04	18,53
Ayçiçeği	U-r (mm)	5			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,05				2,12	5,41	6,28	1,55		15,36
Toplam	100,00	10613	2829,98	19491,61	9286,53	15351,94	16653,54	4346,43	0,04	67960,07
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			3,00	20,69	9,86	16,29	17,67	4,61	0,00	72,13
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,84	33,37	15,90	26,28	28,51	7,44	0,00	116,33
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			5,70	39,25	18,70	30,92	33,54	8,75	0,00	136,86

Tablo 6.13 Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2005 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	5750	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	85,82		3201,94	21121,16	7818,20	14087,35	15850,95	3779,51		65859,13
Buğday	U-r (mm)	7		116,16	127,68	24,49				
	0,11			12,78	14,04	2,69				29,52
Ş.Pancarı	U-r (mm)	49		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,73			9,72	82,06	113,62	137,66	50,11		393,19
Domates	U-r (mm)	213		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	3,18			161,35	413,24	460,94	395,37	35,87		1466,78
Mısır	U-r (mm)	604			70,23	143,42	136,42	72,54		
	9,01				632,77	1292,21	1229,14	653,59		3807,72
Patlıcan	U-r (mm)	61			100,28	126,96	138,72	35,83		
	0,91				91,25	115,53	126,24	32,61		365,63
Fasulye	U-r (mm)	9		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,13			0,65	8,98	16,25	17,46	7,68	0,12	51,14
Tütün	U-r (mm)	7			63,48	133,11	84,8			
	0,11				6,98	14,64	9,33			30,95
Toplam	100,00	6700	3201,94	21305,66	9067,53	16103,25	17766,16	4559,37	0,12	72004,04
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,15	14,27	6,08	10,79	11,90	3,05	0,00	48,24
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			3,46	23,02	9,80	17,40	19,20	4,93	0,00	77,81
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,07	27,09	11,53	20,47	22,59	5,80	0,00	91,54

Tablo 6.14 Gönen Ovası gerçekleştirilen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2006 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	6195	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	87,80		3275,82	21608,46	7998,58	14412,37	16216,66	3866,71		67378,60
Buğday	U-r (mm)	17		116,16	127,68	24,49				
	0,20			23,23	25,54	4,90				53,67
Ş.Pancarı	U-r (mm)	60		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,90			11,99	101,17	140,09	169,72	61,79		484,75
Domates	U-r (mm)	170		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	2,40			121,78	311,88	347,88	298,39	27,07		1107,00
Mısır	U-r (mm)	527			70,23	143,42	136,42	72,54		
	7,50				526,73	1075,65	1023,15	544,05		3169,58
Patlıcan	U-r (mm)	61			100,28	126,96	138,72	35,83		
	0,85				85,24	107,92	117,91	30,46		341,52
Fasulye	U-r (mm)	18		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,25			1,25	17,27	31,25	33,58	14,77	0,23	98,35
Tütün	U-r (mm)	7			63,48	133,11	84,8			
	0,10				6,35	13,31	8,48			28,14
Toplam	100,00	7055	3275,82	21766,70	9072,74	16133,36	17867,90	4544,84	0,23	72661,59
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,31	15,36	6,40	11,38	12,61	3,21	0,00	51,26
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			3,73	24,77	10,32	18,36	20,33	5,17	0,00	82,68
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,39	29,14	12,15	21,60	23,92	6,08	0,00	97,27

Tablo 6.15 Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2007 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	6754	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	83,28		3107,18	20496,04	7586,81	13670,41	15381,82	3667,65		63909,90
Buğday	U-r (mm)	15		116,16	127,68	24,49				
	0,18			20,91	22,98	4,41				48,30
Ş.Pancarı	U-r (mm)	73		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,90			11,99	101,17	140,09	169,72	61,79		484,75
Domates	U-r (mm)	294		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	3,63			184,19	471,72	526,17	451,32	40,95		1674,34
Mısır	U-r (mm)	848			70,23	143,42	136,42	72,54		
	10,46				734,61	1500,17	1426,95	758,77		4420,50
Patlıcan	U-r (mm)	112			100,28	126,96	138,72	35,83		
	1,38				138,39	175,20	191,43	49,45		554,47
Fasulye	U-r (mm)	14		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,17			0,85	11,74	21,25	22,84	10,04	0,16	66,87
Toplam	100,00	8110	3107,18	20713,97	9067,41	16037,70	17644,08	4588,64	0,16	71159,14
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,52	16,80	7,35	13,01	14,31	3,72	0,00	57,71
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,06	27,10	11,86	20,98	23,08	6,00	0,00	93,08
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,78	31,88	13,95	24,68	27,15	7,06	0,00	109,51

Tablo 6.16 Gönen Ovası gerçekleştirilen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2008 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	6840	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	77,73		2900,11	19130,13	7081,20	12759,38	14356,73	3423,23		59650,78
Buğday	U-r (mm)	386		116,16	127,68	24,49				
	4,39			509,94	560,52	107,51				1177,97
Ş.Pancarı	U-r (mm)	89		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	1,01			13,45	113,53	157,21	190,47	69,34		544,00
Domates	U-r (mm)	160		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	1,82			92,35	236,51	263,81	226,28	20,53		839,48
Mısır 1. Ürün	U-r (mm)	150		33,2	70,2	143,4	136,6	72,5		
	1,70				718,15	1466,98	1397,42	741,68		4324,22
Mısır 2. Ürün	U-r (mm)	900			70,23	143,42	136,42	72,54		
	10,23				718,45	1467,19	1395,58	742,08		4323,30
Patlıcan	U-r (mm)	229			100,28	126,96	138,72	35,83		
	2,60				260,73	330,10	360,67	93,16		1044,65
Fasulye	U-r (mm)	22		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,25			1,25	17,27	31,25	33,58	14,77	0,23	98,35
Ayçiçeği	U-r (mm)	24			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,27				12,16	30,99	35,97	8,90		88,03
Toplam	100,00	8800	2900,11	19747,12	8988,21	15116,44	16563,31	4363,11	0,23	72090,76
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,55	17,38	7,91	13,30	14,58	3,84	0,00	59,56
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,12	28,03	12,76	21,46	23,51	6,19	0,00	96,06
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			4,84	32,97	15,01	25,24	27,66	7,29	0,00	113,01

Tablo 6.17 Gönen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (2009 yılı)

Bitki Türü	Ekim Oranı (%)	Ekim Alanı (Ha)	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Çeltik	U-r (mm)	7177	37,31	246,11	91,1	164,15	184,7	44,04		
	84,45		3150,83	20783,99	7693,40	13862,47	15597,92	3719,18		64807,77
Buğday	U-r (mm)	13		116,16	127,68	24,49				
	0,15			17,42	19,15	3,67				40,25
Ş.Pancarı	U-r (mm)	76		13,32	112,41	155,65	188,58	68,65		
	0,89			11,85	100,04	138,53	167,84	61,10		479,36
Domates	U-r (mm)	87		50,74	129,95	144,95	124,33	11,28		
	1,02			51,75	132,55	147,85	126,82	11,51		470,48
Mısır	U-r (mm)	859			70,23	143,42	136,42	72,54		
	10,12				710,73	1451,41	1380,57	734,10		4276,81
Patlıcan	U-r (mm)	95			100,28	126,96	138,72	35,83		
	1,12				112,31	142,20	155,37	40,13		450,00
Fasulye	U-r (mm)	31		4,98	69,06	125,01	134,33	59,07	0,93	
	0,36			1,79	24,86	45,00	48,36	21,27	0,33	141,62
Ayçiçeği	U-r (mm)	11			45,05	114,78	133,21	32,98		
	0,13				16,22	41,32	47,96	11,87		117,37
Yonca	U-r (mm)	119		18,1	136,7	172,7	160,6	90,8	28,8	
	1,40			25,34	191,38	241,78	224,84	127,12	40,32	850,78
Meyve	U-r (mm)	31			114,8	163,7	134,8	53,5		
	0,36				41,33	58,93	48,53	19,26		168,05
Toplam	100,00	8499	3150,83	20866,82	8834,37	15850,06	17525,39	4606,54	0,33	71802,49
Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm³)			2,68	17,73	7,51	13,47	14,89	3,92	0,00	60,20
Çiftlik Suyu İhtiyacı (Çiftlik Randımanı %62)			4,32	28,60	12,11	21,73	24,02	6,31	0,00	97,10
Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm³) (İletim Randımanı %85)			5,08	33,65	14,25	25,56	28,26	7,43	0,00	114,23

6.3 Regresyon Analizi ile Gönen Ovası Sulaması'nın İncelenmesi

Bu bölümde Gönen Ovası Sulaması'na ait verilerin doğrusal regresyon analizi yöntemiyle değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirme yapılırken referans olarak alınan [15] 'teki izlenen adımlardan faydalanılmıştır. Regresyon analizi için gerekli olan bağımsız değişken x , bağımlı değişken y olarak ele alınacaktır.

6.3.1 Sulayıcı Sayısı ile Sulanan Alan Arasındaki İlişki

Düşük randımanlı sulamalarda karşılaşılan başlıca sorunlardan biri, sulayıcı (çiftçi) sayısı ile arazi miktarı arasında dengeli bir dağılımın olmamasıdır. Bu dengesiz dağılım, fazla su tüketimi gibi bir sorun teşkil etmektedir. Gönen Ovası Sulaması'nda yer alan köylere göre sulayıcı sayıları ve arazi miktarlarını gösteren değerler Tablo 6.18 'de yer almaktadır.

Burada; bağımsız değişken olarak köylere göre sulayıcı sayısı, bağımlı değişken olarak köylere göre arazi miktarı alınmıştır.

x : Sulayıcı Sayısı (Kişi)

y : Arazi miktarı (ha)

Tablo 6.18 Gönen Ovası köylere göre sulayıcı sayısı ve ekilen alan miktarları (2009 yılı)

Sıra No	Köy Adı	Sulayıcı Sayısı	Ekilen Alan (ha)
1	Kumköy	15	7
2	Muratlar	17	115
3	Karaağaçalan	6	124
4	Bakırlı	50	196
5	Karalarçiftliği	18	74
6	Hasanbey	165	241
7	Sarıköy	336	1.410
8	Gündoğan	204	449
9	Tuzakçı	208	1.002
10	Bostancı	85	496
11	Dereköy	18	225
12	Balcı	43	159
13	Keçeler	78	151
14	Korudeğirmen	37	186
15	Kalfaköy	29	333
16	Osman Pazar	76	659
17	Taştepe	9	69
18	Hacimenteş	10	58
19	Hafızhüseyin	113	120
20	Köteyli	21	159
21	Çalıoba	35	120
22	Armutlu	12	115
23	Gelgeç	19	50
24	Alaattin	81	442
25	Babayaka	12	50
26	Güneşli	9	22
27	Gönen	208	1.468
	TOPLAM	1914	8499

Regresyon denklemi;

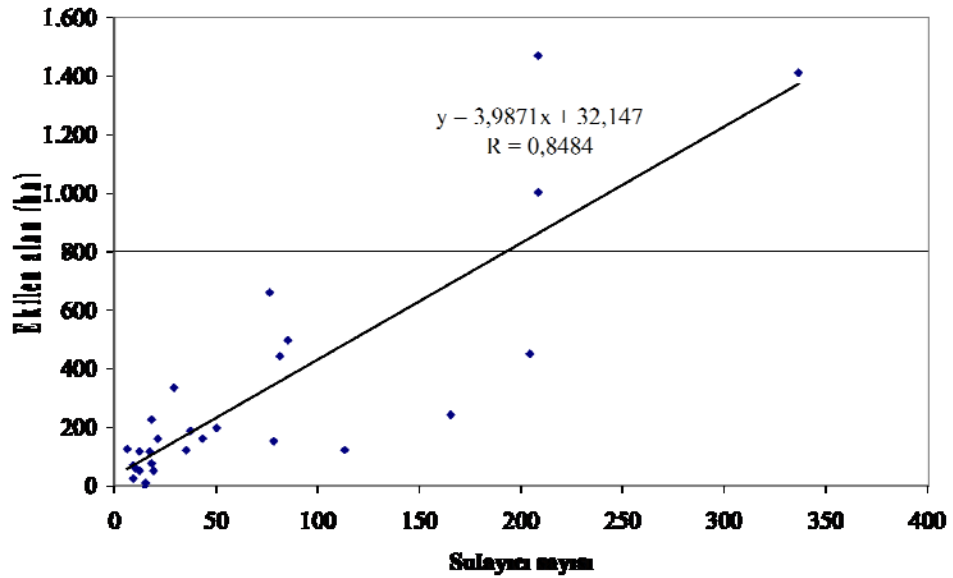
$$y = 3,9871x + 32,147$$

Korelasyon katsayısı ise;

$$R = 0,8484$$

olmaktadır.

Korelasyon katsayısının bire yeterince yaklaşması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olmasının belirtisidir. Bu da şunu gösterir ki; sulayıcılar (çiftçiler) arasında dengeli bir arazi paylaşımı vardır. Bunun sonucunda, arazi dağılımından dolayı fazla su tüketiminin olmadığı görülmüştür. Regresyon doğrusu grafik olarak Şekil 6.5 'te verilmiştir.



Şekil 6.5 Gönen Ovası köylere göre sulayıcı sayıları ve ekilen alanlar regresyon doğrusu

6.3.2 Planlanan ve Gerçekleşen Desene Göre Aylık Sulama Suyu İhtiyaçları ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarlarının Karşılaştırılması

Planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları Tablo 6.8-6.12 ile Tablo 6.13-6.17 'de yer almıştır.

Planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü 'nden, DSİ Gönen-Biga-Manyas Projeleri İnşaat Kontrol Şube Müdürlüğü'nden alınan şebekeye alınan aylık su miktarları verileri karşılaştırma amaçlı tablo halinde 2005-2009 yılları için Tablo 6.19-6.23 'de verilmiştir.

Tablo 6.19 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2005 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
NİSAN	2,13	4,04	2,15	4,07	7,28
MAYIS	14,18	26,91	14,27	27,09	23,17
HAZİRAN	6,3	11,95	6,08	11,53	24,92
TEMMUZ	11,16	21,18	10,79	20,47	27,14
AĞUSTOS	12,23	23,2	11,9	22,59	24,98
EYLÜL	3,19	6,06	3,06	5,8	11,5
TOPLAM	49,19	93,34	48,25	91,55	118,99
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			40,55		

Tablo 6.20 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2006 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
NİSAN	2,15	4,07	2,31	4,39	5,90
MAYIS	15,50	29,42	15,36	29,15	24,50
HAZİRAN	7,65	14,51	6,40	12,15	26,80
TEMMUZ	11,49	21,80	11,38	21,59	28,10
AĞUSTOS	12,32	23,37	12,60	23,91	27,40
EYLÜL	3,21	6,10	3,20	6,08	7,40
TOPLAM	52,32	99,27	51,25	97,27	120,10
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			42,67		

Tablo 6.21 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2007 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
NİSAN	2,69	5,10	2,52	4,78	7,70
MAYIS	18,91	35,88	16,80	31,88	25,20
HAZİRAN	8,74	16,59	7,35	13,95	29,00
TEMMUZ	13,83	26,23	13,01	24,68	32,30
AĞUSTOS	14,99	28,45	14,31	27,15	28,10
EYLÜL	3,87	7,33	3,72	7,06	7,60
TOPLAM	63,03	119,58	57,71	109,50	129,90
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			44,43		

Tablo 6.22 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2008 yılı)

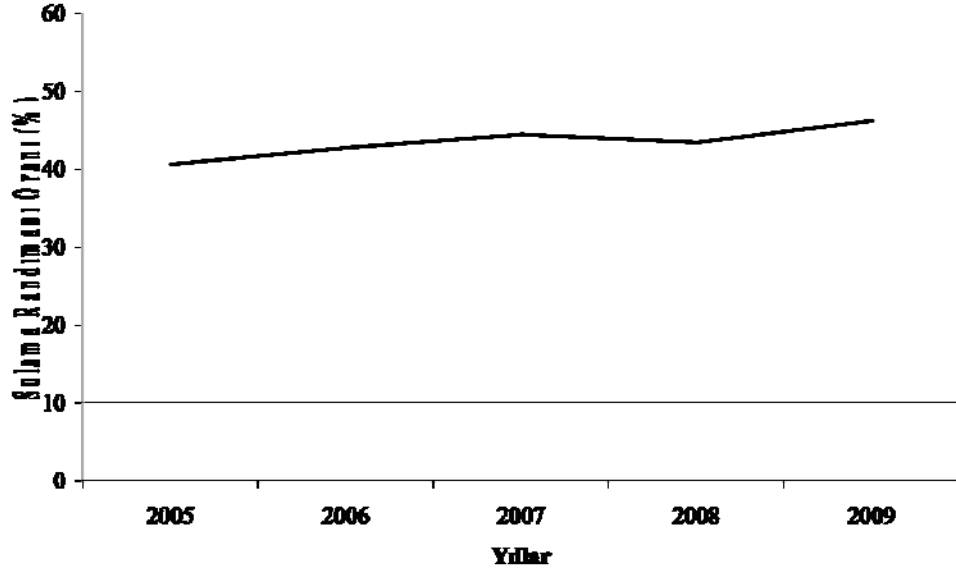
AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
NİSAN	2,84	5,38	2,55	4,84	8,60
MAYIS	20,12	38,17	17,43	33,07	29,10
HAZİRAN	9,85	18,68	8,03	15,23	29,10
TEMMUZ	15,38	29,18	13,54	25,70	32,90
AĞUSTOS	16,58	31,47	14,81	28,11	30,60
EYLÜL	4,18	7,93	3,79	7,20	8,30
TOPLAM	68,95	130,81	60,15	114,15	138,60
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			43,40		

Tablo 6.23 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen desene göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları (2009 yılı)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE		GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE		UYGULAMADA
	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (A)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (B)	NET SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (C)	BRÜT SULAMA SUYU İHTİYACI (hm ³) (D)	ŞEBEKEYE ALINAN SU MİKTARI (hm ³) (E)
NİSAN	3,00	5,96	2,68	5,08	2,90
MAYIS	20,12	39,92	17,76	33,69	24,50
HAZİRAN	9,23	18,32	7,68	14,57	29,40
TEMMUZ	16,17	32,09	13,69	25,97	31,80
AĞUSTOS	17,68	35,07	15,10	28,66	32,70
EYLÜL	4,47	8,87	4,03	7,64	8,80
TOPLAM	70,67	140,23	60,94	115,61	130,10
TOPLAM SULAMA RANDIMANI (C/E)*100			46,84		

Planlanan ve gerekleŒen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile Œebekeye alınan aylık su miktarları verileri karŒılaŒtırıldıđında, 2005-2009 yıllarının sulama sezonu için pik olan aylarda (Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos) Haziran ayı dıŒında Œebekeye alınan su miktarları ile planlanan ve gerekleŒen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyaçları yaklaşık değerlerdedir. Sırasıyla 2005-2009 yılları arasında Haziran ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 11.95 hm³, 14.51 hm³, 16.59 hm³, 18.68 hm³, 18.32 hm³ gerekleŒen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaı 11.53 hm³, 12.15 hm³, 13.95 hm³, 15.23 hm³, 14.57 hm³ olmasına rağmen Œebekeye 24.92 hm³, 26.80 hm³, 29.00 hm³, 29.10 hm³, 29.40 hm³ su alınmıŒtır. Haziran ayında ki değerlerin birbirine yakın olmamasının nedeni ilk bakıŒta Œebekeye fazla su alınmıŒ gibi görünmesine rağmen, asıl neden Gönen Ovası'nda eltik ekiminin ağırlıkta olmasıdır. Çeltik sulamasında iftiler Haziran ayında tarım tekniği açısından yabancı ot mücadelesi için eltik tavalarını boŒaltıp, zirai ilaç uygulamasını müteakip yeniden eltik tavalarını suyla doldurarak bitkinin ihtiyaı dıŒında su kullanmaktadırlar.

Yıllara göre sulama randımanı oranları Œekil 6.6 'da verilmiŒtir. Anakanalın klasik (beton kaplamalı trapez) Œebekenin kanalet olduğu sulama sistemlerinde toplam sulama randımanının, iyi bir sulama Œebekesinde % 35 'ten aŒađı dŒmesi istenmez. Gönen Ovası Sulaması'nda toplam sulama randımanları 2005-2009 yılları arasında % 35 'in üstündedir.



Şekil 6.6 Gönen Ovası yıllara göre sulama randımanı oranları

6.3.3 Planlanan Bitki Deseni ile Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları Arasındaki İlişki

Her sulama sezonu öncesi sulamayı gerçekleştirecek şebekeye alınması gereken su miktarının planlaması için sulama yapacak olan çiftçilerden toplanan talep formlarının (Şekil 6.3) değerlendirilmesiyle planlamaya esas olacak bitki deseni elde edilir. Elde edilen bu bitki desenine göre bitki su ihtiyaçları doğrultusunda planlanan bitki desenine ait sulama suyu ihtiyacı hesaplanır. Aynı şekilde fiili olarak gerçekleşen bitki deseni içinde sulama suyu ihtiyacı hesap edilir. Hesapla bulunan planlanan bitki desenine göre sulama suyu ihtiyacı değerleri Tablo 6.8-6.12 'den, gerçekleşen bitki desenine göre sulama suyu ihtiyacı değerleri ise Tablo 6.13-6.17 'den alınarak 2005-2009 yılları için Tablo 6.24 oluşturulmuştur.

Burada;

x : Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Net Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)

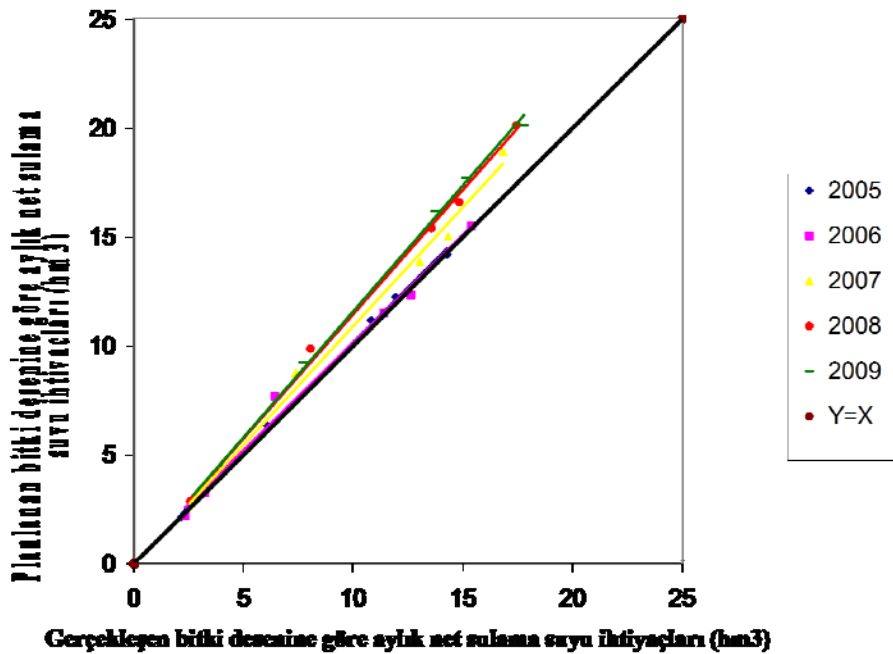
y : Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Net Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)

göstermektedir.

Tablo 6.24 2005-2009 yılları için planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları

Yıl	Ay	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2005	x	2,15	14,27	6,08	10,79	11,90	3,06
	y	2,13	14,18	6,30	11,16	12,23	3,19
2006	x	2,31	15,36	6,40	11,38	12,60	3,20
	y	2,15	15,50	7,65	11,49	12,32	3,21
2007	x	2,52	16,80	7,35	13,01	14,31	3,72
	y	2,69	18,91	8,74	13,83	14,99	3,87
2008	x	2,55	17,43	8,03	13,54	14,81	3,79
	y	2,84	20,12	9,85	15,38	16,58	4,18
2009	x	2,68	17,76	7,68	13,69	15,10	4,03
	y	3,00	20,12	9,23	16,17	17,68	4,47

2005-2009 yılları için planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net bitki sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 6.7 'de ve Tablo 6.25 'te verilmiştir.



Şekil 6.7 Gönen Ovası planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 6.25 Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gönen Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	y=x doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y = 1,0062x + 0,1071$	0,9993	0,9988
2006	$y = 0,9888x + 0,2741$	0,9947	0,9940
2007	$y = 1,0905x + 0,0159$	0,9966	0,9856
2008	$y = 1,141x + 0,053$	0,9987	0,9735
2009	$y = 1,1571x + 0,0256$	0,999	0,9701

Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. 2005-2009 yıllarında planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasında $y=x$ doğrusuna göre çok kuvvetli ilişkinin olduğu görülmektedir. Planlama aşamasında göz önüne alınan talep formlarının gerçeğe yakın çıktığı görülmüştür.

6.3.4 Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarı Arasındaki İlişki

Sulama programları ve şebekeye alınması gereken su programı, sulama sezonu öncesi yapılan talep formlarının derlenmesi ve elde edilen planlanan bitki desenine göre bitki sulama suyu ihtiyaçları hesapları ile elde edilir.

Planlanan bitki desenine göre hesap edilmiş olan sulama suyu ihtiyacı ile sulama sezonu sonunda şebekeye alınan su miktarları arasındaki ilişki ele alınacaktır. 2005-2009 yılları için aylara göre sıralanmış x ve y değerleri Tablo 6.26 'da verilmiştir.

Burada;

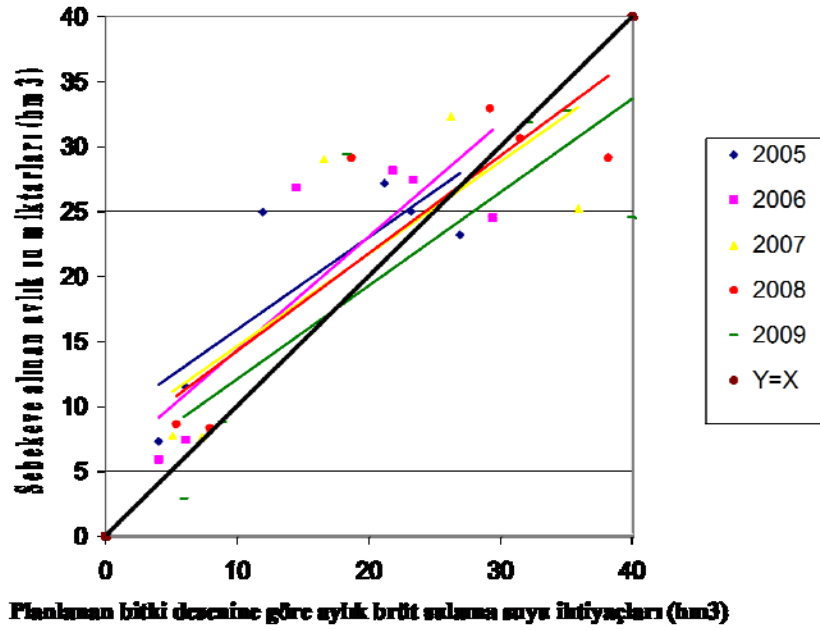
x: Planlanan Bitki Desenine Göre Aylık Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm^3)
y: Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarını (hm^3)

göstermektedir.

Tablo 6.26 2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları

Yıl	Ay	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2005	x	4,04	26,91	11,95	21,18	23,20	6,06
	y	7,28	23,17	24,92	27,14	24,98	11,50
2006	x	4,07	29,42	14,51	21,80	23,37	6,10
	y	5,90	24,50	26,80	28,10	27,40	7,40
2007	x	5,10	35,88	16,59	26,23	28,45	7,33
	y	7,70	25,20	29,00	32,30	28,10	7,60
2008	x	5,38	38,17	18,68	29,18	31,47	7,93
	y	8,60	29,10	29,10	32,90	30,60	8,30
2009	x	5,96	39,92	18,32	32,09	35,07	8,87
	y	2,90	24,50	29,40	31,80	32,70	8,80

2005-2009 yılları için planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı ile şebekeye alınan aylık su miktarı arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 6.8 'de ve Tablo 6.27 'de verilmiştir.



Şekil 6.8 Gönen Ovası planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 6.27 Planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gönen Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	y=x doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y=0.7117x + 8.7595$	0,8184	0,7127
2006	$y=0.8739x + 5.5576$	0,8449	0,7938
2007	$y = 0,7112x + 7,4761$	0,7896	0,7785
2008	$y=0.7522x + 6.7007$	0,8766	0,8699
2009	$y = 0,7597x + 3,6383$	0,8676	0,8019

Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. En düşük korelasyon katsayısının y=x doğrusuna göre 2005 yılında çıkmasının sebebi, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından çok daha fazla suyun şebekeye alınmasından kaynaklanmaktadır. 2005 yılında sırasıyla

Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 11.95 hm³, 21,98 hm³ ve 6.06 hm³ olmasına rağmen şebekeye 24.92 hm³, 27.14 hm³ ve 11.50 hm³ su alınmıştır.

6.3.5 Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Sulama Suyu İhtiyacı ile Aylık Şebekeye Alınan Su Miktarı Arasındaki İlişki

Bu bölümde, gerçekleşen bitki desenine göre hesap edilmiş olan sulama suyu ihtiyacı ile sulama sezonu sonunda şebekeye alınan su miktarları arasındaki ilişki ele alınacaktır. 2005-2009 yılları için aylara göre sıralanmış x ve y değerleri Tablo 6.28 'de verilmiştir.

Burada;

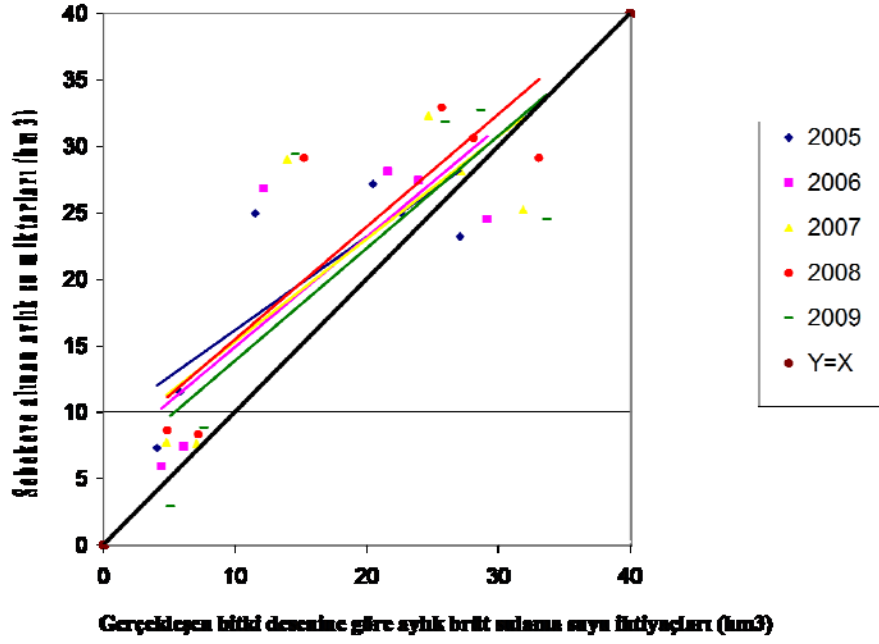
x: Gerçekleşen Bitki Desenine Göre Aylık Brüt Bitki Sulama Suyu İhtiyacını (hm³)
y: Şebekeye Alınan Aylık Su Miktarını (hm³)

göstermektedir.

Tablo 6.28 2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları

Yıl	Ay	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2005	x	4,07	27,09	11,53	20,47	22,59	5,80
	y	7,28	23,17	24,92	27,14	24,98	11,50
2006	x	4,39	29,15	12,15	21,59	23,91	6,08
	y	5,90	24,50	26,80	28,10	27,40	7,40
2007	x	4,78	31,88	13,95	24,68	27,15	7,06
	y	7,70	25,20	29,00	32,30	28,10	7,60
2008	x	4,84	33,07	15,23	25,70	28,11	7,20
	y	8,60	29,10	29,10	32,90	30,60	8,30
2009	x	5,08	33,69	14,57	25,97	28,66	7,64
	y	2,90	24,50	29,40	31,80	32,70	8,80

2005-2009 yılları için gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı ile şebekeye alınan aylık su miktarı arasındaki regresyon analizleri ile $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları Şekil 6.9 'da ve Tablo 6.29 'da verilmiştir.



Şekil 6.9 Gonen Ovası gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon doğruları (2005-2009 yılları)

Tablo 6.29 Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları (Gonen Ovası)

Yıl	Regresyon Denklemi	Korelasyon katsayısı (R)	y=x doğrusuna göre korelasyon katsayısı
2005	$y = 0.7022x + 9.1173$	0,8027	0,6871
2006	$y = 0.827x + 6.6097$	0,8039	0,7466
2007	$y = 0,7725x + 7,5526$	0,7836	0,7427
2008	$y = 0.8469x + 6.9871$	0,8638	0,8046
2009	$y = 0,9025x + 3,9518$	0,8508	0,7698

Bu sonuca göre; korelasyon sayısının bire çok yakın olması her iki değişken arasında sıkı bir ilişki olduğunun göstergesidir. 2005 yılında korelasyon katsayısının $y=x$ doğrusuna göre diğer yıllardan daha düşük çıkmasının sebebi, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından çok daha fazla suyun şebekeye alınmasından kaynaklanmaktadır. 2005 yılında sırasıyla Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 11.53 hm^3 , 20.47 hm^3 ve 5.80 hm^3 olmasına rağmen şebekeye 24.92 hm^3 , 27.14 hm^3 ve 11.50 hm^3 su alınmıştır.

Gönen Ovası Sulaması'nda da Balıkesir Ovası'nda olduğu gibi sıralı sulama yapılmakta olup, kendisine sıra gelen bazı çiftçiler gereğinden fazla su kullanabilmektedir. Bu durum bazı çiftçilerin sulama konusunda bilinçsiz olmasından kaynaklanmaktadır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında; su ve sulamanın önemi dile getirilmiş, sulama sistemlerinde su dağıtımının düzenlenmesi konusu incelenmiş, talep sistemiyle işletilen Balıkesir Ovası Sulaması ve Gönen Ovası Sulaması hakkında genel olarak bilgi verilmiş ve alınan verilere dayanarak doğrusal regresyon analizi yöntemiyle sulama sistemindeki yerel koşulların etkisi ele alınmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sıralanmıştır;

Gerek Balıkesir Ovası Sulaması 'nda gerekse Gönen Ovası Sulaması 'nda planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre sulama suyu ihtiyaçları arasında sıkı bir ilişki söz konusudur (Tablo 5.25 ve 6.25). Söz konusu ovalarda iyi bir planlamayla gerçekleşen bitki desenine yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Balıkesir Ovası Sulaması 'nda 2005, 2006 ve 2009 yıllarında şebekeye alınan su miktarı planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından fazla olmuştur (Tablo 5.19, 5.20 ve 5.23). Balıkesir Ovası Sulaması kanallarda devamlı su bulunan sulama şeklinde olmasından dolayı, çiftçiler tarafından bilinçsizce kullanılan su israf edilebilmektedir. Ayrıca sulayıcılarca beyan edilen bitki deseninin doğru olmayışından dolayı şebekeye alınan su fazla gibi görülebilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilmesi ise arazide sıkı kontrolü gerekli kılmaktadır. Gönen Ovası Sulaması 'nda ise şebekeye alınan su miktarı planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacına daha yakındır (Tablo 6.19-6.23).

Balıkesir Ovası Sulaması 'nda planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki ilişkide $y=x$ doğrusuna göre en düşük korelasyon katsayısı 2005 yılında çıkmıştır (Tablo 5.27). 2005 yılında zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması

Mayıs ve Eylül aylarında şebekeye fazla su alınmasından kaynaklanmaktadır. 2007 yılı için ise Tablo 5.1 'de yer alan Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri incelendiğinde, kurak yıl olduğundan şebekeye alınan su miktarında kısıtlamaya gidilmiş, Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından daha az su kullanılmıştır. 2008 yılında çok kuvvetli bir ilişkinin ortaya çıkmasının nedeni ise, kurak geçen 2007 yılının ardından daha temkinli bir planlama yapılmasıdır. Gönen Ovası Sulaması 'nda planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki ilişkide $y=x$ doğrusuna göre en düşük korelasyon katsayısı 2005 yılında çıkmıştır (Tablo 6.27). En düşük korelasyon katsayısının 2005 yılında çıkmasının sebebi, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından çok daha fazla suyun şebekeye alınmasından kaynaklanmaktadır. 2005 yılında sırasıyla Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 11.95 hm^3 , 21.98 hm^3 ve 6.06 hm^3 olmasına rağmen şebekeye 24.92 hm^3 , 27.14 hm^3 ve 11.50 hm^3 su alınmıştır.

Balıkesir Ovası Sulaması 'nda 2005, 2006 ve 2009 yıllarında şebekeye alınan aylık su miktarları ile gerçekleşen bitki desenine göre hesapla bulunan aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları arasında uyumlu bir ilişki yoktur (Tablo 5.29). 2005 yılında zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Mayıs ve Eylül aylarında şebekeye fazla su alınmasından kaynaklanmaktadır. 2009 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Ağustos ve Eylül aylarında suyun gerekenden fazla kullanılmasıyla açıklanabilir. Bu da çiftçilerin bilinçsiz ve kaçak su tüketimlerinden, su dağıtım sırasında arazide yeterli kontrolün olmamasından, su ücretini ödemeye esas beyannamelerdeki alan miktarı ile sulama alanının birbirini tutmamasından kaynaklanabilmektedir. Gönen Ovası Sulaması'nda ise $y=x$ doğrusuna göre en düşük korelasyon katsayısı 2005 yılında çıkmıştır (Tablo 6.29). 2005 yılında korelasyon katsayısının diğer yıllardan daha düşük çıkmasının sebebi, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından çok daha fazla suyun şebekeye alınmasından kaynaklanmaktadır. 2005 yılında sırasıyla Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 11.53 hm^3 , 20.47 hm^3 ve 5.80 hm^3 olmasına rağmen

şebekeye 24.92 hm³, 27.14 hm³ ve 11.50 hm³ su alınmıştır. Haziran ayında şebekeye çok daha fazla su alınmasının asıl nedeni ise Gönen ovasında çeltik ekiminin ağırlıkta olmasıdır. Çeltik sulamasında çiftçiler Haziran ayında tarım tekniği açısından yabancı ot mücadelesi için çeltik tavalarını boşaltıp, zirai ilaç uygulamasını müteakip yeniden çeltik tavalarını suyla doldurarak bitkinin ihtiyacı dışında su kullanmaktadırlar.

Su tüketimine etkiyen bir etken de şebekenin bakım onarımıdır. Balıkesir Ovası Sulaması 'nda meydana gelen su kayıplarının bir nedeni de 1977 yılında işletmeye açılan şebekedeki yapıların zamanla eskimesi, tahrip olması ve birikintilerin meydana gelmesidir. Bu nedenle her sulama sezonu öncesi şebekenin kanal temizliği yapılmalı ve şebekedeki kaçak sorunları giderilmelidir. Gönen Ovası Sulaması 2009 yılında işletmeye açıldığından şebekenin bakım onarım ihtiyacı daha azdır.

Gönen Ovası Sulaması 'nda ağırlıklı olarak çeltik ekilmesinin ana sebeplerinden biri çiftçinin ürettiği ürünü iyi fiyata ve nakliyeye gerek kalmaksızın yöredeki çok sayıdaki çeltik fabrikalarına rahatlıkla pazarlayabilme imkanından kaynaklanmaktadır. Balıkesir Ovası Sulaması'nda ise yöredeki salça fabrikalarının başka illere taşınması neticesinde domates talebi azalmış ve artan besicilikle birlikte yem ihtiyacı ve dolayısıyla da mısır ekimi artmıştır.

Balıkesir Ovası Sulaması 'nda arazi toplulaştırması yapılmamış, Gönen Ovası Sulaması 'nda ise arazi toplulaştırması yapılmıştır. Suyun daha düzenli dağıtımını sağlamak için arazi tesviyesi ve taş temizliği çalışmalarının çiftçi imkanlarının yanı sıra devlet kuruluşlarınca da yapılması gerekmektedir. Arazi toplulaştırması yapılmayan yerlerde parsellerin küçüklüğü ve dağınıklığı su kullanımını artıran ve çiftçiler arasında su geçit hakkı konusunda sorun teşkil eden bir konudur. Arazi tesviyesi ve toplulaştırma ilk aşamada proje tesis maliyetini artırsa da uzun vadede işletme maliyetini ve hidrolik yük kayıplarını düşürecektir.

Anakanalın klasik (beton kaplamalı trapez) şebekenin kanalet olduğu sulama sistemlerinde toplam sulama randımanının, iyi bir sulama şebekesinde % 35 'ten

aşağı düşmesi istenmez. Balıkesir Ovası Sulaması 'nda toplam sulama randımanları 2005, 2006 ve 2009 yıllarında % 35 'in altındadır (Şekil 5.5). Bunun nedenleri 2005, 2006 ve 2009 yıllarında miktarı planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından daha fazla suyun şebekeye alınması, sosyoekonomik nedenlerden dolayı çiftçilerin bilinçsiz ve kaçak su tüketimleri, su dağıtım sırasında arazide yeterli kontrolün olmaması, su ücretini ödemeye esas beyannamelerdeki alan miktarı ile sulama alanının birbirini tutmaması, 1977 yılında işletmeye açılan şebekedeki yapıların zamanla eskimesi, tahrip olması ve birikintilerin meydana gelmesinden kaynaklanabilmektedir. Gönen Ovası Sulaması 'nda ise toplam sulama randımanları 2005-2009 yılları arasında % 35 'in üstündedir (Şekil 6.6). Gönen Ovası Sulaması henüz 2009 yılı sonu itibariyle tamamı işletmeye açıldığından göz önüne alınan bitki su tüketim değerleri olarak benzer özellikler taşıyan Manyas Büyükkaradere Sulaması değerleri kullanılmaktadır. Daha sonraki yıllarda Gönen Ovası Sulaması 'nın bitki su tüketim değerlerinin hesaplanmasıyla bulunacak değerler kullanılarak gerçeğe daha yakın sonuçlara ulaşılabılır.

Sulama randımanının yüksek olması, seçilen sulama sistemi ile de doğrudan ilgilidir. Kapalı (borulu) ve basınçlı sulama sistemlerinde çiftlik randımanları (özellikle damlama sulama yapıldığında) ve iletim randımanları (buharlaştırma ve sızma kayıplarının yok denecek kadar az olmasından) daha yüksek olduğundan toplam sulama randımanı oldukça artmaktadır. Bu nedenle ileride yapılacak sulama projelerinde kapalı ve basınçlı sistemler tercih edilmelidir.

Çiftçiler tarafından bilinçsizce kullanılan su hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de toprakta tuzluluk, alkalilik sorunlarının çıkmasına sebep olmaktadır.

Sulama şebekesine alınan sulama suyunun sağlıklı takibi ve fazla suyun kullanımını engellemek için eksik veya çalışmayan ölçü tesisleri sorunu giderilmelidir.

Planlı bir su dağıtımının istenilen hedefe ulaşması için; çiftçilerin sulama konusundaki yetersizliği ve bilinçsizliği eğitimle ortadan kaldırılmalı, sulama

kanaletlerine verilen tahribat önlenmeli, su dağıtım teknisyenlerinin bilgileri yenilenmeli ve en önemlisi çiftçi ile sorumlu su dağıtım teknisyenlerinin planlı su dağıtımına inanmaları gerekir.

Çok büyük yatırım ve işgücü ile inşa edilen sulama şebekelerinin hayati önem taşıyan tarım sektörüne en verimli şekilde hizmet edebilmesi için kullanılan suyun israf edilmeden optimum şekilde değerlendirilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] Özçelik, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E. ve Turan, A., Türkiye’de Sulama İşletmeciliğinin Geliştirilmesi Yönünden Şebekelerin Birlik ve Kooperatiflere Devri İle Su Fiyatlandırma Yöntemlerinin İyileştirilmesi Olanakları, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 32, Ankara, (1999).
- [2] Akçay (Bozer), M.S., Aşağı Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinin Devir Sonrası Performanslarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir, (2007).
- [3] Türk Sanayici ve İşadamları Derneği, Türkiye’de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler, Yayın No: T/2008-09/469, TÜSİAD, İstanbul, (2008).
- [4] Sarı, B., Türkiye’de ve Diğer Bazı Ülkelerde Sulama Yatırımları Yönetimindeki Gelişmeler ve Karşılaşılan Sorunlar: Aşağı Seyhan Ovası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana, (2005).
- [5] Taşdemir, M.F., Yarseli Sulama Birliğinin Sulama İşletmeciliği Yönünden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Hatay, (2008).
- [6] DSİ Genel Müdürlüğü, 2008 Yılı Faaliyet Raporu, DSİ, Ankara, (2009).
- [7] Korkmaz, N., Menemen Sol Sahil Sulamasında Tarla Düzeyinde Su Dağıtım Performansı ve Sulama Randımanlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir, (2008).
- [8] Uçan, K. ve Yüksel, A. N., “Kahramanmaraş Sulamasında Sulama Suyu Etkinliğinin Belirlenmesi”, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, (2000), 120.
- [9] Gültaş, H.T., Kiraz Bahçelerinde Damla ve Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi · Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, (2006).

- [10] Kıymaz, S., Gediz Havzası Örneğinde Sulama Birliklerinin Sorunları ve Çözüm Yolları, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana, (2006).
- [11] Aydoğdu , M.H., Güneydoğu Anadolu Projesi (Gap), Kapsamındaki Su Kaynakları ve Sulama-Drenaj Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne, (2006).
- [12] Nalbantoğlu , G., Akıncı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara, (2006).
- [13] DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Mühendisleri Temel Eğitim Semineri, DSİ, Ankara, (2004).
- [14] Kızılkaya, T., Sulama ve Drenaj, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, (1988).
- [15] Yaşar, O., Balıkesir Ovasındaki Yerel Koşulların Sulama Sistemindeki Boyutlandırmaya ve Verime Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı, Balıkesir, (2002).
- [16] Adıgüzel, F., Sulama Projelerinin Planlama Çalışmaları ve Sulama Sistemlerinin Seçimi, Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, Ankara, (2003), 29.
- [17] DSİ Genel Müdürlüğü, Temel Mühendislik Kurs Notları, DSİ, Ankara, (2003).
- [18] Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Sulama Yöntemleri, Yayın No: 2004/7, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara, (2004).
- [19] DSİ 25.Bölge Müdürlüğü, 2010 Yılı Yatırım Programı Bütçe Takdim Toplantısı, Balıkesir, (2009).
- [20] DSİ, Gönen Projesi Planlama Raporu, DSİ Basım ve Fotofilm İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, (1967).

- [21] DSİ, Çaygören (Menent) Projesi Planlama Raporu, DSİ Basım ve Fotofilm İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, (1967).
- [22] Özgenç, N., Erdoğan, F.C., DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, (1988).
- [23] Bayazıt, M., Oğuz, B., Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, (1985).