

6554

T. C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
GÜNEŞ ENERJİSİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ ANABİLİM DALI

İZMİR (BORNOVA) MEVKİİNDE (38° 28' N) ALINAN
GÜNEŞ ENERJİSİ İLE FOTOVOLTAİK DÖNÜŞÜMLÜ
POMPALAMA YOLUYLA ELDE EDİLEN POTANSİYEL ENERJİ
ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARTTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Fizik Yük. Müh. İSMAIL ARSEL

YÖNETEN : Öğ. Gör. Dr. METİN ÇOLAK

BORNOVA - İZMİR
1989

T. C.
Yükseköğretim
Dokümantasyon
Merkezi

ÖNSÖZ

Yerleşim merkezlerinden uzak yerlerin, içme ve sulama suyu ihtiyacının karşılanması için geleneksel sistemlere bir alternatif olan, "Güneş Enerjili Sulama Sistemleri" birçok ülkede uygulama aşamasına geçmiştir.

Yaptığımız çalışma ile yurdumuzda güneş enerjili sulama sisteminin ilk deneysel uygulaması Enstitümüzde gerçekleşmiştir. Doktora çalışmamı yönlendiren ve yardımlarını gördüğüm tez yöneticim, Sayın Dr. Metin Çolak'a, çalışmalarımız için her türlü olanağı sağlayan E.Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü Müdürü, hocam Sayın Prof. Dr. İng. Gürbüz Atagündüz'e, güneş ışınımının Ege Bölgesindeki dağılımı üzerine bir süre birlikte çalıştığım hocam, Sayın Prof. Dr. A. Şemi Aksoy'a, doktora çalışmamı gerçekleştirmem için yardımlarını ve teşviklerini gördüğüm Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürü Sayın Dr. Cemil Özgül'e ve İzmir Meteoroloji Bölge Müdürü Sayın Yavuz Özsoy'a, bilgi ve veri toplanmasında yardımcı olan E.Ü. Z. F. Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği Müdür Yardımcısı Ziraat Yük. Müh. Sayın Mehmet Özten'a, Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsü mühendislerinden, Ziraat Yük. Müh. Sayın Müslüm Beyazgül ile Ziraat Yük. Müh. Sayın Mükremin Özkara'ya, D. S. İ. İzmir Bölge Müdürlüğünde görevli Planlama Şube Müdürü Sayın Dr. Saim Efelerli ve Jeoloji Müh. Sayın Tufan Bilgisu'ya, E.Ü. Z. F. Kültürteknik Bölümü Araştırma Görevlisi Sayın Mehmet Ali Ul'a, deney setinin kurulmasında kullandığımız bazı malzemeleri karşılıksız veren eden Göktepe Sert Plastik Boruları Fabrika Müdürü Mak. Yük. Müh. Sayın Yılmaz Kiper'e ekonomik karşılaştırma için gerekli olan geleneksel sistemin verilerini sağlanmasında yardımcı olan İM-PO Pazarlama Şirketi Satış Müdürü Sayın Tayfun Tayaksi'ye, ekonomik analizde yardımlarını gördüğüm enstitümüz Araştırma Görevlilerinden Sayın Tamer Keçecioglu'na ve sistemin kurulması ile ölçümlerin alınmasında katkıları olan diğer Enstitüdeki arkadaşlarıma, dolaylı yardımlarını gördüğüm çalışma arkadaşım Sayın Yusuf Bakan'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Haziran 1989
Bornova

İsmail ARSEL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

Tablo,Şekil ve Harita Listesi	1
Kısa Özet ve Abstract	4
Giriş	5
Literatür Özeti	6
1 Enerji Kaynakları	7
1. 1 Güneş ve Güneş Enerjisi	7
1. 2 Güneş Enerjisi Uygulamaları	9
1. 3 Güneş Tarafından Yayınlanan Enerji	9
1. 4 Yerküresi Tarafından Kesilen Güç	10
1. 5 Teorik ve Pratik Olarak Yeryüzünde Birim Alana Gelen Güneş Işınımı Değerleri	11
1. 6 Türkiyenin Güneş Işınımı Değerleri	16
2 Yarıiletkenler	32
2. 1 Maddenin Yapısı	32
2. 2 İletkenlerin, Yalıtkanların ve Yarıiletkenlerin Enerji Bandları	34
2. 3 Elektronlar ve Boşluklar Yolu ile İletkenlik	36
2. 4 Fermi Seviyesi	37
2. 5 N Tipi Yarıiletkenler	37
2. 6 P Tipi Yarıiletkenler	38
2. 7 P-N Kavşağı	40
2. 8 P-N Kavşağına Dışarıdan Bir Gerilim Uygulanması	42
2. 9 P-N Kavşağının Band Yapısı	44
2. 10 Fotovoltaik Elemanın Karakteristikleri	44
3 Sulama	48
3. 1 Sulamanın sınıflandırılması	48
3. 2 Sulama Metodları	48
3. 3 Sulama Metodları Seçimi	50
3. 4 Uygun Sulamanın Koşulları	51
3. 5 Su Yükseltici Makinalar	51
4 E.Ü.Z.F.Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliğinin Tanıtımı	56
4. 1 Çiftliğin Jeolojik Durumu	56
4. 2 Çiftliğin Toprak Özellikleri	58
4. 3 İklim Özellikleri	62
4. 4 Menemen Ovasının Hidrolojik Bilançosu	62
4. 5 Çiftlikte Yetiştirilen Bitkiler	66
4. 6 Bazı Bitkilerin (Pamuk, Mısır ve Bag) Su ihtiyaçları ve Sulama zamanları	66
5 Güneş Enerjili Sulama Sistemi	72
5. 1 Güneş Enerjisi Enstitüsündeki Deney Seti	73
5. 2 Sistem Elemanlarının Tanıtımı	74
6 Deneyler ve Yorumları	78
6. 1 Anlık (Kısa süreli) Deneyler	78
6. 2 Saatlik Deneyler	86
6. 3 Günlük Deneyler	96
7 Günlük Işınım Ortalamaları (izmir) ve Çekilen Su Miktarları	102

8	Su Bilançoları ve Havuz Kapasitesi Hesapları	115
8. 1	1 Dekar Pamuk için	115
8. 2	1 Dekar I.Ürün Mısır için	118
8. 3	1 Dekar II.Ürün Mısır için	118
8. 4	1 Dekar Bag için	127
9	Güneş Enerjili sulama Sisteminin Geleneksel Yakıt Pompa Sistemi ile Karşılaştırılması	136
Özet	139
Literatür Listesi	145
Ek:1	Menemen Uygulama Çiftliği Toprakları Analiz Sonuçları	147
Ek:2	Menemen Uygulama Çiftliği Optimum Sulama Programına İlişkin Rapor	149



TABLO, ŞEKİL ve HARİTA LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo: 1	Güneş ile ilgili Bazı Değerler	8
Tablo: 2a,b	Bazı istasyonların Güneş Işınımı Değerleri (Günlük ortalamaların aylık değeri)	17
Tablo: 3	iletken, Yalıtkan ve Yarıiletkenlerin öz direnç Aralıkları	32
Tablo: 4	Bazı Yarıiletkenlerin Yasak Band Genişlikleri	35
Tablo: 5	Yarıiletkenlerin Katkılandırma Değerleri	39
Tablo: 6	Arşimet Vidasının Çeşitli Belirtgenleri	53
Tablo: 7	Arazi Kullanma Sınıfları	60
Tablo: 8	Toprağın Çeşitli Hirimlere Uygunluğu	61
Tablo: 9	Menemen Ovası İklim Verileri	63
Tablo: 10	Seçilen Bitkilerin (Pamuk, mısır ve Bağ) Ekili Alanları ve Yıllık Su İhtiyaçları	67
Tablo: 11	Sulama Zamanları ve Su İhtiyaçları	68
Tablo: 12a,b	Anlık (Kısa süreli) Değerler	79
Tablo: 13a-d	Saatlik değerler	87
Tablo: 14	Günlük Değerler	97
Tablo: 15-26	Aylara Göre Eğik Yüzeğe Gelen Işınım Değerle- ri ve Çekilen Su Miktarları	103
Tablo: 27	1 Dekar Pamuk için Su Bilançosu	116
Tablo: 28a,b	1 Dekar I. Ürün Mısır için Su Bilançosu	119
Tablo: 29a,b	1 Dekar II. Ürün Mısır için Su Bilançosu	123
Tablo: 30a,b	1 Dekar Bağ için Su Bilançosu (7 Modül için)	128
Tablo: 30c,d	1 Dekar Bağ için Su Bilançosu (8 Modül için)	132
Tablo: 31	Geleneksel Yakıtlı Motor-Pompa Ünitesiyle Güneş Enerjili Sulama Sisteminin Maliyet Karşılaştırması	137
Şekil: 1	Güneş'in Kısımlarının Şematik Gösterimi	7
Şekil: 2	Güneş Enerjisinden Faydalanma Şekilleri	8
Şekil: 3	Yerküresi Tarafından Alınan Enerjinin Gösterimi	10
Şekil: 4	Atmosfer Yok Kabulü ile Yeryüzüne Gelen Teorik Güneş Işınımı	12
Şekil: 5	Bulutsuz Atmosfer ve Yüzeğe Dik Gelen Güneş Işınımı Durumunda Geçirgenlik Katsayısı % 70 Alınarak Bulunan Yatay Yüzeydeki Teo. Işınım.	13
Şekil: 6	Yeryüzünde Yatay Yüzeğe Gelen Ortalama Gerçek Işınım	14
Şekil: 7	Yeryüzünden Kızılötesi Işıma ile Olan Enerji Kayıpları	14
Şekil: 8	Yeryüzü-Atmosfer Sisteminin Net En. Kazancı..	15
Şekil: 9	Bir Atomdaki Enerji Seviyeleri	32
Şekil: 10a-c	iletken Yalıtkan ve Yarıiletkenlerin Enerji Bandları	35
Şekil: 11	Boşluklar Yolu ile İletim	36
Şekil: 12	Saf veya Katkılı Yarıiletken için Fermi-Dirac Dağılım Fonksiyonları	37

Şekil:13	N-Tip Yarıiletkenin Kristal Yapısı ve Enerji Düzeylerinin Gösterimi	38
Şekil:14	P-Tip Yarıiletkenin Kristal Yapısı ve Enerji Düzeylerinin Gösterimi	39
Şekil:15	P ve N Tip Yarıiletkende Azınlık ve Çoğunluk Yük Taşıyıcılar	40
Şekil:16	P-N Kavşağı	41
Şekil:17	P-N Kavşağının İleri Yönde Kutuplandırılması	42
Şekil:18	P-N Kavşağının Ters Yönde Kutuplandırılması	43
Şekil:19	P-N Kavşağının Band Yapısı	44
Şekil:20	Fotovoltaik Elemanın Elektriksel Gösterimi ..	45
Şekil:21a,b	Bir Fotovoltaik elemanın Değişen sıcaklık ve Işınlama Göre Akım-Gerilim Belirtgenleri	46
Şekil:22a	U ₁ -I ₁ Belirtgen Eğrisi	47
Şekil:22b,c	Ee'ye Göre U ₁ , I ₁ ve P nin Değişimi	47
Şekil:23	Tympan	52
Şekil:24	Arşimet Vidası	53
Şekil:25	Motor-Tulumba Ünitelerinin Yerleştirme Şekilleri	54
Şekil:26	E.Ü.Z.F.Menemen Uygulama Çiftliği Sınırları ve Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıfları	57
Şekil:27	Menemen Ovası Hidrolojik Bilançosu	62
Şekil:28	Menemen Ovasında Aylık ve Yıllık Yağış-Buharlaşma Miktarları	64
Şekil:29	Menemen Ovasında Aylık ve Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı	65
Şekil:30	Menemen Ovasında Aylık ve Yıllık Ortalama Hava Sıcaklığı	65
Şekil:31	Pamğun Sulama Zamanları ve Su Miktarları ...	69
Şekil:32	Bağın Sulama Zamanları ve Su Miktarları	69
Şekil:33	I.Ürün Mısır için Sulama Zamanları ve Su Miktarları	70
Şekil:34	II.Ürün Mısır için Sulama Zamanları ve Su Miktarları	70
Şekil:35	Pamuk, Bağ, I. ve II.Ürün Mısır için Sulama Zamanları ve Toplam Ekili Alana Gerekli Su Miktarları	71
Şekil:36	Güneş Enerjili Sulama Sisteminde Enerji Akışı	72
Şekil:37	Güneş Enerjili Sulama Sistemi Deney Seti	73
Şekil:38	PV Panel ve Alüminyum Konstrüksiyonu	74
Şekil:39	7 Adet M55 Modülünün Seri Bağlanması	75
Şekil:40	M55 Modülünün Belirtgenleri	76
Şekil:41	Ana Şalterin Elektrik Bağlantısı	77
Şekil:42	Akım-Debi	81
Şekil:43	Işınlım-Debi	83
Şekil:44a,b	Işınlım-Akım	84
Şekil:45a-j	Saatlik Su Miktarı, Işınlım, Ortalama Dış ortam Sıcaklığı	91

Şekil:46	Günlük Çekilen Su-Panele Gelen Toplam Işınım.	98
Şekil:47a-f	Günlük Su Miktarı, Işınım, Ortalama Hava Sıcaklığı, Ortalama Rüzgar Hızı	99
Şekil:48	Menemen Ovasında 1 Dekar Pamuk için Su Bilançosu	117
Şekil:49a,b	Menemen Ovasında 1 Dekar I.Ürün Mısır için Su Bilançosu	121
Şekil:50a,b	Menemen Ovasında 1 Dekar II.Ürün Mısır için Su Bilançosu	125
Şekil:51a,b	Menemen Ovasında 1 Dekar Bağ için Su Bilançosu (7 Modüle göre)	130
Şekil:51c,d	Menemen Ovasında 1 Dekar Bağ için Su Bilançosu (8 Modüle göre)	134
Harita:1-12	Aylara Göre Türkiye için Toplam Güneş Işınımı Haritaları	19
Harita:13	Yıllık Türkiye için Toplam Güneş Işınımı Haritası	31
Harita:14	Menemen Ovası Jeolojik Durumu	56
Harita:15	Menemen Ovası Toprak Haritası	59

KISA ÖZET

Bu çalışmada deneme sisteminden elde edilen verilerle, anlık saatlik ve günlük olarak, panele gelen toplam ışınım ile çekilen su arasında ilişki kuruldu. Günlük ilişkiden sağlanan eşitlikle, günlük toplam ışınım ortalamalarından, çekilebilecek su miktarları hesaplandı. Hesaplanan değerler ile seçilen bitkilerin (Pamuk, mısır, bağ) 1 dekarı için gerekli su miktarları arasında mukayese yapıldı ve her bitki için havuz hacimleri hesaplandı. Yakitle çalışan motor-pompa sistemiyle, güneş enerjili sistem arasında mukayese yapıldı.

ABSTRACT

In this investigation, the relation between the incoming solar energy on the PV panel (371 Wp) and the water output of a given solar submersible pumping system is developed. The results are presented in form of instantaneous, hourly and daily mean, graphs and the equations describing those relations are defined by means of regression formula according to the water quantity needed for different typical agricultural products of the Aegean Region (Cotton, corn and grape), the volume of the water storage in connection with the solar pumping system given has been calculated, using the results of the above mentioned formula.

GİRİŞ

Yeryüzünde enerji kaynakları ve rezervlerinin sınırlı olması araştırmacıları alternatif enerji konularına yöneltmiştir. Güneş Enerjili Sulama Sistemi'de günümüzde araştırmacıların üzerinde çalıştığı konulardan biridir.

Bugünün Şartlarında enterkonnektif sistemin bulunmadığı yerlerde uygulama olanağı bulunabilen sistem, ilerleyen tekniğin sağlayacağı olanaklarla, daha ucuz maliyet ve daha yüksek verimle yerleşim bölgelerinde bile tercih edilecektir, belkide enerji kaynaklarının hızla azalması beklenen uygulamayı zorunluluk haline getirecektir.

Bu doktora çalışması ile "Güneş Enerjili Sulama Sistemleri" nin Türkiye'de uygulanabilirliğinin araştırması konusunda ilk adım atılmıştır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Roger, J.A.(1979):Teorik olarak,fotovoltaik paneller ile direk bağlantılı çeşitli D.C. motorlar arasındaki davranışı yükün bir fonksiyonu iken inceledi.Bazı özel durumlar ve farklı ışınımalar için çalışma eğrilerini çıkardı.

Pulfrey,D.L.,Ward,P.R.B.and Dunford,W.G.(1986): 35 m. Yüksek-ten bulutsuz günde,ortalama 15 m³ su sağlayan kabiliyette prototip fotovoltaik güçlü pompalama sistemi üzerinde çalıştı. Güç kaynağı olarak 800 Wp'lik bir fotovoltaik panel,motora enerji ileten bir D.C.-D.C. convertör,D.C. motor ve bu motorla sürülen pompa,sulama kuyusu başlıca sistem elemanlarıydı.Tüm sistemin laboratuvar testini,diger yerlerde yapılan çalışmaların verimleri ile karşılaştırdı.

Malhotra,K.S.,Kaur,M.,(1989):Su seviyesinin derinliği,sulanancaz arazi alanı,yetiştirilen ürünler ve toprak özellikleri arasında bağlantı kurdular ve fotovoltaik pompaların seçimi ve uygulanabilirliğinin tesbitinde bir yöntem geliştirdiler.

Herrmann,B.,Kral,H.,Kopf,E.and Lehner,G.,(1986):Fotovoltaik su pompalama testlerinin gerçekçi testi,sadece tesisat yerinde yapılabilir,bundan dolayı değişen şartlar altında incelemeler için fazla çaba gösterilir.Bu özellikleri pompanın çıkış deliği üzerindeki basınç kontrolleri ve kapalı döngü içindeki pompalama ile sağladılar.

Hsiao,y.r.and Blevins,B.A.,(1983):D.C. Motor tarafından enerji sağlanan su pompası ve fotovoltaik panel arasındaki direk bağlantı analiz edildi.seçilen karakteristikler ile sistemin performansında analizler esas alındı.Hesaplarda meteorolojiden aldıkları saatlik güneş ışınımı datalarını kullandılar. MPP sürücülü sulama sistemleri ile sürücüsüz sistemler arasında karşılaştırma yapıldı,yüksek verimden dolayı MPP sürücülü sistemlerin daha cazip olduğunu tesbit ettiler.

Braunstein,A. and Kornfeld,A.,(1981):Elektrik motor ve pompası,kontroller,su veya elektrik enerjisinin depolanması ve fotovoltaik panelden ibaret olan güneş enerjili sulama sisteminin matematik modelini çıkarıp analiz ettiler.Gelen ışınımın bir fonksiyonu olarak sistem verimi su basıncı ve akış hacminin değerini bulmak için bir metod tesbit ettiler.

1. ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynakları "Birincil enerji kaynakları" ve "ikincil enerji kaynakları" olarak ikiye ayrılır.

Birincil enerji: Doğanın sağladığı biçimiyle yararlanılan enerji tür yada kaynakları,

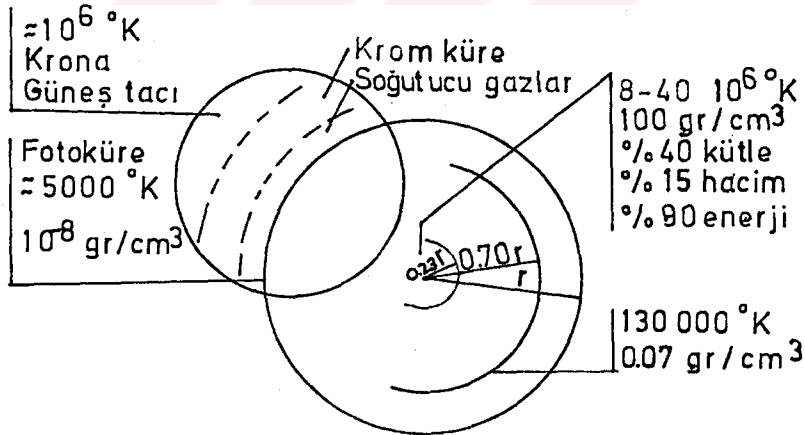
ikincil enerji: insanların kullanma biçimiyle ilgili enerjidir.

Birincil enerji kaynaklarının hızla azalması yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Enerji kaynakları içerisinde kolay faydalanılabilenlerin başında "Güneş enerjisi" gelir.

1.1 GÜNEŞ ve GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş tamamen çok yoğun ve çok sıcak gazlardan meydana gelir. Görünen çapı $1.39 \cdot 10^6$ km.dir. Dört haftada bir kendi etrafında döner. (Ekvator kısmı 27 günde, kutup bölgesi 30 günde döner.) Astrofizikçiler güneşi üç bölgeye "iç güneş, fotoküre, ve güneş atmosferi" ayırarak incelerler. iç güneş, güneşin asıl kütlelerini meydana getirir. Merkezde (çekirdek) sıcaklığın milyonlarca kelvin derece, gaz basıncının milyar atmosfer düzeyinde olduğu tahmin ediliyor.

Enerji üretimi, hidrojenin helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonları ile olmaktadır. Fotoküre güneşin görünen ışınlarını belirten basıncın ve yoğunluğun düşük olduğu ince gaz tabakasıdır. Yayınlanan ışığın enerji dağılımı 6000°K sıcaklığındaki siyah cisim enerji dağılımına oldukça yakındır.



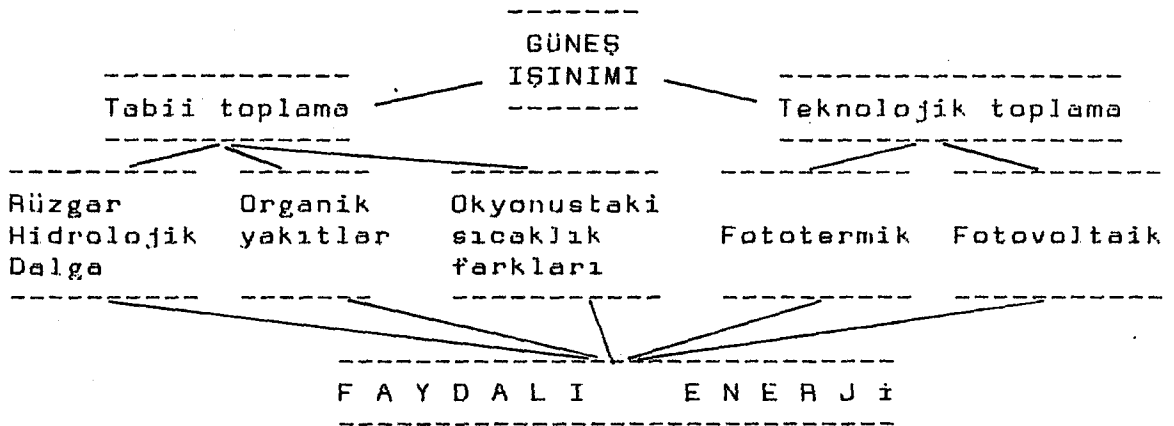
Şekil: 1 Güneşin kısımlarının şematik gösterimi.

G Ü N E Ş

Çapı	1.39196 10 ⁶ km.
Kütlesi	1.989 10 ³⁰ kg.
Hacmi	1.4121 10 ²⁷ m.
Ortalama yoğunluğu	1409 kg/m.
Kütlesinin dünya kütlesine oranı	332488
Yüzeyindeki çekim ivmesi	273.98 m/s ² .
Krona (Güneş tacı) sıcaklığı	10 ⁶ °K
Fotokürenin efektif siyah cisim sıcaklığı	5762 °K
Kütlesel bileşimi (yaklaşık)	% 75 H ,% 24.25 He % 0.75 ağır elementler

Tablo: 1 Güneş ile ilgili bazı değerler.

Enerji kaynaklarının çoğu güneş ışınımının maddeler üzerindeki fiziksel ve kimyasal tesirinden meydana gelir. Hidrolojik enerji, rüzgar enerjisi, dalga enerjisi vs. güneş ışınımından dolayı olarak oluşan enerjilerdir. Güneş ışınımından direkt enerji elde edilmesi, güneş ışınımının elektrik, mekanik, ısı gibi diğer enerji şekillerine dönüştürülmesi ile olur.



Şekil: 2 Güneş enerjisinden faydalanma şekilleri.

1.2 GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI

1.2.1 Fototermik uygulamalar

a-Düşük sıcaklık uygulamaları (20-100 °C)

- Konutların sıcak su temini
- Konut ısıtması
- Sera ısıtması
- Tarım ürünleri kurutması
- Konut soğutması
- Yüzme havuzu ısıtması
- Arı su elde edilmesi
- Tuz üretimi
- Güneş pompaları

b-Orta sıcaklık uygulamaları (100-300 °C)

(Güneşi takip eden mekanizmalara ve odaklı toplayıcılara ihtiyaç vardır.)

- Sanayi için gerekli sıcak su
- Sanayi için gerekli buhar
- Büyük soğutma ve ısıtma sistemleri

c-Yüksek sıcaklık uygulamaları (>300 °C)

(Geniş bir alana gelen güneş ışınımını, güneşi izleyerek bir noktaya odaklayan sistemler kullanılır.

- Güneş fırınları
- Yüksek sıcaklıkta buhar ile elektrik üretimi

1.2.2 Fotovoltaik uygulamalar

Üzerine güneş ışınımı düşünce elektrik üreten güneş pilleri yarı iletken teknolojisine göre çalışır. Güneş pillerinin verimi % 3-25 arasında değişir. Hücreler birbirlerine seri ve paralel bağlanarak gerilim ve akım şiddeti artırılır. Genellikle fazla güç gerektirmeyen ve bilinen diğer yollardan elektrik üretimi zor olan güç merkezlerinden uzak yerlerde kullanılır. İstenen yerde ve istenen güçte elektrik üretilebilmesi, gürültüsüz çalışması, artıkların olmayışı ve uzun ömürlü oluşu, güneş pillerinin avantajlarından bazılarıdır. Fakat üretimi yüksek teknoloji gerektirir, verimleri düşük ve maliyetleri yüksektir.

1.3 GÜNEŞ TARAFINDAN YAYINLANAN ENERJİ

Güneşin sıcaklığı 5750 °K dir. Bu sıcaklık güneşin yüzeyinde ışımının şiddeti Stefan - Boltzman kanununa göre 6200 W/cm^2 veya $6.2 \cdot 10^4 \text{ kW/m}^2$ dir. Güneşin yüzeyi $6.16 \cdot 10^{12} \text{ km}^2$ olduğundan güneş tarafından yayınlanan toplam güç $4 \cdot 10^{23} \text{ kW}$ dir.

Stefan - Boltzman kanunu $W = \epsilon \sigma T^4$ denklemi ile verilir. Burada; (1.1)

W: Emisyon yapan birim yüzey başına ışımının şiddeti

ϵ : Emissif güç (≈ 1)

T: Mutlak sıcaklık (=5750 °K)

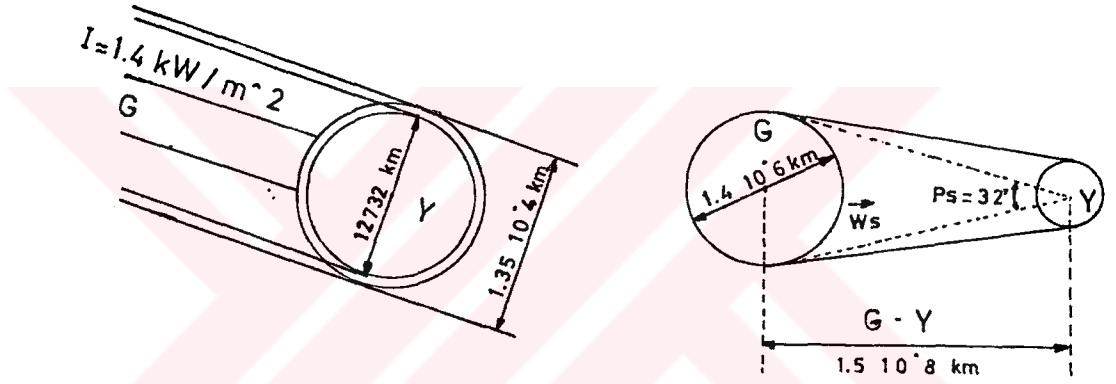
σ : Stefan - Boltzman sabiti ($=5.67 \cdot 10^{-12} \text{ W/cm}^2 \cdot \text{K}^4$) dir.

$W_s \approx 6.2 \text{ kW/cm}^2$ olur.

1.4 YERKÜRESİ TARAFINDAN KESİLEN GÜÇ

Güneş ile yer arasındaki uzaklık $1.5 \cdot 10^8$ km dir. Güneşi merkez kabul eden ve yerden geçen $R=1.5 \cdot 10^8$ km yarıçapındaki bir küre üzerine isabet eden enerji 1400 W/m^2 dir.

Güneş ışınları pratik olarak, dik kesiti yerin büyük dairesi kadar olan ve eksenini güneş ışınlarına paralel bir silindir tarafından kesiliyor gibidir. Yerin büyük dairesi $1.27 \cdot 10^4$ km² olduğundan yer tarafından kesilen enerji $1.78 \cdot 10^{14}$ kW olur. Yer yüzüne bir yılda gönderilen toplam enerji $1.56 \cdot 10^{18}$ kWh dir. Bu enerjinin $5.09 \cdot 10^8$ km² yüzündeki yer küresi üzerine düzgün olarak dağıldığı kabul edilirse, yıllık ortalama değer 3.068 kWh/km^2 dir.



Şekil: 3 Yer küresi tarafından alınan enerjinin gösterimi.

Yer küresi tarafından kesilen enerjinin yaklaşık 1/3 kadarı yansımaya, difüzyon ve kırılma ile uzaya döner 2/3 kadarı yer küresi tarafından absorblanır. Absorblanan kesim çeşitli termodinamik dönüşümlerden sonra büyük bir kısmı kızılötesi ışınlar halinde uzaya döner.

1.5 TEORİK ve PRATİK OLARAK YERYÜZÜNDE BİRİM ALANA GELEN

GÜNEŞ IŞINIMI DEĞERLERİ

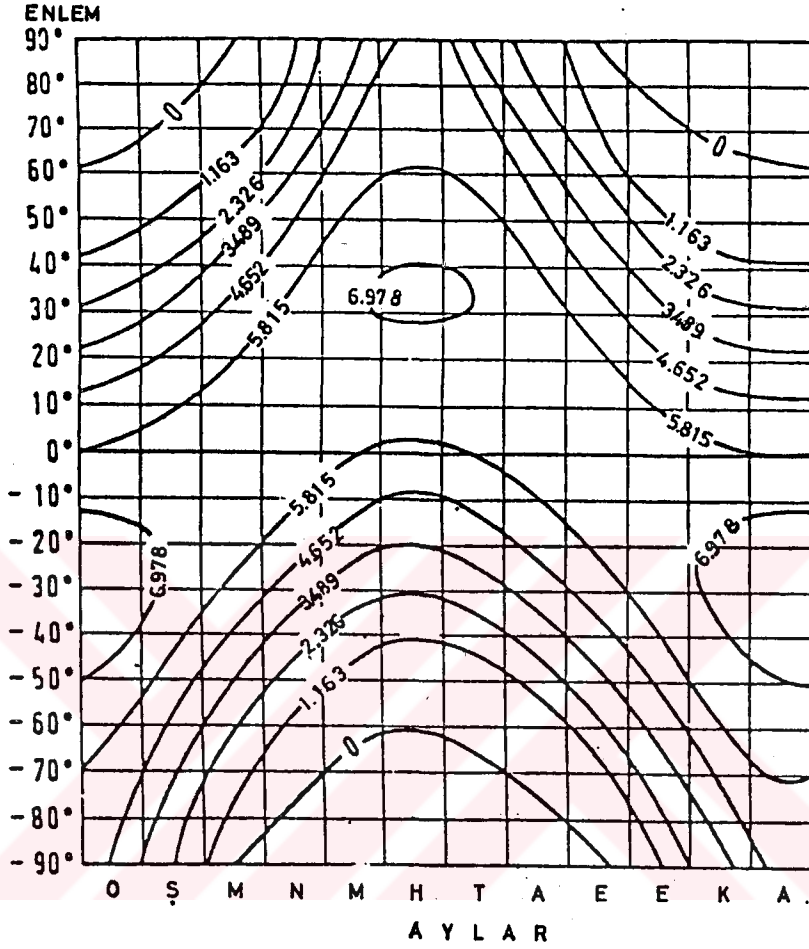
Bu kısımdaki şekillerin hepsi aylara ve enlem derecelerine göre $\text{kWh/m}^2\text{-gün}$ olarak çizilmiştir.[16].Şekil:4 de atmosfer yokmuş gibi düşünülerek yeryüzünde yatay yüzeye gelen teorik ışınım değerleri gösterilmiştir.

Bu şekildeki en ilgi çekici iki nokta;Yaklaşık 68. enlemden 90. enleme (kutuplar) kadar,tamamen güneşsiz günlerin 1 den 180 e (6 ay) belirtilmesiyle haziran ayında kuzey kutubunda (güney kutubunda aralık ayında) birim yüzeye gün boyunca gelen ışınımın,ekvatorda birim yüzeye gelen ışınımdan fazla oluşudur.Bunun nedeni belirtilen ayda gelen güneş ışınımının ekvatordaki yatay yüzeyin normali ile yaptığı açının kuzey kutubundakine göre daha küçük açılı olduğu halde,kuzey kutubundaki güneşlenme süresinin 24 saat,ekvatorda 12 saat olmasıdır.

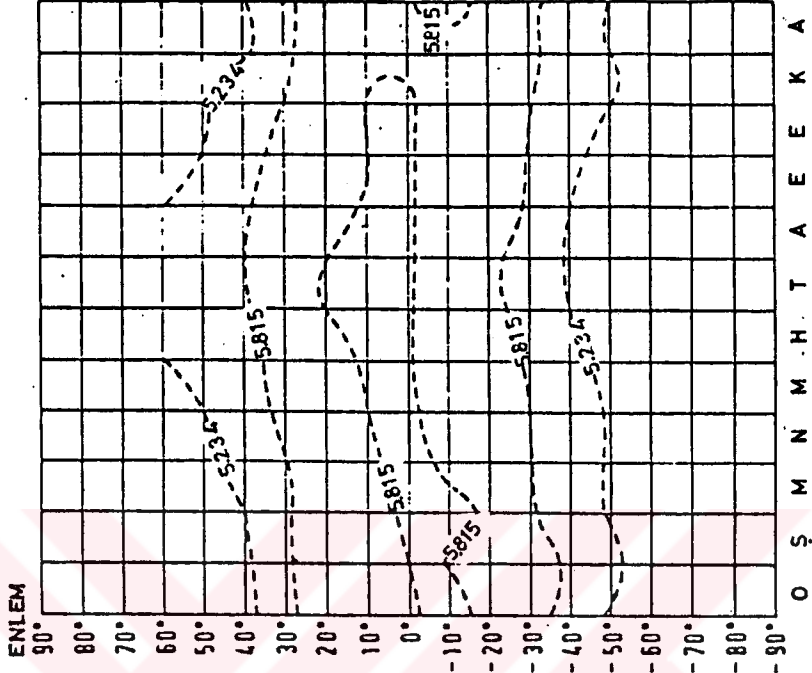
Şekil: 5 de açık havada yeryüzünde yatay yüzeye gelen teorik güneş ışınımı gösterilmiştir.Bu şekildeki en büyük özellik;Herhangi bir günde en fazla güneş ışınımı alan yerin enleminin o günün denklınasyon açısına yaklaşık eşit olmasıdır.Buna göre,mayıs-haziran-temmuz-ağustos aylarında kuzey yarım küre daha fazla,kasım-aralık-ocak-şubat aylarında daha az güneş ışınımı alır.İnceladığımız ilk iki şekil teorik yolla bulunan güneş ışınımı değerlerini göstermektedir.Gerçekte,meteorolojik (bulutluluk,yağış) ve coğrafik (karalar,denizleer,vs.) nedenlerden dolayı günlük güneş ışınımı bu kadar çok ve şekiller böyle simetrik değildir.

Şekil: 6 da yeryüzünde yataya gelen gerçek güneş ışınımı değerleri görülmektedir.Buradaki önemli özellik 10-40 derece enlemler arasında,güney yarım küreye,kuzey yarım küreden biraz daha fazla güneş ışınımı gelmesidir.Bu durum güney yarım küredeki büyük su kütlelerinden kaynaklanmaktadır.Bu şekilde kasım ve aralık aylarında çizilmesi gereken $8.141 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ lük değer gösterilmemiştir.

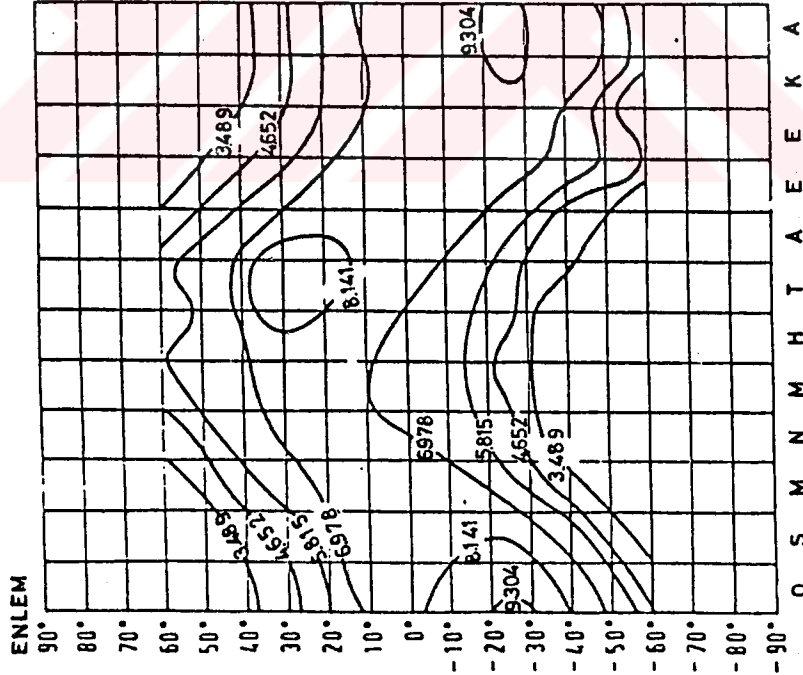
Şekil: 7 de yeryüzünden kızıl ötesi ışıma yoluyla olan enerji kayıpları,şekil: 8 de ise şekil 6 ve 7 nin toplamı olan net enerji kazancı,aylara ve enlem derecelerine göre verilmektedir.Buna göre Dünya,Ekvator dolaylarından enerji kazanıp kutuplardan enerji kaybedip denge sağlamaktadır.



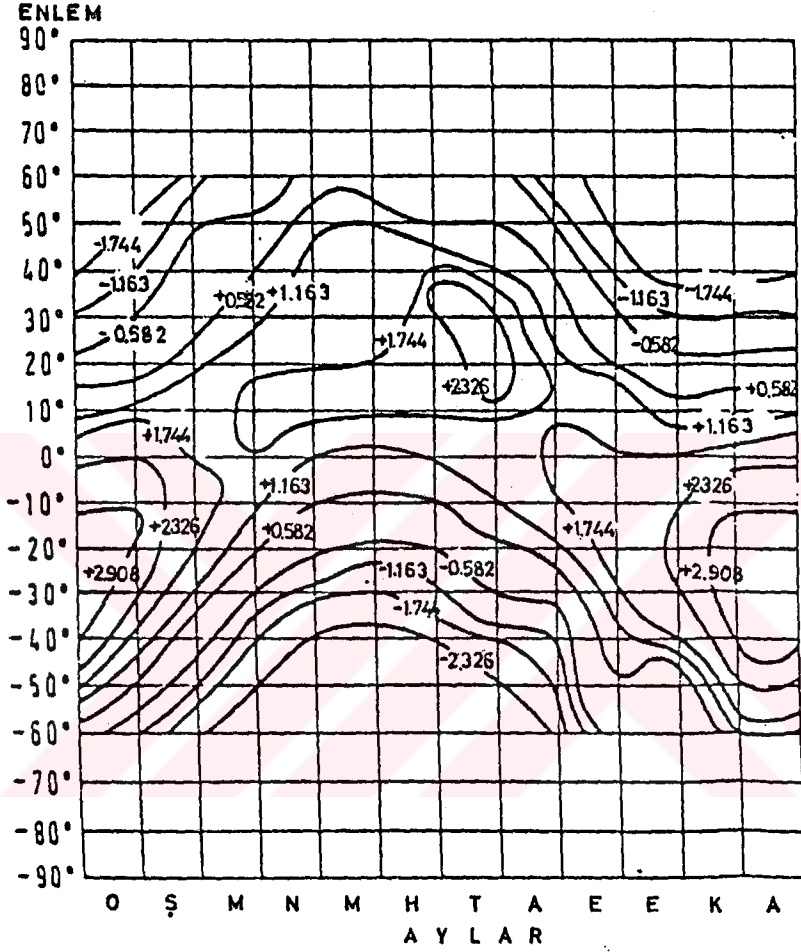
Şekil: 5 Bulutsuz atmosfer ve yüzeye dik gelen ışınım durumunda geçirgenlik katsayısı % 70 alınarak bulunan, yatay yüzeydeki teorik ışınım (kWh/m²-gün)



Şekil: 7 Yeryüzünden kızılötesi ışınım ile olan enerji kayıpları (kWh/m²-gün)



Şekil: 6 Yeryüzünde yatay yüzeye gelen ortalama gerçek ışınım (kWh/m²-gün)



Şekil: 8 Yeryüzü - Atmosfer sisteminin net enerji kazancı (kWh/m²-gün)

1.6 TÜRKİYEİN GÜNEŞ IŞINIMI DEĞERLERİ

Bu bölümdeki tablo ile (Tablo:2 a,b) aylık ve yıllık güneş ışınımı haritaları (Harita: 1-13),Devlet Meteoroloji işleri Genel Müdürlüğü'nün Güneşlenme Şiddeti ve Güneş Işınları Şiddeti Bülteninde (Ankara-1984) verilen 50 istasyona göre hazırlanmış olup,güneş ışınım eğrileri kWh/m²-gün olarak ve 0.2 lik aralarla çizilmiştir. Çevre istasyonlarla büyük uyumsuzluk gösteren bazı istasyonlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Güneş ışınım haritalarına göre:

Doğu Anadolu'nun doğu ve güneyi,Güneydoğu Anadolu Bölgesi,Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesinin Kıyı Kesimleri yüksek güneş ışınımı alan bölgeler olarak görülmektedir. En az ışınım alan bölgemizde Doğu Karadeniz Bölgesidir. Bu bölgede güneş ışınım eğrileri sık yani güneyden kuzeye gidildikçe güneş ışınım değerleri hızla azalmaktadır. Bu durum bölgenin topoğrafik özelliğinden kaynaklanmaktadır.Haritalarda diğer dikkat çeken bir durum,iç Ege ile Doğu Anadolu'nun batısında güneş ışınımı değerlerinde bir azalma,iç Anadolu'nun güneyinde ise bir artmanın oluşudur.

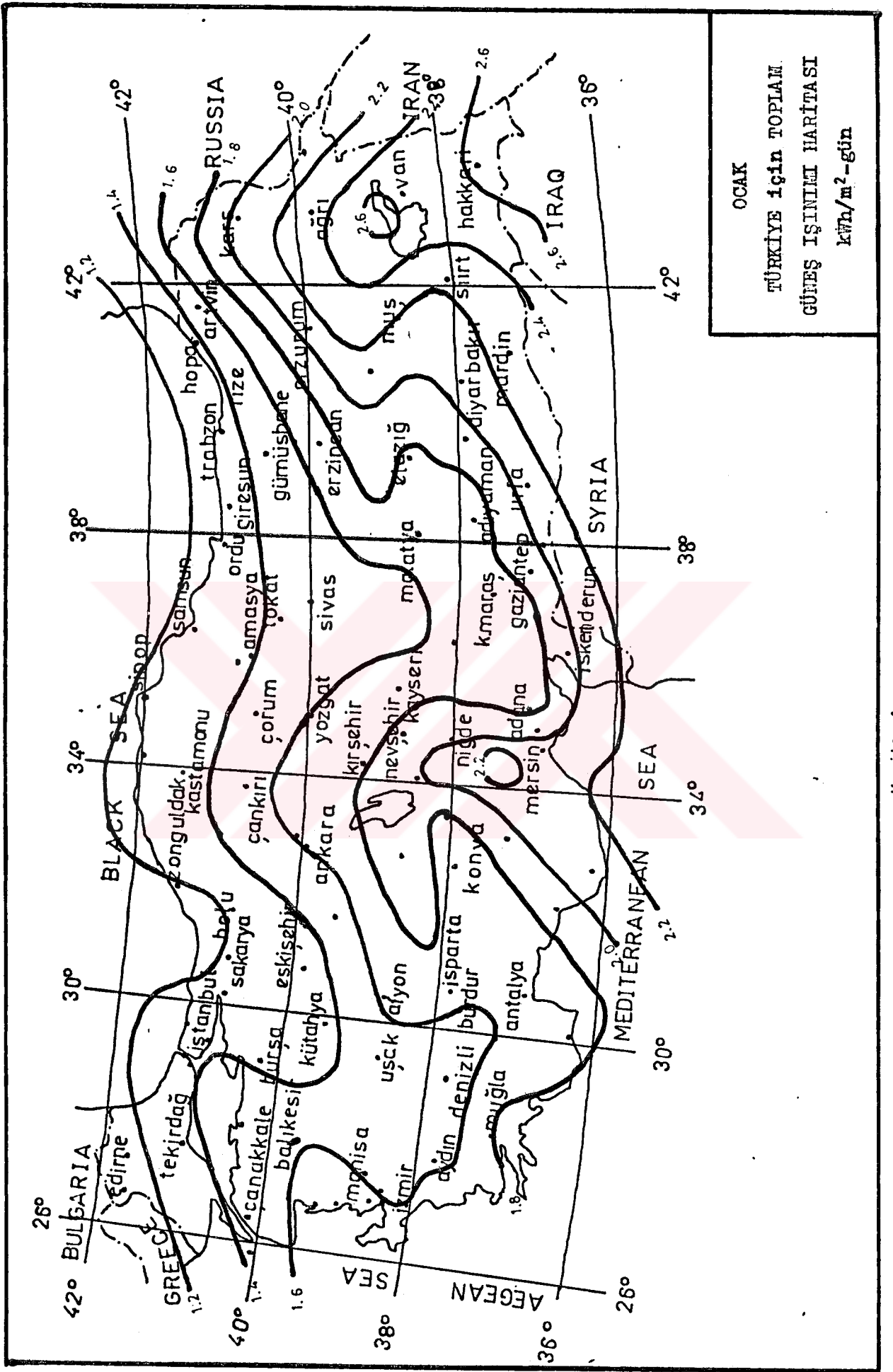
Türkiye için daha önce çeşitli kişi ve kuruluşlarca hazırlanan güneş ışınımı haritaları birbirinden bazı farklılıklar göstermekte olup,bir kısmında ise çizim kurallarına uygun olmayan durumlar vardır.[1.10.29]

İSTASYON	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Adana	1.70	2.33	3.30	3.72	4.68	4.87	5.13	5.04	4.46	3.03	2.02	1.42	3.50
Adıyaman	1.69	2.33	3.28	4.09	5.05	5.66	5.48	4.99	4.09	4.17	2.07	1.58	3.60
Aksaray	2.01	2.73	3.60	4.45	5.27	5.82	5.87	5.54	4.49	3.23	2.33	1.81	3.92
Anamur	2.10	2.89	4.00	5.20	6.18	6.44	6.37	5.94	4.96	3.61	2.67	1.95	4.36
Ankara	1.66	2.41	3.54	4.59	5.56	6.08	6.36	5.88	4.71	3.27	2.07	1.37	3.96
Ankara-TSu	1.27	1.81	2.59	3.36	4.18	4.66	4.77	4.30	3.50	2.47	1.65	1.04	2.96
Ankara-ZAr	1.33	1.91	3.23	3.90	4.89	5.51	5.64	5.08	4.10	2.71	1.79	1.08	3.43
Birecik	2.03	2.87	4.00	5.60	5.82	6.51	6.37	5.97	4.81	3.67	2.55	1.83	4.28
Bozkurt	1.24	1.79	2.71	3.80	4.59	5.51	5.33	4.53	3.29	2.19	1.52	1.12	3.13
Bursa	1.33	1.78	2.57	3.33	4.36	5.03	5.03	4.46	3.52	2.45	1.65	1.20	3.06
Cihanbeyli	1.87	2.62	3.44	4.22	5.03	5.60	5.58	5.27	4.28	3.05	2.35	1.73	3.75
Çanakkale	1.41	2.04	3.07	4.21	5.19	5.65	5.67	5.13	3.99	2.79	1.79	1.33	3.52
Çankırı	1.49	2.17	3.28	4.22	4.97	5.59	5.84	5.34	4.17	2.98	1.89	1.19	3.59
Dikili	1.75	2.36	3.43	4.49	5.47	6.03	5.91	5.41	4.30	3.03	2.01	1.62	3.81
Diyarbakır	1.79	2.54	3.52	4.11	5.31	5.88	5.76	5.25	4.12	2.99	1.92	1.50	3.72
Elazığ	1.73	2.26	3.30	4.29	5.07	5.99	5.94	5.53	4.44	2.92	1.86	1.34	3.72
Frağlı-Krd	1.12	1.57	2.45	3.29	4.26	5.11	4.91	4.35	3.41	2.17	1.37	1.00	2.92
Frağlı-Kon	2.38	3.24	4.58	5.26	6.60	7.35	7.14	6.62	5.59	3.98	3.00	2.13	4.82
Erzincan	1.63	2.37	3.02	3.93	4.41	5.14	5.52	4.92	3.83	2.81	1.85	1.41	3.40
Eskişehir	1.13	1.55	2.22	2.64	3.31	3.69	3.80	3.38	2.76	1.90	1.35	0.93	2.39
Finike	1.74	2.28	3.29	4.35	5.00	5.28	5.21	4.83	4.11	2.94	2.11	1.63	3.56
Florya	1.35	1.96	2.85	4.01	5.06	5.51	5.36	4.78	3.76	2.53	1.67	1.26	3.34
Gaziantep	1.89	2.61	3.54	4.57	5.30	6.04	5.99	5.65	4.59	3.27	2.38	1.72	3.96
Giresun	1.37	2.09	2.55	3.66	4.24	5.14	4.26	4.02	2.98	2.07	1.61	1.11	2.92
Hakkari	2.44	3.38	4.28	4.79	5.75	4.41	6.44	5.89	4.88	3.47	2.51	2.26	4.37

Tablo: 2 .a Bazı istasyonların güneş ışınımı değerleri.

İSTASYON	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
İğdir	1.58	2.34	3.14	3.83	4.53	5.23	5.05	4.59	3.76	2.75	2.02	1.40	3.35
İsparta	1.78	2.48	3.29	4.00	5.02	5.47	5.58	5.06	4.13	3.01	2.09	1.51	3.61
İzmir-horn	1.49	2.06	2.86	3.57	4.51	4.80	4.97	4.51	3.61	2.54	1.77	1.42	3.17
Kars	2.04	2.84	3.88	4.15	4.57	5.36	5.53	5.00	4.11	2.88	1.97	1.70	3.67
Kastamonu	1.32	1.98	3.04	3.57	4.26	5.01	5.10	4.49	3.51	2.45	1.49	1.04	3.10
Keban	1.80	2.58	3.80	4.49	5.52	6.46	6.40	5.74	4.83	3.36	2.39	1.79	4.09
Kırşehir	1.77	2.47	3.44	4.29	5.06	5.62	5.82	5.34	4.32	3.06	2.13	1.56	3.74
Kocaeli	1.26	1.63	2.34	3.45	4.68	5.19	5.10	4.18	3.50	2.42	1.48	0.98	3.02
Konya	1.71	2.40	3.41	4.22	4.88	5.74	5.47	5.13	4.13	2.92	2.07	1.47	3.63
Konya-T. Su	1.71	2.46	3.57	4.39	5.47	6.21	6.29	5.85	4.64	3.12	2.28	1.49	3.96
Kuşadası	1.60	2.07	2.92	3.64	4.56	4.68	4.66	4.40	3.43	2.61	1.84	1.51	3.16
Menemen	1.86	2.58	3.58	4.61	5.70	6.16	6.16	5.57	4.49	3.19	2.20	1.65	3.98
Muğla	1.76	2.43	3.46	4.28	4.73	5.70	5.77	5.37	4.31	3.13	2.15	1.64	3.76
Rize	1.26	1.94	2.55	3.31	3.90	4.36	3.55	3.24	2.78	2.17	1.51	1.11	2.64
Samsun	1.32	1.66	2.52	3.21	4.18	4.96	4.81	4.02	3.05	2.20	1.45	1.08	2.86
Siirt	2.09	2.89	4.09	4.49	6.11	6.94	6.52	6.32	5.29	3.76	2.58	1.86	4.41
Silifke	2.06	2.82	3.72	4.73	5.30	5.68	5.59	5.37	4.55	3.38	2.52	1.88	3.96
Siverek	2.00	2.62	3.59	4.54	5.69	6.25	6.18	5.75	4.84	3.44	2.39	1.86	4.09
Sivrihisar	1.52	2.17	2.98	3.72	4.49	5.00	5.01	4.67	3.82	2.64	1.87	1.28	3.26
Solhan	2.33	3.06	4.23	4.41	5.06	6.05	6.03	5.76	4.48	3.18	2.20	1.92	4.04
Tarsus	1.87	2.67	3.67	4.65	5.69	6.19	6.00	5.43	4.46	3.25	2.18	1.58	3.97
Tokat-T. Su	1.41	2.03	3.09	4.40	5.02	5.56	5.65	4.53	3.97	2.73	2.08	1.14	3.47
Trabzon	1.35	1.96	2.65	3.40	3.88	4.47	3.98	3.51	2.79	2.10	1.51	1.14	2.73
Uşak	1.58	2.17	3.00	3.43	4.44	4.74	4.88	4.41	3.69	2.66	1.81	1.42	3.18
Van	2.56	3.45	4.15	5.02	6.12	6.79	6.54	6.19	5.16	3.69	2.64	2.25	4.54

Tablo: 2 .b Bazı İstasyonların güneş ışınımı değerleri.



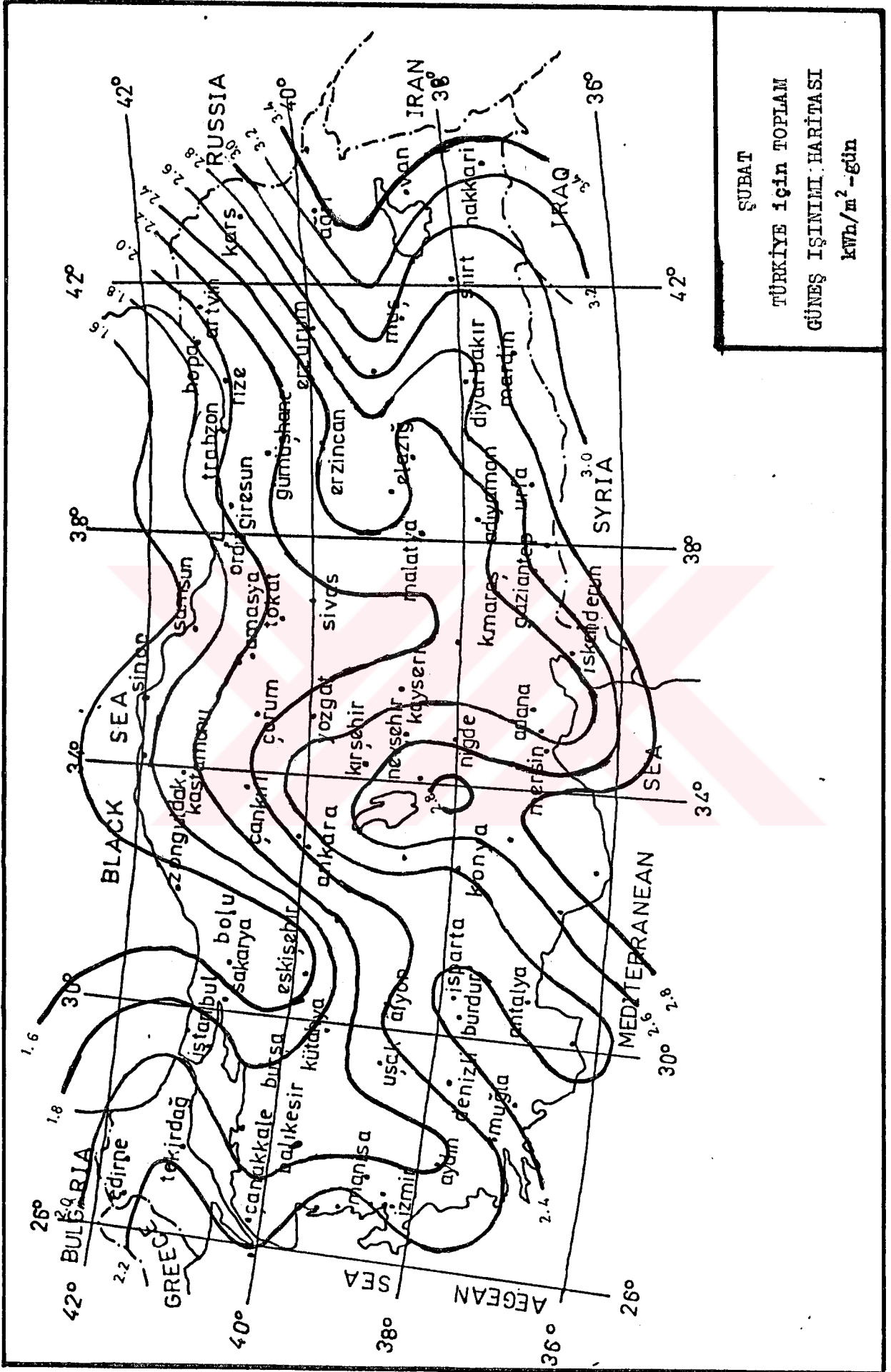
OCAK

TÜRKİYE İÇİN TOPLAM

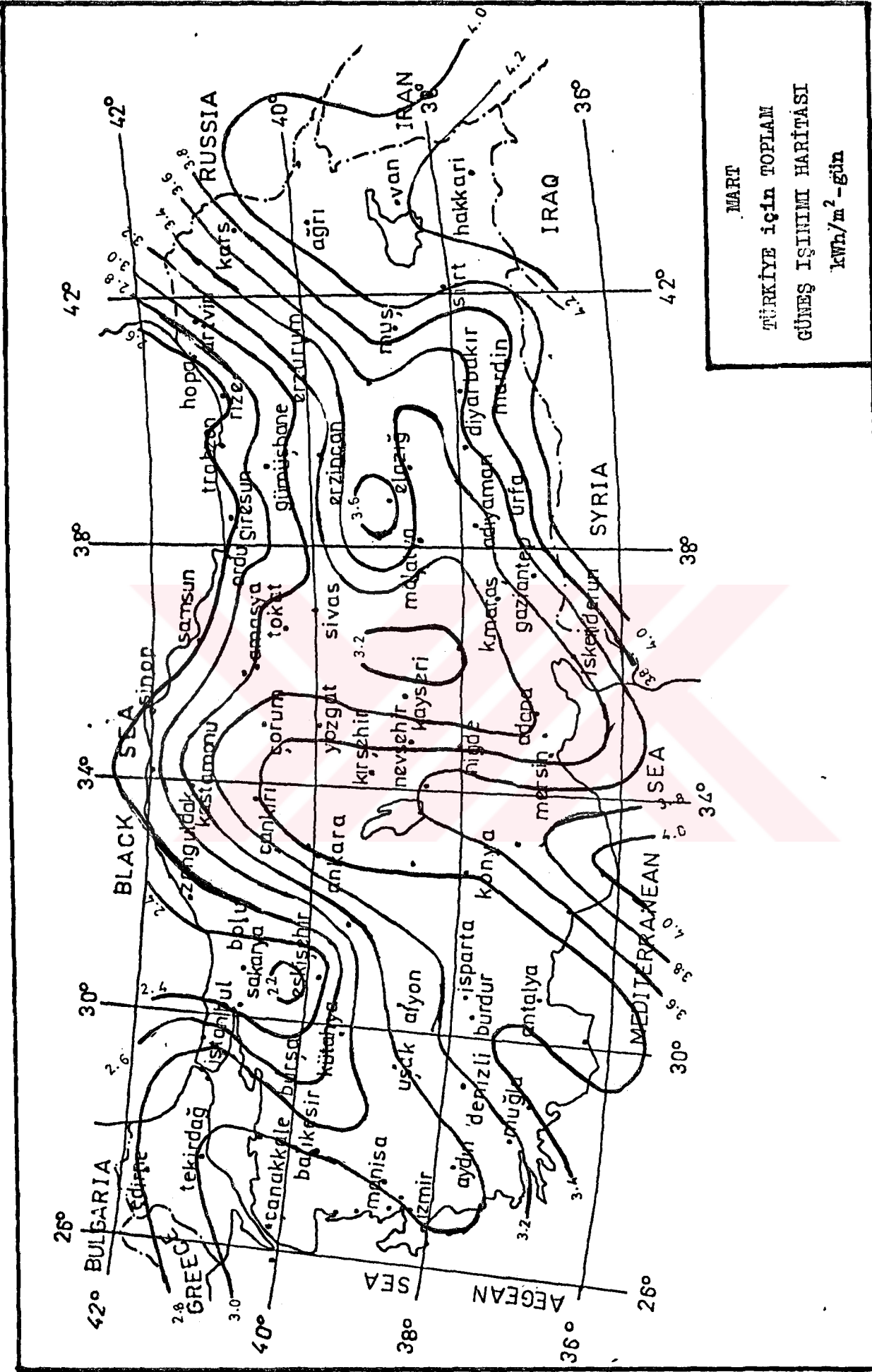
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI

$kWh/m^2-gün$

Harita: 1

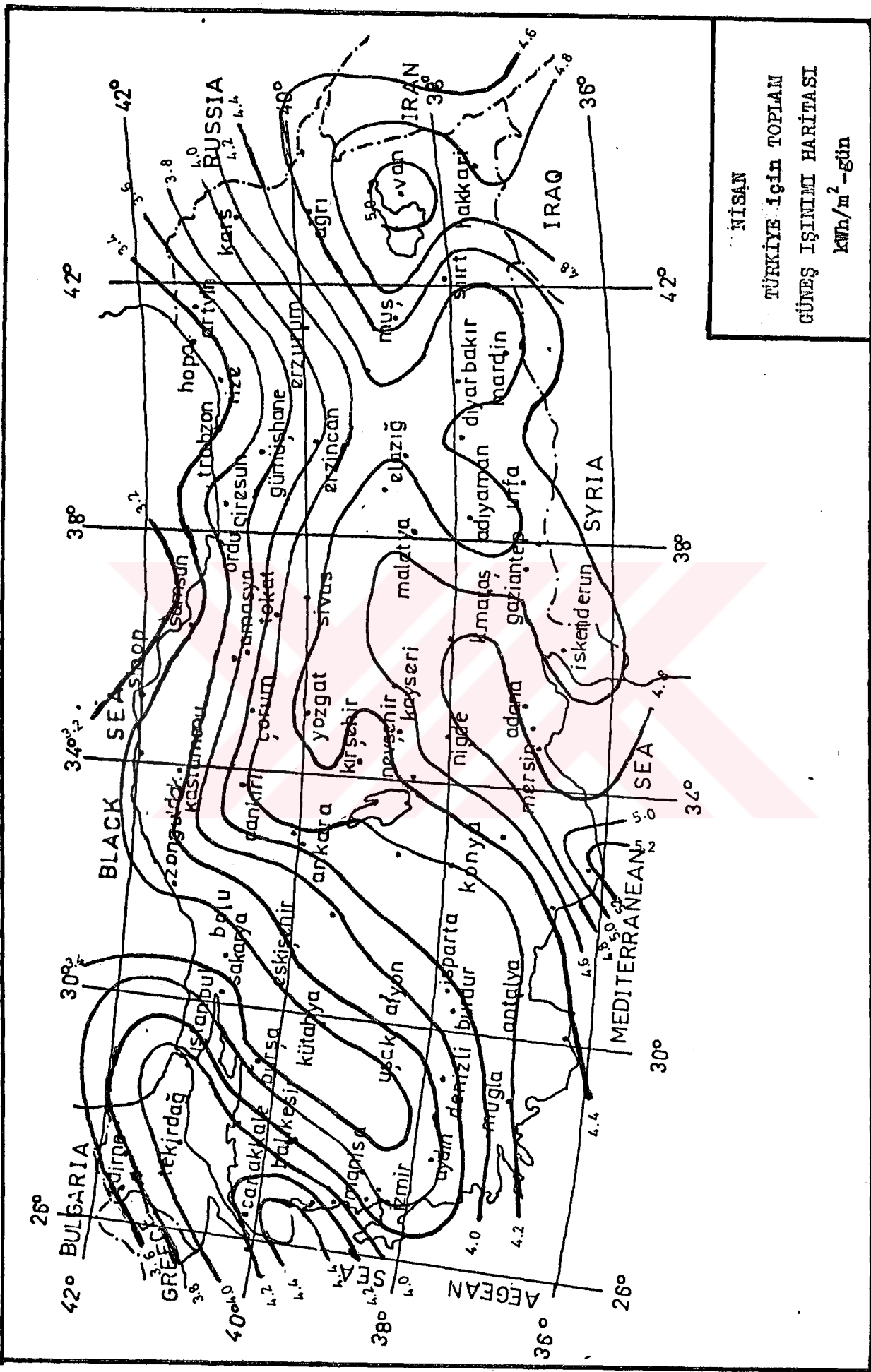


ŞUBAT
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
kWh/m² -gün



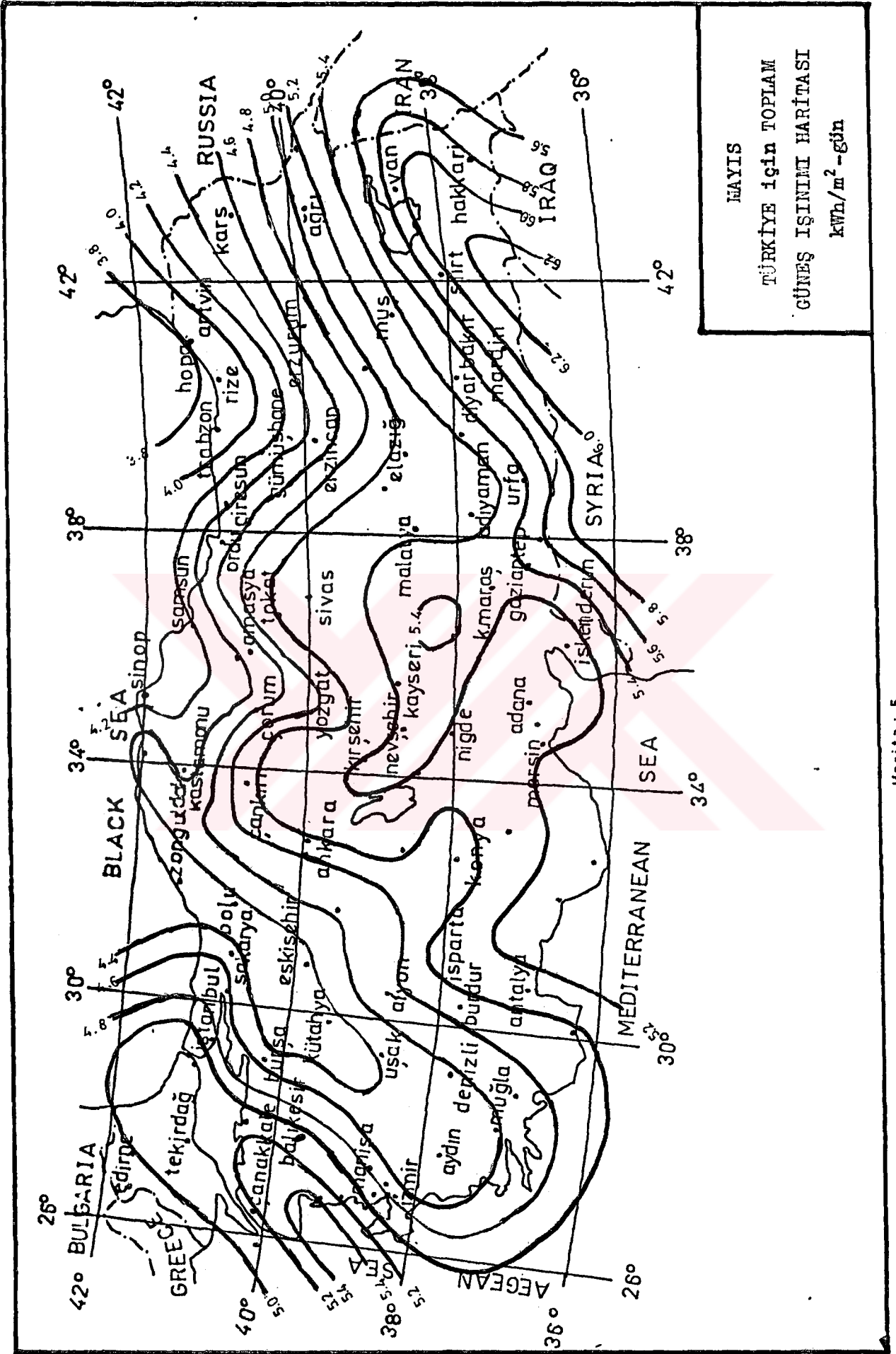
MART
 TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
 GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
 kWh/m² -gün

Harita: 3

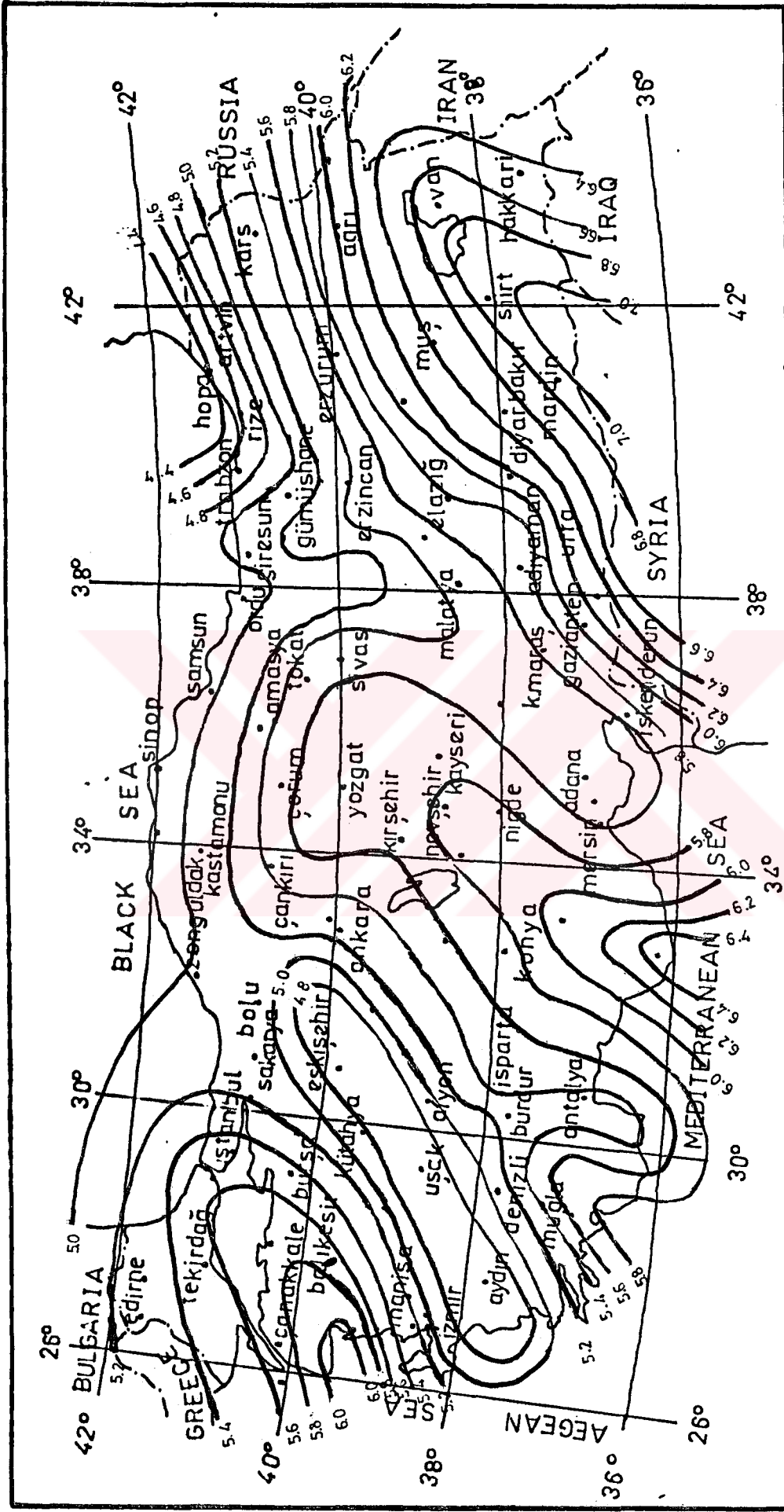


NİSAN
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
kWh/m²-gün

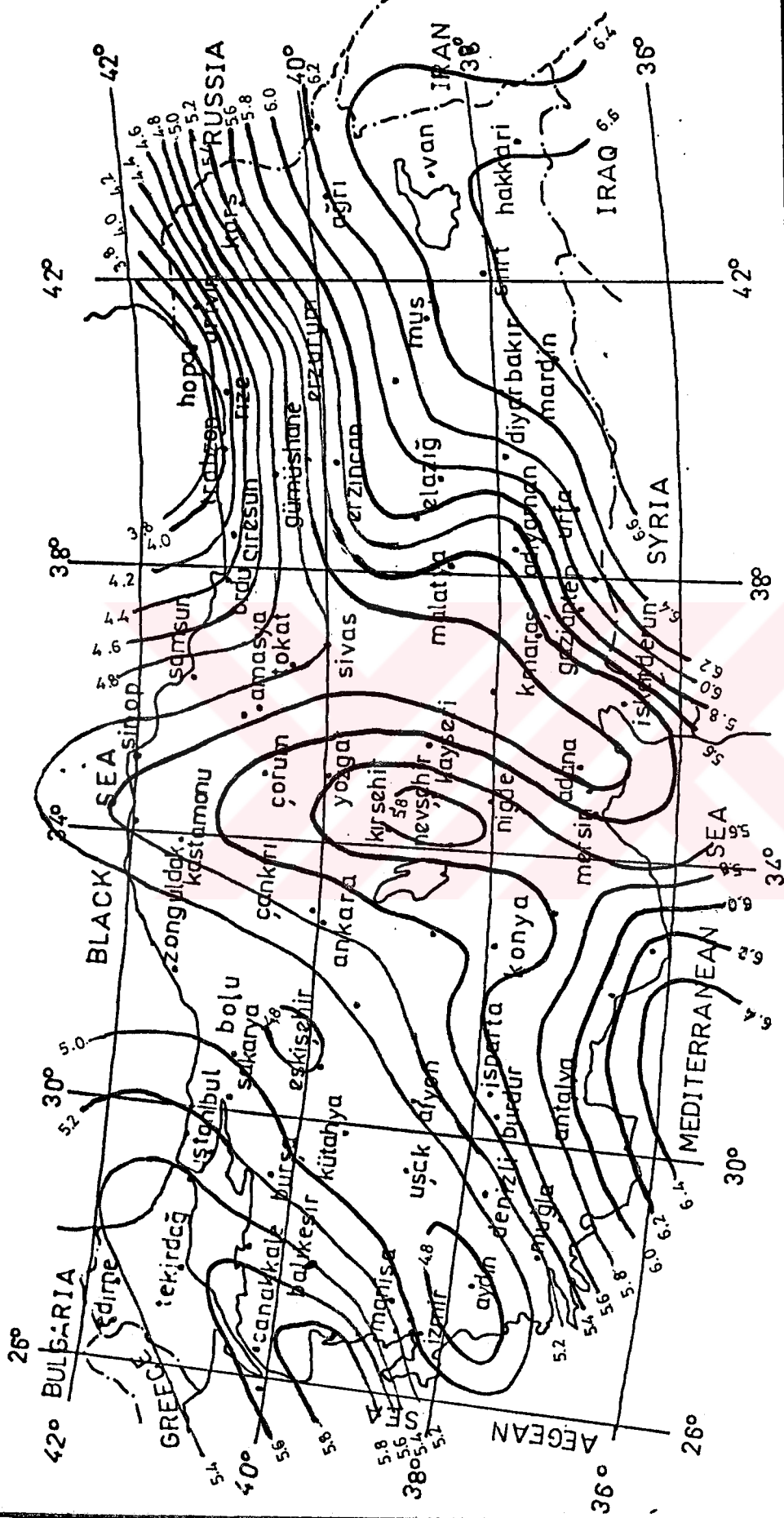
Harita : 4



Harita : 5

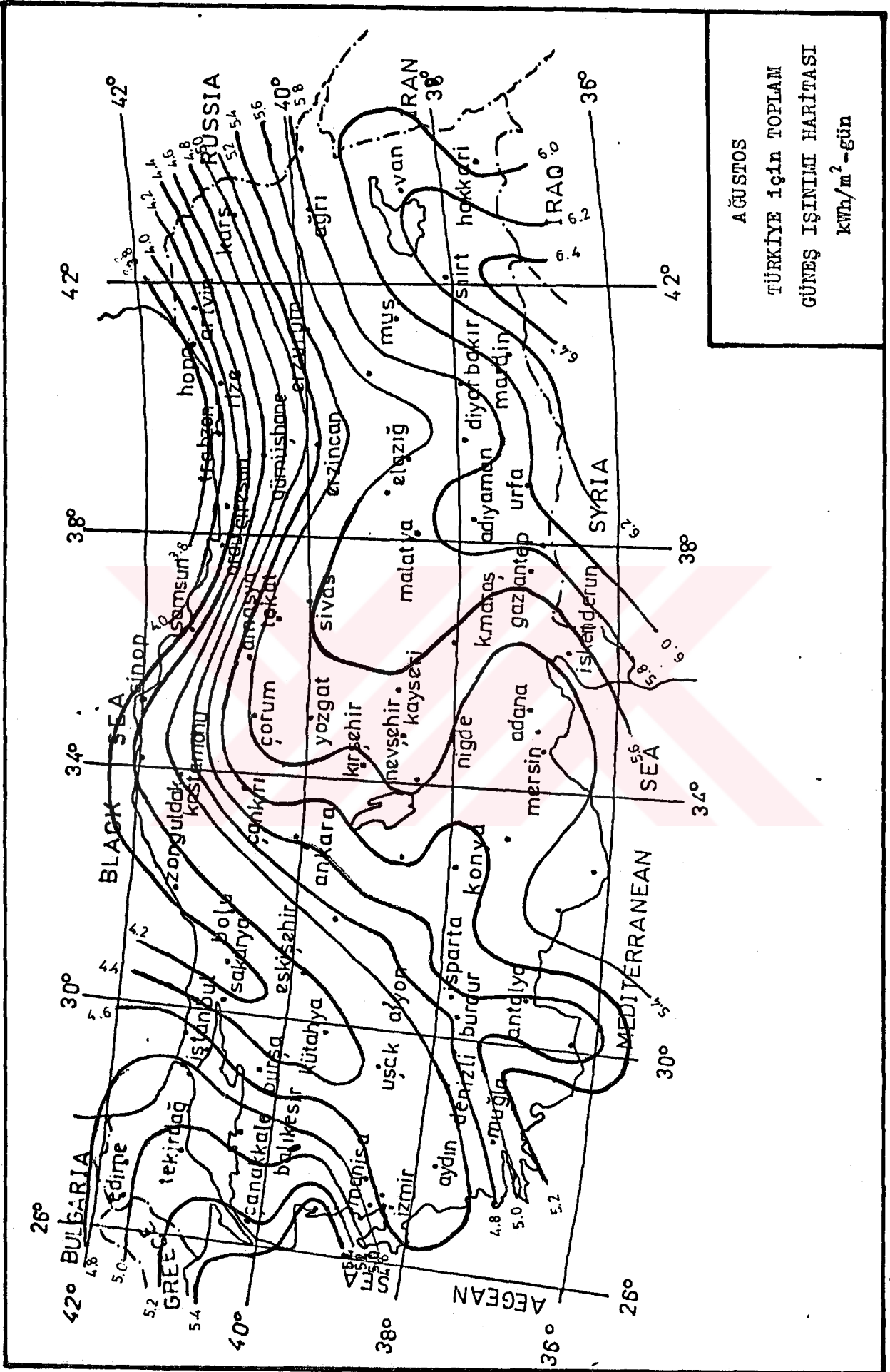


HAZİRAN
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
kWh/m²-gün



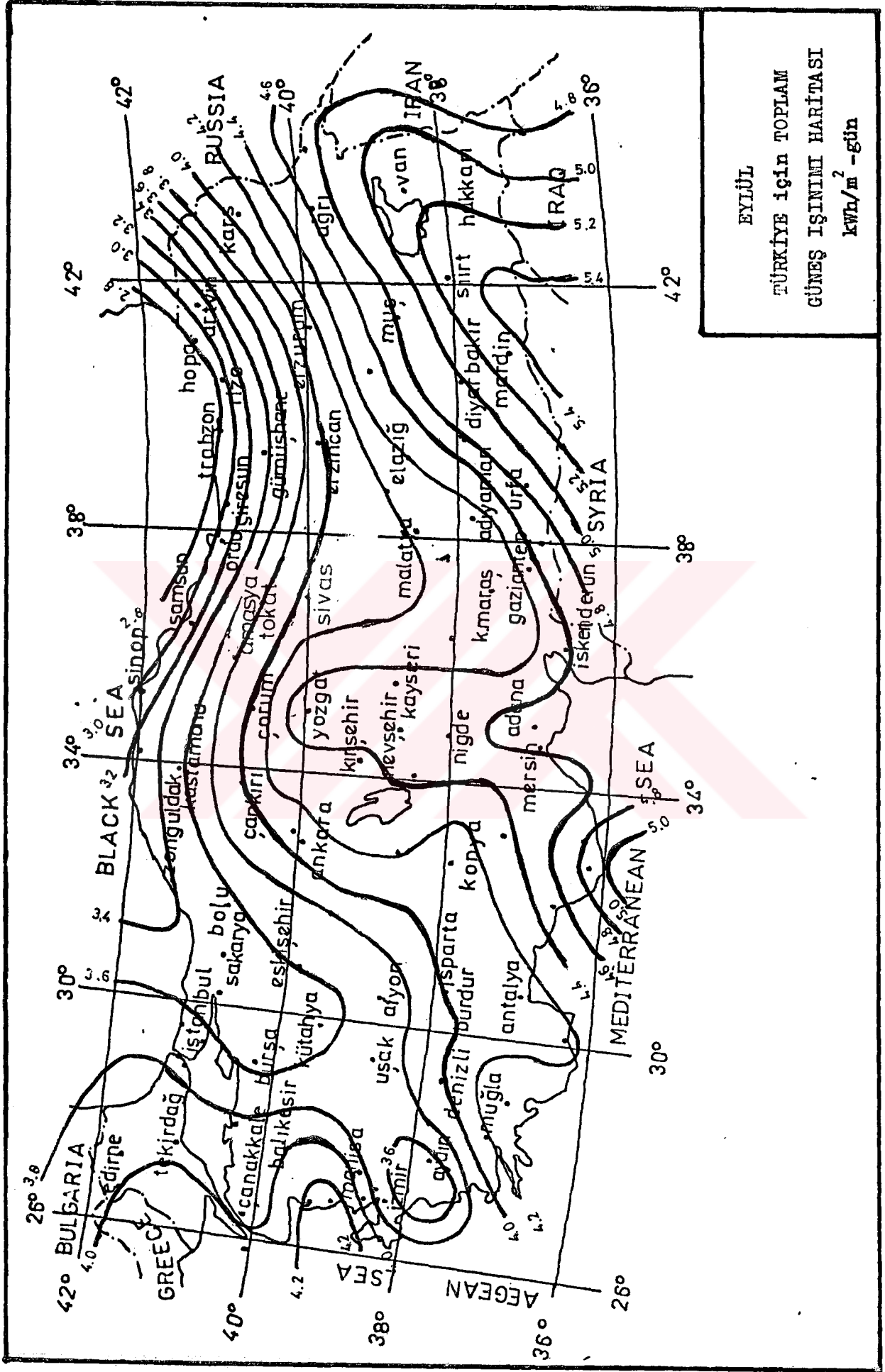
TELEMUZ
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
kWh/m²-gün

Harita : 7



AĞUSTOS
 TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
 GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
 kWh/m²-gün

Harita : 8

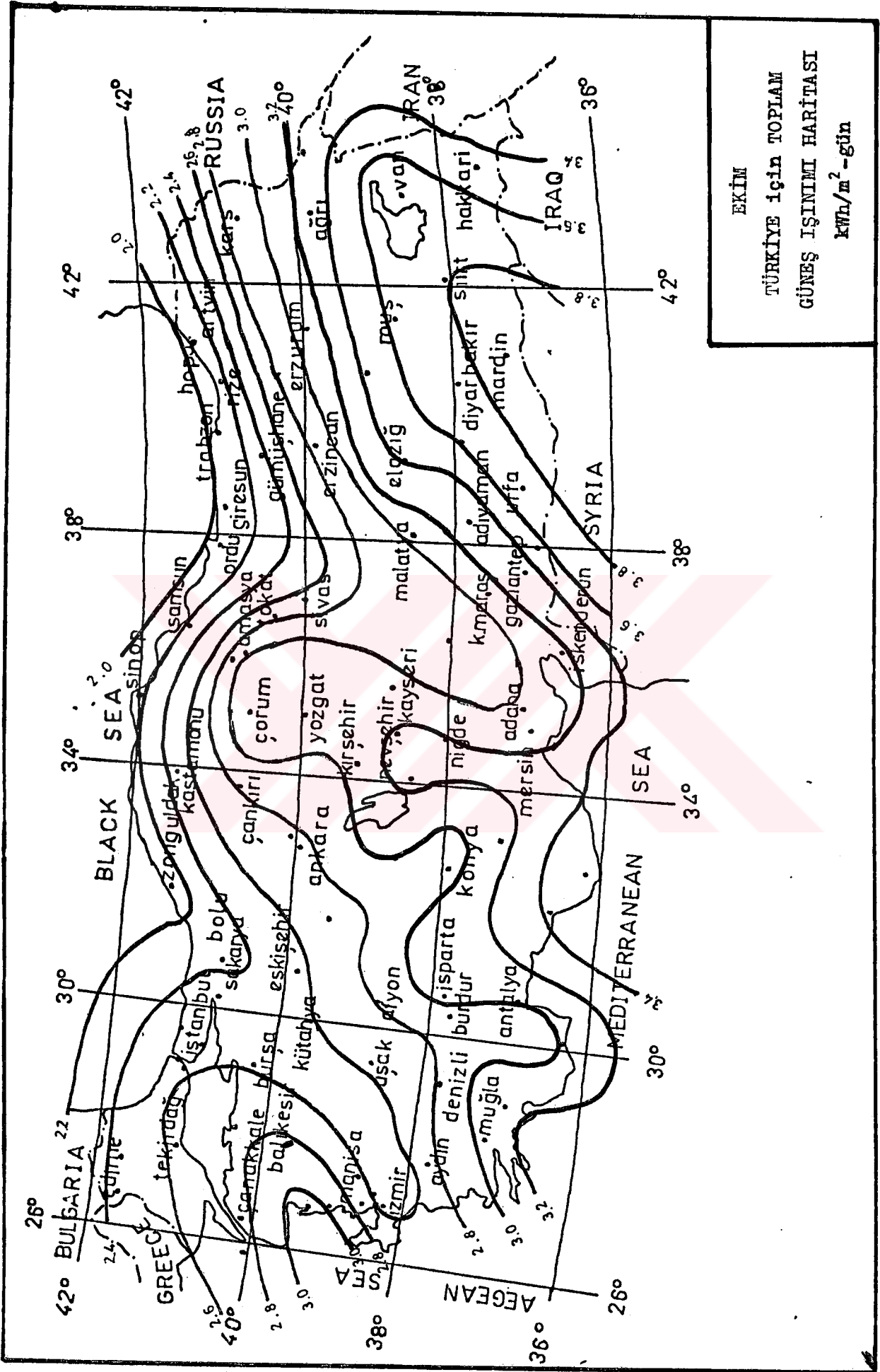


EYLÜL

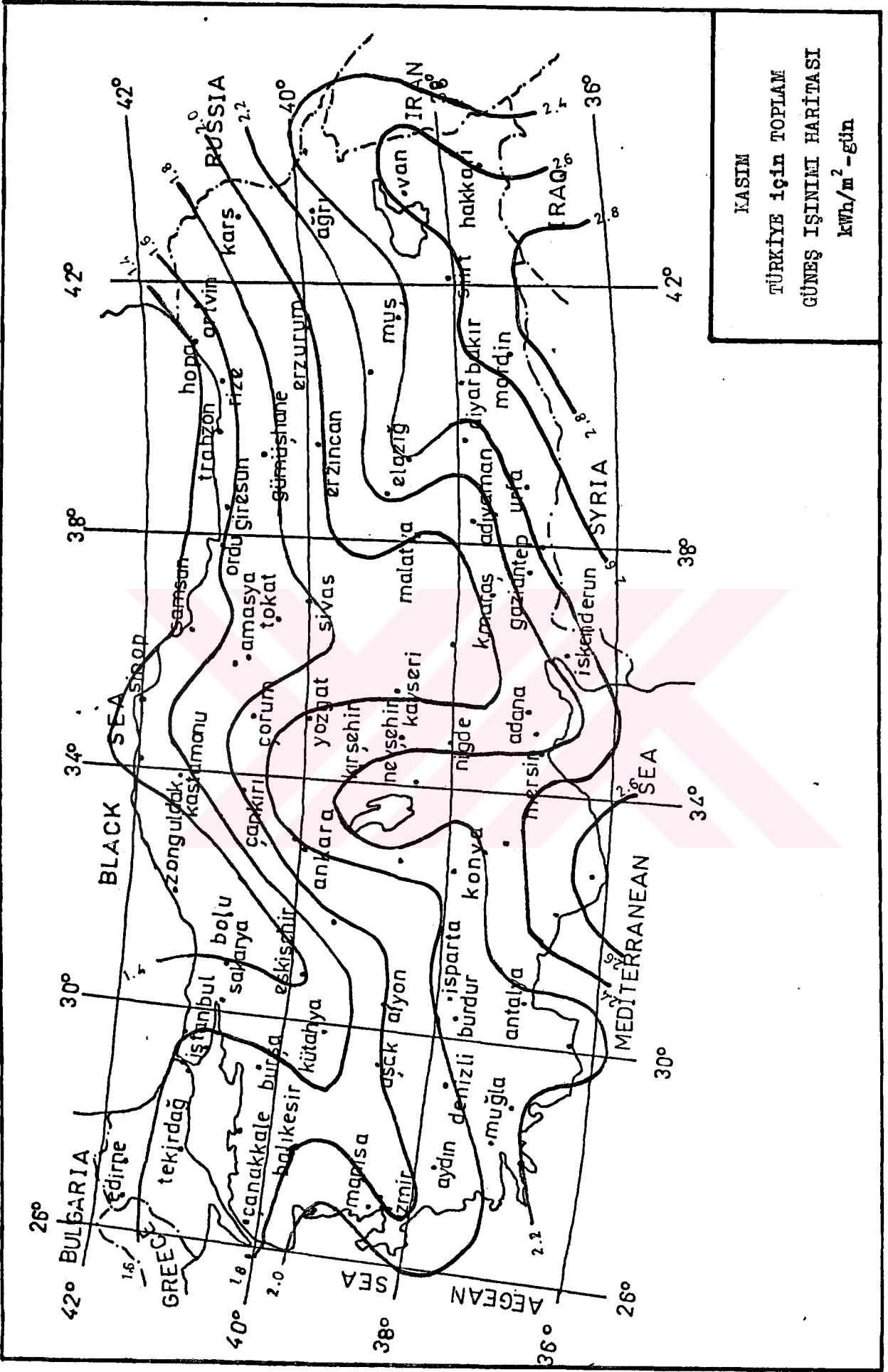
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM

GÜNEŞ İŞİNİMİ HARİTASI

kWh/m²-gün

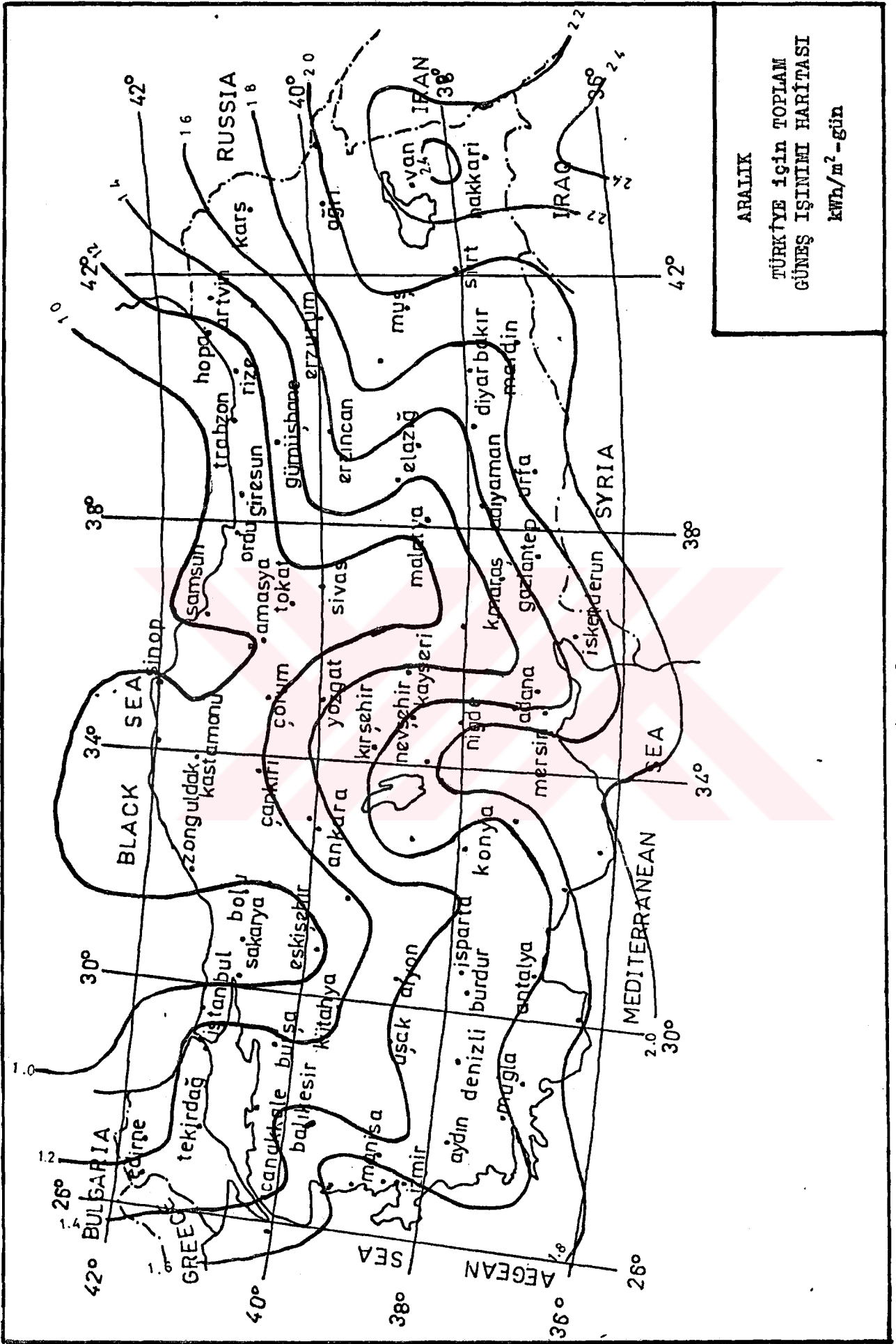


Harita : 10

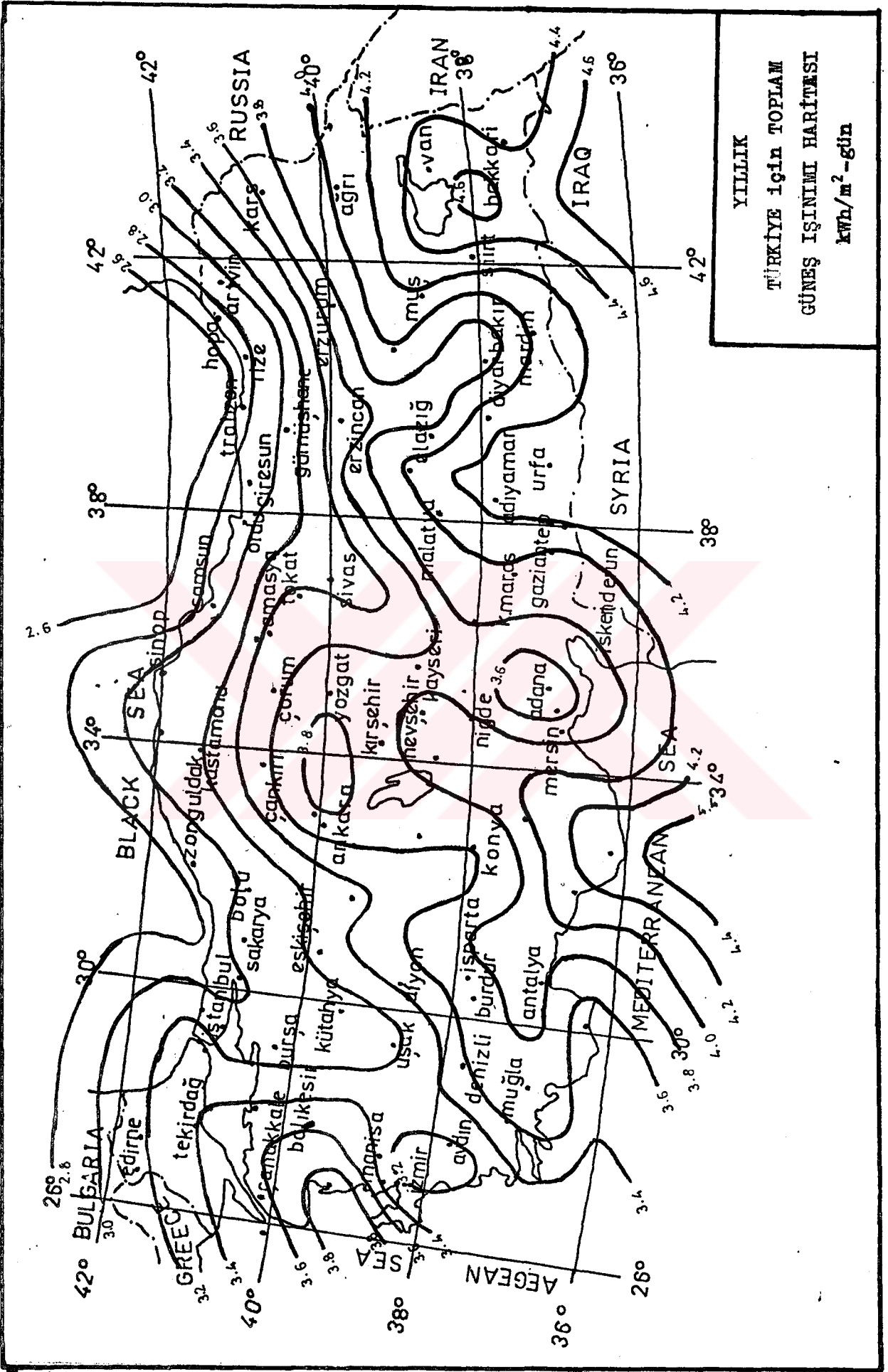


KASIM
TÜRKİYE İÇİN TOPLAM
GÜNEŞ IŞINIMI HARİTASI
kWh/m²-gün

Harita : 11



Harita : 12



Harita: 13

2.YARI İLETKENLER

Yarı iletkenler,oda sıcaklığında (≈ 20 °C) özgül dirençlerinin değeri iletkenler ile yalıtkanlar arasında bulunan maddelerdir.

Metaller (iletkenler)	$150 \cdot 10^{(-6)}$	Ω / cm	ve daha küçük
Yarı iletkenler	$10^{(-3)}-10^{(-7)}$	Ω / cm	
Yalıtkanlar	$10^{12} - 10^{18}$	Ω / cm	

Tablo: 3 İletken,yarıiletken ve yalıtkanların öz direnç aralıkları

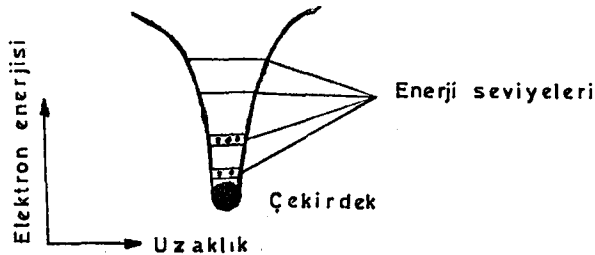
Yarıiletkenlerin öz dirençleri çok saf halde ve çok alçak sıcaklıklarda yalıtkanlarınkine,(öz dirençlerinin sıcaklık ile değişim katsayısı negatiftir.) katkılı halde iletkenlerininkine yaklaşır.

2.1 MADDENİN YAPISI

Maddenin her atomu pozitif yüklü çok ağır bir çekirdek ile onun etrafında farklı yörüngelerde dolanan belirli sayıda negatif yüklerden (elektronlardan) meydana gelmiştir.

Elektronlar atomun enerji düzeyleri denen ve çekirdeğin belli kesikli enerji değerlerinde olan kararlı yörüngelerde bulunurlar.

Pauli'nin dışarlama ilkesine göre verilen bir enerji düzeyini yalnızca belli maksimum sayıdaki elektronlar doldurabilir.Bunun sonucu olarak da herhangi bir atomda elektronlar önce en düşük düzeyleri doldururlar.Bir atom içinde herhangi iki elektron aynı hareket durumunda asla bulunamaz.[32]



Şekil: 9 Bir atomdaki enerji seviyeleri

Çekirdeğe en yakın elektronun enerjisi en küçüktür. Yatay çizgilerin uzunluğu söz konusu elektronun yörüngesinin yarıçapıdır. Son tabakanın elektronlarına valans elektronları denir. Elektromagnetik teoriye göre belirli bir yörünge hareket eden yüklü bir partikül, etrafında bir magnetik alan meydana getirir, dolayısıyla enerji yayar. Buna göre yörüngesinde dolanan bir elektronun enerjisini kaybetmesi, yörünge yarıçapının küçülmesi ve yarıçap sıfır oluncaya kadar dolanma frekansının artması gerekir. Sonuç olarak da elektron çekirdek üzerine düşmüş olurdu. Bu görüş gözlemlere uymamaktadır.

Bu durum şu hipotez ile açıklanmaktadır: Elektron yörüngesini muhafaza ettikçe ne enerji yayar ne de absorblar, ancak bir elektron yörüngesini değiştirdiği zaman enerji absorblanması veya yayınlanması olabilir.

Elektron yüksek bir enerji seviyesinden daha alçak bir enerji seviyesine geçtiği zaman enerjisi, E1 ve E2 seviyeleri arasındaki farkla doğru orantılı ve frekansı:

$$\nu = \frac{E_1 - E_2}{h} \quad (2.1) \quad \text{olan bir foton yayınlar.}$$

ν : frekans
 E1: 1. seviye enerjisi
 E2: 2. seviye enerjisi
 h: Plank sabiti

$h = 6.62 \cdot 10^{(-27)} \text{ erg.sn}$

Elektron uyarım seviyesinin üstünde bir seviye çıkabilecek kadar yeterli enerjiye sahip olabilir, böylece çekirdeğin etkisinden kurtulabilir. Bu olaya iyonizasyon denir. Bir elektron atomu terk ettiği zaman atom pozitif iyon haline geçer. İki yalıtık atom birbirine benzer dış elektronlara ait bir enerji düzeyi çizgisine sahip olsun, iki atom birbirine yaklaştırıldığında her iki atomun bağ elektronları her iki çekirdek tarafından da çekilir. Sonuç olarak bir elektronu çekirdeğin birinden ayırmak ve ötekine yerleştirmek için gereksinen enerji azalır, bunun anlamı bir dış elektronun her iki çekirdeğin yanına eşit olasılıkta yerleşebilmesidir. İki atomun bir arada yerleşiminin uygun enerji düzeyi çizgisinde her bir atomun merkezi yanında iki enerji düzeyi vardır. Yerleşilmemiş olan üst düzeylerde iki elektron alabileceğini gösterecek biçimde yarılır. Üç atom bir araya geldiğinde üç atomun bütün dış elektronları üç çekirdekten herhangi biri ile birleşebilir, sonuç olarak üç enerji düzeyi olabilir. En küçük kristal bile milyonlarca atomdan oluşur, bundan dolayı her çekirdekle ilgili çok sayıda enerji düzeyi vardır. Tüm kristale özgü uygun enerji düzeyi çizgisi bu düzeylerden oluşan bir şerittir.

Valans bandı olarak adlandırılan en alt seviyedeki band mevcut enerji seviyelerinin her birinde bir elektron bulunacak şekilde doludur. Bu enerji seviyelerinin hiçbirinde serbest elektron yoktur, hiçbir atom iyonize olmamıştır. İzole bir atomda işgal edilmemiş yüksek seviyelere karşı gelen valans bandının üstündeki bandta elektron yoktur, tamamen boştur. Bu banda iletkenlik bandı denir. Valans bandı ile iletkenlik bandı arasında bulunan ve kristal içinde hiçbir elektronun yer alamayacağı enerji bölgesine yasak band denir.

2.2 İLETKENLERİN, YALITKANLARIN ve YARI İLETKENLERİN ENERJİ BANDLARI

Metallerin atomik ve kristal yapıları nedeniyle valans ve iletkenlik bandları birbirlerini örter. Bir metalik kristalde yasak band bulunmadığından valans elektronlarından bazıları katının içinde dolaşmaya ve bir elektrik alanının etkisi altında hareket etmeye hazırdır. Bu sebepten dolayı metaller çok iyi iletkenlerdir.

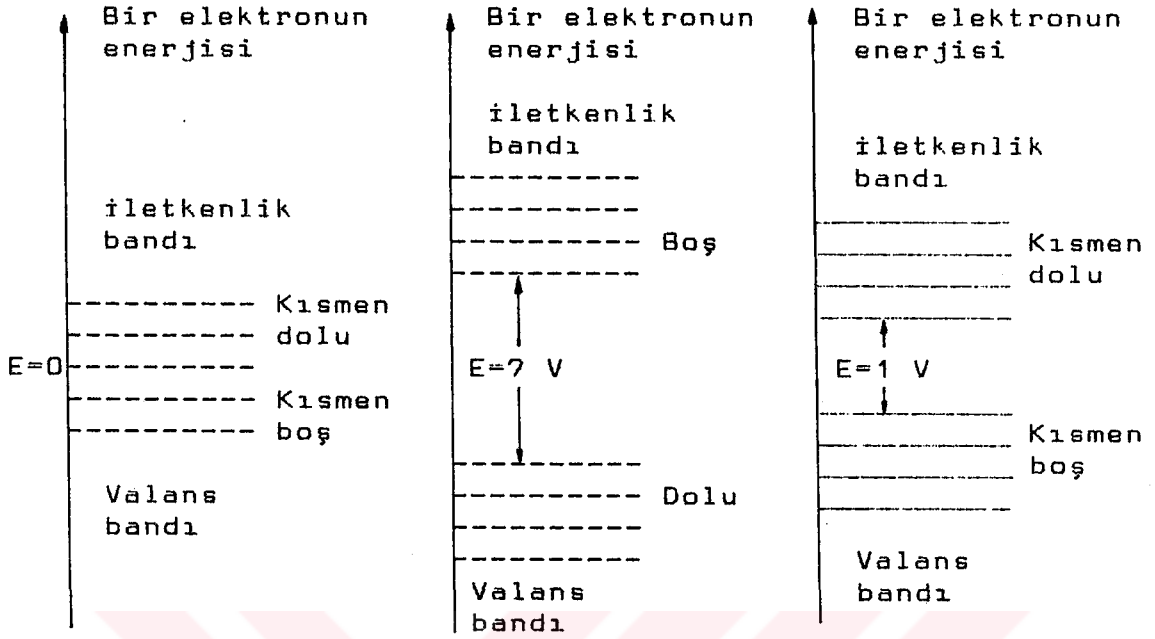
Fermi seviyesi bir elektron tarafından işgal edilme olasılığının $1/2$ olduğu bir enerji seviyesidir. Normal sıcaklıkta bazı yüksek enerjili elektronlar fermi seviyesinin üstündeki seviyelere geçebilecek şekilde uyartılmış olurlar, bunun sonucu olarak fermi seviyesinin üstündeki birkaç seviye dolu ve altında birkaç seviye boştur.

(Şekil: 10 /a)

Yalıtkan bir kristal geniş bir yasak band aralığına sahiptir. Valans bandı tamamen doludur, iletkenlik bandı boştur. Yük taşıyıcı olarak hiçbir elektronun bulunmadığı iletkenlik bandının elektriksel iletkenliğe katılmayacağı açıktır. Valans bandını tamamen doldurmuş olan elektronlar da iletkenliğe katılmazlar. (Şekil: 10 /b)

Yarıiletkenlerin enerji band modeli yalıtkanlarınkine benzer, yalnız burada yasak band daha dardır. ($\approx 1eV$) Oda sıcaklığında kristal içindeki termal enerji nedeniyle birkaç elektron yasak bandı aşarak iletkenlik bandına yükselir. iletkenlik bandına geçmiş olanlar elektriksel iletkenliğe katılabilirler. iletkenlik bandına geçen elektronların valans bandında bıraktıkları boşluklar bu bandtaki elektronların hareketlerine imkan verdiklerinden bunlarda iletkenliğe katılırlar. (Şekil: 10 /c)

Yarıiletkende yük taşıyıcılar metallerinkinde az olduklarından metallerden daha az fakat yalıtkanlardan daha iyi iletkenlerdir.



Şekil: 10 /a,b,c iletken,yalıtkan ve yarıiletkenlerin enerji bandları

Genellikle yarıiletken düzenekler için yasak enerji aralığı büyük olan yarı iletkenler tercih edilir. Bu tür yarı iletkenlerde sıcaklık ile iletkenlik bandına yükselen elektronların sayısı az olduğundan yarı iletken düzenegin karakteristiklerinde ciddi bir değişiklik olmaz, bunun içindir ki silisyum kristaller hazırlanması kolay ve maliyeti ucuz olan germanyum kristallere tercih edilir.

Cinsi	Sembolü	Yasak band genişliği(eV)
Silisyum	Si	1.10
Germanyum	Ge	0.72
Galyum Arsenik	GaAs	1.34
indium Antimon	inSb	0.18
Kadmiyum Sülfür	CdS	2.46
Çinko Oksit	ZnO	3.30

Tablo: 4 Bazı yarıiletkenlerin yasak band genişlikleri

Bir yarı iletkende serbest elektronların yoğunluğu bir

metalde olduğundan daha azdır. Mutlak sıfır civarında bir yarıiletkenin hiçbir elektronu serbest değildir. Yarıiletkenlerde serbest elektronların yoğunluğu sıcaklık ile artar, elektronların yoğunluğu ile orantılı olan öziletkenlik de artar. Sabit sıcaklıkta ve denge halinde serbest elektronların yoğunluğu sabit kalır.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = A e^{(-B/T)} \quad (2.2)$$

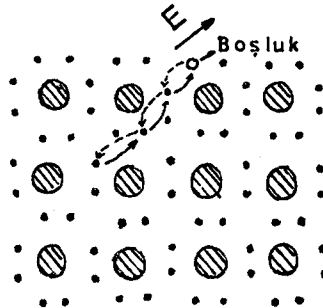
$B = E/2k$, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K , A ve B yarıiletkenin karakteristikleridir.

2.3 ELEKTRONLAR ve BOŞLUKLAR YOLU İLE İLETKENLİK

iletkenlik bandına geçen bir elektron valans bandında işgal edilmemiş bir seviye bırakır, bu seviye iletkenlik bandındaki bir elektronun enerjisinden daha küçük enerjiye sahip elektronların yer değiştirmelerine imkan veren bir boşluğa karşı gelir, ancak bu boşluğun varlığı nedeni ile burada bulunan elektronlar hareket etme imkanı bulabilirler. Doymuş band iletkenliğe katkıda bulunmaz.

Boşluğun elektron yakalaması şöyle olur:

- 1-Yakınından bir elektronun geçmesi ile, bu durumda birleşme vardır denir.
- 2-Yakın bir bağın termik uyarım sonucu yeter enerji kazanmış olan elektronu ile, bu durumda boşluğun yeri değişmiş olur, çünkü boşluğu dolduran elektronun ayrıldığı bağda bir boşluk kalır. Bu önemli bir olaydır, sanki bir pozitif yük kristal içinde yer değiştiriyor gibidir.
- 3-Kristale bir gerilim uygulanması halinde boşluk rastgele hareket eder, bu hareket termik uyarım sonucu serbest hale geçen elektronların hareketine benzer.
- 4-Kristale bir gerilim uygulanırsa oluşan elektrik alan çizgi üzerinde bulunan bir bağa ait elektronun boşluk tarafından yakalanmasını kolaylaştırır, boşluk alan yönünde yer değiştirir. (Şekil: 11)



Şekil: 11 Boşluklar yolu ile iletim

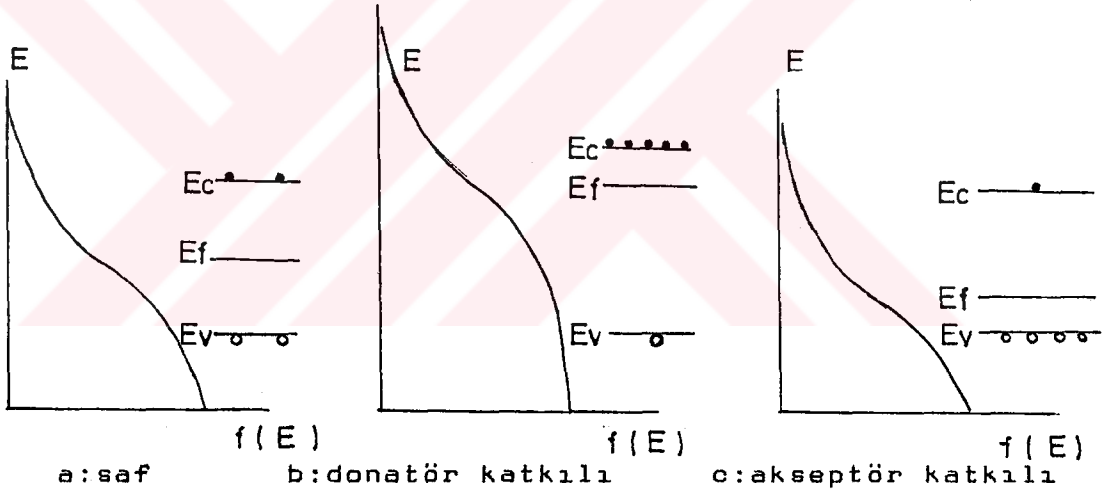
Boşluklar yolu ile iletkenlik, elektronik iletkenliğe eklenir. Saf yarıiletkende serbest elektronların (n) yoğunluğu pozitif yüklü boşlukların (p) yoğunluğuna eşittir.

2.4 FERMI SEVİYESİ

Yarıiletkene ilave edilmiş çok az sayıda yabancı madde atomunun varlığının yasak bandın üzerindeki elektronların sayısı üzerinde derin etkisi vardır. Katı içinde bir E enerji seviyesinin bir elektron tarafından işgal edilme olasılığı Fermi - Dirac dağılım fonksiyonu ile verilir. [19]

$$f(E) = \frac{1}{1 + \exp(E - E_f) / kT} \quad (2.3)$$

Bu fonsiyonda bir elektron tarafından işgal edilme olasılığı 1/2 olan fermi enerji seviyesi (E_f) vardır.

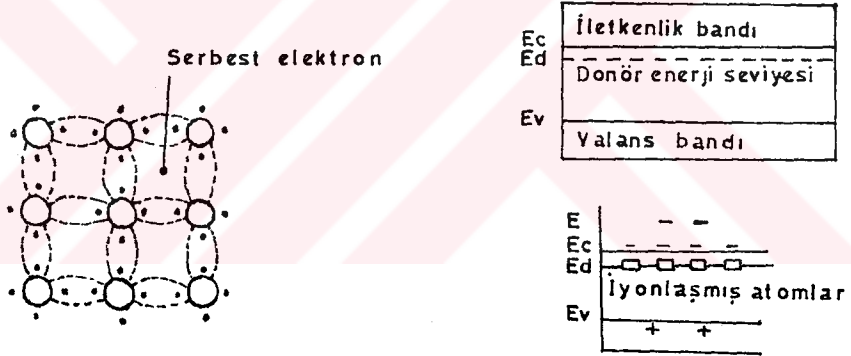


Şekil: 12 Saf veya katkı yarıiletken için Fermi - Dirac dağılım fonksiyonları

2.5 N TİPİ YARIİLETKENLER

Bir yarıiletkenin elektriksel özellikleri yabancı yada katkı atomlarının kristal içinde yerleştirilmesiyle belirgin bir şekilde değişir. Bir yarıiletkeninde dolu bağlanma şeridinin bir parçası olan dört bağ elektronu vardır. V. grup elemanlarından biri, bir IV. grup elemanının

yerini alsın, V. grup elemanının 4 elektronu bağda yerini alır ve bağlanma şeridinin bir parçası olur, beşinci elektron bu bağa katılmayacak ve böylece çekirdeğe zayıf olarak bağlanmış durumda olacaktır, çünkü bu elektron ile çekirdekte bulunan dengelenmemiş (+e) yükü arasında dielektrik katsayısı $E=E_0-E_r$ olan bir ortam vardır. V. grup elementlerine donör (elektron verici) atomlar denir. donör enerji seviyesi (E_d) iletkenlik bandına (E_c) çok yakındır, çok küçük olan enerji farkı oda sıcaklığında termik uyarımla doğrudan doğruya temin edilebilir. Bununla birlikte termik enerjileri Yeterli olan birkaç valans bandı elektronuda iletkenlik bandına geçmiş olabilir. Bu durumda bağlama şeridinde eşit sayıda boşluk bulunmadığına dikkat etmek gerekir. Böyle bir kristalde negatif yükler çoğunlukta ve akım taşıyıcılarıdır, dolayısıyla böyle yapay bir yarı iletkene (n) tipi yarıiletken denir. Bir n-tip yarı iletkende iletkenlik bandındaki elektronların saf (intrinsek) yarıiletkenlerinkinden daha fazladır, (Şekil: 12) bu nedenle fermi seviyesi E_{fn} yukarıya kaymıştır. (Şekil: 12 /b)



Şekil: 13 n-tip yarıiletkenin kristal yapısı ve enerji düzeylerinin gösterimi

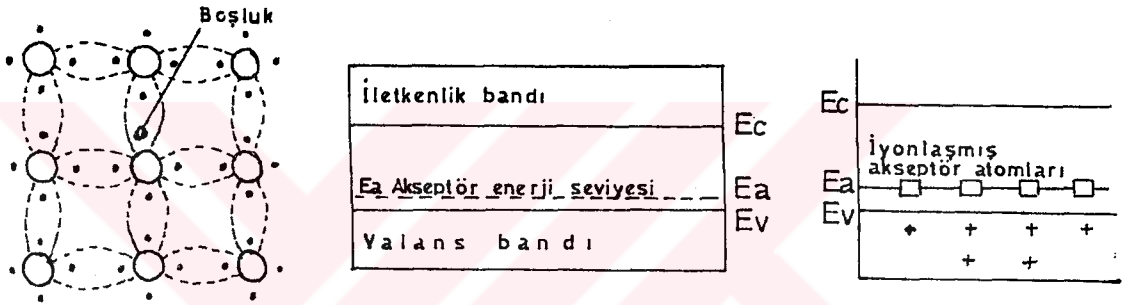
2.6 P TİPİ YARIİLETKENLER

Saf bir yarıiletken, III. gruptan bir elementle katkılandırılırsa IV. grup elementinin yerini alan III. grup elementinin bir elektronu az olduğu için komşu bağdan bir elektron kaparak dış tabakadaki elektron sayısını dörde çıkarırken elektron kapıldığı bağda bir boşluk gelmesine neden olur. Böylece III. grup elementi kristal içinde kararlı bir hal alır. III. grup atomları E_v valans ban-

dına çok yakın bir E_a enerji seviyesinde bulunurlar. Valans bandında bir boşluk meydana gelmesi, yani valans bandındaki bir elektronun bir III. grup atomunu iyonlaş- tirabilmesi için gerekli olan enerji çok küçük olup 0.01 eV kadardır ve bu kadarlık enerjinin oda sıcaklığın- da temini mümkündür.

P-tip yarıiletkende valans bandındaki boşlukların sayısı elektronların sayısından daha fazladır. İletkenliğin pozitif yük taşıyıcılarının varlığına bağlı olan bu tür yarı- iletken p-tip olarak adlandırılır. III. gruptaki eleman- lar komşu atomlardan bir elektron aldıkları için bunlara alıcı anlamına gelen "Akseptör" denir.

P-tip yarıiletkende valans bandındaki boşlukların sayısı iletkenlik bandındaki elektronların sayısından daha fazla olduklarından fermi seviyesi E_f akseptör seviyesine daha yakın olarak yer alır.



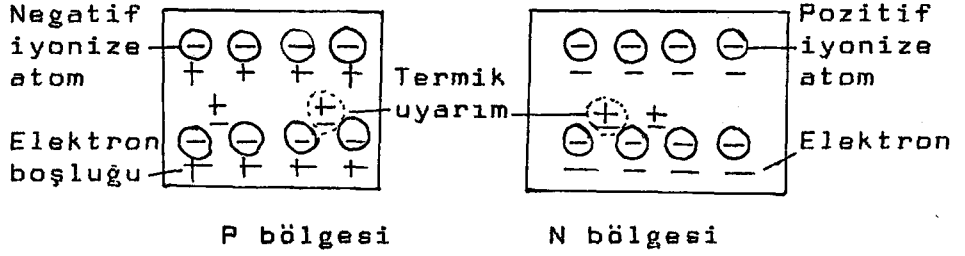
Şekil: 14 p-tip yarıiletkenin kristal yapısı ve enerji düzeylerinin gösterimi

Yarıiletken tipi	Yabancı atom	Dotasyon (katkılandırma)	
		Normal	Kuvvetli
n	Donatör	10^7 Si ato- muna bir do- natör $=5 \Omega \cdot \text{cm}$	10^4 Si ato- muna bir do- natör $=0.03 \Omega \cdot \text{cm}$
p	Akseptör	10^6 Si ato- muna bir ak- septör $=2 \Omega \cdot \text{cm}$	10^4 Si ato- muna bir ak- septör $=0.05 \Omega \cdot \text{cm}$

Tablo: 5 Yarıiletkenlerin katkılandırma değerleri [8]

2.7 PN KAVŞAĞI

P-N kavşağı bir monokristal yarıiletkenin iletkenliğinin bir tipten bir başka tipe değiştiği bölgedir. n-Tip yarıiletkende çoğunlukta olan yük taşıyıcılar elektronlar, p-tip yarı iletkende ise çoğunluk yük taşıyıcılar boşluklardır. (Şekil: 15)



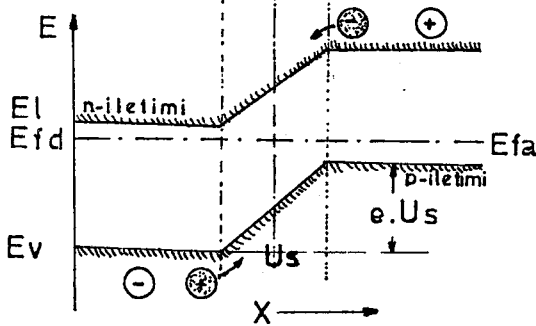
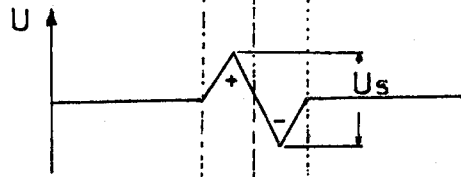
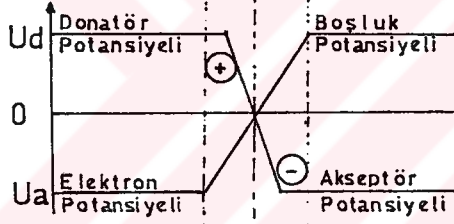
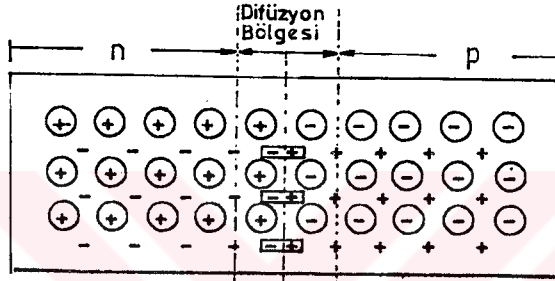
Şekil: 15 P ve N tip yarıiletkenlerde azınlık ve çoğunluk yük taşıyıcılar.

P-N kavşağının özelliğini anlayabilmek için bu iki ayrı tipte bölgenin birdenbire birbirine değiştirildiğini düşünelim; P-N kavşağı oluşunca temas bölgesinin yakınındaki hareketli yükler yoğunluklarının küçük olduğu bölgeye doğru hareket ederler, yani serbest elektronlar p-tip bölgeden n-tip bölgeye geçmeye başlarlar, bu geçişin sonucu olarak kavşağın her iki tarafındaki atomlar iyonlaşmış olurlar. Kavşağın n-tip bölgesindeki atomlar pozitif olarak p-tip bölgesindeki atomlar ise negatif olarak iyonize olurlar. İyonize olmuş atomlar kristal yapısı içinde sabit yük merkezlerini teşkil ederler. Kavşağın hemen yanında iyonize olmuş atomlar kristal içinde yönü n-tip bölgeden p-tip bölgeye doğru olan bir elektrik alan meydana getirirler. İyonize atomları ihtiva eden bu bölge serbest yüklerden yoksundur. Bu bölgeye geçiş bölgesi denir. (Şekil: 16 /a)

Kavşakta meydana gelen potansiyel farkı p-tip bölgeden n-tip bölgeye geçecek boşluklar ve n-tip bölgeden p-tip bölgeye geçecek elektronlar için bir potansiyel duvarı oluşturur, bununla beraber yük taşıyıcılarının çoğunlukta oldukları bölgeden karşı tarafa geçişleri şiddet ve derinlik bakımından sınırlıdır. P-tip bölgeyi terk eden boşluk onu geri çağıran bir negatif yük bırakır, aynı zamanda n-tip bölgede meydana gelmiş olan pozitif yük bunları geri püskürtür. N-tip bölgenin elektronlarının da p-tip bölgeye geçişi güçleşmiştir, çünkü n-tip bölgede bunları geri çağıran pozitif yük meydana gelmiştir, üstelik p-tip

bölgede ortaya çıkmış olan negatif yük elektronları geri püskürtecek durumdadır. Bu halde çoğunluk yük taşıyıcıları için kavşağı aşmak güçleşmiştir. Kavşaktaki bu temas potansiyel farkı heriki bölgenin çoğunluk yük taşıyıcılarının kavşağı aşmalarına bir engel teşkil edecek durumda olduğu halde azınlık yük taşıyıcılarının karşı bölgeye geçişini kolaylaştıracak yöndedir. P-N kavşağı açık devre halinde olduğu zaman çoğunluk yük taşıyıcılarının kavşaktan difüzyonu azınlık yük taşıyıcılarının kavşak bölgesinde sürüklenişleriyle dengelenmiştir.

Çoğunluk yük taşıyıcılar p-tip ve n-tip yarıiletken özelliğini kazandıran yabancı maddeden, azınlık yük taşıyıcıları ise ışık, ısı gibi dış etkenlerden meydana gelir.



- U_d : n-bölgesindeki donatör iyonları ile p-bölgesindeki boşlukların potansiyeli
- U_a : n-bölgesindeki elektronlar ile p-bölgesindeki akseptör iyonların potansiyeli
- U_s : difüzyon gerilimi
- E_i : iletim bandının alt eşiği
- E_{fd} : valans bandının üst eşiği
- E_{fa} : n-iletimde fermi düzeyi
- E_v : p-iletimde fermi düzeyi

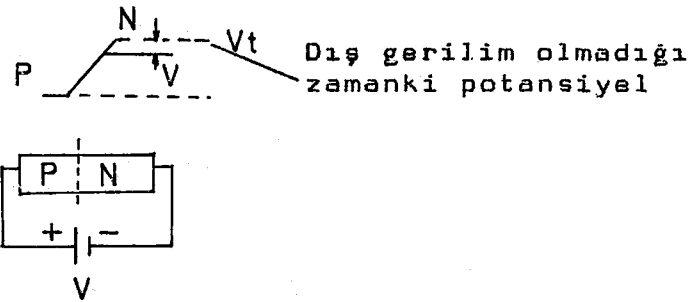
Şekil: 16 P-N kavşağı

Bir boşluk p-tip bölgede ise (burada çoğunluktadır) geri itilir. N-tip bölgede meydana gelmiş olan ve bu bölgede azınlıkta olan bu yük taşıyıcı p-tip bölgeye doğru hızlandırılır. Herhangi bir yol ile kavşak civarında bir elektron-boşluk çifti meydana getirilirse, kavşakta mevcut olan elektrik alan p tip bölgenin azınlık yük taşıyıcısı olan elektronun n-tip bölgeye, n-tip bölgenin azınlık yük taşıyıcısı olan boşluğun da p-tip bölgeye geçmesini sağlar. Kavşaktaki elektrik alan kavşak civarında meydana gelmiş olan elektron-boşluk çiftini ayırır. Kavşaktaki (temas yüzeyi) elektrik alan hareketli yüklerin yeniden düzenlenmesi sonucu meydana gelmiştir. Madde- nin toplam yükü değişmemiştir. Temas potansiyel farkı V_t , p-n kavşağı kısa devre yapılırsa bir akım geçmez. P-N kavşağındaki potansiyel farkının bir akım meydana getirmeyeceği şöyle açıklanır;

Eğer p-n kavşağındaki temas potansiyel farkı bir gerilim kaynağı olsaydı bunun yarıiletkende meydana getireceği akım p-tip bölgeden n-tip bölgeye doğru olurdu, fakat böyle bir hal çoğunluk yük taşıyıcılarının kavşaktaki potansiyel duvarını aşmaları demek olduğundan daha önce sözü edilen denge haline ters düşerdi. P-N kavşağının kısa devre yapılması yük taşıyıcılarına enerji sağlamadığından kavşak dengede kalır, böylece yarıiletkenden bir akım geçmez.

2.8 P-N KAVŞAĞINA DIŞARIDAN BİR VOLTAJ UYGULANMASI

a-ileri yönde kutuplandırma

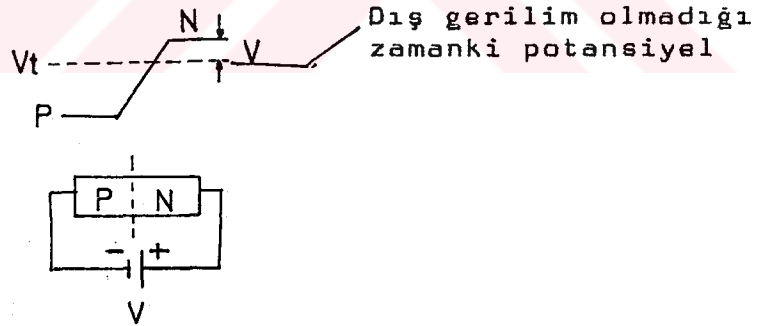


Şekil: 17 P-N kavşağının ileri yönde kutuplandırılması

Bir gerilim kaynağının pozitif kutbu p-n kavşağının p bölgesine, negatif kutbu da n bölgesine bağlanmış olsun, geri-

lim kaynağının p-tip maddeye boşluk, n-tip maddeye de elektron temin ettiği düşünülür. Kaynak tarafından sağlanan bu yükler ile geçiş bölgesinin atomları nötrleşir, bunun sonucu olarak da p-n kavşağındaki V_t temas potansiyel farkı açılır. Geçiş bölgesinde p den n ye doğru gidildiğinde potansiyel farkı artar. Yönünü belirttiğimiz V_t potansiyel farklı kutupları şeklinde belirtildiği gibi (Şekil: 17) olan bir üretece denk olarak düşünülebilir. Dış gerilim daha önce belirtildiği gibi bağlandığı zaman bu iki voltajın birbirlerine karşı duruma oldukları açıktır. Dış gerilim kaynağının butür bağlanması kavşaktaki potansiyel farkını azaltır. Kavşak potansiyelindeki bu azalma çoğunluk yük taşıyıcılarının difüzyonunu kolaylaştırır, aynı zamanda azınlık yük taşıyıcılarının kavşağı geçişleri üzerinde etkili olur. Bu suretle tatbik edilen dış gerilim nedeniyle çoğunluk ve azınlık yük taşıyıcıları arasında denge bozulmuştur, çoğunluk yük taşıyıcıları azınlık yük taşıyıcılarına göre sayıca üstün olduğundan p-n kavşağından geçen bir akım vardır. İleri yönde kutuplandırma diye adlandırılan bu tür kutuplandırmada çoğunluk yük taşıyıcılarının geçişini engelleyen potansiyel duvarı alçalmıştır, diğer bir deyimle kavşaktan akımın geçişi kolaylaşmış yani kavşak akımın geçişini kolaylaştırır duruma gelmiş, direnci azalmıştır.

b- Ters yönde kutuplandırma

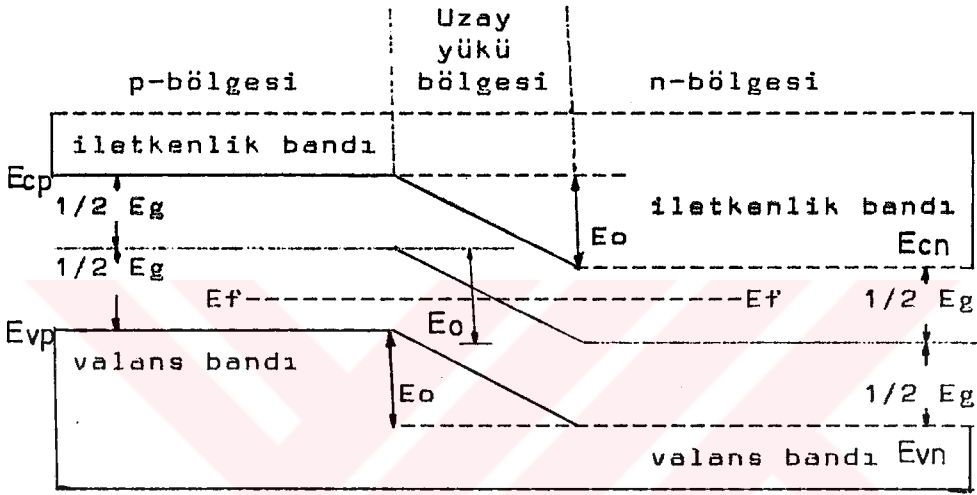


Şekil: 18 P-N kavşağının ters yönde kutuplandırılması

P-N kavşağı ters yönde kutuplandırılırsa kavşaktaki V_t temas potansiyel farkına gerilim kaynağından ileri gelen potansiyel fark eklenir, bu halde kavşaktaki potansiyel duvarı yükselir. Kavşak potansiyelindeki bu artış, çoğunluk yük taşıyıcılarının kavşaktan geçişlerini güçleştirir

azınlık yük taşıyıcılarının kavşağı geçişlerini kolaylaştırır. Uygulanan dış gerilim yüzünden çoğunluk ve azınlık yük taşıyıcılar arasında denge bozulmuştur, bu durumda azınlık yük taşıyıcılardan ileri gelen bir akım vardır, böylece kavşaktan ters yönde zayıf bir akım geçer, şu halde p-n kavşağı bir diyod gibi davranmaktadır.

2.9 P-N KAVŞAĞININ BAND YAPISI



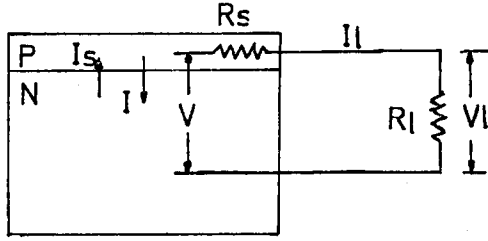
Şekil: 19 P-N kavşağının band yapısı

Temas yüzeyinin bulunması halinde denge oluştuğunda fermi seviyesi her iki bölgede aynı olmalıdır, eğer böyle olmazsa kavşağın bir tarafındaki elektronlar diğer tarafta bulunanlardan daha yüksek enerjiye sahip olurlardı ve her iki taraftaki maddelere ait fermi seviyeleri aynı oluncaya kadar bir taraftan diğer tarafa elektron geçişi olurdu. E_f fermi seviyesi, n-tip yarıiletkende E_{cn} iletkenlik bandına ve p-tip yarıiletkende E_{vp} valans bandına daha yakındır. P-tip yarıiletkenine ait E_{cp} iletkenlik bandı kenarı ile E_{cn} in aynı zamanda, n-tip yarıiletkenine ait E_{vn} valans band kenarı ile E_{vp} nin aynı seviyede olmayacağı açıktır, bu nedenle bir p-n kavşağının enerji band diyagramı benzerdir.

2.10 FOTOVOLTAİK ELEMANIN KARAKTERİSTİKLERİ

Foton absorblaması ile meydana gelen yükler çoğunlukta oldukları bölgelere doğru giderken kavşakta bir I_s akımı

oluşturur, I_s akımının geçişi p-n kavşağının ileri yönde kutuplanmasına neden olur, bu durumda potansiyel duvarı oluşur. İleri yöndeki kutuplanmadan dolayı ileri yönde bir I akımı geçer. I_1, R_1, V_1 yük akım, direnç ve gerilimi olmak üzere şekil: 20 den şu eşitlikleri kurarız.



$$I_s = I + I_1 \quad (2.4)$$

$$V = V_1 + I_1 \cdot R_s \quad (2.5)$$

denklem 2.5 den

$$V_1 = V - I_1 \cdot R_s \quad (2.6)$$

bulunur.

Şekil: 20 Fotovoltaik elemanın elektriksel gösterimi

Fotovoltaik elemanda ileri yöndeki I akımının ifadesi şu eşitlikle verilir. Burada I_0 , yarıiletkenin max. ters akımıdır.

$$I = I_0 (\exp (eV/kT) - 1) \quad (2.7)$$

denklem (2.4) den,

$$I = I_s - I_1 \quad \text{olur} \quad (2.8)$$

bu ifadeyi denklem (2.7) de yerleştirirsek

$$I_s = I_0 (\exp (eV/kT) - 1) + I_1 \quad (2.9)$$

denklem (2.9) den

$$1 + \frac{I_s - I_1}{I_0} = \exp (eV/kT) \quad (2.10)$$

heriki tarafın ln'ini alırsak

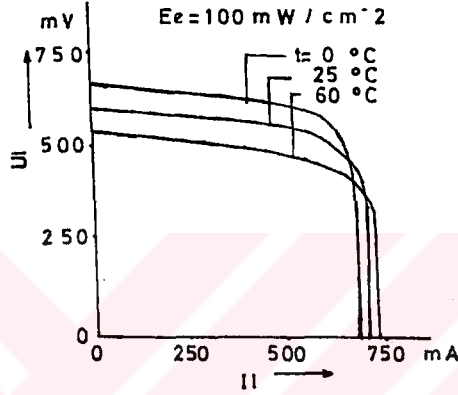
$$\frac{eV}{kT} = \ln \left(1 + \frac{I_s - I_1}{I_0} \right) \quad (2.11)$$

$$V = \frac{kT}{e} \ln \left(1 + \frac{I_s - I_1}{I_0} \right) \quad (2.12)$$

2.12 eşitliğini 2.6 de yerine koyarsak

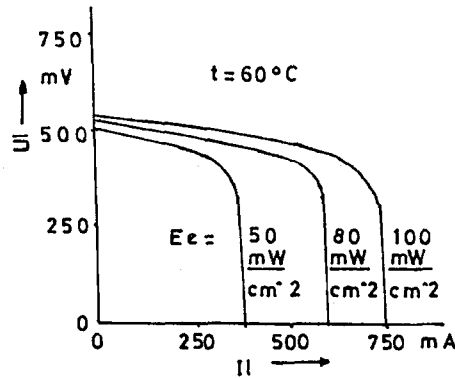
$$V_1 = \frac{kT}{e} \ln \left(1 + \frac{I_s - I_1}{I_0} \right) - R_s \cdot I_1 \quad (2.13)$$

Yükselen sıcaklıkla birlikte I_0 büyür, I_0 'ın büyümesiyle denklem 2.13 de \ln 'li terim küçülür, (kT/e) de sıcaklık arttığı için artar, fakat \ln 'li terimin etkisi daha fazla olduğundan V_1 terimi sıcaklık artışı ile küçülür. Yükteki akım-gerilim belirtgeni de şekil: 21.a deki gibi olur.



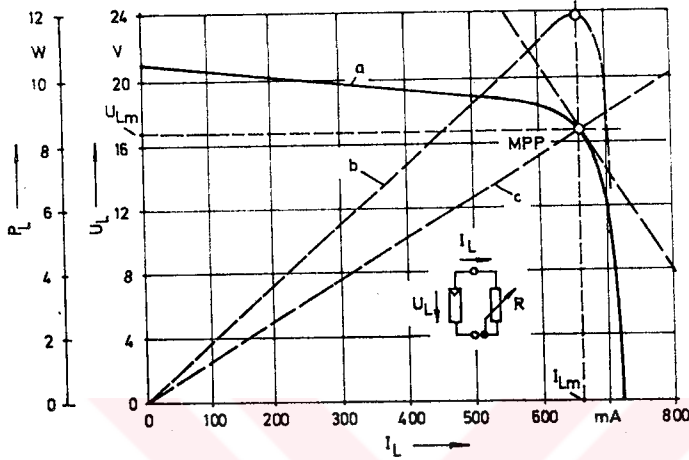
Şekil: 21.a Bir fotovolttaik elemanın değişen sıcaklıklara göre akım-gerilim belirtgenleri

PV elemanı oluşturan elementin E_g yasak enerji aralığı sabit olduğundan PV elemanın açık devre gerilimi hücre sıcaklığı sabit kaldığı sürece gelen radyasyonla pek değişmez buna karşılık gelen ışınım şiddeti ile akım arasında bir doğru orantı vardır. (Şekil: 21.b)



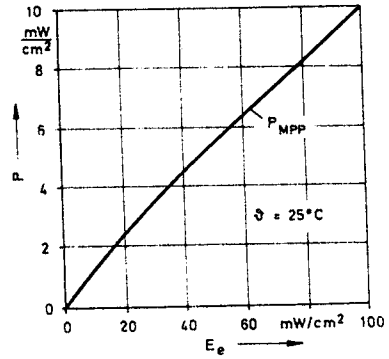
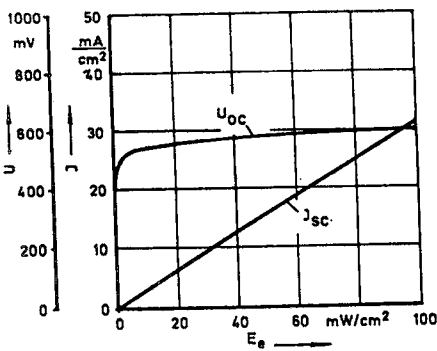
Şekil: 21.b Bir fotovolttaik elemanın değişen ışınımına göre akımgerilim belirtgenleri

Yarıiletken diyot olan PV elemandan alınan elektrik gücü $P_{el}=U_L \cdot I_L$ dir. Değişen yük (R_L), U_L ve I_L 'yi değiştireceğinden alınan güç de değişecektir. PV elemandan alınan gücün max. olduğu (U_{Lm}, I_{Lm}) noktasına MPP noktası (Maximum Power Point) denir. Şekil:22.a.



Şekil:22.a U_L - I_L belirtgen eğrisi.

Bir PV elemanda gelen ışınım şiddetine göre U_{oc} ve I_{sc} 'nin (Açık devre gerilimi ve kısa devre akımı) değişimi şekil:22.a da gösterilmiştir. Buna göre açık devre gerilimi büyük bir değişim göstermemekte, kısa devre akımı I_{sc} doğrusal olarak artmaktadır.



Şekil:22.b-c E_e 'ye göre U_L, I_L nin ve P_{MPP} 'nin değişimi.

PV elemanın nominal gücü, 25 C sıcaklıkta ve 100 mW/cm^2 'lik atmosfer dışı güneş ışınımı ile elde edilen MPP gücüdür. Gelen güneş ışınımına göre panelin çıkış gücü şekil:22.c de görülmekte ve yaklaşık doğrusal özellik sağlamaktadır.

3. SULAMA

Bitkilerin ihtiyacı olan veya daha çok ürün vermeleri için gerekli suyu yağışlar ve topraktaki mevcut nem karşılayamadığında toprağa suni olarak su verilmesi işlemine sulama denir.

Doğal olarak suyun toprağa verilme zamanları ve miktarı iklim, toprak, bitki ve elde bulunan suya bağlıdır.

Sulamanın temel amacından başka ikinci derecede ve oldukça önemli olan diğer görevi; toprağı havalandırması, temizlemesi verimliliği artırması ve ıslatmasıdır.

3.1 SULAMANIN SINIFLANDIRILMASI

Sulama izlenen temel amaca göre iki sınıfa ayrılır.

a-İslatıcı sulama: Toprakta eksik olan nemi tamamlamak amacıyla yapılır. Kullanılan suyun hacmi, toprak ve enlem derecesine göre değişir, ihtiyaçtan fazla verilen su faydadan çok zarar getirir.

b-Gübreleyici sulama: toprak verimliliğini artırmak için yapılır. Bu amaçla yapılan sulamada pekçok su kullanıldığı için büyük hacimli sulama adını alır.

3.2 SULAMA METODLARI

Sulama metodları genel olarak 6 sınıfta toplanır:

1-Salma sulama metodu

Toprak yüzeyine salınan su ince bir katman halinde eğimli yönde ilerlerken toprak derinliğine doğru sızar. Bitki kök sistemi bölgesinde toprak normal su tutma kapasitesine getirilir.

Salma yöntemi sulama iki sınıfa ayrılır:

A:Doğal metodlar:

a:Dikdörtgen parsel ve border sulaması

b:Tesviye eğrilerine paralel kanallarla sulama

c:Başak şeklinde kanallarla sulama

B:Yapıtsal (sun'i) metodlar

a:Eğik yüzeyli sulama

b:Ados sulaması

2-Taşırma sulama metodu

Toprağı oldukça kalın bir su katmanını altında bırakıp suyun istenilen derinliğe kadar sızmasını temin etmeye taşırma, havuzlama, tava veya küvet usulü sulama denir.

İki kısma ayrılır:

A:Kontrolsüz taşırma sulaması

B:Kontrollü taşıma sulaması

a:Doğal taşıma

b:Basit yapıtsal taşıma

c:Devamlı akış halinde yapıtsal taşıma

3-Karik usulü sulama

Bu metotta toprak yüzeyinin tümüne su verilmez,arazi üzerinde açılan karıklara su verilir.Verilen su taşmadan ilerlediğinde veya durduğunda düşey ve yan yönlerde sızarak iki karık arasında kalan toprak kitlesini ıslatır.

Sulamanın amacı:iki karık arasında uzanan toprak bandının, yetiştirilen bitki türünün istediği derinliğe kadar sızdırma karıkları ile sulayabilmektir.

4-Yeraltından sızdırma sulaması

Bu sulama uygulamasında su toprağın alt kısımlarından verilir.Su toprak yüzeyine doğru kapillarite ile yükselir.Sulamanın dolaylı faydalarından sayılan havalandırma ve melleme olmaz.Kumsal topraklarda iyi sonuç vermez.

Dört kısma ayrılır.

A:Derin hendeklerle sulama

B:Yatay karıklarla sulama

C:Drenaj boruları ile sulama

D:Gözenekli borularla otomatik olarak sulama

5-Yağmurlama sulaması

Suyun basınç altında püskürtülmesiyle yapılan sulamadır.Püskürtme işlemi kısa bir mesafede olacağı gibi bazen yarıçapı 70-80 m. kadar olabilir.

Metodun faydaları:

-Toprak yüzeyi özel olarak tesviye istemez.

-Hertür toprakta uygulanabilir.

-Püskürtülen su oksijence zenginleşir.

-Su dağılımı iyi ayarlanmış araçlarla,sulama alanına eşit yükseklikte verilebilir.Sızım yolu ile su kaybı olmaz.

-Sulamada % 25 kadar bir ekonomi sağlar.Bu ekonomi suyun kök bölgesinden derinlere sızmaması ve zamanla neme doyan havada evapotrasyonun (bitkilerdeki su kaybı) azalması ile açıklanmaktadır.

-Yağmurlama metodunun uygulandığı arazide diğer metodlar için gerekli olan kanal ve su dağıtımını sağlayan yapılara ihtiyaç duyulmayacağından tarla yüzeyinin % 5-15 ini işgal eden bu alanda ziraat yapılabilir.

-Toprağın özelliği göz önünde tutularak sızım kaybını önlemek üzere doz ayarlaması kolaylıkla yapılabilir.

-Sulama metodları içinde en düşük debilerde sulama yağmurlama ile yapılabilir.Birkaç lt/sn memba veya kuyu suları bu amaçla rahatlıkla kullanılabilir.

- Gübre verilmesinde yardımcı olur.
- Bazı meyvaların renk almasını sağlar.(elma,armut,şeftali)
- Toprak nemini artırmakla,derin toprak katlarının sıcaklığını alır.
- Dona karşı kullanılır.
- Atmosfer nemini artırdığından güneş ışınlarının etkisini azaltır.
- Tesisin yer değiştirmesi kolaydır,bakım isteyen teferruatı yoktur.

Metodun zararları:

- Tesisat pahalıdır.
- Toprak yüzeyinde kaymak tabakası meydana gelir.
- Ekipmanın yer değiştirmesinde parseller çamur nedeniyle zarara uğrar,ıslaktan kuruya doğru yer değiştirilmelidir.
- Sulama tarihleri iyi seçilmelidir.ilkbaharda erken sulama vejetasyonun erken başlamasına ve ilkbahar donlarından zarar görmesine neden olur.
- Çiçek açma döneminde döllenmeye zarar verir,meyva bağlamadan çiçekler dökülebilir.
- Olgunluk döneminde mahsul gecikir.

6-Damla sulama metodu:

Sulama suyu boru şebekeleriyle bitkiye kadar götürülür.Toprak yüzeyinden veya kök bölgesinden damlatıcılarla noktasal olarak bitki kök bölgesine uygulanması şeklinde yapılan sulama metodudur.Bu methodla bitki kök bölgesindeki su miktarı bitki büyüme mevsiminde sürekli olarak optimum değerde tutularak bitkilerin en iyi şekilde yetişmesi sağlanır. Bir damla sulaması tesisi su alma ve ayarlama yeri,anaboru ve yanboru hatları sulama boruları ve damlatıcılar olmak üzere dört bölümden oluşur.

3.3 SULMA METODLARI SEÇİMİ

Sulama metodları seçiminde üç durum göz önüne alınır:

a-Bölge toprak ve sukaynakları koşulları:

Çok geçirgen topraklarda sulamada kullanılması düşünülen su kaynağının debisinin az veya sınırlı oluşu,yağmurlama sulamasının seçimini gerektirir.Toprak killi ise taşırma sulaması tercih edilir.

b-Bitki türü ve istekleri:

Çeltik su içinde ve yeterli sıcaklıkta yetişmek ister.Bu durumda taşırma sulaması yapılması gerekir.

c-Metodun ekonomik yönden gözden geçirilmesi:

Ne kadar az yatırımla fazla mahsul alınırsa o kadar ekonomik olur ve tercih sebebidir.

3.4 UYGUN SULAMANIN KOŞULLARI

Rasyonel sulamanın amacı bitkilere ihtiyacı olduğu suyu zamanında ve en uygun bir miktarda vermektir. Bu işte başarı sağlamak için sulama faktörleri adı altında toplanan beş noktanın bilinmesi gerekir.

1-Devamlı debi:

Bir bitki türünün vejetasyon döneminde normal gelişmesini sağlamak üzere bir hektarına sürekli olarak verilen suyun bir saniyedeki litre olarak miktarına devamlı debi denir. (lt/sn.ha)

2-Sulama dozu:

Bir sulamada bir hektar araziye verilen suyun hacmidir. (m^3/ha veya mm.)

3-Sulama süresi:

Sulama dozunun toprak yüzeyinde yayılması ve toprak tarafından alınması için geçen zamandır.

4-Sulama aralığı ve sayısı:

Bitkilere susuzluk çektirmeden birbirini izleyen iki sulamayı ayıran zamana sulama aralığı, sulamanın kaç kez yapıldığına da sulama sayısı denir.

5-Sulama modülü:

Bir sulama parselinin sulanmasında kullanılan debidir. (lt/sn.ha)

3.5 SU YÜKSELTİCİ MAKİNELER

Akarsuların prizlerle alınıp uzun kanallarla sulama bölgesine götürülmesi bazen ekonomik olmaz. yöresel koşulların uygun olduğu yerlerde akarsuların veya yeraltı suyunun sulanacak araziye mekanik su yükselticiler aracılığıyla çıkarılması daha ekonomiktir. Bir tulumbanın kullanılmasıyla, priz anakanal yapımı ve bakımları gibi masraflar yapılmaz. Pompaj istasyonlarının yapımına harcanan para fazla olduğundan koşullar uygun olduğunda mekanik yükselticiler kullanılması yerinde olur. Örnek olarak engebeli arazilerde uzun kanallara gereksinim olacağından mekanik su yükselticiler daha ekonomiktir. İlk çağlarda insanlar, önce insan gücü, sonra hayvan gücü kullanmışlar, sonra da doğal güçlerden (rüzgar, akarsular) yararlanmışlardır. 19. yüzyılın yarısında buhar, akaryakıt ve elektrik motorlarının gelişmesiyle su yükseltici araçlar sulama işlerinde önemli yer almışlardır.

Su yükseltici makineler 3 sınıfa ayrılır:

1-Eski su yükseltme makineleri:

Eski dönemlerde insanlar elleri ile su dolu kovaları yükseltirlerdi. iki kişilik bir ekip çalıştığında bir metre yüksekliğe bir saatte $4-5 m^3$ su çıkarabilir. Karşı ağırlığı taşıyan levyanın su çıkarmada kullanılmasıyla (birinci tip kaldıraç) iki işçi iki metre yüksekliğe saatte $6 m^3$ su çıkarabilir.

2-(Rustique) Kaba makineler:

A-Bostan dolapları:

Yatay bir eksen üzerindeki dişlilerle döndürülen zincir-halka ve bu halkanın üzerine yerleştirilen madensel kaplar veya suyu yükselten düşey boru içinden geçen subablardan oluşurlar. uya dalan kaplar su ile dolup yükselirken sularını yan taraftaki karığa boşaltırlar. 50-60 m. derinlikten su çıkarabilirler, ortalama 20 m³ debileri vardır. Tekniğe tam uyum sağlayanları saatte 100 m³ su çıkarabilirler.

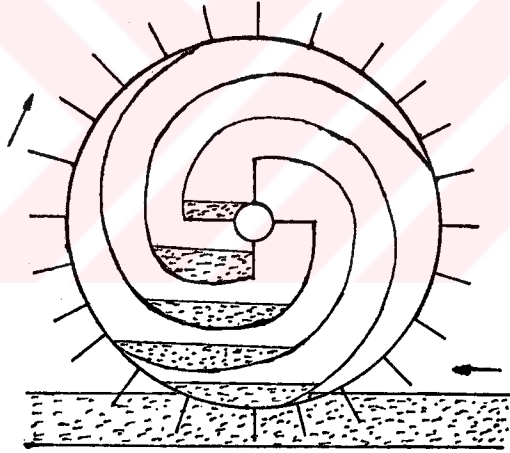
B-Çarklar:

a-Paletli çarklar:

2-3 m. yükseklik için kullanılırlar.

b-Tympan:

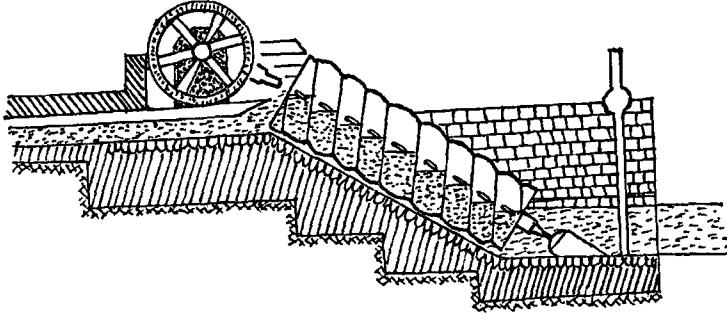
Helezon merkezde birleşen ve dış yüzeyinde akar suyun kuvveti ile dönmesini temin eden paletler vardır. Verimi % 70-80 e yaklaşan bu makina suyun akışıyla dönerken iki helezon yüzey arasında kalan sular eksene doğru yükselir. Eksene yükselen su oradan sulama kârığına boşalır.



Şekil: 23 Tympan

c-Arşimet vidası:

2-3 m. yükseklikler için kullanılır, uzunlukları 7-8 m. ye kadar yaklaşır. Su içinde bulunan helezon yüzeyin ekseni bir dişli çarkla döndürülürken su helezon yüzeye uyum sağlayarak toprak yüzüne yükselir. Verimi % 40-70 arasında değişir.



Şekil: 24 Arşimet vidası

Çap (m)	Frekans (Devir/sn)	Debi (lt/sn)	Enerji (kWh/m)
0.50	84	44	0.70
1.00	42	175	2.78
1.50	28	395	6.27
2.00	21	702	11.15

Tablo: 6 Arşimet vidasının çeşitli belirtgenleri[2].

3-Modern pompaj istasyonları:

Her pompaj istasyonunda motor ve tulumba vardır.

Motorlar:

A-Buhar motorları:

Genellikle yakıt olarak kömür kullanılır. Motorun odun, sap ve saman gibi bitki artıklarından yararlanması ile enerji üretimi ekonomik olur.

B-Dizel motorları:

Gaz ve benzin ile çalışan motorlar ağır yağ yakan dizel motorlara göre ekonomik değildir.

C-Elektrik motorları:

Diğer motorlara göre daha az yer ister, bakım ve çalıştırılması kolaydır. Yakacaklarla çalışanlar gibi artıkların temizlenmesi vb. işleri yoktur. Elektrik motorları tulumbalarla doğrudan doğruya akuple (accouple) olabileceklerinden verimleri yüksektir. Elektrik şebekesinin bulunduğu bölgelerde sulamada kullanılabilirler.

D-Rüzgar motorları:

Rüzgar enerjisiyle çalışan motorlardır.

Pompalar:

A-Pistonlu tulumbarlar:

Debisi düşük ve su çekimi kesiklidir, sulama yönünden az önem taşır.

B: Santrifüj tulumbarlar:

Hakiki sulama tulumbarlarıdır. Basit, az pahalı, bakımı hiç denemek kadar az ve az bir yer işgal ederler, debileri yüksektir.

3-1 Tulumbarlarla motorların bağlanış şekilleri:

1- Doğrudan doğruya bağlama:

Motorun hızı ile tulumbarın hızı aynıdır.

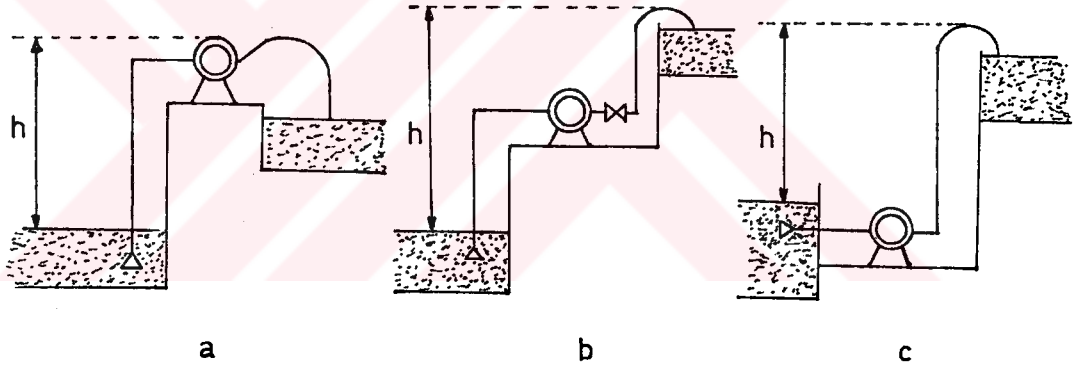
2- Kayışla bağlama:

Tulumbar ve motorun eksenleri bir kayışla birleştirilir.

3- Dişlilerle bağlama:

Motorun yatay ekseni tulumbarın dikey ekseni ile bağlanır.

3-2 Motor tulumbar ünitesinin değişik yerleştirme şekilleri:



Şekil: 25 Motor tulumbar ünitelerinin yerleştirme şekilleri

1-Suyun alındığı ve verildiği seviyenin üzerinde bulunur.

suyu az yüksekliğe çıkardığında debi miktarı büyür, tulumbarın çalışması için su verilir.(Şekil: 25 /a)

2-Tulumbar iki seviye arasında yerleştirilir.Emilen su yukarı verilir,tulumbarın çalışmadığı sırada yükselen suyun aşağı doğru inmesine engel olmak için klape konmuştur.(Şekil: 25 /b)

3-Tulumbarın suyun seviyesinde olup suyu itme borusundan yükseltir.Depolarında daima su eksik değildir.(Şekil: 25 /c)

3-3 Elektrik motorlu tulumbanın kuruluşunu tamamlayan bölümler:

- 1-Emme borusunun suya batan bölümüne bir klape konur, bu klape suyun boşalmasına engel olur. Klape bir krepin ile korunur. Kuyudan çamurun klapeye dolmasını önlemek için klape kuyu tabanından 0.5 m. yukarıda bulundurulur.
- 2-itme borusundan yükselen suların tulumba üzerindeki etkisini önlemek için tulumbanın biraz yukarisına tutucu bir klape konur. Klape nin biraz yukarisına takılan bir musluktan alınan su tulumbanın çalıştırılmasında kullanılır. Emme ve itme boruları üzerine yerleştirilen monometreler her an tulumbanın çalışması hakkında bir fikir verir.
- 3-Genellikle klepenin üzerine konan bir musluk yardımı ile itme borusundaki toplanan su boşaltılır.
- 4-Kuyudaki su belirli seviyeye indikten sonra tulumbanın otomatik olarak çalışmasını durduran ve su uygun seviyeye yükseldiğinde çalışmasını sağlayan bir düzeneğe gereksinim vardır. Bu düzen yardımı ile insan kontrolüne gerek kalmadan tulumbanın çalışması güven altına alınır.
- 5-Genellikle suya batmış şekilde yerleştirilen tulumbarların çalıştırılmasında su dökmeye gerek yoktur. Tulumbarutubetten zarar görmemesi için su geçirmez okside olmaz bir madde ile korunur.
- 6-Pompaları suda yüzen çöplerden korumak için emme borusuna 2-3 cm. aralıkları aşmayan demir parmaklık veya krepin yerleştirilir.

4 EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ MENEMEN ARAŞTIRMA UYGULAMA VE ÜRETİM ÇİFTLİĞİNİN TANITIMI

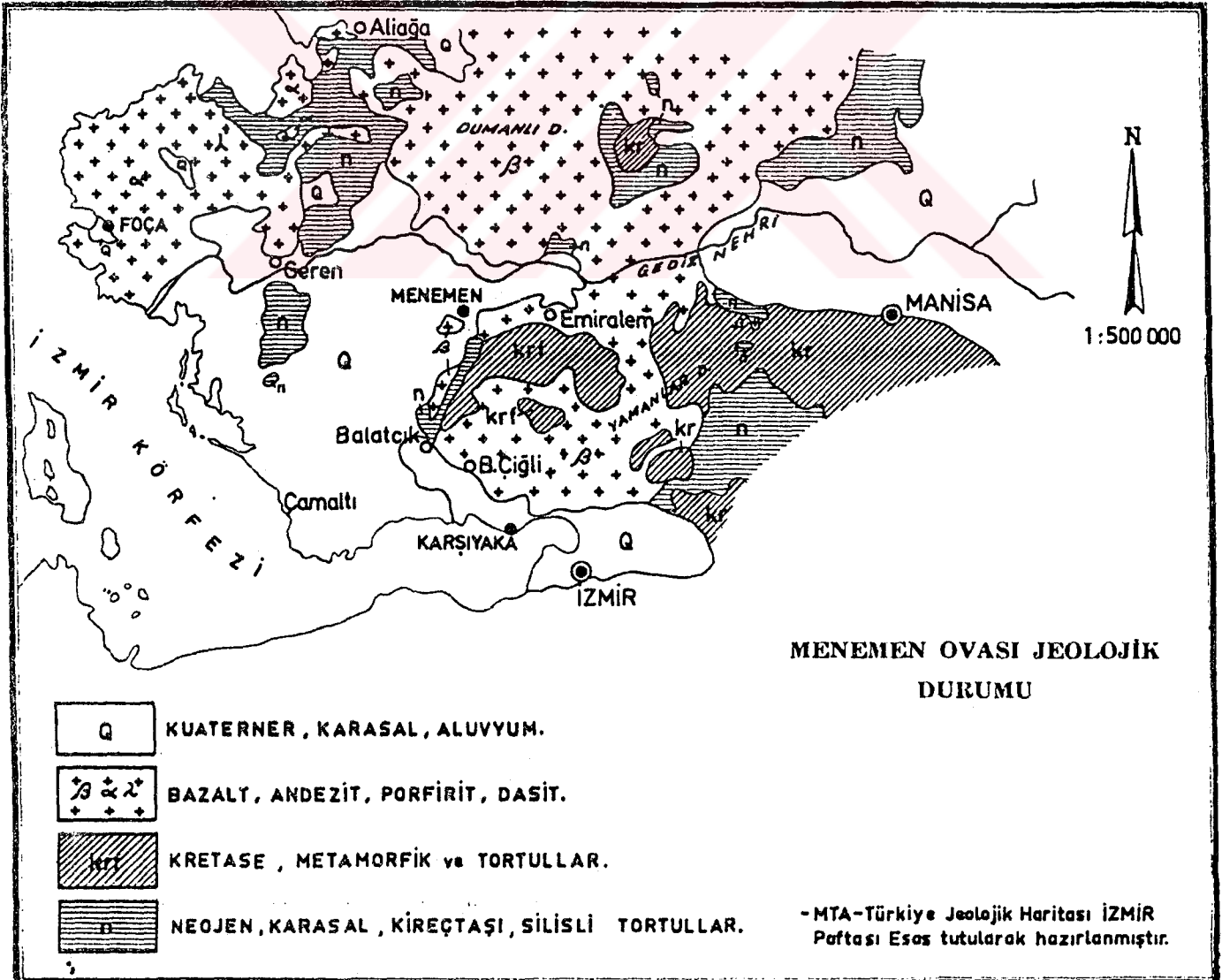
Çiftlik İzmir-Menemen arasında İzmir'e 20 km., Menemen'e ise yaklaşık 10 km. uzaklıkta, Eski Gedizyatağı üzerindedir. Şekil: 26 de görüldüğü üzere irili ufaklı 63 parselden meydana gelmiş olup, alanı 4000 dekar kadardır. Güneybatısında 150 dekarlık bir göl ve bataklık alanı vardır.

Çiftlikte 4 adet kuyu vardır, bu kuyulardan biri sulama amaçlıdır, diğerleri ise kullanılmamaktadır. Kuyuların ortalama statik seviyeleri 8 m., dinamik seviyeleri 15 m. ortalama debileri ise 25 lt/sec (62.5 ton/h) dir.

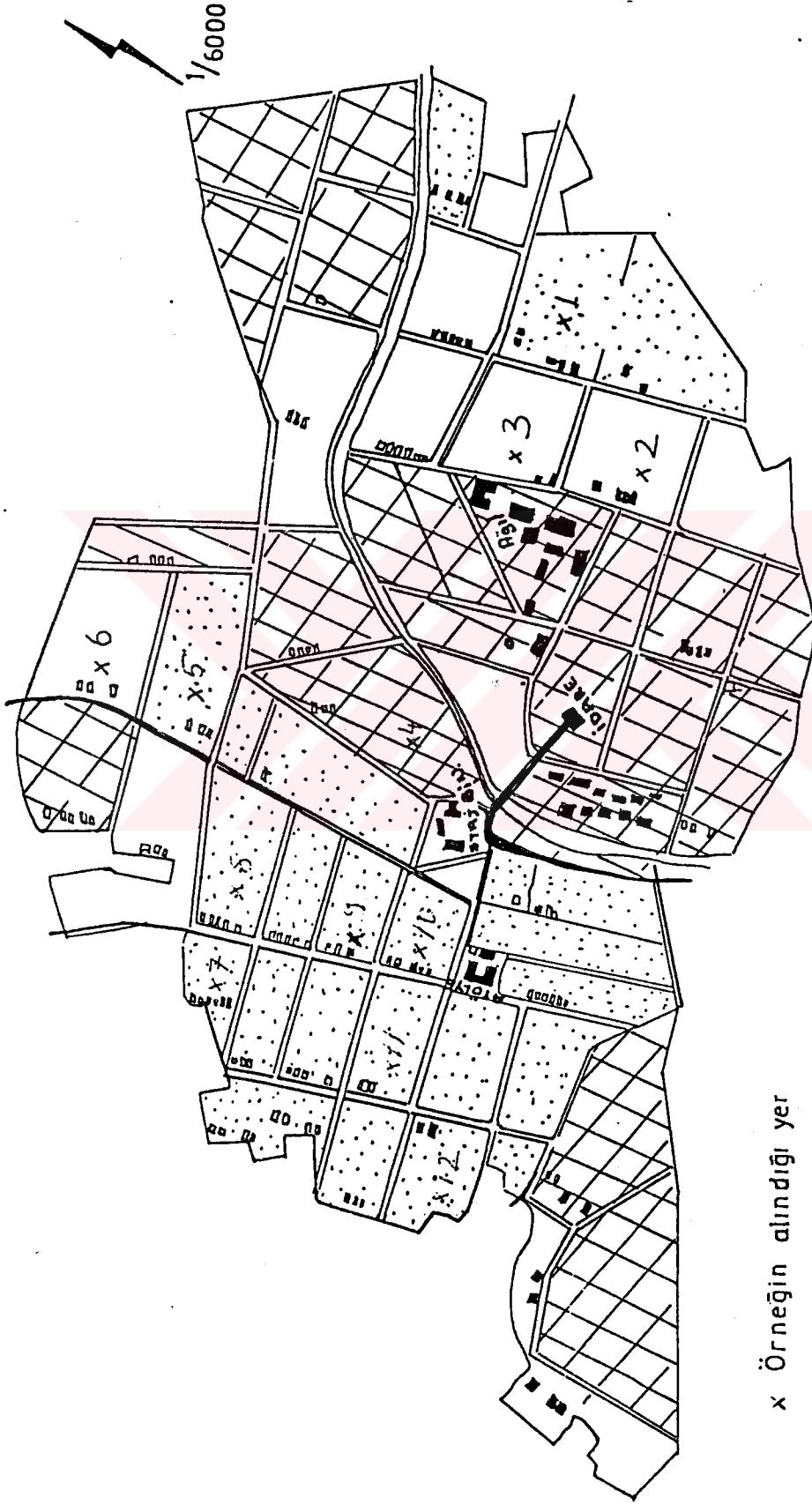
Çiftlikte ürün sulaması, seyrek köy sekonderi ile ulucak sekonderine bağlı tersiyer kanallardan yapılmaktadır. Bu kanallara sulama suları D.Ş.i. tarafından verilmektedir ve her ürün için bir birim ücret uygulanmaktadır.

4.1 ÇİFTLİĞİN JEOLOJİK DURUMU




MTA'nın Türkiye jeolojik haritası İzmir paftası esas alınarak hazırlanan haritaya göre (Harita: 14) çiftliğin üzerinde bulunduğu alan kuaterner, karasal, alüvyum özellik taşımaktadır.



Harita: 14 Menemen Ovası jeolojik durumu



x Örneğin alındığı yer

-  I. Sınıf araziler
-  II. Sınıf araziler
-  III. Sınıf araziler

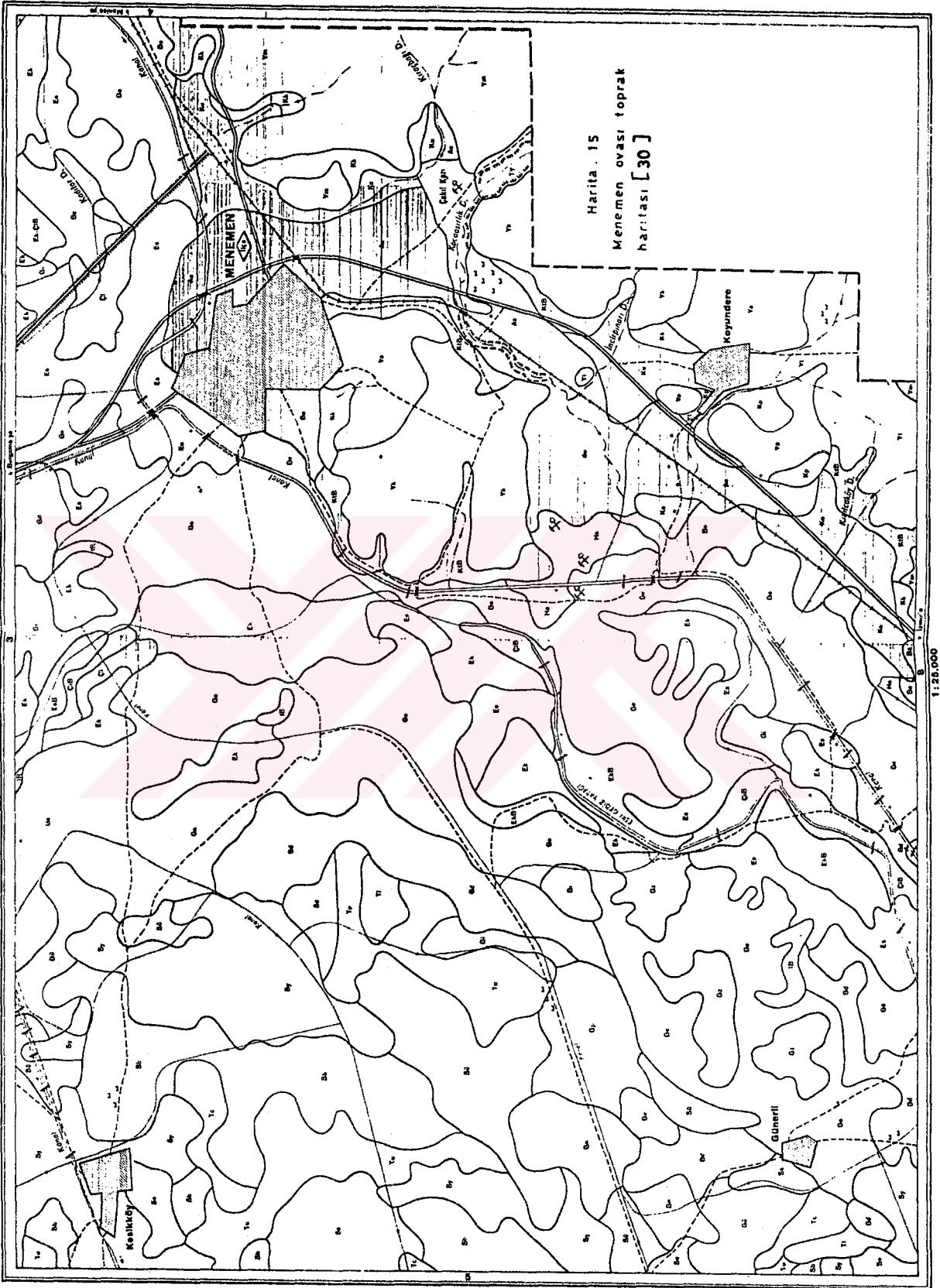
EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
 MENEMEN UYGULAMA ÇİFTLİĞİ SINIRLARI VE ARAZI
 KULLANMA KABİLİYET SINIFLARI [Ek.1]

4-2 ÇİFTLİĞİN TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Gediz ırmak sırtlarında iyi-yetersiz drenejli, kum ince tın arası bünyeli tuzsuz topraklardır. Yükselti 4-6 m. arasıdır. Kullanma birimlerine göre toprak özellikleri Harita: 15 'de gösterilmiştir.

Bu haritada çiftlik topraklarında var olan toprak bünyeleri şöyledir. [30]

- Eski yatak tını (Es): Üst toprak tın bölgelere sahiptir. Profilde daha kaba bünyeli katlar bulunabilir. (I-1) kullanma birimine girer (Tablo: 7), her türlü kullanışa elverişlidir (Tablo: 8)
- Gediz tını (Ge): Bu birimde üst toprak ve profil, tın ve milli tın bünyelidir. Profilde milli, killi tın katları bulunabilir. Tabanın ırmak sırtlarına yakın kısımlarında yaygındır. Drenej ortadır. (I-1) kullanma birimine girer, ancak meyve ürünü artırmak için alt toprak için drenej gereklidir. Pamuk, buğday, arpa, sebze için uygundur, bağ, meyva, ve yonca için orta uygundur. (Tablo: 8)
- Eski yatak kumlu tını (Ek): Bu birim yatağa yakın kaba bünyeli kısımlarda bulunur. Alt topraklar (Es) birimine göre daha kabadır. Yüzeyin sürekli örtülü tutulması gerekir. Tarla sınırları kum yığılmasıyla yükselmiştir. Bağ, pamuk vb. için kullanılır. (Tablo: 8)
- Eski yatak kumlu tını hafif eğimli (EkB): Irmağa yakın ve hafif eğimli kısımlarla, rüzgarla yığılmış kum tümsekleri bu birime girer. Yığılma alanında arada tınlı katlar varsa bu birime sokulur. Profilde tın katları yoksa çiftlik toprağıdır. Toprak (II-4) kullanma birimine girer (Tablo: 7) Yığılma ve uçgunu önlemek için yüzey örtülü tutulmalı, sık sık sulanmalı ve rüzgar kiranlar kurulmalıdır. Bağ, pamuk, meyva için uygundur. (Tablo: 8)
- Gediz kili alt toprak değişkeni (Gz): Profilin tamamı killidir. Yetersiz drenejla birlikte ağır bünye kullanmayı sınırlandırır. (IIs-2) kullanma birimine girer (Tablo: 7), Tahıl, pamuk, bostan için uygundur. (Tablo: 8)
- Gediz kili (Gi): Üst toprak killi olduğu gibi profilde de kalın killi katlar bulunur. Yetersiz drenej kullanmayı sınırlandırır. (IIw-1) kullanma birimine girer (Tablo: 7) Meyva ve bağ yetiştirme drenejla sağlanır. Tahıl, pamuk ve kavuna uygundur. (Tablo: 8)



Sınıf	Alt Sınıf	Birim	Haritalama birimleri	Kullanmayı Sınırlandıran etkenler
I	—	I-1	Dm-Ek-Es-Ge-Hn-Ku	Yok yada önemsiz
II	s	IIs-1	Kk-Kp-Kt-KtB	Ağır bünye, hafif eğim
		IIs-2	Ad-Ba-Gz-Ko-	Ağır bünye, drenaj
		IIs-3	As	Çakıl
		IIs-4	Çi-ÇiB-EkB-EsB	Kaba bünye, eğim, rüzgâr aşındırması
	w	IIw-1	Gd-Gi-Ha	Drenaj, ağırca üsttoprak
		IIw-2	Gn-Gp-Hv-Ss	Drenaj, tuz-alkali
		IIw-3	Se-Tc	Drenaj, tuz-alkali, ağır üsttoprak
III	s	IIIs-1	ArB-DoB-HtB	Kaba çakıl, eğim
	w	IIIw-1	Hd	Sık taşkın
		IIIw-2	Ap	Sık taşkın, ağır bünye
		IIIw-3	Gl-Sb-Tl	Drenaj, tuz-alkali, ağır bünye
		IIIw-4	Tu	Drenaj, tuz-alkali, bünye
		IIIw-5	Gr-Gü-Sü-Sy	Drenaj, tuz-alkali
IV	s	IVs-1	Sz	Drenaj, tuz-alkali
VII	e	VIIe-1	Yk-Yt	Eğim, sığlık
	s	VIIIs-1	Ya-Ym-Yp	Sığlık, eğim

Tablo: 7 Arazi kullanma sınıfları [30]

- (1) Düşük yetiştirilebilir.
(2) Orta, toprak orta derecede uygun.
(3) İyi, toprak bitkice istenen özelliklerde.

Haritalama Birimi	Sulama Durumu	Pamuk	Buğday	Arpa	Bağ	Meyve	Mand.	Sebze	Yonca	Tütün
Ad	KuSu	2	2	1	1	1	-	1	2	2
Ap	"	2	2	1	-	1	-	1	-	-
As	"	2	-	2	1	3	3	3	-	3
ArB	Kuru	-	-	1	-	3	3	2	-	3
Ba	Ku-Su	2	2	-	-	-	-	-	1	-
Çi	"	2	-	-	2	2	2	-	-	-
Dm	"	3	3	3	2	2	-	3	3	-
DoB	Kuru	-	1	2	1	2	2	-	-	2
Es	Sulu	3	2	3	3	3	2	3	3	-
Ek	"	3	-	3	3	3	3	2	3	-
Ge	"	3	3	3	2	2	-	3	2	-
Gd	"	3	3	3	1	1	-	2	1	-
Gi	"	2	3	2	-	-	-	-	1	-
Gz	"	2	3	2	-	-	-	-	1	-
Gn	"	3	2	3	-	-	-	-	2	-
Gü	"	2	1	2	-	-	-	-	-	-
Gr	"	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Gp	"	3	3	3	-	-	-	-	2	-
Gl	"	1	2	1	-	-	-	-	-	-
Hn	Kuru	-	2	3	3	3	2	-	2	3
HtB	"	-	1	2	2	3	3	-	1	3
Hd	Ku-Su	3	2	2	1	2	-	1	-	-
Ha	Sulu	3	3	3	1	-	-	2	2	-
Hv	"	3	2	3	-	-	-	-	-	-
Ku	Ku-Su	3	3	3	2	3	1	3	3	-
Ko	"	2	2	-	-	-	-	-	2	-
Kt	Kuru	-	3	2	1	2	-	-	2	3
Se	Sulu	3	3	2	-	-	-	-	2	-
Sb	"	1	2	1	-	-	-	-	-	-
Sü	"	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Sz	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ss	"	2	2	3	-	-	-	-	2	-
Sy	"	1	2	1	-	-	-	-	-	-
Tu	"	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Tc	"	2	2	-	-	-	-	-	2	-
Tl	"	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Kk	Kuru	-	3	2	1	2	-	-	2	3
Kp	"	-	2	2	1	2	-	-	-	3
Ya, Yp	"	Yalnız otlak olarak kullanılır								
Ym	"	Otlak veya zeytin olabilir								
Yk, Yt	"	Otlak, zeytin, orman olabilir								

Tablo: 8 Toprağın çeşitli birimlere uygunluğu.[30].

4-3 İKLİM ÖZELLİKLERİ

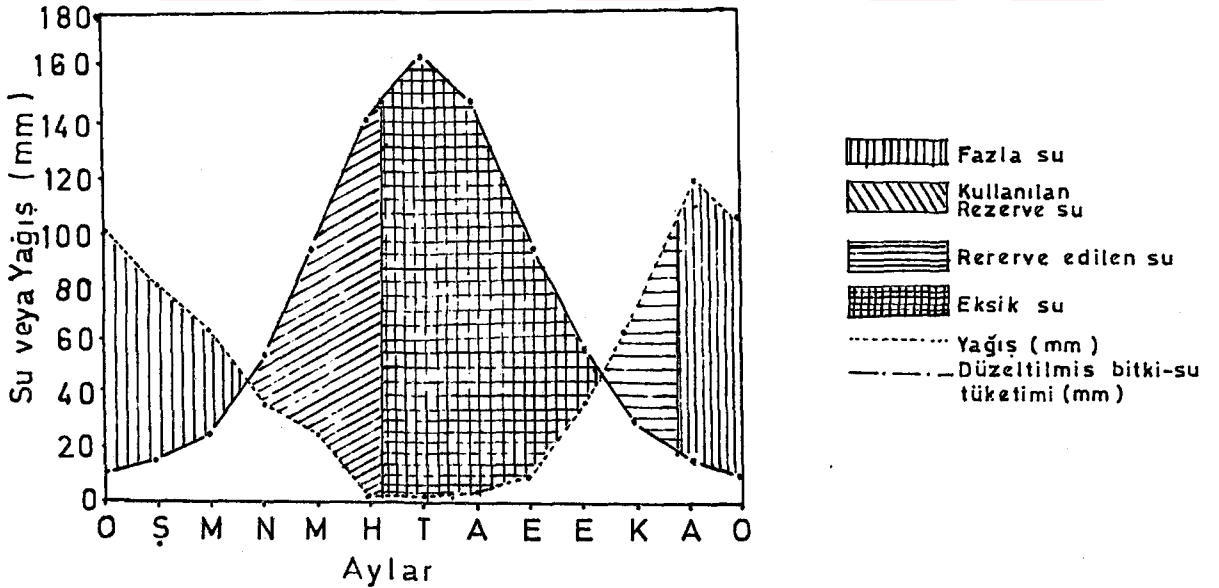
Menemen ovasında kurak-az nemli, mezotermal iklim hüküm sürer. Yıllık yağış ortalaması 568 mm. dir. Yağışın yarısından çoğu aralık, ocak, şubat aylarında düşer, yaz aylarında düşen yağışsa % 1 kadardır. ilkbahar yağışın % 24 ünü, sonbahar ise % 21 ini alır. Ocak ayı sıcaklık ortalaması 7.8 °C, yıllık ortalama sıcaklık ise 16.6 °C dir. En erken don 20 kasım, en geç don 31 martta olmuştur, buna göre donsuz devre 205 gündür. Toptak sıcaklıkları (50 cm. de) yıllık ortalama 19.0 °C, yaz ortalaması 27.9 °C, kış ortalaması 10.6 °C, yaz, kış farkı ise 17.3 °C dir.

Menemen ovası iklim verileri Tablo: 9 de gösterilmiştir.

4-4 MENEMEN OVASININ HİDROLOJİK BİLANÇOSU

Menemen bölgesinde Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsü Rasat Parkının 1954-1988 yılları iklim rasat sonuçlarına göre kışın önemli miktarda fazla su, yazında önemli miktarda eksik su olan mezotermal iklim tipinin hüküm sürdüğü anlaşılmaktadır.

Menemen ovasının hidrolojik bilançosu incelendiğinde kasım ayında yağışların bitki su tüketiminden fazla olduğu ve bu aydan itibaren toprakta su birikmeye başladığı görülmektedir. Aralık ayında toprak doymuş hale gelmiştir. Su fazlalığı mart ayına kadar devam eder, mart sonundan itibaren yağışlar devamlı olarak bitki su tüketiminden az olduğu için toprakta birikmiş su tükenmeye başlar, haziranda toprakta birikmiş su kalmamıştır, bu durum kasım sonuna kadar sürer. (Şekil: 27)



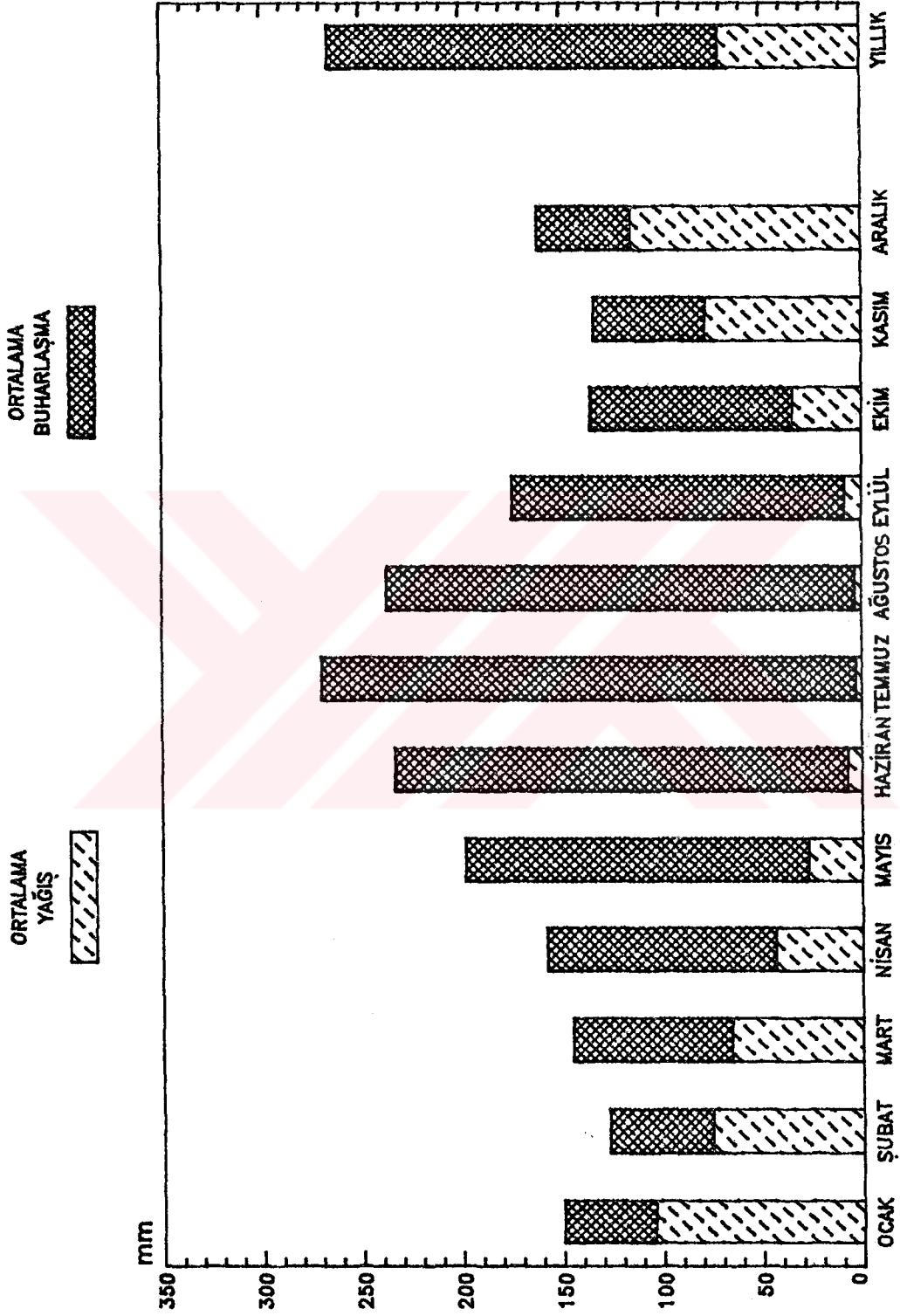
Şekil: 27 Menemen Ovası hidrolojik bilançosu. [27].

İ K L İ M E L E M A N L A R I								
AYLAR	TOPLAM	SICAKLIK			TOPLAM	ORT.	ORT.	ORT.
	YAĞIŞ	MAX	ORT	Min	BUHARLAŞMA	NİSBİ	RÜZGAR	GÜNEŞLEN-
	(mm)	C	C	C	(mm)	(%)	HIZI	ME SÜRESİ
							m/sec	(saat)
OCAK	104.6	22.0	7.8	-7.6	45.9	66.4	4.1	3.7
ŞUBAT	75.7	24.5	8.7	-5.6	51.8	63.5	3.9	5.0
MART	65.7	31.6	10.7	-4.4	79.7	62.7	3.4	6.0
NİSAN	43.7	33.4	14.7	-0.4	114.4	60.1	2.8	7.5
MAYIS	27.3	38.8	19.7	3.8	171.4	55.3	2.6	9.7
HAZİRAN	7.5	40.8	24.2	8.4	226.5	49.3	2.6	11.0
TEMMUZ	3.2	40.6	26.5	10.7	267.2	47.4	2.8	11.9
AĞUSTOS	3.6	44.3	25.6	10.8	234.3	49.8	2.7	11.7
EYLÜL	8.9	38.5	21.8	6.0	166.1	53.9	2.4	9.6
EKİM	34.8	35.4	17.1	2.0	101.3	61.0	2.4	7.6
KASIM	78.4	31.0	12.9	-2.0	55.9	64.0	2.7	5.7
ARALIK	115.4	25.4	9.7	-4.5	46.6	66.6	3.8	3.9
TOPLAM	568.8	44.3	16.6	-7.6	1561.1	58.3	3.0	7.8

Tablo: 9 Menemen Ovası iklim verileri. (1954-1988).*

* Köyişleri Bakanlığı Menemen Araştırma Enstitüsü Rasat Parkı kayıtlarına göre.

MENEMEN OVASINDA AYLIK ve YILLIK YAĞIŞ - BUHARLAŞMA
MIKTARLARI

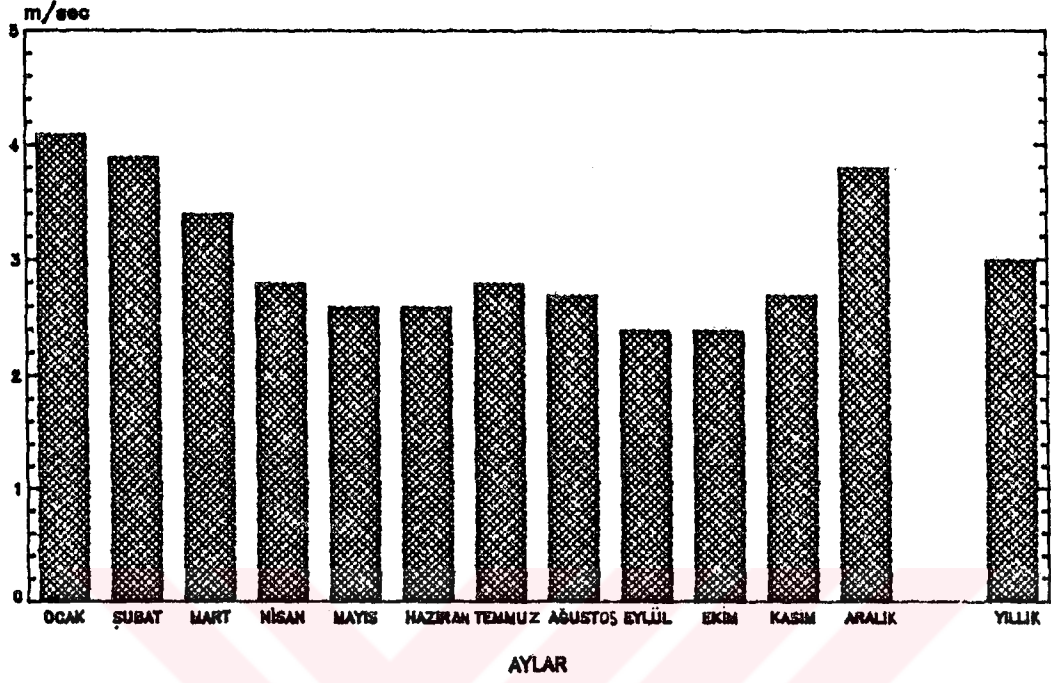


AYLAR

Şekil : 28

MENEMEN OVASINDA AYLIK ve YILLIK ORT.RÜZGAR HIZI

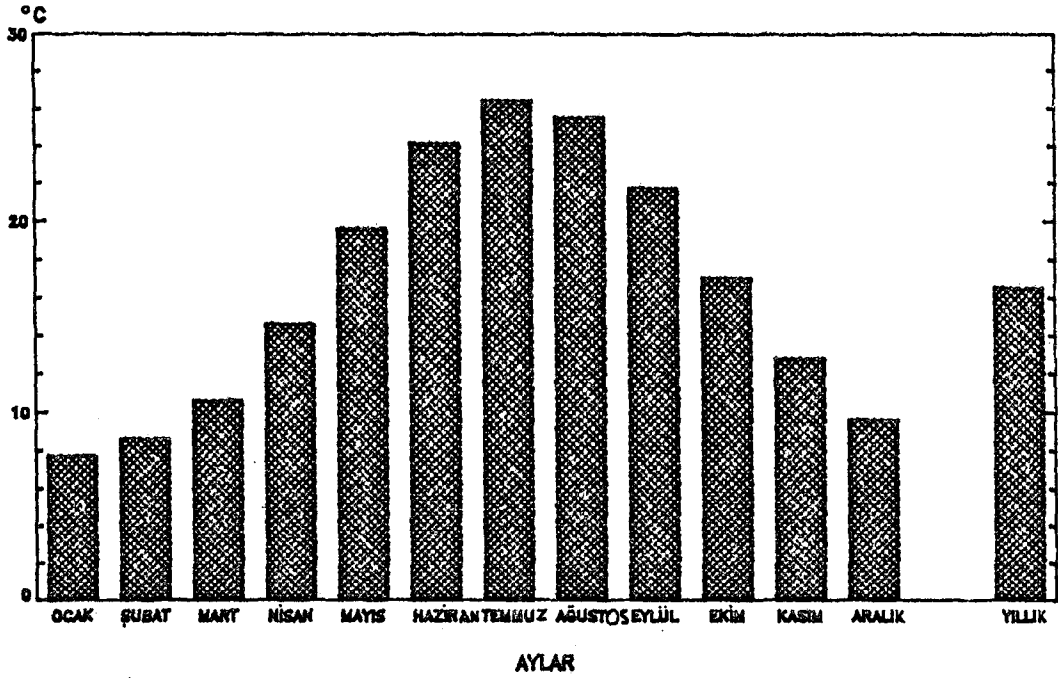
ORTALAMA
RÜZGAR



Şekil : 29

MENEMEN OVASINDA AYLIK ve YILLIK ORT.SICAKLIK

ORTALAMA
SICAKLIK



Şekil : 30

4-5 ÇİFTLİKTE YETİŞTİRİLEN BİTKİLER

Çiftlikte genel olarak arpa, buğday, yonca, susam, pamuk ve mısır ekimi yapılmaktadır. Her bitkinin ekim alanları, meteorolojik şartların zorunlu kıldığı durumlar hariç, değişmemekte fakat parsel yarı değişmektedir. Bazı parsellerde ikinci ürün ekimi yapılmaktadır. İkinci ürün olarak Fig-arpa, silaj mısır ve papkorn mısır ekimi yapılır.

1988 yılında bitkiler ve ekim alanları şöyledir:

Çamlık	81 dekar	(1 dekar=1000 m ² dir.)
Kavaklık	229	"
Zeytin	58	"
Okaliptüs	84	"
Meyva	89	"
Bağ	45	"

Birinci ürün		ikinci ürün	
Arpa	357	Fig-arpa	45 dekar
Buğday	217	Silaj mısır	182 "
Yonca	217	Papkorn mısır	51 "
Susam	60		
Pamuk	7		
Mısır	12		

4-6 BAZI BİTKİLERİN SU İHTİYAÇLARI ve SULAMA ZAMANLARI

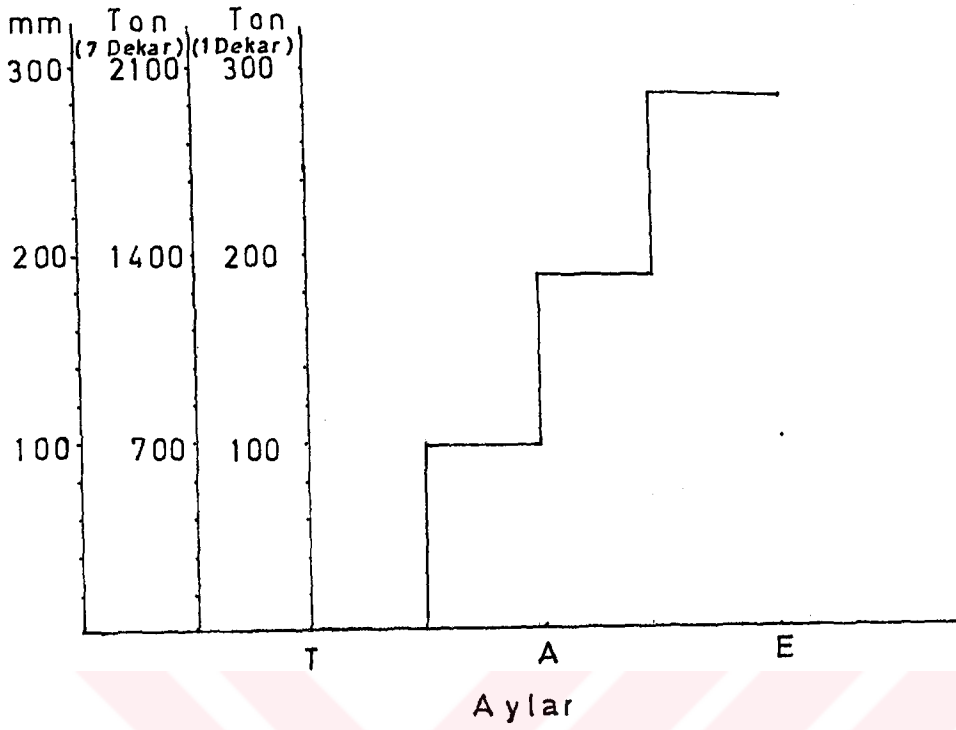
Çiftlikte yetiştirilen ürünlerden Ege Bölgesi'nde en çok üretilen üç tanesi (pamuk, bağ ve mısır) bu çalışmada incelenmiş olup, bunların su ihtiyaçları ve sulama zamanları Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsünden alınan bilgiler ve E.Ü.Z.F.Kültürteknik Bölümünün, daha önce aynı fakültenin Toprak Islahı Bölümünce hazırlanan, çiftliğin toprak analizi raporuna göre hazırladığı, optimum sulama programına ilişkin raporu'na göre kullanılabilir rutubetin (Yerle kapasitesi-Solma noktası) % 50 si harcandığında tekrar % 100 e getirilmesi esasına göre hazırlanmıştır, Tablo-10-11 Sözü edilen raporlar Ek-1 ve Ek-2 sunulmuştur.

PARAMETRE	B İ T K İ		T Ü R Ü	
	Pamuk	Bağ	I.ürün mısır	II.ürün mısır
Ekili alan (dekar)	7	45	12	233
Yıllık su ihtiyacı (mm)	290	624	464	465
Ekili alana su ihtiyacı (Ton)	2030	28125	5568	108345
10 dekar için su ihtiyacı (Ton)	2900	6240	4640	4650

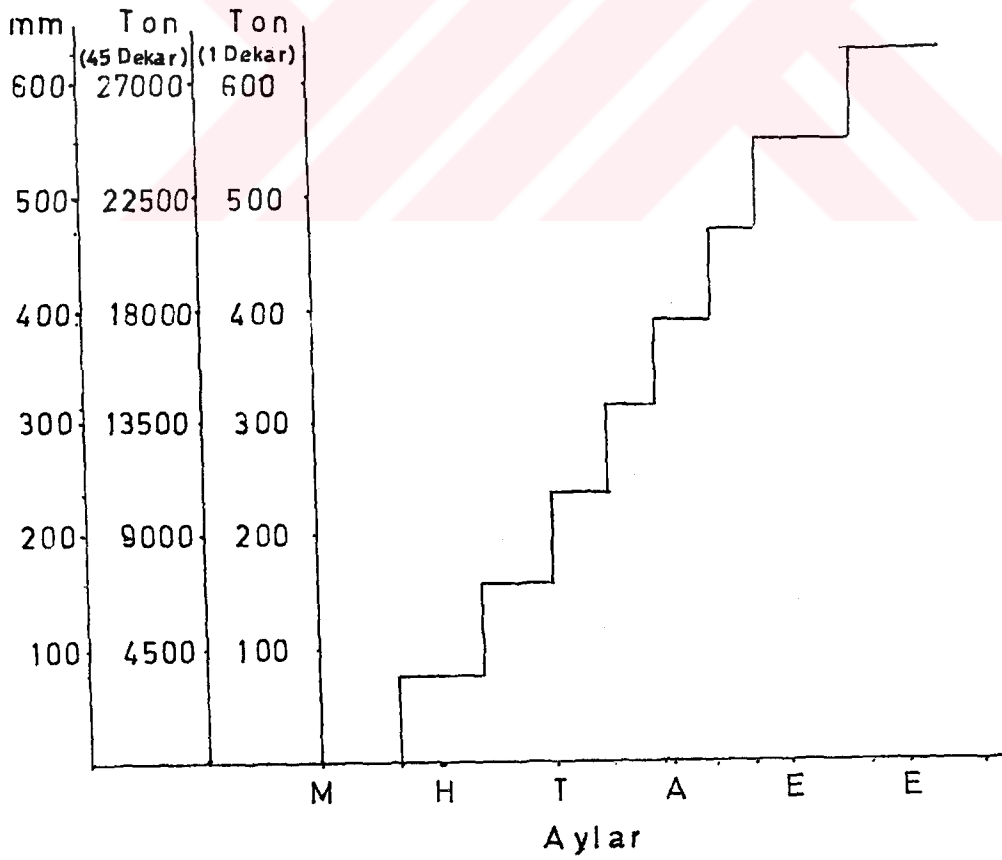
Tablo:10 Seçilen bitkilerin ekili alanları ve su ihtiyaçları

PARAMETRE	B İ T K İ T Ü R Ü			
	Pamuk	Bağ	Mısır	
			I.ürün	II.ürün
Sulama zamanı	15 Temmuz	21 Mayıs	18 Mayıs	1 Haziran
Su miktarı(mm)	96.6	78	58	117
Top.mik.(Ton)	676.2	3510	696	27261
10 dekar için su miktarı(Ton)	966.0	780	580	1170
Sulama zamanı	30 Temmuz	12 Haziran	4 Haziran	10 Temmuz
Su miktarı(mm)	96.6	78	58	58
Top.mik.(Ton)	676.2	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)	966.0	780	580	580
Sulama zamanı	14 Ağustos	30 Haziran	14 Haziran	25 Temmuz
Su miktarı(mm)	96.6	78	58	58
Top.mik.(Ton)	676.2	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)	966.0	780	580	580
Sulama zamanı		15 Temmuz	25 Haziran	8 Ağustos
Su miktarı(mm)		78	58	58
Top.mik.(Ton)	-	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)		780	580	580
Sulama zamanı		28 Temmuz	5 Temmuz	22 Ağustos
Su miktarı(mm)		78	58	58
Top.mik.(Ton)	-	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)		780	580	580
Sulama zamanı		11 Ağustos	14 Temmuz	6 Eylül
Su miktarı(mm)		78	58	58
Top.mik.(Ton)	-	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)		780	580	580
Sulama zamanı		24 Ağustos	23 Temmuz	23 Eylül
Su miktarı(mm)		78	58	58
Top.mik.(Ton)	-	3510	696	13514
10 dekar için su miktarı(Ton)		780	580	580
Sulama zamanı		19 Eylül	2 Ağustos	
Su miktarı(mm)		78	58	
Top.mik.(Ton)	-	3510	696	
10 dekar için su miktarı(Ton)		780	580	

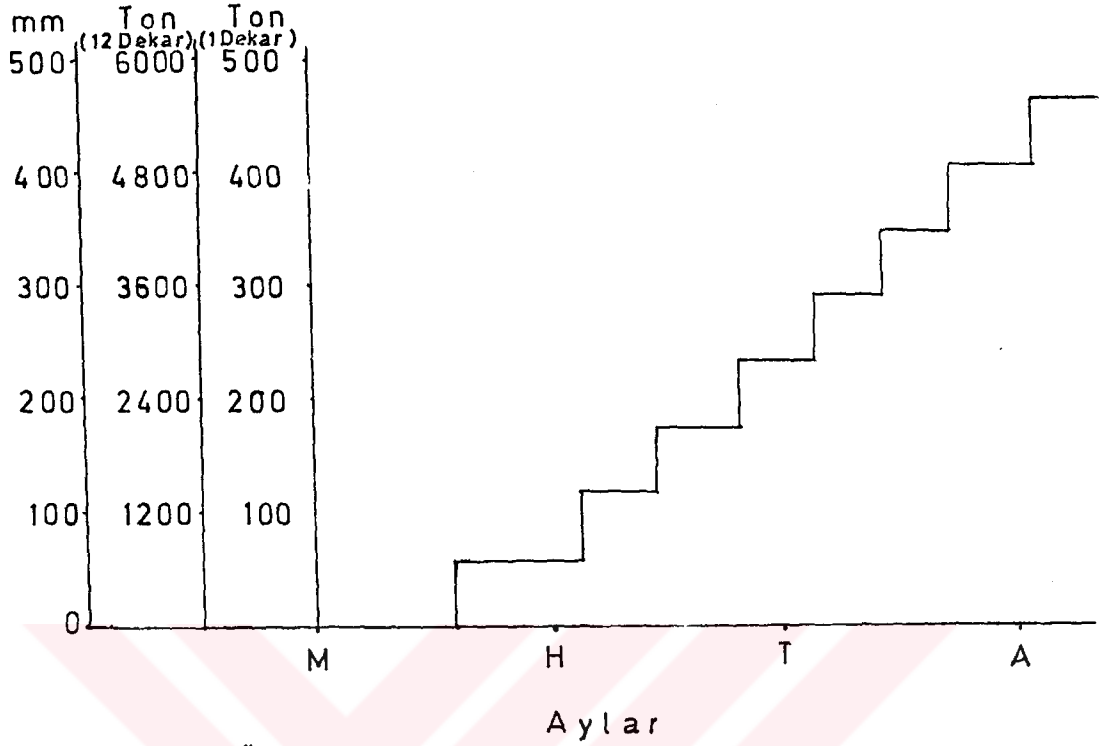
Tablo: 11 Sulama zamanları ve su ihtiyaçları



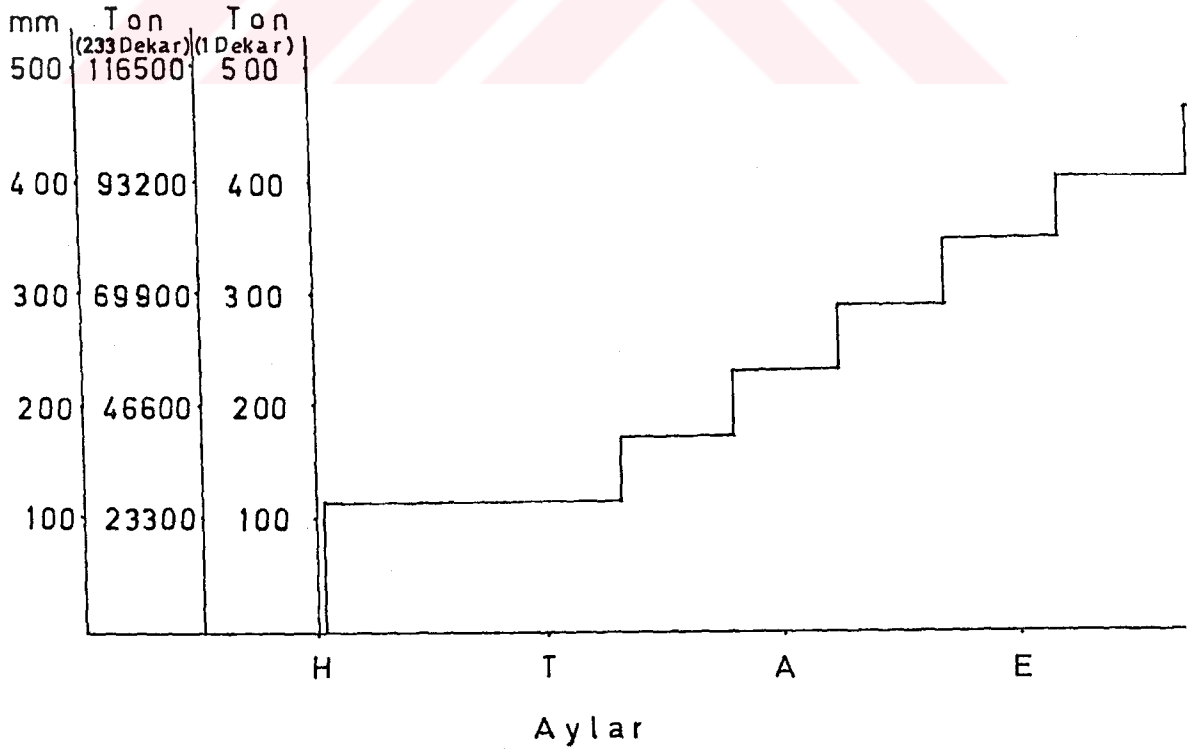
Şekil:31 Pamuğun sulama zamanları ve su miktarları



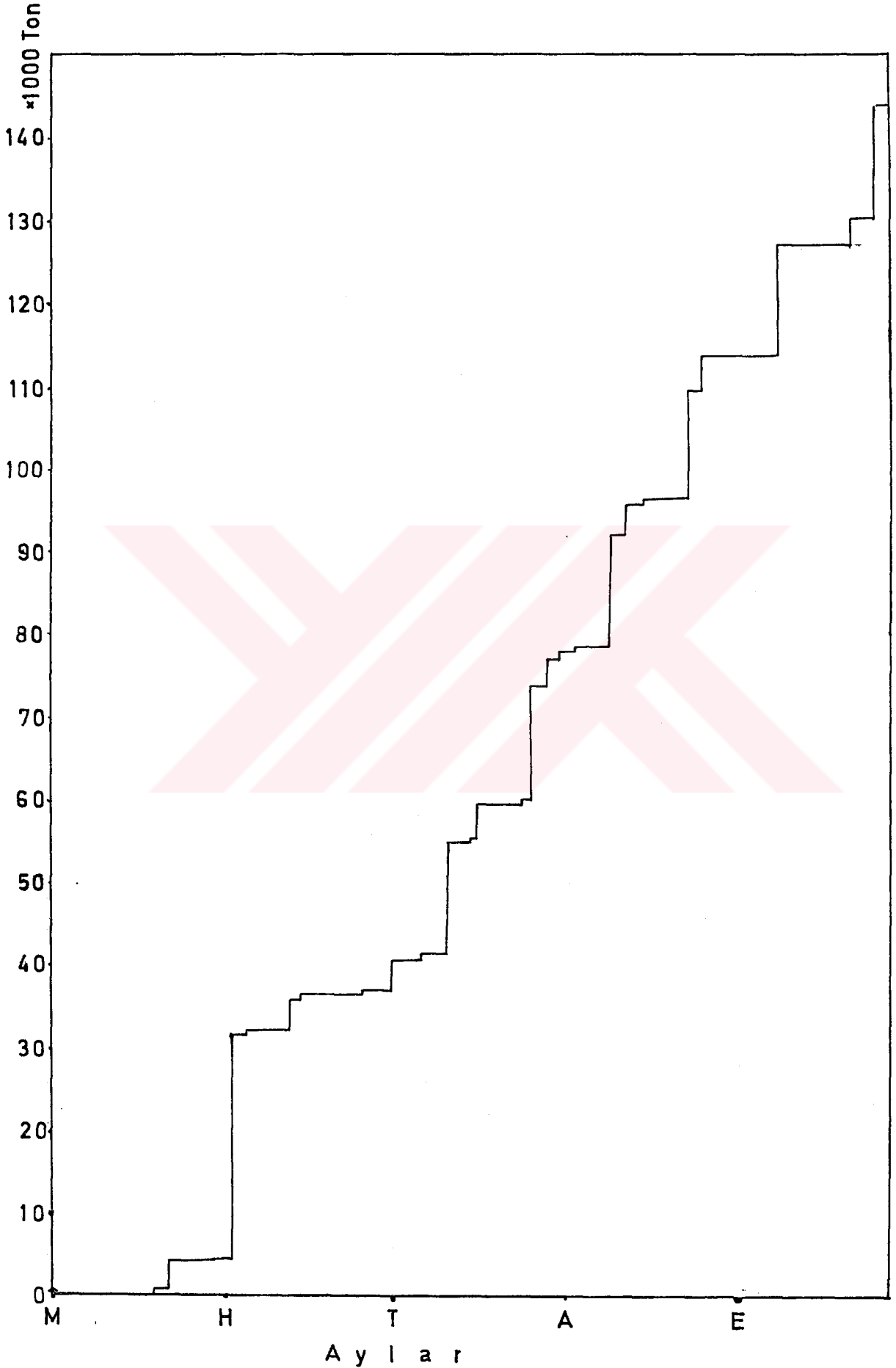
Şekil : 32 Bağın sulama zamanları ve su miktarları



Şekil: 33 I. Ürün mısır için sulama zamanları ve su miktarları



Şekil: 34 II. Ürün mısır için sulama zamanları ve su miktarları



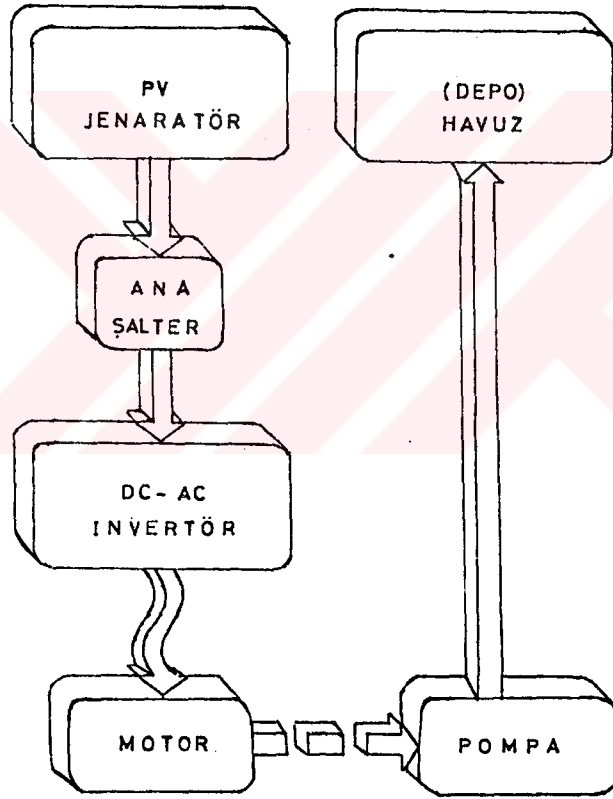
Şekil: 35 Pamuk,bağ ,I. Ve II. ürün mısır için sulama zamanları ve su miktarları

5. GÜNEŞ ENERJİLİ SULAMA SİSTEMİ

Su pompalaması için yerleşim yerleri ve yakınlarında yaygın olarak kullanılan uygun enerji, elektrik enerjisidir. (şehir çarşısı) Elektrik enerjisinin bulunmadığı yerleşim bölgelerinden uzak yerlerde, su pompalaması için gerekli enerji, yakıt, rüzgâr, akarsular veya güneş ışınımından PV jeneratörler ile sağlanabilir.

Bir güneş enerjili sulama sistemi genel olarak 4 bölüme ayrılır.

- 1- PV jeneratör
- 2- Ana şalter ve DC-AC invertör (DC motor-pompa ünitesi kullanılıyorsa invertöre gerek yok.)
- 3- Motor-pompa ünitesi (paslanmaz, su altında kalabilir.)
- 4- Su deposu (havuz)

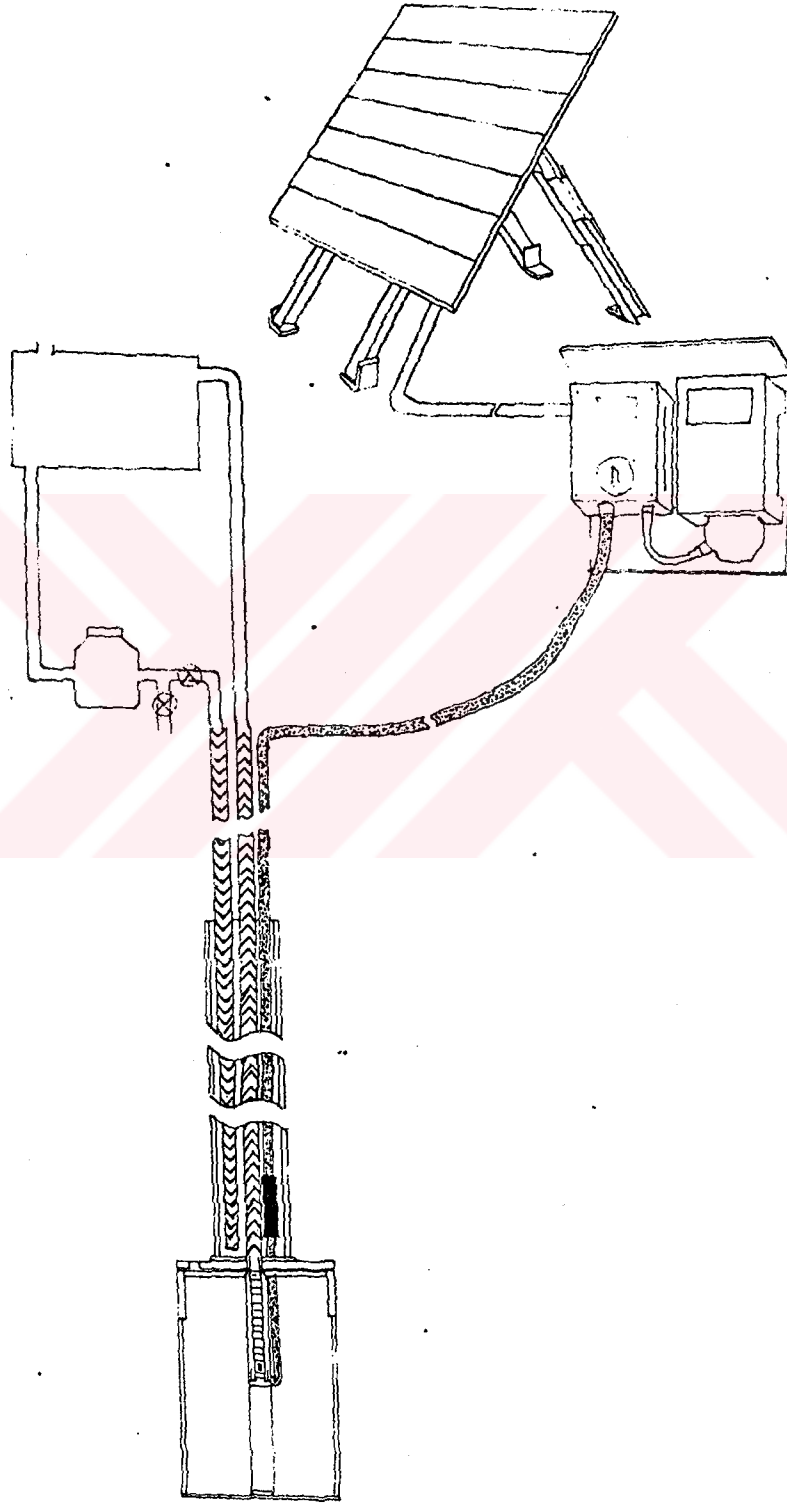


Sekil: 36 Güneş enerjili sulama sisteminde enerji akışı

Güneş enerjili sistemlerde gelen güneş ışınımı, PV jeneratör ile DC elektrik enerjisine çevrilir. Bu elektrik enerjisi ya doğrudan bir DC motor-pompa ünitesini yada bir invertör aracılığıyla bir AC motor-pompa ünitesini çalıştırır. Elektrik enerjisi motorda mekanik enerjiye, mekanik enerji de pompa vasıtasıyla potansiyel enerjiye (suyun depoya aktarılması) dönüşür.

5.1 GÜNEŞ ENERJİSİ ENSTİTÜSÜNDEKİ DENEY SETİ

Güneş enerjisi enstitüsünde kurduğumuz deney seti yarı açık bir sistemdir. Şekil: 37



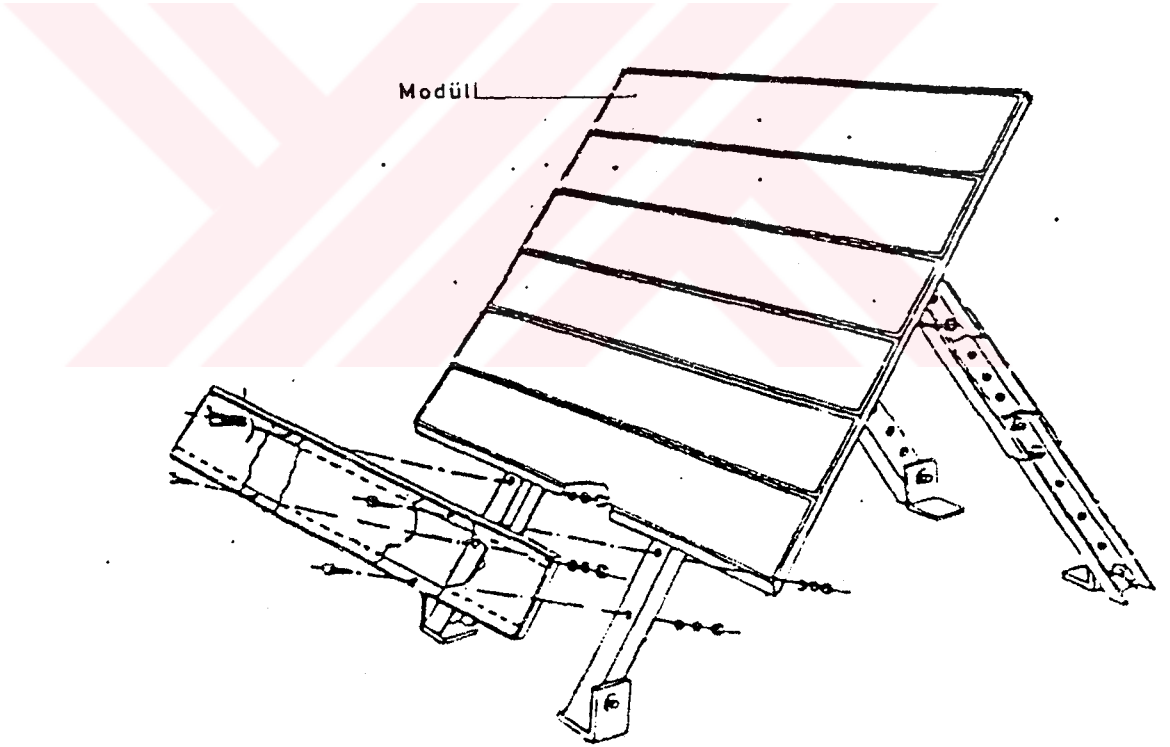
Şekil: 37 Güneş enerjili sulama sistemi deney seti

Deney setinde PV jeneratör ve çekilen suyun boşaldığı kab Güneş Enerjisi Enstitüsü terasına yerleştirildi, motor-pompa ünitesi koruyucu kabının içinde birinci kata, ana şalter DC-AC invertör ve su sayacı ikinci kata yerleştirildi. Deneylerde 8.5 m. yüksekliğe çekilen su, iği serbest atmosfer basıncında olan (Bu durum kabin üstündeki bir delikle oluşturuldu ki bu sisteme yarı açıklık özelliği sağladı) bir kaba boşalıyor ve bu kabin altındaki bir tahliye borusundan su sayacına, oradan da tekrar motor-pompa ünitesinin içinde bulunduğu koruyucu kaba yerecekimi kuvvetinin etkisiyle geri dönüyor.

5.2 SİSTEM ELEMANLARININ TANITIMI

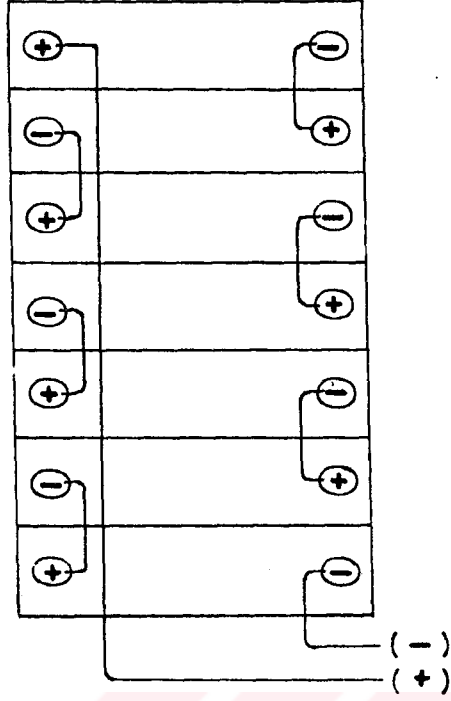
a-PV jeneratör

PV jeneratör 2 adet model M55 modülünün seri bağlanmasından oluşmuştur. Güneye dönük olan panel ayarlanabilir alüminyum panel konstrüksiyonu ile yatayla 38 derece açı yapacak şekilde ayarlanmıştır. Şekil: 38



Şekil: 38 PV panel ve alüminyum konstrüksiyonu

Bir M55 modül 36 adet seri bağlı hücreden oluşur. Bir DC motor ile direkt bir AC motor ile invertör aracılığıyla bağlanabilir. Sıcak iklimlerde batarya şarjında, bütün güneş enerjili elektrik uygulamalarında iyi adapte edilebilir. M55 ile batarya şarjı için bir regülatöre ihtiyaç vardır.



Şekil: 39 2 Adet MS5 modülünün seri bağlantısı

MS5 modülünün elektriksel özellikleri, *

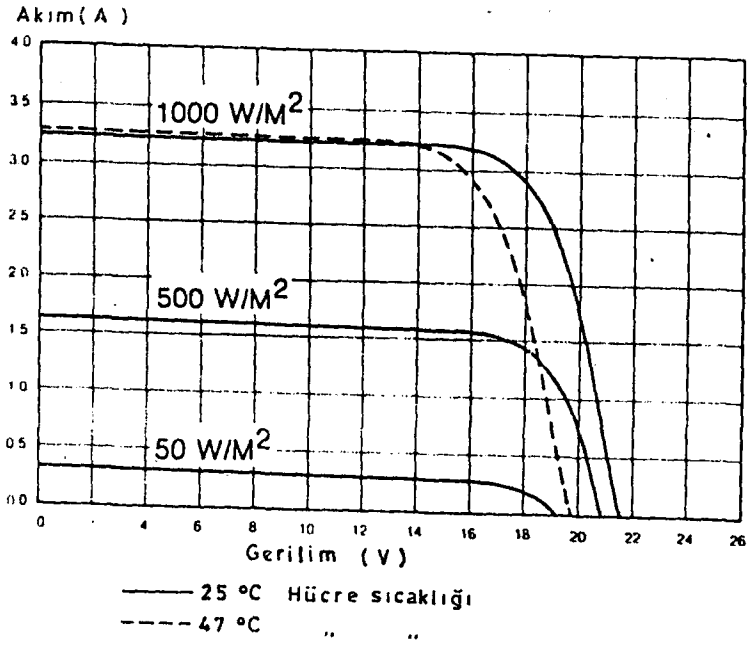
Güç (=%10)	53	Wp
Açık devre gerilimi	21.8	V
Kısa devre akımı	3.27	A
Yükteki gerilimi	17.4	V
Yükteki akımı	3.05	A

Not: Bütün elektriksel özellikler 25 C hücre sıcaklığı ve 1000 W/m² güneş ışınımındaki değerlerdir.

Fiziksel özellikleri, *

Seri bağlı hücre sayısı	36
Hücre ebatı	102.9 *102.9 mm
Modül uzunluğu	1293 mm
Modül genişliği	330 mm
Modül derinliği	36 mm
Ağırlık	5.7 kg

* Arco - Solar kataloğundan



Şekil: 40 M55 modülünün belirtgenleri. *

b-Ana şalter

Panelden gelen enerjinin invertöre geçişini sağlar. Sistemin çalışmasının istenmediği zamanlarda bu geçişi önler. Ana şalterin elektrik bağlantısı şekil: 41 de görülmektedir.

c-invertör

PV jeneratörde üretilen DC gerilimi, motor-pompa ünitesini çalıştırmak üzere tri faze AC gerilime çevirir. İleri teknoloji ürünü olan bu ünite tamamen elektrondur. DC-AC güç dönüşümünde %95 den daha yüksek verim oranında çalışır ve geri beslemeli sisteme sahiptir. Işınım şiddeti arttığında invertörün otomatik olarak geriliminde ve frekansında artma olur. Bu durum da pompanın hızını yükseltir.

Uygulamada bulutlu periyotlarda ve güneşin doğuşundan hemen sonra (Düşük ışınımlarda) sistemin su çekme kabiliyeti vardır.

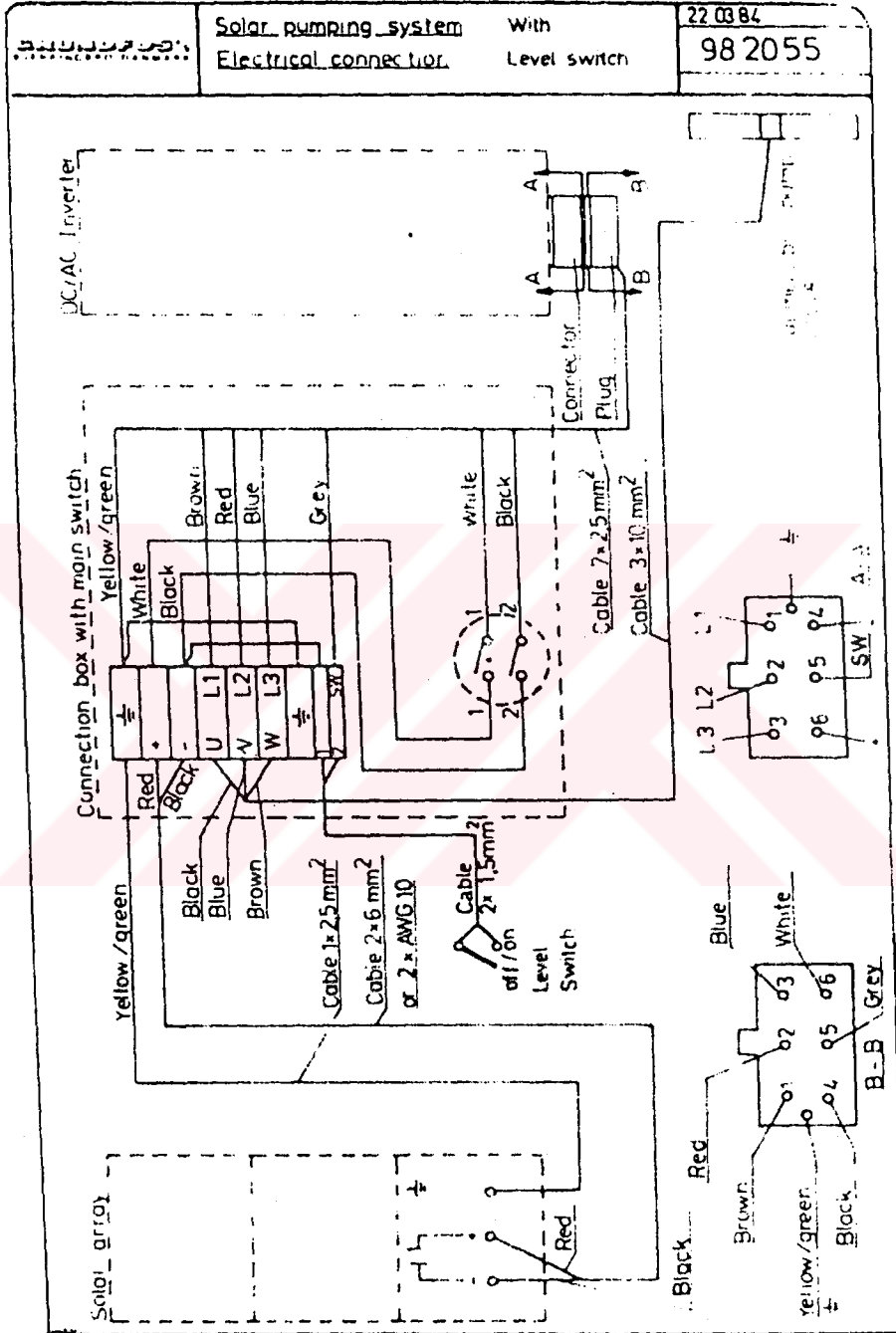
d-Motor-pompa ünitesi

Paslanmaz motor pompa ünitesi 6-60 Hz. arasında frekansa sahip bir elektrik enerjisiyle çalışır.

Bazı özellikleri şunlardır.

- 1-Basit tesisat - kablo bağlantılarında su sızdırmazlık ve pompa çıkışında bağlantı uygunluğu.
- 2-Kuru çalışmalara karşı koruyucu önlem.
- 3-Tamamen paslanmaz çelikten üretim.
- 4-Kontrolsüz - su yağlamalı
- 5-Hız başlangıç ücreti ve düşük çalışma ücreti

* Arco - Solar kataloğundan



Şekil: 41 Ana şalterin elektrik bağlantısı

6.DENEYLER ve YORUMLARI

Enstitü binamızda kurduğumuz deney setinde yaptığımız deneyler üç grupta toplanmıştır.

1-ANLIK (KISA SÜRELİ) DENEYLER

Bu grupta 35 deneme yapılmış çeşitli ışınım ve sıcaklık şartlarında panel akımı, panel gerilimi ve çekilen suyun debisi ölçülmüştür. Tablo: 12.a-b.

Ölçümlere göre çizdiğimiz Akım-Debi, Işınım-Debi ve Işınım-Akım eğrileri, (Şekil:42,43,44.a-b) pozitif doğrusal ilişki sağlamıştır.

Belirtgen eğrileri incelediğimizde davranışı temsil eden doğrunun altında kalan noktaların, daha yüksek dış ortam sıcaklıklarına isabet ettiği görülmüştür.

Deneyleri yaparken imkanlarımız çok kısıtlıydı, örneğin elimizde 7 modülden meydana gelen bir panel vardı. Bu panelle günde en fazla 3-4 saatlik su çekimi yapabiliyorduk, eğer 4-5 panele sahip olsaydık, şunu tahmin ettiğimi söylemek isterim ki 8.5 m. den yaptığımız deneylerde daha uzun süreli su çekme özelliğine sahip olacaktık. Daha fazla panel, daha fazla enerji vereceğinden dolayı, bir panelle elde edilen su çekme eşiğindeki panel çıkış gücü, daha erken saatlerde sağlanacağından bir gündeki su çekme aralığı artacaktı. Diğer bir özellik artan enerji, artan debi buda boru içinde artan su hızı anlamına geldiğinden, pozitif doğrusal ilişkiden çok yarıparabolik bir ilişki sağlayacaktık. Bunun nedeni de artan hız ile borulardaki sürtünmenin artması olacaktı, zaten bu özelliği sistemi hibe eden firmanın gönderdiği kataloglardan görüyoruz, ama sıcaklık ve ışınım sınırlarımız içinde aynı kataloglarda verilen debiler, bizim ölçtüklerimizin çok üstünde olduğunu da saptadık.

AKIM-DEBİ

Şekil:42 de belirleme katsayısının 0.878 olması, çekilen suyun debisinin % 87.8 inin panel çıkış akımı ile açıklanabileceğini belirtir.

Aynı şekil akım-debi arasındaki pozitif doğrusal ilişkinin korelasyon sabitinin 0.937 olduğunu veriyor.

Bu değer doğrusal ilişkinin çok iyi olduğunu göstermektedir. Şekil:42 yi incelediğimizde 8.5 m.yüksekten panel akımı için minimum 2.38 A olduğunda su çekmeye başlamaktadır. Çeşitli günlerdeki gözlemlerimizde bu değeri tesbit ettik, ama sabit olmadığı, bazı günlerde su çekme eşiğinin 2.38 A in üzerine çıktığını tesbit ettik.

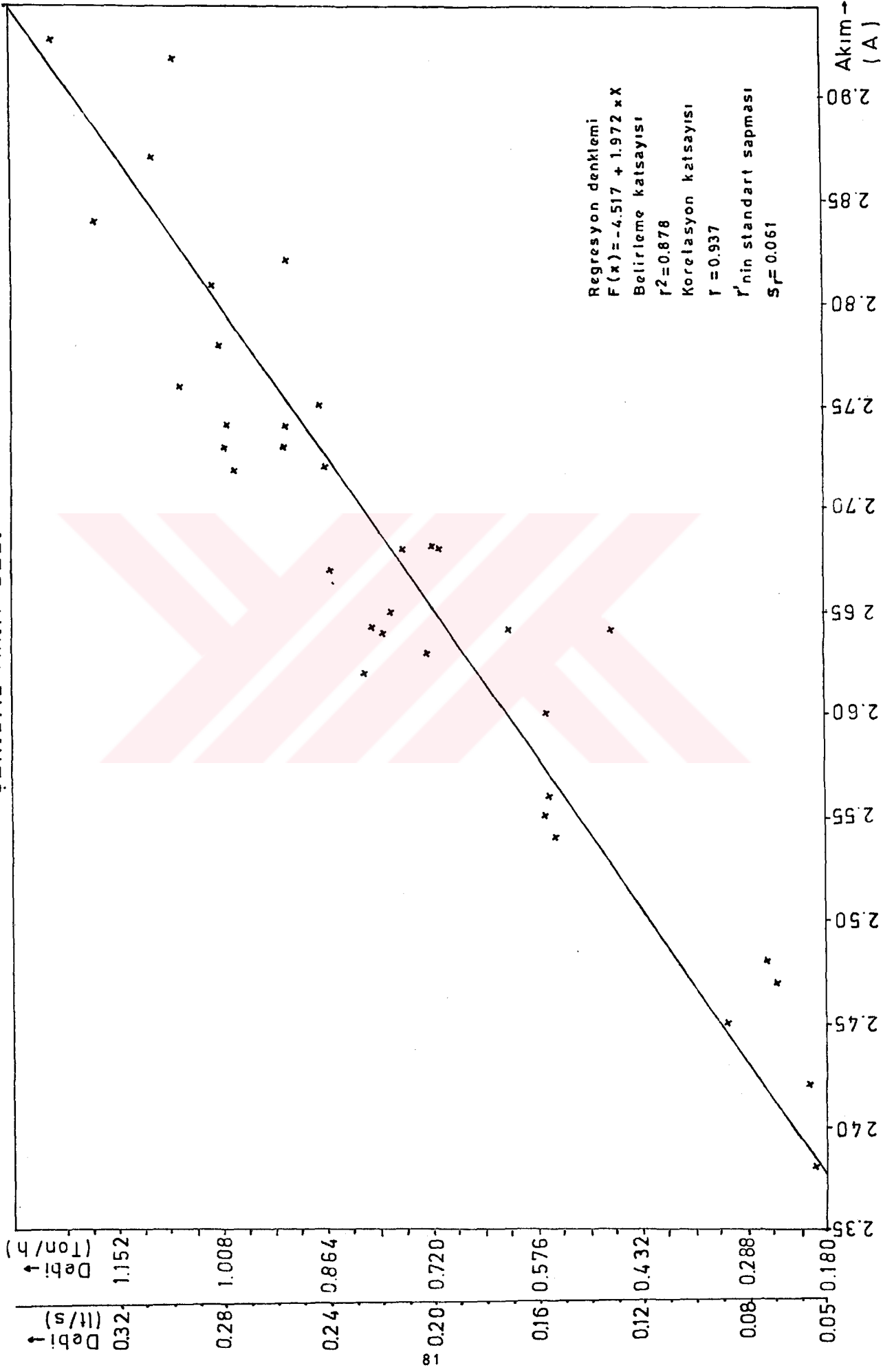
GÜNLER	SAAT	PANELE GELEN TOPLAM IŞINIM (kW)	DEBİ (Ton/h)	PANEL ÇIKIŞ AKIMI (A)	PANEL ÇIKIŞ GÜCÜ (kW)	HAVA SICAKLIĞI (C)
8.03.89	13 ²⁹	1.919	0.245	2.47	0.247	20.1
9.03.89	11 ³⁸	1.989	0.691	2.68	0.268	16.4
17.03.89	13 ²⁴	1.958	0.558	2.60	0.260	19.8
27.03.89	12 ⁰⁰	2.114	1.069	2.92	0.292	20.0
"	12 ¹¹	2.164	1.235	2.93	0.293	20.5
"	12 ¹⁹	2.114	1.177	2.84	0.284	21.1
"	13 ¹²	1.979	0.468	2.64	0.264	21.0
"	13 ²⁴	2.028	0.713	2.75	0.275	20.9
28.03.89	10 ⁰⁹	1.801	0.166	2.42	0.242	18.0
"	10 ²⁸	1.919	0.554	2.56	0.256	18.4
"	12 ⁰⁴	2.138	1.102	2.87	0.287	19.0
"	12 ¹⁸	2.121	0.914	2.82	0.282	19.0
"	12 ²⁹	2.121	1.008	2.80	0.280	19.0
"	13 ¹¹	2.053	1.019	2.81	0.281	19.2
"	13 ²⁹	1.952	0.871	2.75	0.275	19.3
29.03.89	9 ⁵⁹	1.905	0.259	2.48	0.248	15.6
"	10 ²⁵	1.958	0.558	2.55	0.255	15.9
"	12 ¹⁴	2.112	1.001	2.73	0.273	17.6
"	12 ²⁹	2.013	0.716	2.68	0.268	17.8
"	12 ⁵¹	2.061	0.922	2.73	0.273	18.4
"	13 ⁰³	2.027	0.860	2.72	0.272	18.6
"	13 ¹⁴	1.961	0.756	2.68	0.268	18.8
"	13 ³¹	1.893	0.612	2.64	0.264	18.9
30.03.89	12 ¹³	1.988	0.806	2.62	0.262	22.0
"	12 ²⁴	1.988	0.781	2.64	0.264	22.2
"	12 ³⁴	1.971	0.720	2.63	0.263	22.4
31.03.89	13 ³²	1.859	0.544	2.54	0.254	25.1
3.04.89	10 ¹⁹	1.874	0.313	2.45	0.245	24.0
"	11 ⁵⁹	2.147	0.986	2.72	0.272	26.1
"	12 ¹¹	2.147	1.001	2.74	0.274	26.3
"	12 ²⁹	2.114	1.058	2.76	0.274	26.6
"	12 ⁵⁴	2.063	0.857	2.67	0.267	26.8
"	13 ¹⁴	2.012	0.770	2.65	0.265	26.8
"	13 ²⁹	1.978	0.799	2.64	0.264	27.0
4.04.89	10 ³⁴	1.810	0.191	2.38	0.238	23.9

Tablo: 12.a Anlık değerler.

GÜNLER	SAAT	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kW)	PANEL ÇIKIŞ AKIMI (A)	HAVA SICAKLIĞI (C)
17.04.1989	11 ³¹	1.891	2.44	21.2
"	11 ⁴⁰	1.900	2.45	22.6
"	11 ⁴⁸	1.938	2.49	23.0
"	12 ⁰⁴	1.977	2.50	24.0
"	12 ¹¹	2.014	2.61	22.8
"	12 ²⁰	2.029	2.64	23.1
"	12 ³⁰	2.058	2.71	23.5
"	12 ⁴⁰	2.011	2.62	23.8
"	12 ⁴⁹	2.055	2.69	23.8
"	13 ⁰⁵	2.089	2.74	24.1
"	13 ¹⁵	2.116	2.77	24.6
"	13 ²⁵	2.090	2.75	24.5
"	13 ³⁰	2.096	2.78	25.4
"	13 ⁴⁰	2.159	2.84	25.0
"	13 ⁴³	2.165	2.93	25.0
"	13 ⁴⁷	2.253	3.12	25.0

Tablo: 12.b Anlık değerler

ŞEKİL:42 AKIM - DEBİ



IŞINIM-DEBİ

Şekil 43 de belirleme sabitinin 0.822 oluşu, debi değerinin % 82.2 sinin panele gelen toplam güneş ışınımı ile açıklana bileceğini gösterir.

Korelasyon katsayısının 0.907 olması ışınım ve debi arasındaki ilişkinin iyi ve pozitif doğrusal olduğunu belirtir.

IŞINIM-AKIM

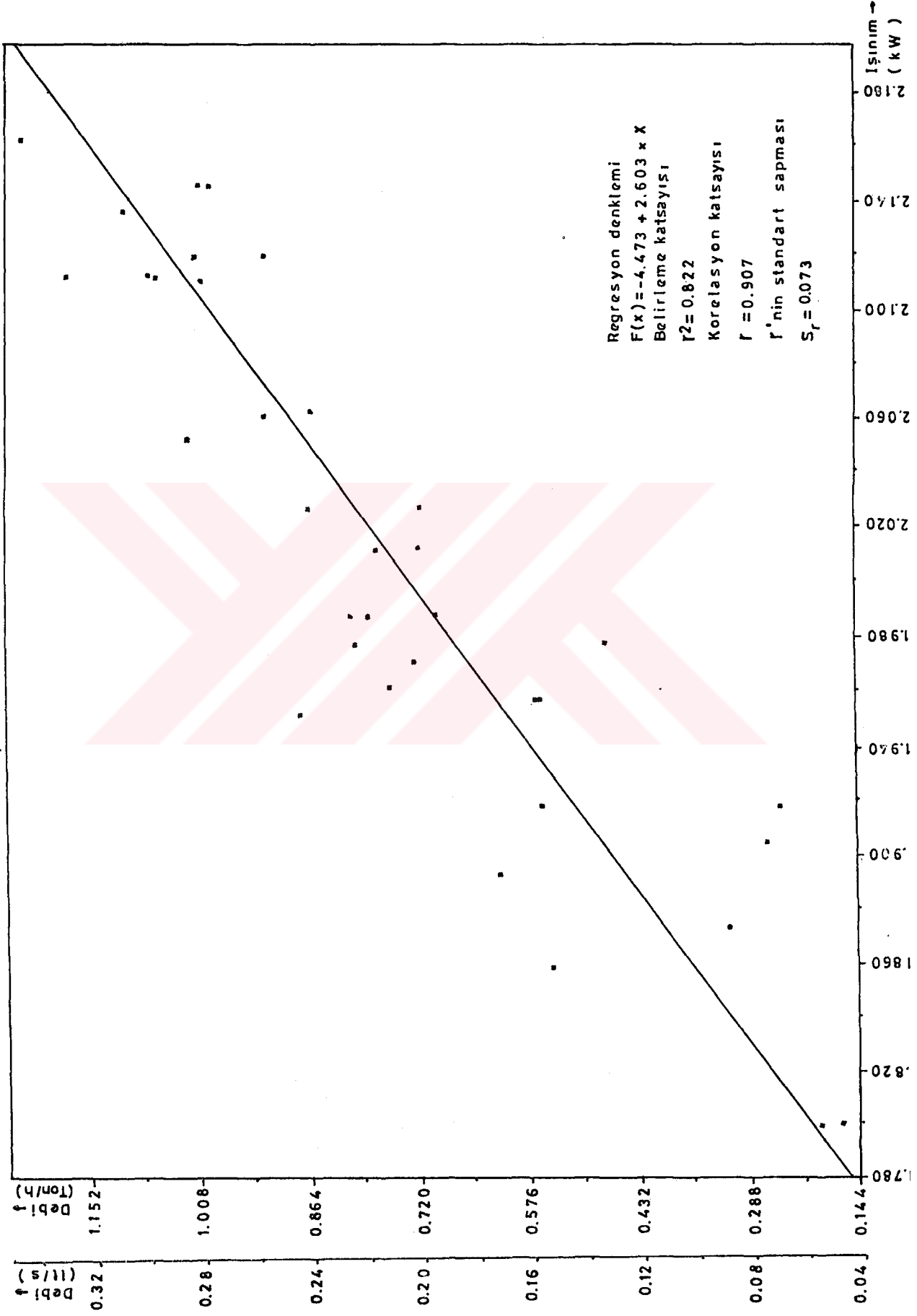
Bu grafikten iki adet çizilmiştir. Birincisi 35 deneyin sonunda oluşan tablo:12.a ve grafik (Şekil:44 a), diğeri bir başka zamanda sadece aynı anda akım ve ışınım tesbiti ile hazırlanan tablo:12.b ve şekil:44.b dir.

Şekil:44.a nın belirleme katsayısı 0.785, yani panel çıkış akımının % 78.5 inin panele gelen toplam güneş ışınımı ile açıklanabileceğini, şekil:44.b nin 0.969 luk belirleme katsayısı da panel çıkış akımının % 96.9 unun panele gelen toplam güneş ışınımı ile açıklanabileceğini gösterir.

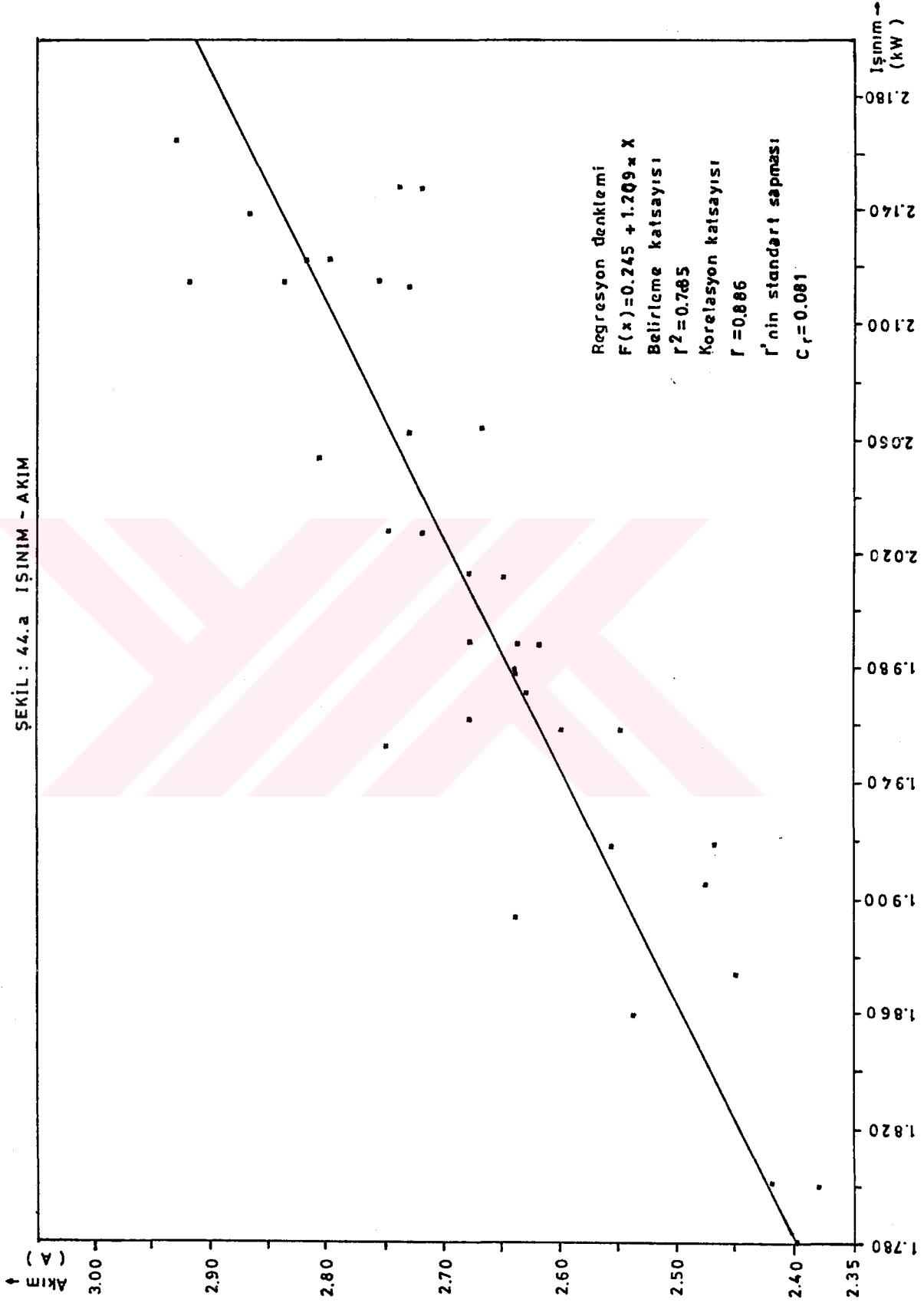
Her iki grafik de pozitif doğrusal ilişki sağladığı halde, şekil:44 b nin 0.984 lük korelasyon sabiti, şekil:44.a nın 0.886 lük korelasyon sabitinden daha yüksektir. Her iki değer de ilişkinin iyi olduğunu gösterir.

Farklılığın nedeni birinci grafiği oluşturan deneylerin bazen 20 dakikaya varan yayılma süreleridir. Oysa ikinci grafik ölçümleri aynı anlıdır. Şekil:44-a ve 44-b arasındaki bir benzerlik aynı ışınım değerine karşı gelen akım değerleri yaklaşık eşit olmalarıdır. Çok az farklılık sıcaklıktan kaynaklanmaktadır.

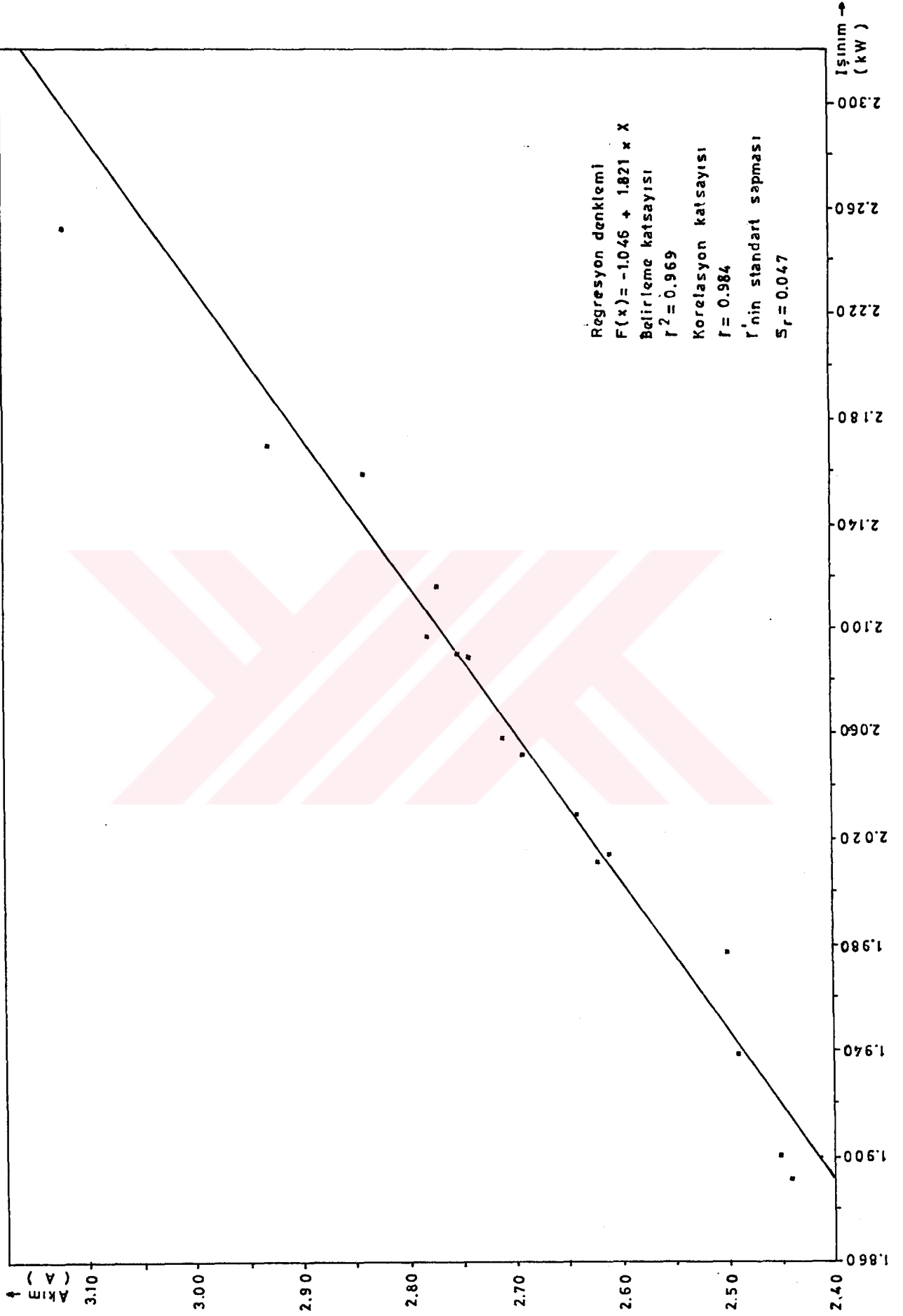
ŞEKİL: 43 IŞINIM - DEBİ



ŞEKİL : 44.a IŞINIM - AKIM



ŞEKİL: 44.b IŞINIM - AKIM



2-SAA TLİK DENEYLER

Bu gruptaki deneylerimizde 38 günde 3 er saatten toplam 114 ölçüm değerlendirmeye alınmış (tablo:13.a-d) ve 10 günlük deneyler histogramlar şeklinde gösterilmiştir.Şekil:45.a-j. Tablolarda,belirtilen saat aralığında çekilen su miktarı, panele gelen toplam ışınım,dış ortam sıcaklığı,dış ortam sıcaklığından türetilen hücre sıcaklığı (rüzgarsız ortama göre) ve saat 14 deki rüzgar hızları belirtilmiştir.(Rüzgar hızları ve ortalama hava sıcaklıkları Bornova Meteoroloji istasyonu kayıtlarından alınmıştır.)

Gerek tablo: 13.a-d gerekse şekil: 45.a-j nin incelenmesinde artan ışınım değeriyle çekilen su miktarının arttığı,ışınımın belli bir seviyenin altındayken su çekilmediği,özellikle hücre sıcaklığı 45 C ve daha fazla iken,aynı ışınım değerlerine karşılık çekilen su miktarında önemli farklar olduğu gözlenmiştir.

Örnek:

Gün	Saat aralığı	T.ışınım kWh/m ²	Ç.su Ton	Hücre s. C
24 Ağustos 88	12-13	2.300	0.985	62.17
29 Ağustos 88	12-13	2.300	1.134	56.76
8 Kasım 88	11-12	2.300	1.302	37.48

Rüzgar hızının etkisini öğrenmek için 14 ve 21 Ekim 88 tarihlerindeki 13-14 ölçümleri çok iyi bir örnek oluşturur.

Örnek:

Gün	Saat aralığı	T.ışınım kWh/m ²	Ç.su Ton	Hücre s. C	R.hızı m/sec
14 Ekim 88	13-14	2.200	1.025	50.81	4.8
21 Ekim 88	13-14	2.200	1.025	46.84	1.5

Örneğe göre,sıcaklığın daha düşük olduğu 21 ekim günü daha fazla su miktarı beklenirken,gerçekte daha fazla rüzgar hızına sahip olan 14 ekim deki hücre sıcaklığının belirtilen değerin altında olduğunu tahmin ediyoruz.

Şekil:45.a-j de hücre sıcaklıkları,dış ortam sıcaklıklarından türetildikleri için sadece dış ortam sıcaklıkları yer almıştır

P A R A M E T R E						
GÜNLER	SAAT ARALIĞI	ÇEKİLEN SU (Ton)	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kWh)	HÜCRE SICAKLIĞI (°C)	DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (°C)	RÜZGAR HIZI (m/sec)
17 AĞUSTOS 1988	11-12	0.649	2.075	55.74	31.8	
	12-13	0.768	2.175	57.81	32.3	
	13-14	0.610	2.100	57.05	33.0	2.2
18 AĞUSTOS 1988	11-12	1.440	2.475	62.83	33.2	
	12-13	1.401	2.475	64.05	34.4	
	13-14	0.788	2.200	61.04	34.8	3.3
19 AĞUSTOS 1988	11-12	1.183	2.325	59.96	32.4	
	12-13	1.223	2.375	61.76	33.6	
	13-14	0.887	2.225	60.53	34.3	3.8
22 AĞUSTOS 1988	11-12	0.768	2.125	52.95	28.2	
	12-13	0.906	2.200	55.50	29.7	
	13-14	0.610	2.075	55.02	30.9	2.7
23 AĞUSTOS 1988	11-12	0.946	2.250	57.10	30.6	
	12-13	0.867	2.250	58.22	31.7	
	13-14	0.560	2.100	56.89	32.4	0.0
24 AĞUSTOS 1988	11-12	0.985	2.275	60.40	33.5	
	12-13	0.985	2.300	62.17	34.9	
	13-14	0.530	2.075	58.59	34.4	2.4
25 AĞUSTOS 1988	11-12	0.847	2.150	54.41	29.3	
	12-13	1.154	2.300	56.96	29.8	
	13-14	0.827	2.150	54.92	30.1	4.5
26 AĞUSTOS 1988	11-12	0.917	2.200	56.32	30.5	
	12-13	0.867	2.200	57.34	31.5	
	13-14	0.610	2.100	56.79	32.3	2.4
29 AĞUSTOS 1988	11-12	1.440	2.425	56.93	28.1	
	12-13	1.134	2.300	56.76	29.6	
	13-14	1.084	2.275	57.54	30.7	2.6
31 AĞUSTOS 1988	11-12	1.084	2.300	61.15	33.9	
	12-13	1.124	2.300	60.23	33.0	
	13-14	0.689	2.125	57.64	32.8	4.2

Tablo: 13.a Saatlik değerler.

P A R A M E T R E						
GÜNLER	SAAT ARALIĞI	ÇEKİLEN SU (TON)	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kWh)	HÜCRE SICAKLIĞI (° C)	DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (° C)	RÜZGAR HIZI (m/sec)
04	11-12	0.926	2.175	49.46	24.1	
EKİM	12-13	1.124	2.250	50.47	24.1	
1988	13-14	0.867	2.150	49.83	24.8	1.5
05	11-12	0.649	2.050	46.34	22.7	
EKİM	12-13	0.946	2.175	48.54	23.2	
1988	13-14	0.966	2.200	49.18	23.5	3.0
06	11-12	1.183	2.275	51.63	24.9	
EKİM	12-13	1.381	2.375	53.29	25.2	
1988	13-14	1.074	2.250	52.10	25.7	2.1
07	11-12	1.500	2.475	57.62	28.1	
EKİM	12-13	1.440	2.475	59.15	29.6	
1988	13-14	1.163	2.350	57.85	30.0	0.0
10	11-12	1.757	2.500	49.38	19.7	
EKİM	12-13	1.777	2.525	50.84	20.8	
1988	13-14	1.500	2.400	49.86	21.5	1.5
11	11-12	1.559	2.425	49.17	20.5	
EKİM	12-13	1.737	2.500	51.22	21.5	
1988	13-14	1.618	2.450	51.66	22.6	1.4
12	11-12	1.341	2.350	49.69	23.0	
EKİM	12-13	1.480	2.425	52.54	23.8	
1988	13-14	1.223	2.325	52.20	24.8	0.0
13	11-12	1.203	2.275	49.49	22.8	
EKİM	12-13	1.401	2.350	51.93	24.2	
1988	13-14	1.104	2.250	51.39	25.0	3.8
14	11-12	1.223	2.275	50.30	23.6	
EKİM	12-13	1.401	2.350	52.34	24.6	
1988	13-14	1.025	2.200	50.81	25.1	4.8
17	11-12	1.243	2.275	47.55	21.9	
EKİM	12-13	1.341	2.325	48.43	22.7	
1988	13-14	1.025	2.200	48.47	23.5	4.5

Tablo: 13.b Saatlik değerlerin devamı

P A R A M E T R E						
GÜNLER	SAAT ARALIĞI	ÇEKİLEN SU (Ton)	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kWh)	HÜCRE SICAKLIĞI (° C)	DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (° C)	RÜZGAR HIZI (m/sec)
18	11-12	1.223	2.275	48.57	21.9	
EKİM	12-13	1.401	2.350	50.40	22.7	
1988	13-14	1.124	2.250	49.86	23.5	3.3
19	11-12	1.124	2.250	46.80	20.5	
EKİM	12-13	1.322	2.325	48.53	21.2	
1988	13-14	1.124	2.250	47.72	21.4	2.6
21	11-12	1.223	2.275	46.12	19.5	
EKİM	12-13	1.440	2.375	48.50	20.5	
1988	13-14	1.025	2.200	46.94	21.3	1.5
31	11-12	1.895	2.625	52.00	20.6	
EKİM	12-13	1.974	2.775	55.79	22.3	
1988	13-14	-	1.775	43.25	23.3	0.0
02	11-12	1.698	2.450	42.57	13.7	
KASIM	12-13	1.539	2.400	42.91	14.7	
1988	13-14	1.055	2.200	40.62	15.1	2.1
03	11-12	1.084	2.225	41.47	15.6	
KASIM	12-13	0.491	2.000	39.36	16.5	
1988	13-14	0.649	2.050	40.44	16.9	2.0
08	11-12	1.302	2.300	37.48	10.7	
KASIM	12-13	1.678	2.450	38.03	11.9	
1988	13-14	0.827	2.125	37.17	12.7	1.4
09	11-12	1.460	2.375	40.74	12.9	
KASIM	12-13	1.361	2.325	40.88	13.7	
1988	13-14	0.827	2.125	38.29	13.8	2.7
10	11-12	1.539	2.400	37.81	9.7	
KASIM	12-13	1.460	2.375	37.88	10.1	
1988	13-14	0.847	2.125	34.62	10.2	3.8
11	11-12	1.559	2.400	36.89	8.8	
KASIM	12-13	1.401	2.325	36.39	9.3	
1988	13-14	0.827	2.100	33.57	9.5	4.2

Tablo: 13.c Saatlik değerlerin devamı

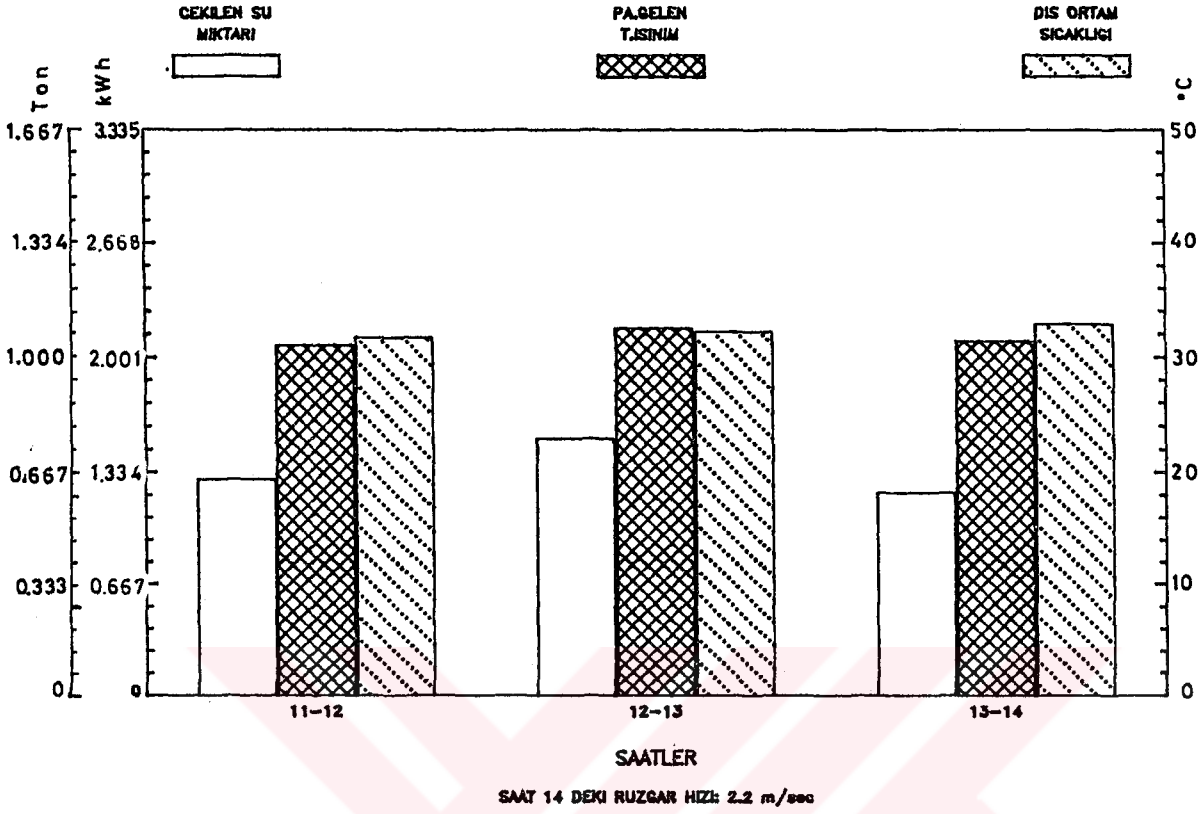
P A R A M E T R E						
GÜNLER	SAAT ARALIĞI	ÇEKİLEN SU (Ton)	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kWh)	HÜCRE SICAKLIĞI (°C)	DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (°C)	RÜZGAR HIZI (m/sec)
14	11-12	0.807	2.125	36.50	12.0	
ŞUBAT	12-13	0.689	2.075	37.00	13.3	
1989	13-14	0.629	2.050	37.70	14.3	1.5
16	11-12	0.511	2.000	35.20	12.5	
ŞUBAT	12-13	0.788	2.100	36.30	12.1	
1989	13-14	0.610	2.050	36.30	12.8	1.5
17	11-12	0.887	2.150	38.50	13.7	
ŞUBAT	12-13	1.154	2.250	41.70	15.4	
1989	13-14	-	1.775	35.40	15.4	1.4
20	11-12	1.163	2.250	36.90	10.7	
ŞUBAT	12-13	1.262	2.300	39.70	12.7	
1989	13-14	1.104	2.225	39.60	13.7	2.2
21	11-12	0.708	2.075	39.20	15.3	
ŞUBAT	12-13	0.708	2.075	39.60	15.6	
1989	13-14	0.511	2.000	38.40	15.6	0.9
22	11-12	-	1.650	35.80	17.5	
ŞUBAT	12-13	0.273	1.900	40.20	18.5	
1989	13-14	-	1.600	37.10	19.5	0.0
23	11-12	0.570	2.025	40.00	16.7	
ŞUBAT	12-13	0.511	2.000	42.00	19.0	
1989	13-14	-	1.800	41.50	21.1	0.9
28	11-12	0.313	1.925	38.90	17.0	
ŞUBAT	12-13	0.412	1.950	39.70	17.6	
1989	13-14	1.055	2.200	44.30	18.6	3.0

Tablo: 13. d Saatlik değerlerin devamı

Şekil: 45.a

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

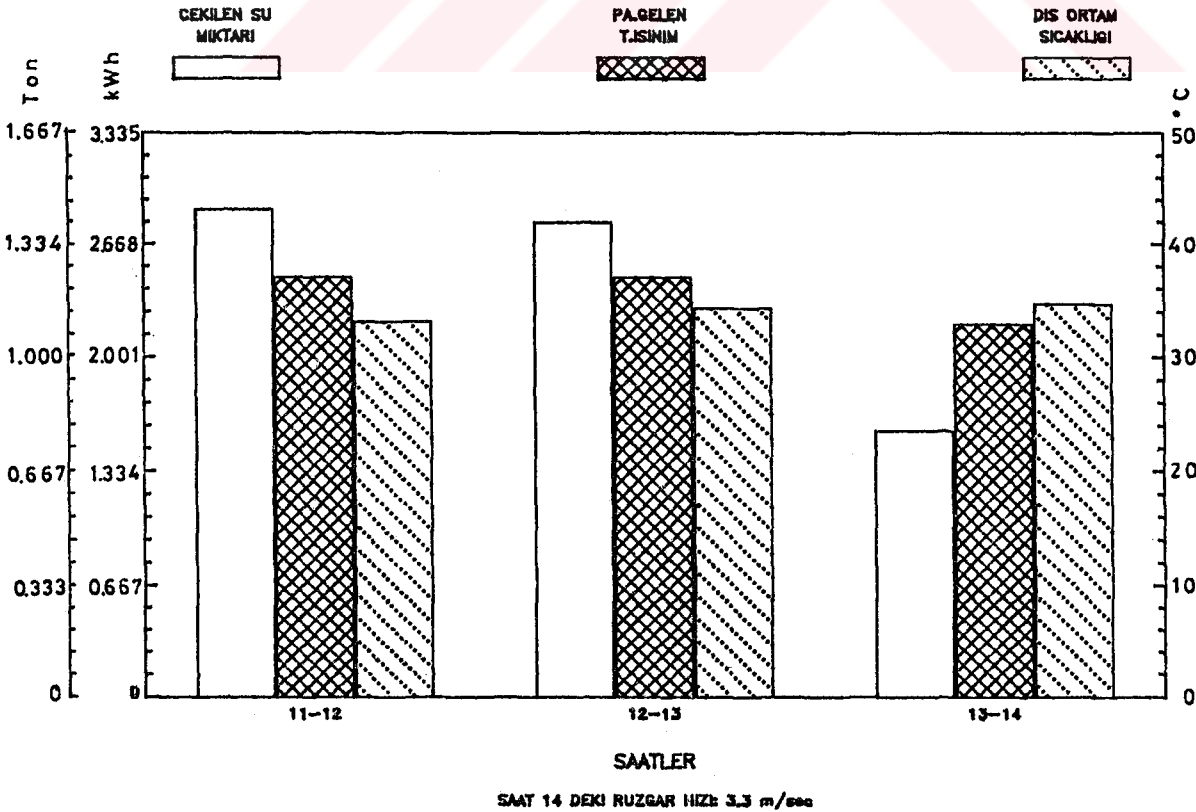
17 AGUSTOS 1988



Şekil: 45.b

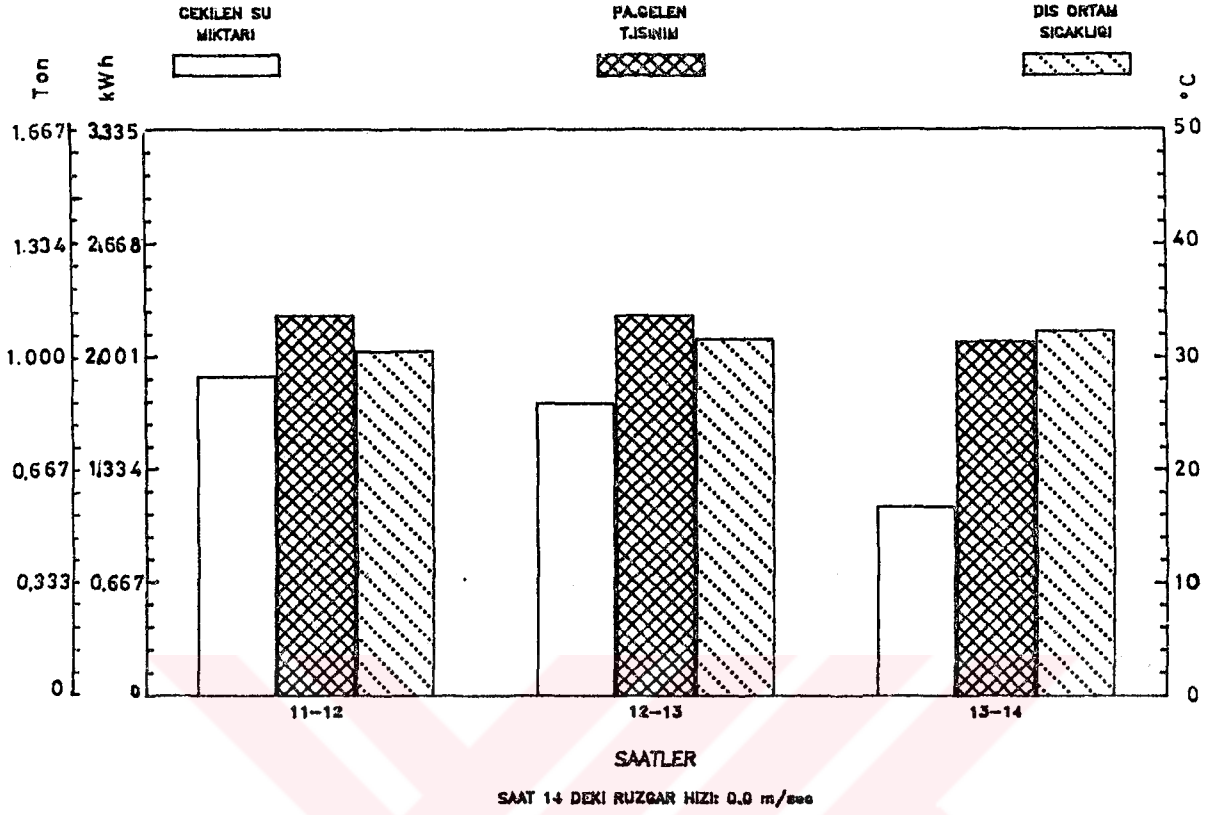
SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

18 AGUSTOS 1988



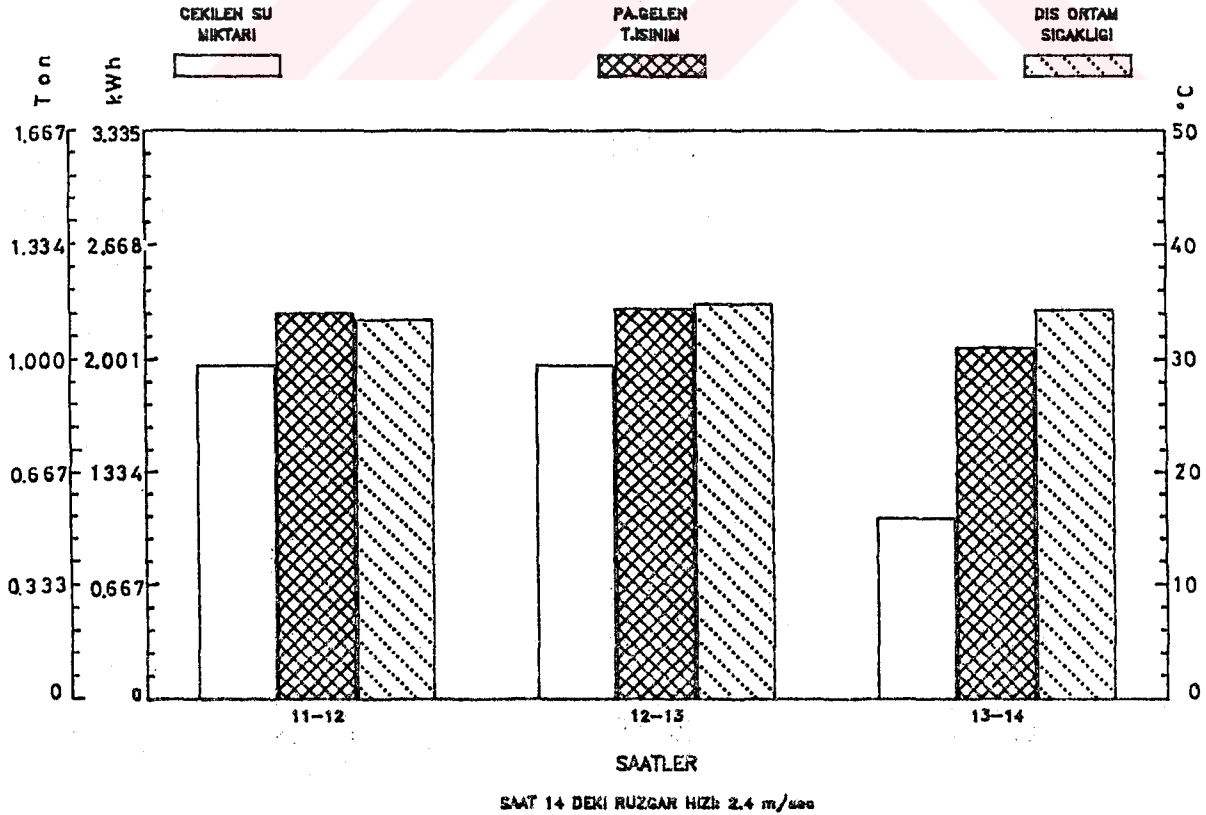
Şekil: 45. c

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI
23 AGUSTOS 1988



Şekil: 45. d

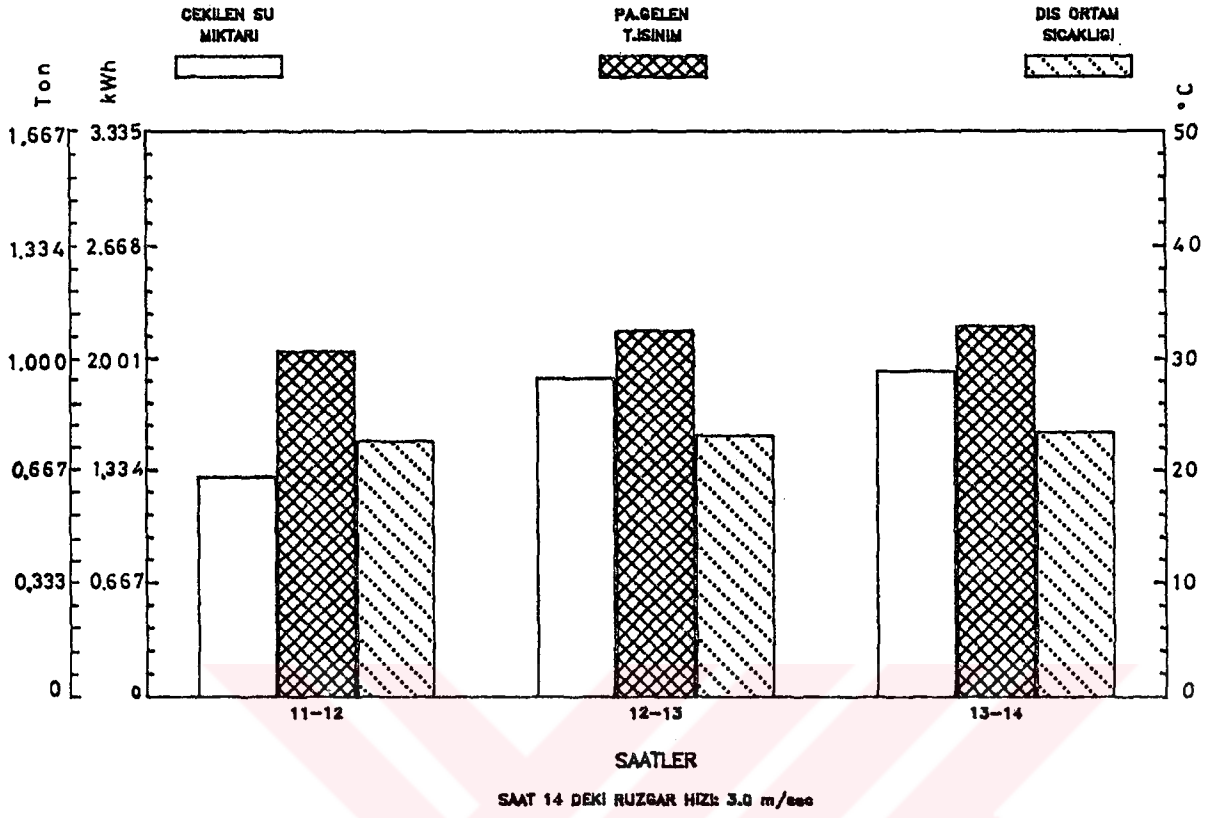
SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI
24 AGUSTOS 1988



Şekil: 45. e

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

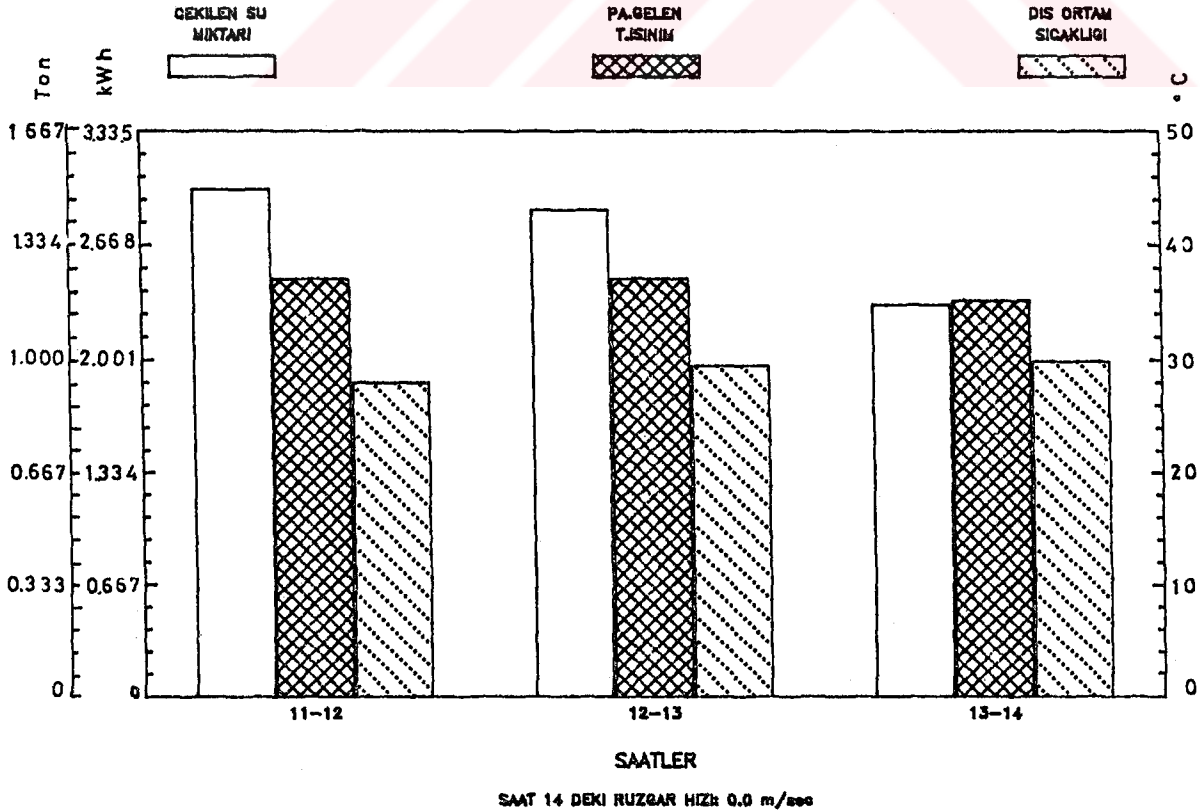
5 EKIM 1988



Şekil: 45. f

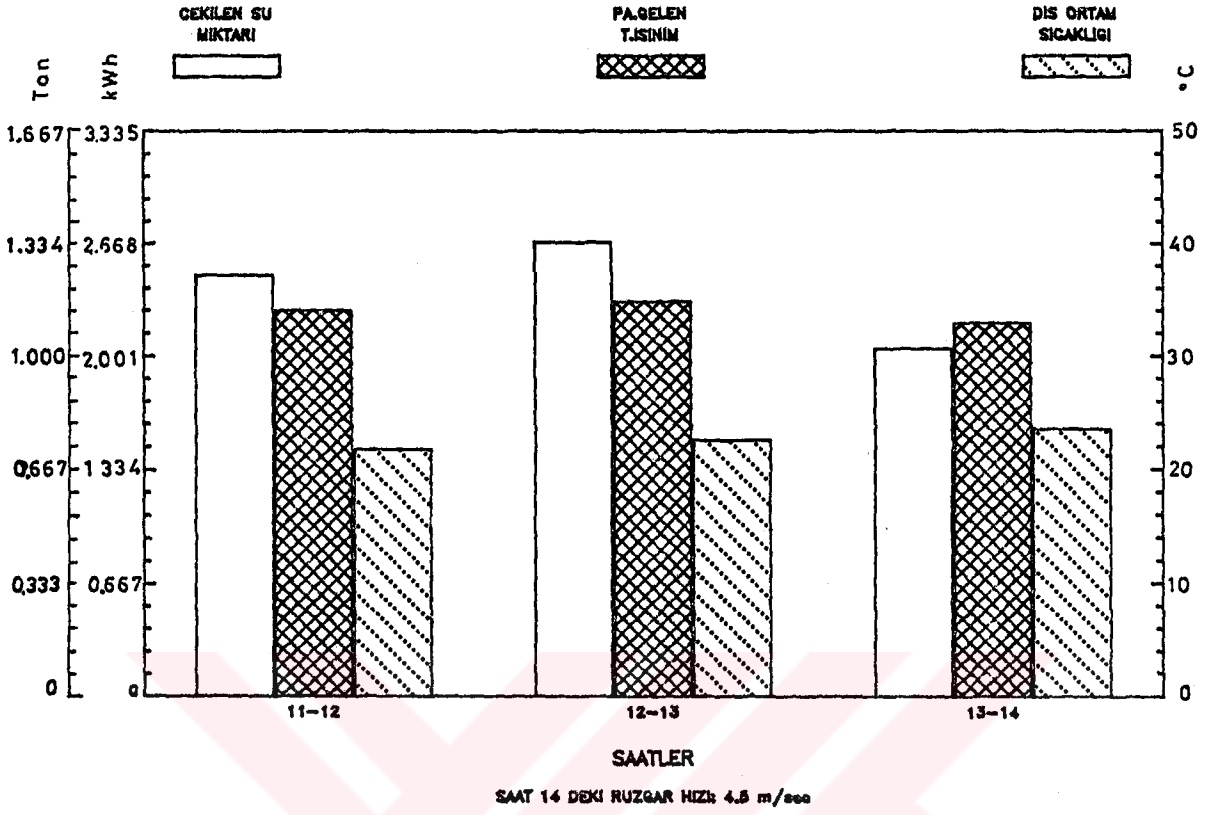
SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

7 EKIM 1988



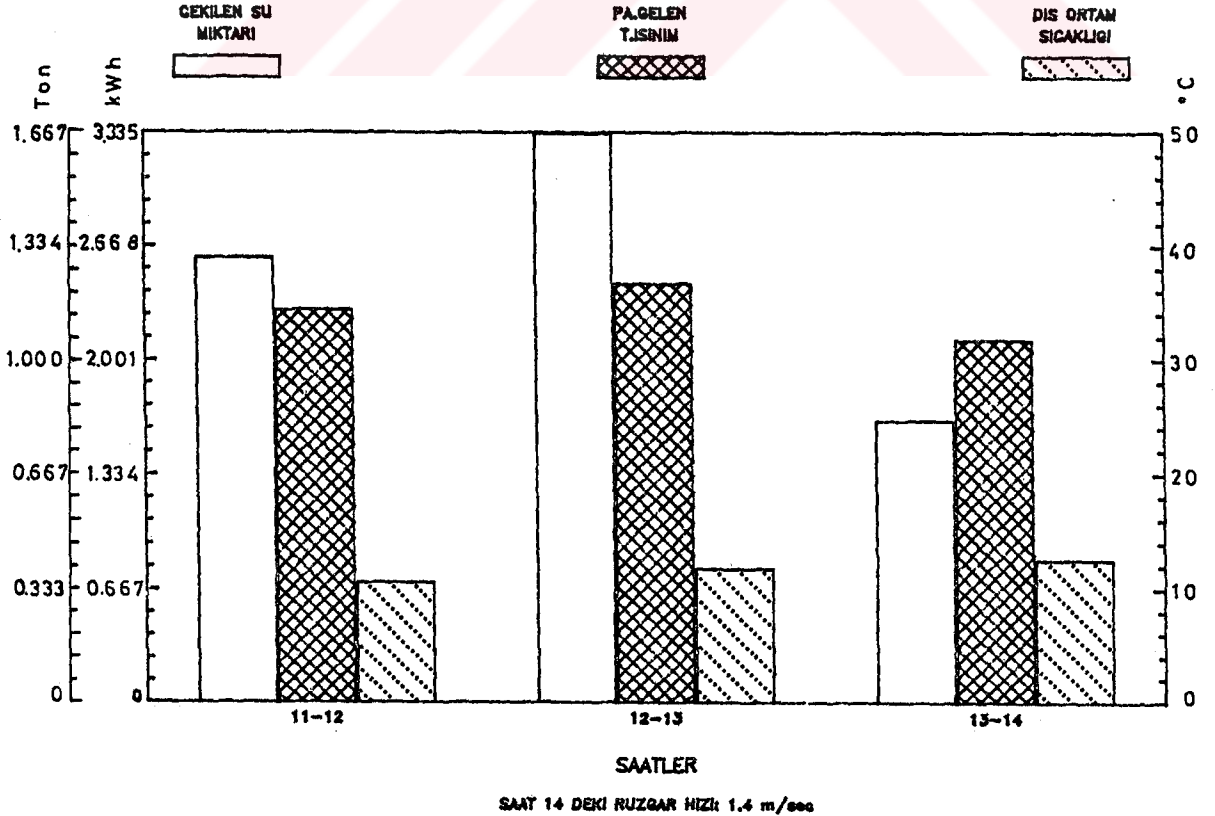
Şekil : 45 .g

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI
17 EKIM 1988



Şekil : 45 .h

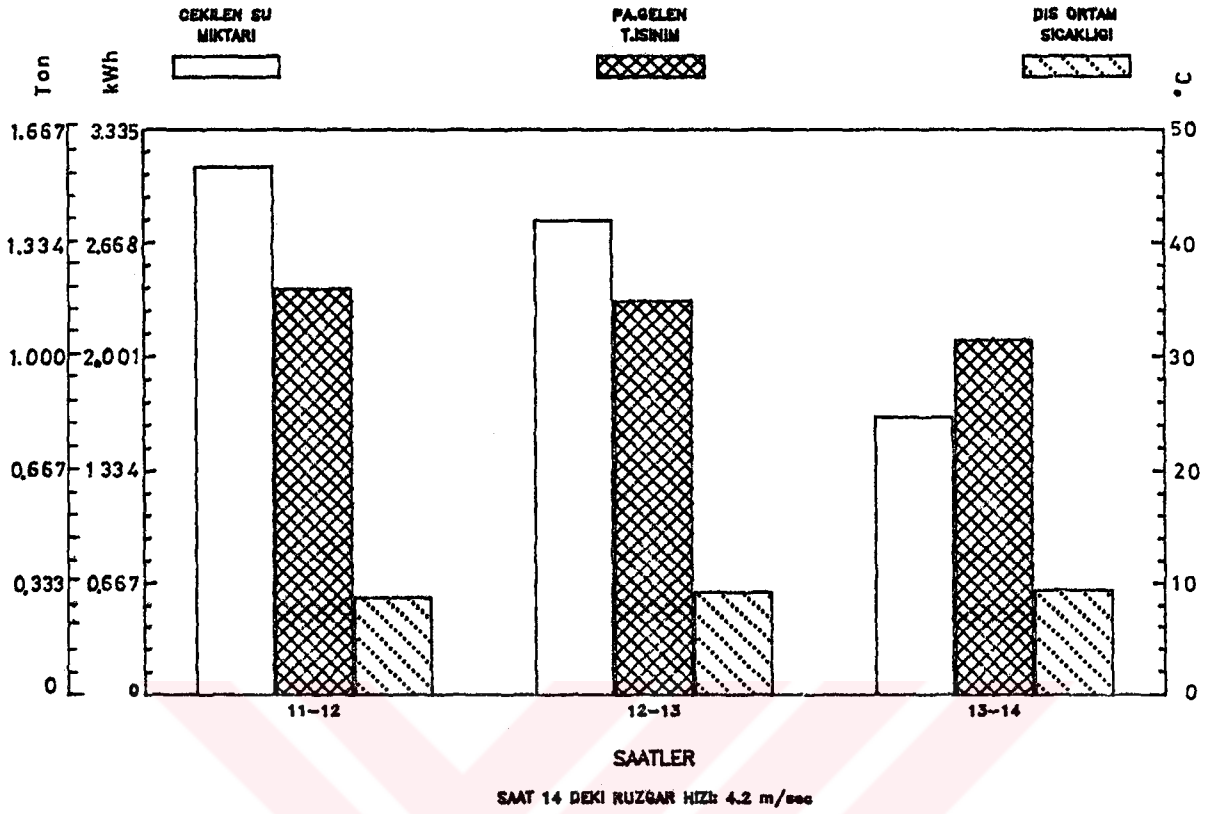
SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI
8 KASIM 1988



Şekil: 45. i

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

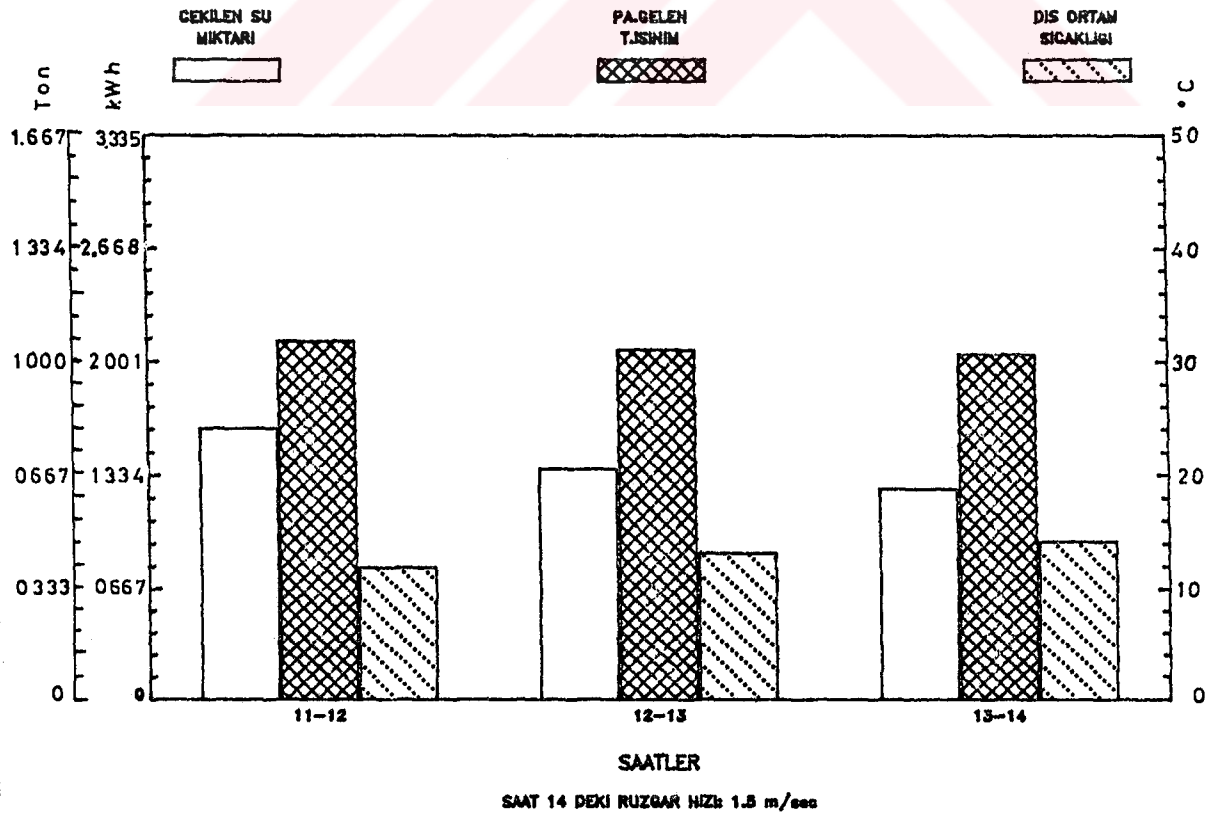
11 KASIM 1988



Şekil: 45. j

SAATLIK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.DIS ORTAM SICAKLIGI

14 SUBAT 1989



3-GÜNLÜK DENEYLER

Toplam 34 adet günlük ölçüm değerleri tablo:14 de verilmiştir. Burada eğik yüzeye gelen ışınım, panele gelen toplam ışınım, günlük ortalama hava sıcaklıkları, günlük ortalama rüzgar hızları, günlük ortalama hücre sıcaklıkları (Günlük ortalama hava sıcaklığından çıkarılmıştır.) ve günlük çekilen su miktarları gösterilmiştir.

En fazla su miktarını 5.96 ton luk değerle 10 Ekim 88 de tesbit ettik.

Günde panele gelen toplam ışınım-günlük çekilen su grafiğinde (Şekil:46) belirleme katsayısı 0.668 dir. Bu değer günlük çekilen su varyasyonunun % 66.8 inin panele gelen günlük toplam ışınım ile açıklanabileceğini gösterir. Korelasyon sabiti 0.818 dir. İyi bir pozitif doğrusal ilişki vardır.

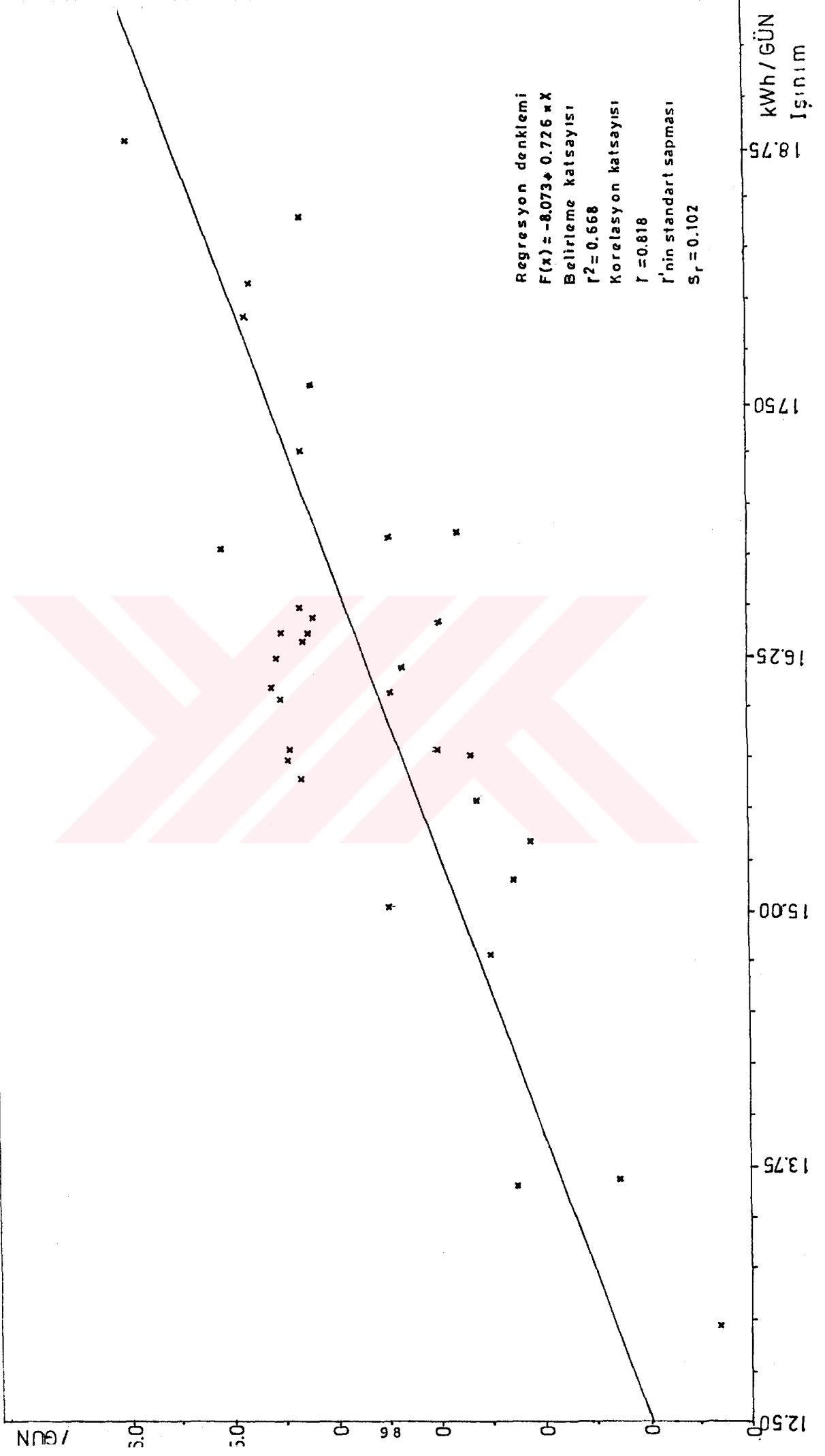
Tablodaki 34 günden 23 ü aralarında gelen toplam ışınım göre guruplandırılarak, şekil:47.a-f de çekilen su miktarları, panele gelen toplam ışınım, günlük ortalama hava sıcaklıkları ve günlük ortalama rüzgar hızları gösterilmiştir.

Şekil:47.a-f yi incelediğimizde gelen yaklaşık eşit ışınım değerlerine karşılık, sıcaklığın artması ile çekilen su miktarının azaldığı gözlenmiştir. Şekil 47 e deki 5 ve 18 ekim günlerinde rüzgar hızının çekilen günlük su miktarına olan etkisi görülmektedir.

GÜNLER	ÇEKİLEN SU (Ton)	EĞİK YÜZEYE GELEN İŞİNİM (kWh/m ² -gün)	PANELE GELEN TOPLAM İŞİNİM (kWh/gün)	ORTALAMA HAVA SICAKLIĞI (°C)	ORTALAMA HÜCRE SICAKLIĞI (°C)	ORTALAMA RÜZGAR HIZI (m/sec)
18.08.88	4.30	7.37	18.42	29.0	43.4	1.6
22.08.88	2.70	6.31	15.78	26.8	37.8	0.9
23.08.88	2.81	6.75	16.88	26.1	39.2	0.0
24.08.88	2.96	6.57	16.42	26.8	39.5	0.8
25.08.88	3.35	6.48	16.20	25.4	37.9	1.5
31.08.88	3.45	6.74	16.85	28.5	42.0	2.2
4.10.88	3.45	6.43	16.08	19.5	34.0	1.5
5.10.88	3.03	6.32	15.80	16.9	30.2	1.0
6.10.88	4.30	6.60	16.50	18.3	33.5	0.7
7.10.88	4.86	7.17	17.92	21.3	38.2	0.0
10.10.88	5.96	7.52	18.80	16.8	34.9	2.1
11.10.88	5.82	7.79	19.48	17.8	36.8	1.9
12.10.88	4.79	7.24	18.10	19.3	36.7	1.7
13.10.88	4.39	7.04	17.60	20.2	37.2	3.3
14.10.88	4.32	6.91	17.28	20.6	37.2	5.0
17.10.88	4.27	6.26	15.65	18.2	33.1	3.1
18.10.88	4.44	6.30	15.75	18.3	33.4	2.3
19.10.88	4.22	6.55	16.38	15.2	31.1	1.5
21.10.88	4.36	6.32	15.80	16.9	32.2	2.0
31.10.88	4.58	6.44	16.10	14.8	31.2	0.0
2.11.88	5.08	6.72	16.80	10.7	28.1	3.7
3.11.88	2.63	6.22	15.55	8.3	24.1	0.7
8.11.88	4.50	6.42	16.05	8.7	25.5	0.8
9.11.88	4.32	6.53	16.32	9.4	26.6	2.5
10.11.88	4.55	6.50	16.25	7.0	24.1	4.8
11.11.88	4.48	6.55	16.38	5.7	23.1	3.4
14.02.89	2.52	5.91	14.78	8.0	22.5	1.4
16.02.89	2.26	5.46	13.65	6.8	19.7	0.9
17.02.89	3.47	6.01	15.02	7.2	21.8	0.5
20.02.89	4.18	6.57	16.42	6.1	19.1	1.3
21.02.89	2.28	6.06	15.15	7.5	21.9	0.3
22.02.89	0.32	5.19	12.98	10.9	22.7	0.0
23.02.89	1.28	5.47	13.68	11.6	24.2	0.3
28.02.89	2.11	6.14	15.35	13.0	27.3	1.0

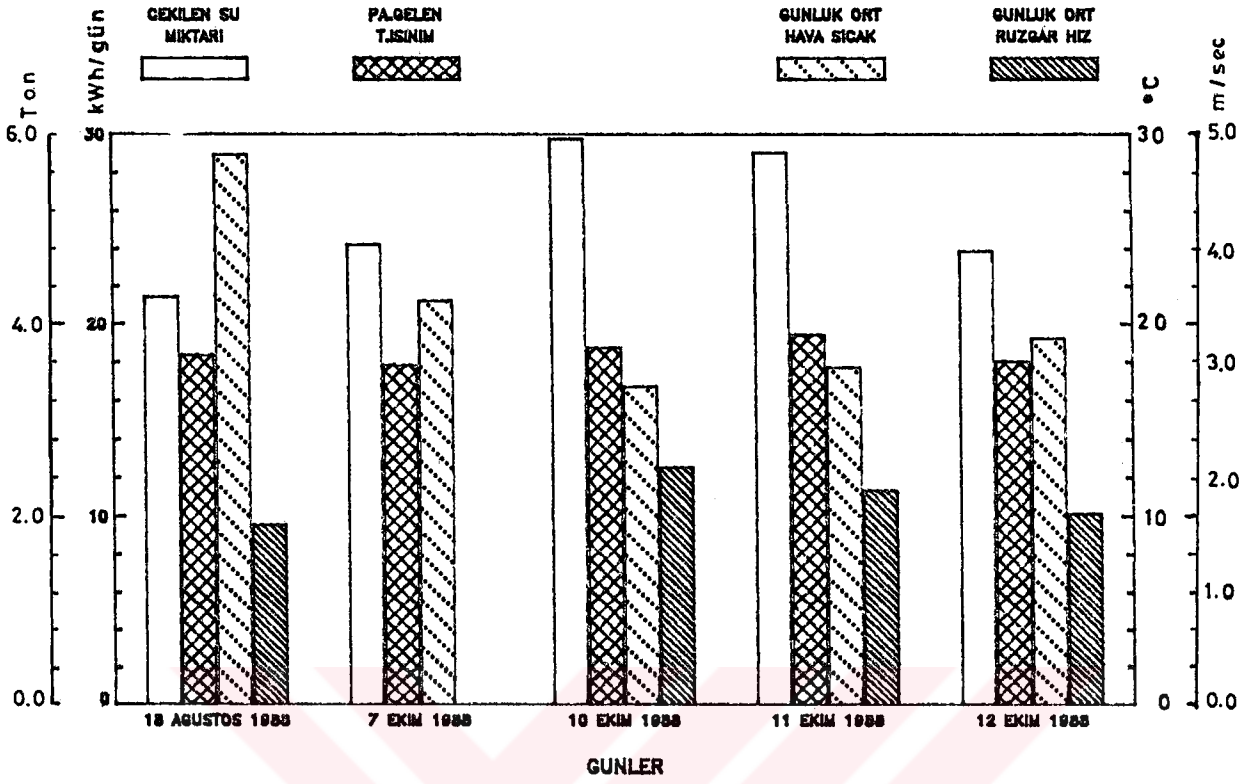
Tablo: 14 Günlük değerler

ŞEKİL:46 GÜNLÜK ÇEKİLEN SU - PANELE GELEN TOPLAM IŞINIM



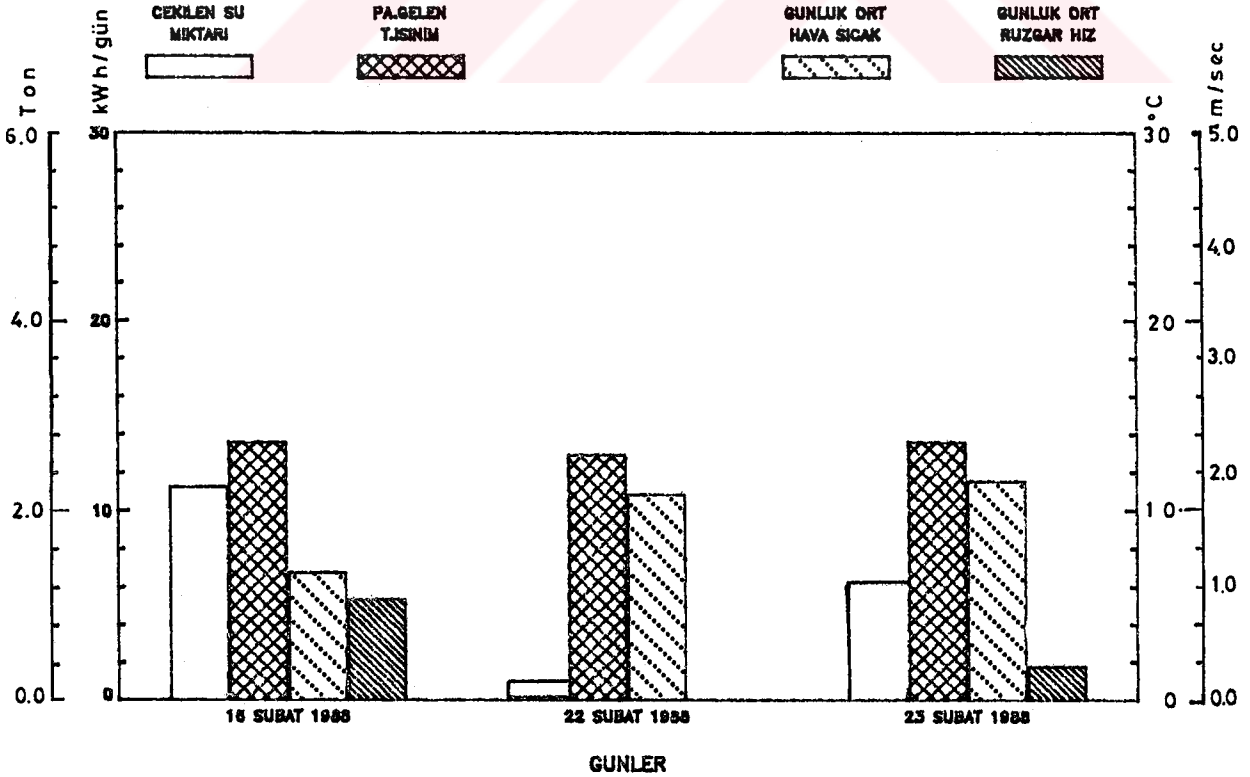
Şekil: 47. a

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIGI,ORT.RUZGAR HIZI



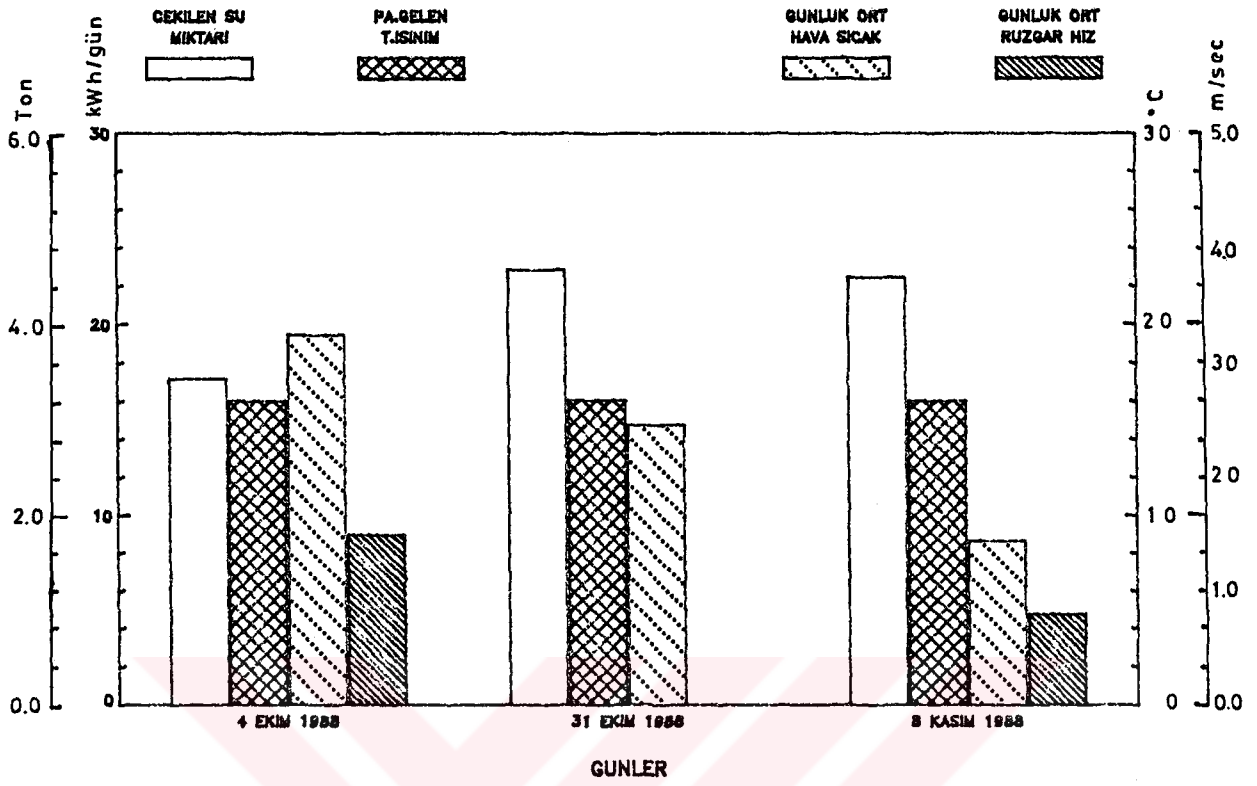
Şekil: 47. b

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIGI,ORT.RUZGAR HIZI



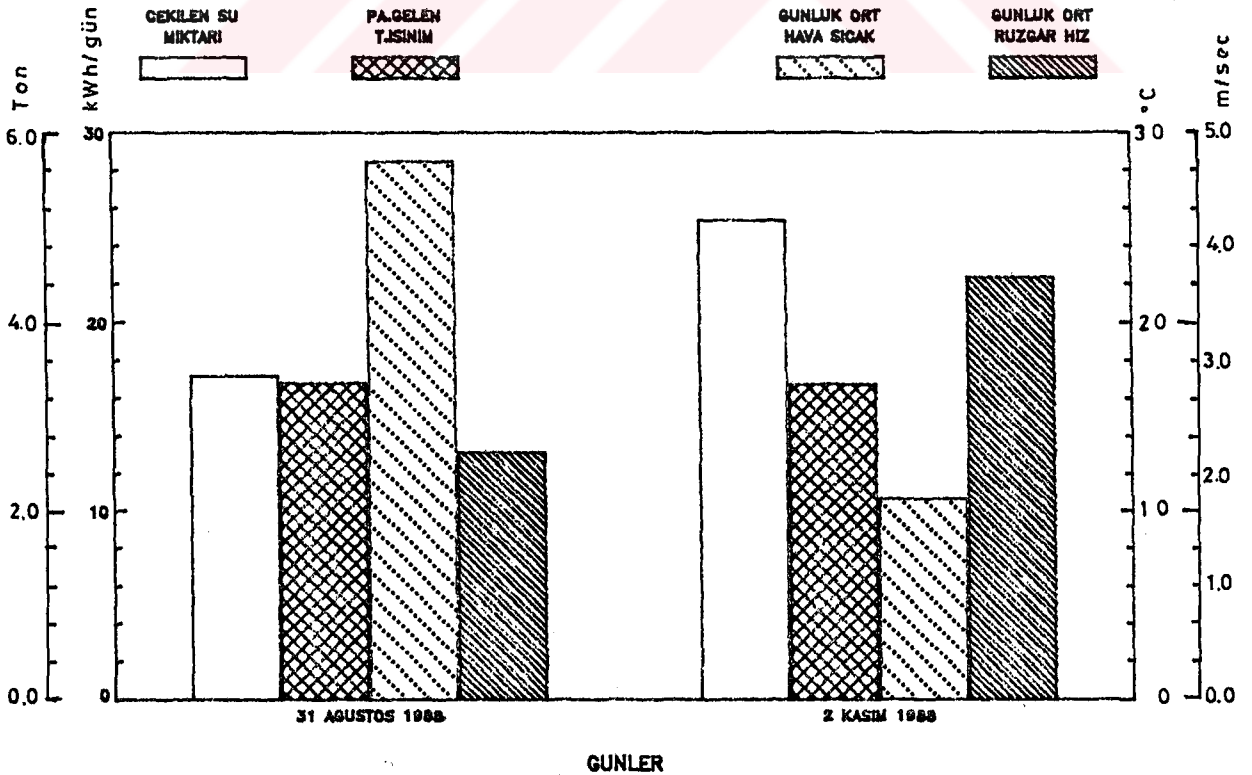
Şekil : 47.c

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIGI,ORT.RUZGAR HIZI



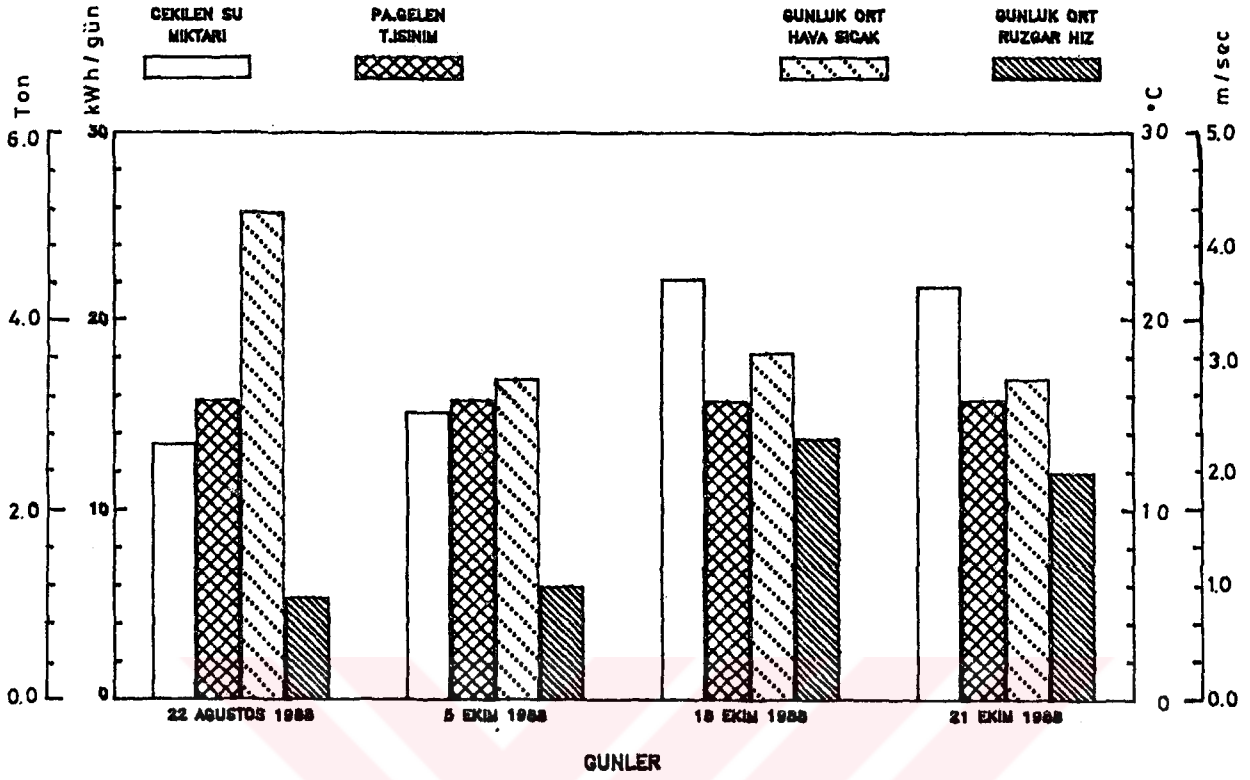
Şekil : 47.d

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIGI,ORT.RUZGAR HIZI



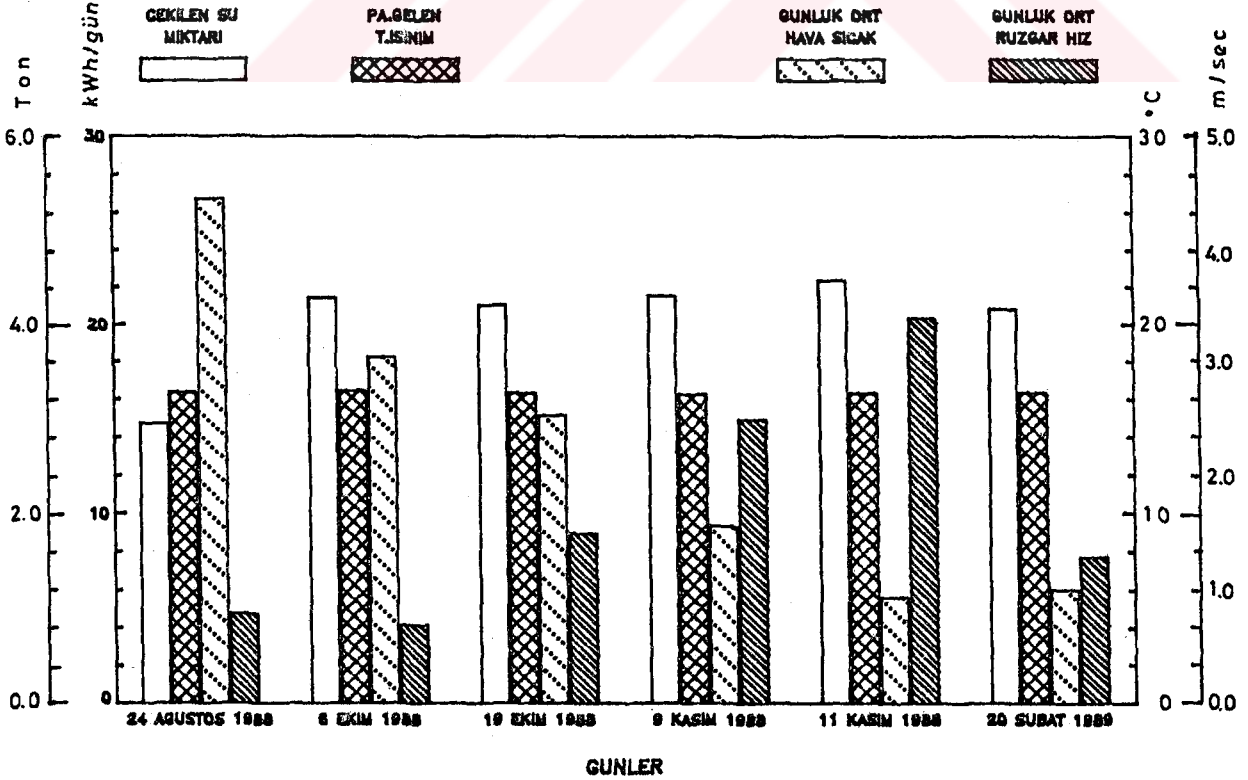
Şekil : 47. e

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIĞI,ORT.RUZGAR HIZI



Şekil : 47. f

GUNLUK,SU MIKTARI,ISINIM,ORT.HAVA SICAKLIĞI,ORT.RUZGAR HIZI



7. GÜNLÜK IŞINIM ORTALAMALARI ve ÇEKİLEN SU MİKTARLARI

Bu kısımda İzmir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden 6 yıllık günlük yataya gelen toplam ışınım değerleri alınıp, gün-gün bir yıllık ortalamalar bulunmuştur. Güneş Enerjisi Enstitüsü binasında 1988 yılında ölçülen (170 gün) yataya gelen günlük toplam ışınım değerleriyle aynı günlere isabat eden Meteoroloji Bölge Müdürlüğü değerleri mukayase edilmiş ve Enstitümüzde pyronometre ile ölçülen ışınım değerlerinin Bölge Müdürlüğünde aktinograf ile ölçülen ışınım değerlerinden 0.081 oranında daha fazla olduğu saptanmıştır. Yukarıda bahsettiğimiz günlük ortalama ışınım değerleri saptanan değere göre düzenlenip, eğik yüzeye irca edilmiştir. Sonra panele gelen günlük toplam ışınım değerleri bulunup, günlük toplam ışınım-günlük çekilen su ilişkisini temsil eden doğrusal denklemde yerine konup gün-gün çekebileceğimiz su miktarları tesbit edilmiştir. Günlük ortalama ışınımlara göre yılda toplam 685.1033 ton suyu 8.5 m.ye 2.5 m² lik panelle çekebiliyoruz. Güneş Enerjisi Enstitüsü'ndeki deney setinde yapılan çalışmalara göre hesapla bulunan değer çok uygunluk sağlamıştır. Günlere göre eğik yüzeye gelen ışınım, panele gelen toplam ışınım, çekilen su miktarları ve aylar içinde çekilen su toplamları tablo 15-26 da gösterilmiştir. Bulutluluğun fazla olduğu kış aylarında doğal olarak toplam ışınım da az olacağından bu aylarda çekilen su miktarının olmadığı veya az olduğu, bulutluluğun az olduğu aylarda ise miktarın arttığı tablolardan görülmektedir.

AY : OCAK

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	2.484219	6.210547	-	-
2	2.551099	6.377747	-	-
3	2.518469	6.296172	-	-
4	1.984283	4.960708	-	-
5	2.580461	6.451153	-	-
6	2.781551	6.953878	-	-
7	2.056604	5.141512	-	-
8	2.551978	6.379946	-	-
9	2.167446	5.418616	-	-
10	3.304137	8.260342	-	-
11	2.399836	5.99959	-	-
12	2.572081	6.430202	-	-
13	3.929575	9.823938	-	-
14	3.37244	8.4311	-	-
15	4.194357	10.48589	-	-
16	3.612036	9.030089	-	-
17	2.680951	6.702376	-	-
18	3.226868	8.067168	-	-
19	4.438722	11.09681	-	-
20	2.367468	5.91867	-	-
21	2.216801	5.542002	-	-
22	3.496817	8.742041	-	-
23	3.864135	9.660336	-	-
24	2.674755	6.686887	-	-
25	2.614174	6.535436	-	-
26	3.915755	9.789388	-	-
27	3.50113	8.752823	-	-
28	3.820846	9.552116	-	-
29	3.472188	8.680469	-	-
30	3.061579	7.653947	-	-
31	3.757029	9.392572	-	-

Tablo: 15 Ocak ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri
ve çekilen su miktarları

AY : ŞUBAT

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	3.219886	8.049715	-	-
2	3.450181	8.625453	-	-
3	3.188641	7.971603	-	-
4	3.373084	8.432711	-	-
5	3.601071	9.002678	-	-
6	3.430078	8.575194	-	-
7	2.385986	5.964965	-	-
8	2.973928	7.434819	-	-
9	4.044854	10.11214	-	-
10	4.054932	10.13733	-	-
11	3.594085	8.985211	-	-
12	2.294513	5.736282	-	-
13	4.515757	11.28939	.122941	.122941
14	3.16734	7.91835	-	-
15	5.845165	14.61291	2.535154	2.658095
16	2.444591	6.111477	-	-
17	3.517906	8.794766	-	-
18	3.262095	8.155238	-	-
19	4.424613	11.06153	-	-
20	5.072737	12.68184	1.133583	3.791678
21	3.82181	9.554526	-	-
22	4.442162	11.1054	-	-
23	2.352996	5.882489	-	-
24	5.068232	12.67058	1.125407	4.917085
25	4.045288	10.11322	-	-
26	4.244722	10.6118	-	-
27	5.716783	14.29196	2.302206	7.219291
28	5.040852	12.60213	1.075728	8.295018

Tablo: 16 Şubat ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : MART

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	3.996249	9.990624	-	-
2	4.197841	10.4946	-	-
3	2.365487	5.913716	-	-
4	3.17311	7.932775	-	-
5	4.379086	10.94772	-	-
6	4.704213	11.76053	.4648953	.4648953
7	4.813524	12.03381	.6632405	1.128136
8	5.664647	14.16162	2.207605	3.33574
9	3.908649	9.771622	-	-
10	3.315282	8.288205	-	-
11	5.213533	13.03383	1.389057	4.724797
12	4.257605	10.64401	-	-
13	5.95771	14.89427	2.739367	7.464164
14	5.070688	12.67672	1.129864	8.594028
15	6.133263	15.33316	3.057909	11.65194
16	5.379499	13.44875	1.690203	13.34214
17	6.156283	15.39071	3.099679	16.44182
18	5.595955	13.98989	2.082963	18.52478
19	4.459179	11.14795	2.028084E-02	18.54506
20	4.701701	11.75425	.4603377	19.0054
21	5.105963	12.76491	1.193872	20.19927
22	5.645569	14.11392	2.172986	22.37225
23	3.607866	9.019666	-	-
24	5.632801	14.082	2.149819	24.52207
25	6.050943	15.12736	2.908539	27.43061
26	4.565801	11.4145	.213747	27.64436
27	5.101064	12.75266	1.184981	28.82934
28	5.243482	13.10871	1.4434	30.27274
29	5.911335	14.77834	2.655221	32.92796
30	5.23759	13.09398	1.432709	34.36067
31	4.618842	11.54711	.309989	34.67066

Tablo: 17 Mart ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : NİSAN

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	5.724775	14.31194	2.316707	2.316707
2	5.370988	13.42747	1.674759	3.991466
3	6.830573	17.07643	4.32318	8.314646
4	5.94089	14.85222	2.708848	11.02349
5	4.822651	12.05663	.679801	11.7033
6	4.686893	11.71723	.4334669	12.13676
7	5.178942	12.94736	1.326292	13.46305
8	5.797422	14.49356	2.448526	15.91158
9	6.34177	15.85442	3.436245	19.34782
10	6.027614	15.06904	2.866208	22.21403
11	5.850115	14.62529	2.544136	24.75817
12	5.886494	14.71623	2.610146	27.36831
13	5.164227	12.91057	1.299592	28.66791
14	3.936303	9.840758	-	-
15	4.761291	11.90323	.5684633	29.23637
16	5.720964	14.30241	2.309791	31.54616
17	4.916969	12.29242	.8509407	32.3971
18	5.927571	14.81893	2.68468	35.08178
19	4.474961	11.1874	4.891682E-02	35.1307
20	4.462403	11.15601	2.612972E-02	35.15683
21	5.554598	13.88649	2.00792	37.16475
22	5.537297	13.84324	1.976526	39.14127
23	6.159178	15.39795	3.104932	42.24621
24	6.689553	16.72388	4.067298	46.31351
25	6.17493	15.43733	3.133514	49.44702
26	5.926676	14.81669	2.683056	52.13008
27	6.180236	15.45059	3.143142	55.27322
28	5.39585	13.48962	1.719872	56.99309
29	5.061781	12.65445	1.113703	58.10679
30	5.399051	13.49763	1.725679	59.83247

Tablo: 18 Nisan ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri
ve çekilen su miktarları

AY : MAYIS

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	5.515527	13.78882	1.937026	1.937026
2	5.215413	13.03853	1.392469	3.329495
3	6.624201	16.5605	3.948717	7.278212
4	6.637911	16.59478	3.973593	11.2518
5	6.295841	15.7396	3.352908	14.60471
6	5.054753	12.63688	1.100949	15.70566
7	6.212459	15.53115	3.201611	18.90727
8	6.297162	15.74291	3.355305	22.26258
9	5.200237	13.00059	1.36493	23.62751
10	5.033085	12.58271	1.061634	24.68914
11	5.965875	14.91469	2.754183	27.44332
12	5.393657	13.48414	1.715892	29.15922
13	5.855777	14.63944	2.55441	31.71362
14	6.349612	15.87403	3.450475	35.1641
15	6.142299	15.35575	3.074306	38.2384
16	5.960264	14.90066	2.744002	40.98241
17	5.989612	14.97403	2.797255	43.77967
18	5.903333	14.75833	2.640701	46.42037
19	6.459637	16.14909	3.650116	50.07048
20	6.425077	16.06269	3.587405	53.65789
21	6.027935	15.06984	2.866791	56.52468
22	6.046427	15.11607	2.900346	59.42502
23	5.808669	14.52167	2.468932	61.89396
24	6.217044	15.54261	3.20993	65.10388
25	5.178366	12.94591	1.325246	66.42913
26	5.633079	14.0827	2.150325	68.57945
27	6.234599	15.5865	3.241784	71.82124
28	6.037234	15.09308	2.883663	74.7049
29	5.844438	14.61109	2.533836	77.23873
30	5.877356	14.69339	2.593565	79.8323
31	5.706986	14.26747	2.284429	82.11673

Tablo: 19 Mayıs ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : HAZİRAN

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	5.661834	14.15459	2.202501	2.202501
2	5.383319	13.4583	1.697133	3.899634
3	5.492752	13.73188	1.895701	5.795336
4	6.209501	15.52375	3.196243	8.991579
5	6.366172	15.91543	3.480522	12.4721
6	6.426768	16.06692	3.590474	16.06258
7	6.374064	15.93516	3.494844	19.55742
8	5.563998	13.90999	2.024976	21.58239
9	6.277507	15.69377	3.319639	24.90203
10	5.801151	14.50288	2.455291	27.35732
11	6.160473	15.40118	3.107281	30.4646
12	6.2936	15.734	3.348841	33.81345
13	5.762769	14.40692	2.385647	36.19909
14	6.255131	15.63783	3.279039	39.47813
15	6.099674	15.24919	2.996963	42.4751
16	6.049099	15.12275	2.905193	45.38029
17	5.857907	14.64477	2.558275	47.93856
18	6.391719	15.9793	3.526878	51.46544
19	6.334744	15.83686	3.423496	54.88894
20	6.287576	15.71894	3.337911	58.22685
21	6.301916	15.75479	3.363931	61.59078
22	6.299404	15.74851	3.359373	64.95015
23	6.275499	15.68875	3.315997	68.26615
24	6.340809	15.85202	3.434501	71.70065
25	6.417096	16.04274	3.572925	75.27357
26	6.425654	16.06414	3.588453	78.86203
27	6.504938	16.26234	3.732314	82.59434
28	6.361435	15.90359	3.471928	86.06627
29	6.31056	15.7764	3.379615	89.44589
30	6.243445	15.60861	3.257834	92.70372

Tablo: 20 Haziran ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : TEMMUZ

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	6.174807	15.43702	3.13329	3.13329
2	6.287481	15.7187	3.337737	6.471028
3	5.816055	14.54014	2.482334	8.953361
4	6.289681	15.7242	3.34173	12.29509
5	6.296937	15.74234	3.354896	15.64999
6	6.089792	15.22448	2.979031	18.62902
7	5.578532	13.94633	2.05135	20.68037
8	6.395616	15.98904	3.533949	24.21432
9	5.950965	14.87741	2.727128	26.94145
10	6.304563	15.76141	3.368734	30.31018
11	6.175154	15.43789	3.133921	33.4441
12	6.33378	15.83445	3.421747	36.86585
13	6.472283	16.18071	3.673061	40.53891
14	6.451446	16.12862	3.635253	44.17416
15	6.378049	15.94512	3.502074	47.67624
16	6.299765	15.74941	3.360027	51.03627
17	6.162147	15.40537	3.110319	54.14659
18	6.273955	15.68489	3.313194	57.45978
19	6.289846	15.72461	3.342029	60.80181
20	6.266222	15.66556	3.299164	64.10097
21	6.366751	15.91688	3.481574	67.58255
22	6.291704	15.72926	3.345401	70.92794
23	6.355191	15.88798	3.460597	74.38854
24	6.514931	16.28733	3.750447	78.13899
25	6.38818	15.97045	3.520456	81.65944
26	6.488622	16.22155	3.702708	85.36214
27	6.325062	15.81266	3.405929	88.76808
28	6.189129	15.47282	3.159278	91.92735
29	5.548373	13.87093	1.996624	93.92398
30	5.577196	13.94299	2.048925	95.97291
31	6.399916	15.99979	3.541752	99.51466

Tablo: 21 Temmuz ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri
ve çekilen su miktarları

AY : AĞUSTOS

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	6.416079	16.0402	3.571079	3.571079
2	6.59587	16.48967	3.89731	7.46839
3	6.442487	16.10622	3.618998	11.08739
4	6.417798	16.04449	3.574198	14.66159
5	6.435686	16.08921	3.606656	18.26824
6	6.345391	15.86348	3.442815	21.71106
7	6.27757	15.69393	3.319756	25.03081
8	6.182655	15.45664	3.147531	28.17834
9	6.426355	16.06589	3.589725	31.76807
10	6.43308	16.0827	3.601928	35.37
11	6.486569	16.21642	3.698983	39.06898
12	6.429809	16.07452	3.595992	42.66497
13	6.246845	15.61711	3.264005	45.92898
14	6.142506	15.35627	3.07468	49.00366
15	6.451996	16.12999	3.63625	52.63991
16	6.381039	15.9526	3.5075	56.14741
17	6.461693	16.15423	3.653845	59.80125
18	6.803596	17.00899	4.274229	64.07548
19	6.634304	16.58576	3.967049	68.04253
20	6.612735	16.53184	3.927911	71.97044
21	6.393096	15.98274	3.529377	75.49982
22	6.21303	15.53258	3.202646	78.70246
23	6.498218	16.24555	3.720121	82.42259
24	6.634844	16.58711	3.968029	86.39061
25	6.746064	16.86516	4.169838	90.56045
26	6.86042	17.15105	4.377336	94.93778
27	6.840733	17.10183	4.341615	99.27939
28	6.596978	16.49245	3.899322	103.1787
29	6.856279	17.1407	4.369823	107.5485
30	6.752229	16.88057	4.181025	111.7296
31	6.696457	16.74114	4.079826	115.8094

Tablo: 22 Ağustos ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri
ve çekilen su miktarları

AY : EYLÜL

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	6.60992	16.5248	3.922804	3.922804
2	6.457665	16.14416	3.646538	7.569342
3	6.167138	15.41785	3.119376	10.68872
4	6.745708	16.86427	4.169191	14.85791
5	6.113919	15.2848	3.022809	17.88072
6	6.822006	17.05502	4.307635	22.18835
7	6.573577	16.43394	3.856859	26.04521
8	6.707587	16.76897	4.100022	30.14523
9	6.90448	17.2612	4.457283	34.60252
10	6.804263	17.01066	4.27544	38.87796
11	6.544323	16.36081	3.803778	42.68173
12	6.916188	17.29047	4.478529	47.16027
13	6.726798	16.81699	4.134879	51.29515
14	6.99359	17.48398	4.618974	55.91412
15	6.615422	16.53856	3.932788	59.84691
16	6.719837	16.79959	4.122249	63.96916
17	6.48694	16.21735	3.699657	67.66881
18	6.505497	16.26374	3.733329	71.40214
19	6.480267	16.20067	3.687548	75.08968
20	6.320419	15.80105	3.397503	78.48718
21	6.056195	15.14049	2.918068	81.40525
22	6.308636	15.77159	3.376124	84.78138
23	6.111701	15.27925	3.018786	87.80016
24	6.188684	15.47171	3.158471	90.95862
25	6.828277	17.07069	4.319014	95.27764
26	6.742815	16.85704	4.163942	99.44158
27	6.692864	16.73216	4.073305	103.5149
28	6.81967	17.04918	4.303396	107.8183
29	6.574244	16.43561	3.85807	111.6764
30	6.657507	16.64377	4.009151	115.6855

Tablo: 23 Eylül ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : EKİM

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	6.07537	15.18842	2.952862	2.952862
2	5.178355	12.94589	1.325227	4.278089
3	6.94685	17.36713	4.534165	8.812253
4	6.875023	17.18756	4.403835	13.21609
5	6.646953	16.61738	3.990001	17.20609
6	6.644847	16.61212	3.986179	21.19227
7	6.658866	16.64716	4.011617	25.20389
8	6.118606	15.29652	3.031314	28.2352
9	6.064272	15.16068	2.932725	31.16792
10	6.26019	15.65048	3.288219	34.45614
11	6.511347	16.27837	3.743942	38.20009
12	6.497201	16.243	3.718276	41.91836
13	5.823016	14.55754	2.494965	44.41333
14	5.891627	14.72907	2.61946	47.03279
15	6.140809	15.35202	3.071602	50.10439
16	5.200212	13.00053	1.364885	51.46928
17	4.338582	10.84646	-	-
18	5.685979	14.21495	2.24631	53.71559
19	5.655635	14.13909	2.191251	55.90684
20	6.006014	15.01503	2.827015	58.73385
21	5.078134	12.69534	1.143375	59.87723
22	6.060857	15.15214	2.926527	62.80376
23	5.926116	14.81529	2.68204	65.4858
24	4.684119	11.7103	.4284354	65.91423
25	3.705576	9.26394	-	-
26	4.280452	10.70113	-	-
27	3.911511	9.778777	-	-
28	3.325066	8.312666	-	-
29	4.106824	10.26706	-	-
30	4.61126	11.52815	.2962313	66.21046
31	5.011016	12.52754	1.02159	67.23206

Tablo: 24 Ekim ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

AY : KASIM

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	3.186612	7.966531	-	-
2	4.922772	12.30693	.8614712	.8614712
3	4.008147	10.02037	-	-
4	2.194644	5.486609	-	-
5	1.130146	2.825365	-	-
6	2.869678	7.174194	-	-
7	4.509701	11.27425	.1119518	.973423
8	5.13111	12.82778	1.239501	2.212924
9	5.518788	13.79697	1.942943	4.155867
10	5.849505	14.62376	2.543029	6.698896
11	4.783222	11.95806	.6082563	7.307152
12	4.477587	11.19397	5.368138E-02	7.360833
13	5.146011	12.86503	1.266538	8.627371
14	4.672885	11.68221	.4080496	9.035421
15	4.205306	10.51326	-	-
16	3.959077	9.897692	-	-
17	3.812145	9.530362	-	-
18	2.737776	6.844439	-	-
19	2.578069	6.445173	-	-
20	3.231331	8.078325	-	-
21	3.011296	7.52824	-	-
22	1.976439	4.941097	-	-
23	4.562485	11.40621	.2077284	9.243149
24	4.412643	11.03161	-	-
25	4.007685	10.01921	-	-
26	4.162837	10.40709	-	-
27	2.808726	7.021816	-	-
28	2.391186	5.977966	-	-
29	2.431106	6.077766	-	-
30	3.224674	8.061684	-	-

Tablo: 25 Kasım ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri
ve çekilen su miktarları

AY : ARALIK

GÜN	EĞİK YÜZEYE GELEN RAD. kWh/m ² gün	PANELE GELEN TOPLAM RAD. kWh/gün	ÇEKİLEN SU MİKTARI Ton/gün	ÇEKİLEN SU TOPLAMI Ton
1	3.83669	9.591724	-	-
2	4.295216	10.73804	-	-
3	3.449594	8.623983	-	-
4	3.146024	7.865061	-	-
5	3.355343	8.388357	-	-
6	3.748922	9.372306	-	-
7	2.485882	6.214705	-	-
8	2.923529	7.308822	-	-
9	2.529928	6.324821	-	-
10	1.869185	4.672961	-	-
11	2.639977	6.599942	-	-
12	3.288947	8.222368	-	-
13	4.07097	10.17742	-	-
14	2.422432	6.056079	-	-
15	1.709683	4.274209	-	-
16	3.35969	8.399225	-	-
17	2.545908	6.364769	-	-
18	2.715718	6.789294	-	-
19	4.039625	10.09906	-	-
20	1.430748	3.576871	-	-
21	2.048687	5.121719	-	-
22	1.369767	3.424419	-	-
23	1.938231	4.845578	-	-
24	2.642105	6.605262	-	-
25	2.706152	6.765379	-	-
26	3.4911	8.727751	-	-
27	3.493473	8.733682	-	-
28	3.670665	9.176663	-	-
29	3.656476	9.141189	-	-
30	4.23662	10.59155	-	-
31	2.628831	6.572076	-	-

Tablo: 26 Aralık ayına ait eğik yüzeye gelen radyasyon değerleri ve çekilen su miktarları

8.SU BİLANÇOLARI ve HAVUZ KAPASİTESİ HESAPLARI

8.1 1 Dekar pamuk için

Pamuğun sulama zamanları ve sulama miktarlarına (Bölüm 4, tablo:11) ve günlük ortalama ışıyım verilerince bulunan çekilen su miktarlarına (Bölüm 7, tablo:15-26) göre, su bilançosu şöyle hazırlanmıştır.

Pamuğun bir dönem önceki son sulama tarihinden itibaren çekilen su miktarları toplanmış, yine bu tarihler arasındaki yağış-buharlaşma aylık ortalamaları da toplama cebirsel olarak ilave edilmiş (havuz taban alanı $10*10 m^2$ alınarak), bütün bu işlemler sonucunda pamuğun ilk sulama tarihinden bir önceki gün olan 14 temmuz da havuzdaki su miktarı hesaplanmıştır. Pamuk için sulama mevsimi olan 15 temmuz - 14 ağustos tarihleri arasında her gün çekilen suların ilavesi ve o zamana kadar sulama için kullanılan su miktarları ile, sulamanın başlangıç tarihinden sonraki ay başlarında toplam bilançoya sokulan yağış-buharlaşma miktarlarının toplamları göz önüne alınarak, sulama döneminde havuzdaki hazır su miktarları gün-gün belirtilmiştir.

Tablo:27 ve bu tabloya göre 1 dekar pamuk için su bilançosu şekil:48 de gösterilmiştir.

Sulama dönemi sonunda havuzda kalan su miktarı göz önünde bulundurulduğunda, 7 modüllü panel ile 2 dekar pamuk sulaması yapılabileceği görülmektedir.

1 Dekar Pamuk için Havuz Kapasitesi Hesabı:

Havuzdaki hazır su en fazla 14 temmuzda 504.03 tondur, bu değere kabul ettiğimiz 0.20 emniyet payını ilave edersek

$$504.03 * 1.20 = 604.836 \text{ ton} \quad \text{buluruz.}$$

Havuz taban alanını $10*10 m^2$ olarak almıştık, o halde havuz yüksekliği

$$604.836 / 100 = 6.04836 \text{ m} \quad \text{olmalıdır.}$$

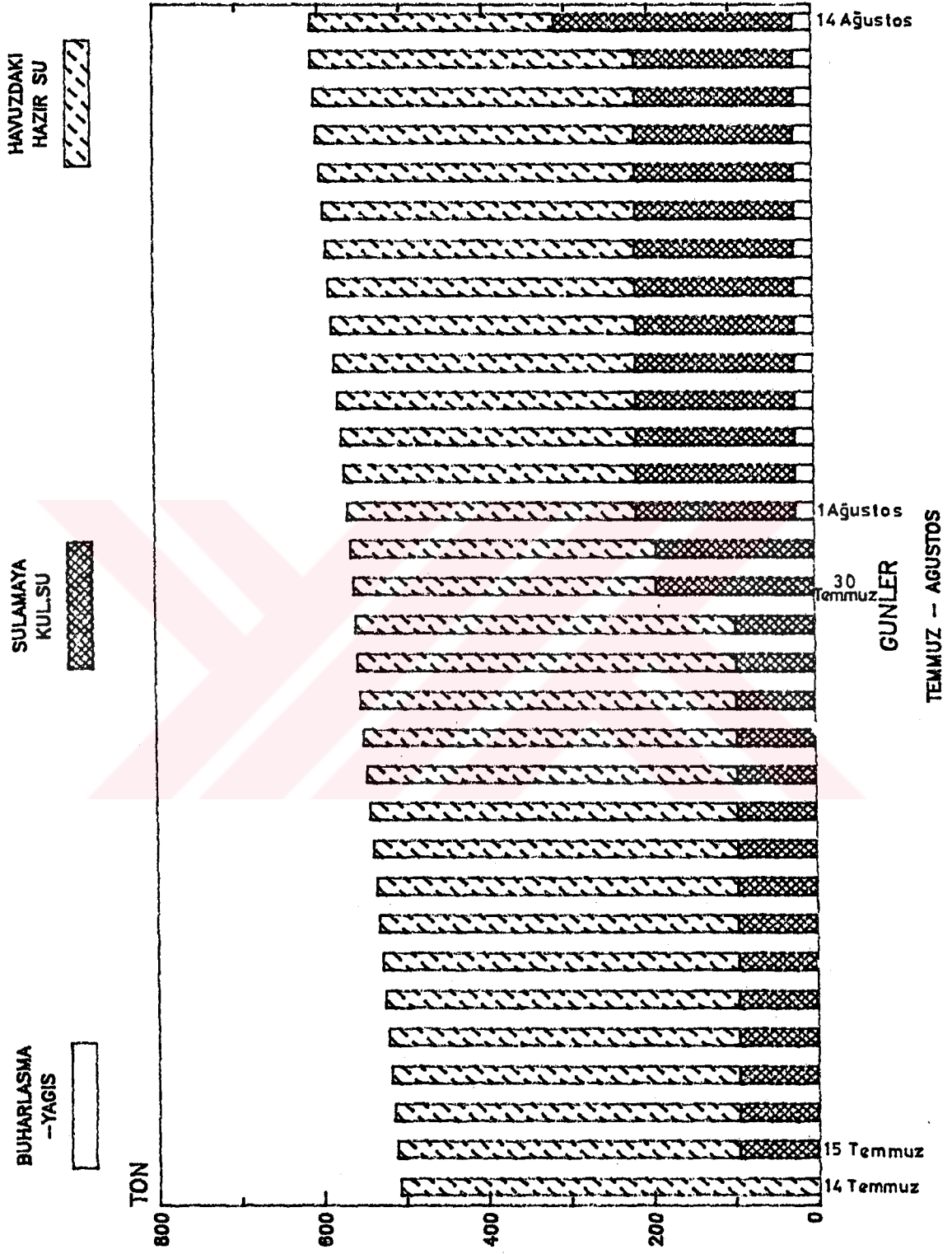
GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
14 Temmuz	-	-	504.03
15 "	-	96.67	410.87
16 "	-	96.67	414.23
17 "	-	96.67	417.34
18 "	-	96.67	420.65
19 "	-	96.67	423.99
20 "	-	96.67	427.29
21 "	-	96.67	430.77
22 "	-	96.67	434.12
23 "	-	96.67	437.58
24 "	-	96.67	441.33
25 "	-	96.67	444.85
26 "	-	96.67	448.55
27 "	-	96.67	451.96
28 "	-	96.67	455.12
29 "	-	96.67	457.84
30 "	-	193.34	362.49
31 "	-	193.34	366.03
1 Ağustos	23.07	193.34	346.54
2 "	23.07	193.34	350.43
3 "	23.07	193.34	354.05
4 "	23.07	193.34	357.63
5 "	23.07	193.34	361.23
6 "	23.07	193.34	364.68
7 "	23.07	193.34	367.99
8 "	23.07	193.34	371.14
9 "	23.07	193.34	374.73
10 "	23.07	193.34	378.33
11 "	23.07	193.34	382.03
12 "	23.07	193.34	385.63
13 "	23.07	193.34	388.89
14 "	23.07	290.01	295.30

Tablo: 27 1 Dekar pamuk için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir,
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR PAMUK İCİN SU BİLANÇOSU

Şekil : 48



8.2 1 Dekar I.ürün mısır için

Bölüm 4 tablo:11 ve günlük çekilen su miktarlarına göre (Bölüm 7 tablo:15-26),birinci ürün mısırın son sulama tarihi ile ilk sulama tarihi arasında çekilen su+yağış-buharlaştırma (yağış ve buharlaştırma değerleri 10*10 m² havuz taban alanına göredir.) cebirsel toplamlarına,ilk sulama tarihinden son sulama tarihine kadar günlük çekilen su miktarlarının ilavesiyle,sulama için kullanılan suyun ve ilgili aya ait yağış-buharlaştırma farkının cebirsel ilaveleriyle havuzdaki hazır su miktarı sulama dönemi için gün-gün çıkarılmış (tablo:28.a,b) ve şekilde gösterilmiştir.(Şekil:49.a,b) Buna göre deney setimizdeki panel 1 dekar I.ürün mısır için yeterli olduğu tesbit edilmiştir.

1 Dekar I.ürün Mısır için Havuz Kapasitesi Hesabı:

Havuzdaki hazır su en fazla 17 mayısta 423.11 ton dur,bu değere 0.20 emniyet payını ilave edersek,

$$423.11 * 1.20 = 507.732 \text{ ton buluruz.}$$

Havuz taban alanını 10*10 m² almıştık,suyun yoğunluğu yaklaşık 1 gr/cm³ olduğundan,havuz yüksekliği

$$507.732 / 100 = 5.07732 \text{ m olmalıdır.}$$

8.3 1 Dekar II.ürün mısır için

Daha önce pamuk ve I.ürün mısır için yaptığımız yöntem II.ürün mısır için de uygulanmıştır.Tablo:29.a,b hazırlanmış ve şekil:50.a,b çizilmiştir.Bu verilere göre panelimizin 1 dekar I.ürün mısır için yeterli olduğu tesbit edilmiştir.

1 Dekar II.ürün Mısır için Havuz Kapasitesi Hesabı:

Havuzdaki hazır su en fazla 31 mayısta 280.15 ton dur,bu değere 0.20 emniyet payı ilave edildiğinde,

$$280.15 * 1.20 = 336.18 \text{ ton buluruz.}$$

Havuz taban alanı 10*10 m² ve suyun yoğunluğu yaklaşık 1 gr./cm³ olduğundan,havuz yüksekliği,

$$336.18 / 100 = 3.3618 \text{ m olmalıdır.}$$

GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
17 Mayıs	-	-	423.11
18 "	-	58	367.75
19 "	-	58	371.41
20 "	-	58	374.76
21 "	-	58	377.62
22 "	-	58	380.53
23 "	-	58	382.99
24 "	-	58	386.21
25 "	-	58	387.53
26 "	-	58	389.68
27 "	-	58	392.92
28 "	-	58	395.81
29 "	-	58	398.34
30 "	-	58	400.93
31 "	-	58	403.22
1 Haziran	21.9	58	383.52
2 "	21.9	58	385.21
3 "	21.9	58	387.11
4 "	21.9	116	332.31
5 "	21.9	116	335.79
6 "	21.9	116	339.38
7 "	21.9	116	342.87
8 "	21.9	116	344.90
9 "	21.9	116	348.22
10 "	21.9	116	350.67
11 "	21.9	116	353.78
12 "	21.9	116	357.13
13 "	21.9	116	359.51
14 "	21.9	174	304.79
15 "	21.9	174	307.79
16 "	21.9	174	310.70
17 "	21.9	174	313.25
18 "	21.9	174	316.78
19 "	21.9	174	320.21
20 "	21.9	174	323.54
21 "	21.9	174	326.91
22 "	21.9	174	330.27
23 "	21.9	174	333.58
24 "	21.9	174	337.02
25 "	21.9	232	282.59
26 "	21.9	232	286.18
27 "	21.9	232	289.91
28 "	21.9	232	293.65
29 "	21.9	232	297.03
30 "	21.9	232	300.29

Tablo: 28.a 1 Dekar I.ürün mısır için su bilançosu

Not:Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir,
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

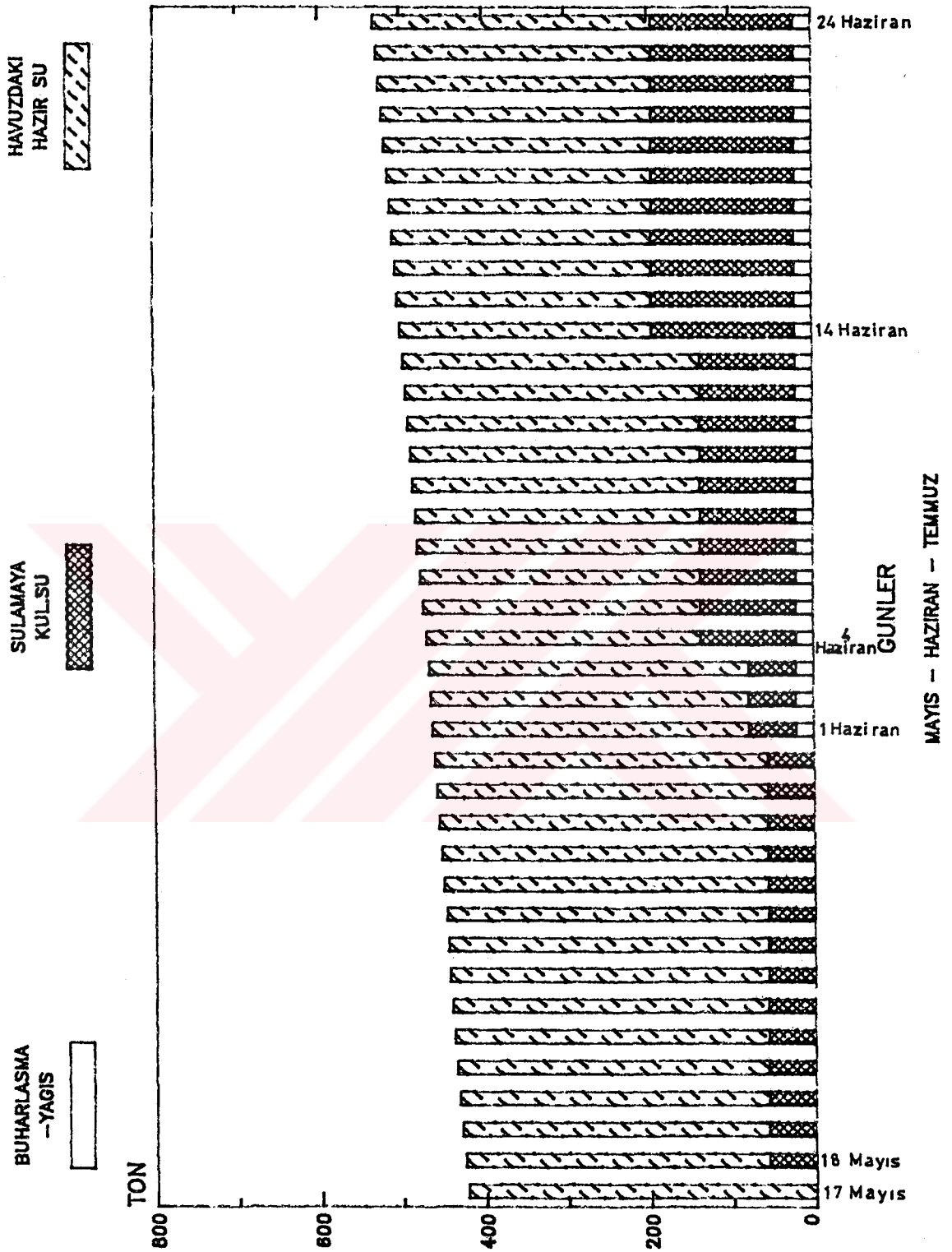
GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
1 Temmuz	48.3	232	277.02
2 "	48.3	232	280.36
3 "	48.3	232	283.84
4 "	48.3	232	287.18
5 "	48.3	290	232.54
6 "	48.3	290	235.52
7 "	48.3	290	237.57
8 "	48.3	290	241.10
9 "	48.3	290	243.83
10 "	48.3	290	247.20
11 "	48.3	290	250.33
12 "	48.3	290	253.75
13 "	48.3	290	257.43
14 "	48.3	348	203.06
15 "	48.3	348	206.56
16 "	48.3	348	209.92
17 "	48.3	348	213.03
18 "	48.3	348	216.35
19 "	48.3	348	219.69
20 "	48.3	348	222.99
21 "	48.3	348	226.47
22 "	48.3	348	229.82
23 "	48.3	406	175.28
24 "	48.3	406	179.03
25 "	48.3	406	182.55
26 "	48.3	406	186.25
27 "	48.3	406	189.66
28 "	48.3	406	192.82
29 "	48.3	406	194.81
30 "	48.3	406	196.86
31 "	48.3	406	200.40
1 Ağustos	71.37	406	180.90
2 "	71.37	464	126.80

Tablo: 28.b 1 Dekar I.ürün mısır için su bilançosu

Not:Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir,
Buharlaşma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

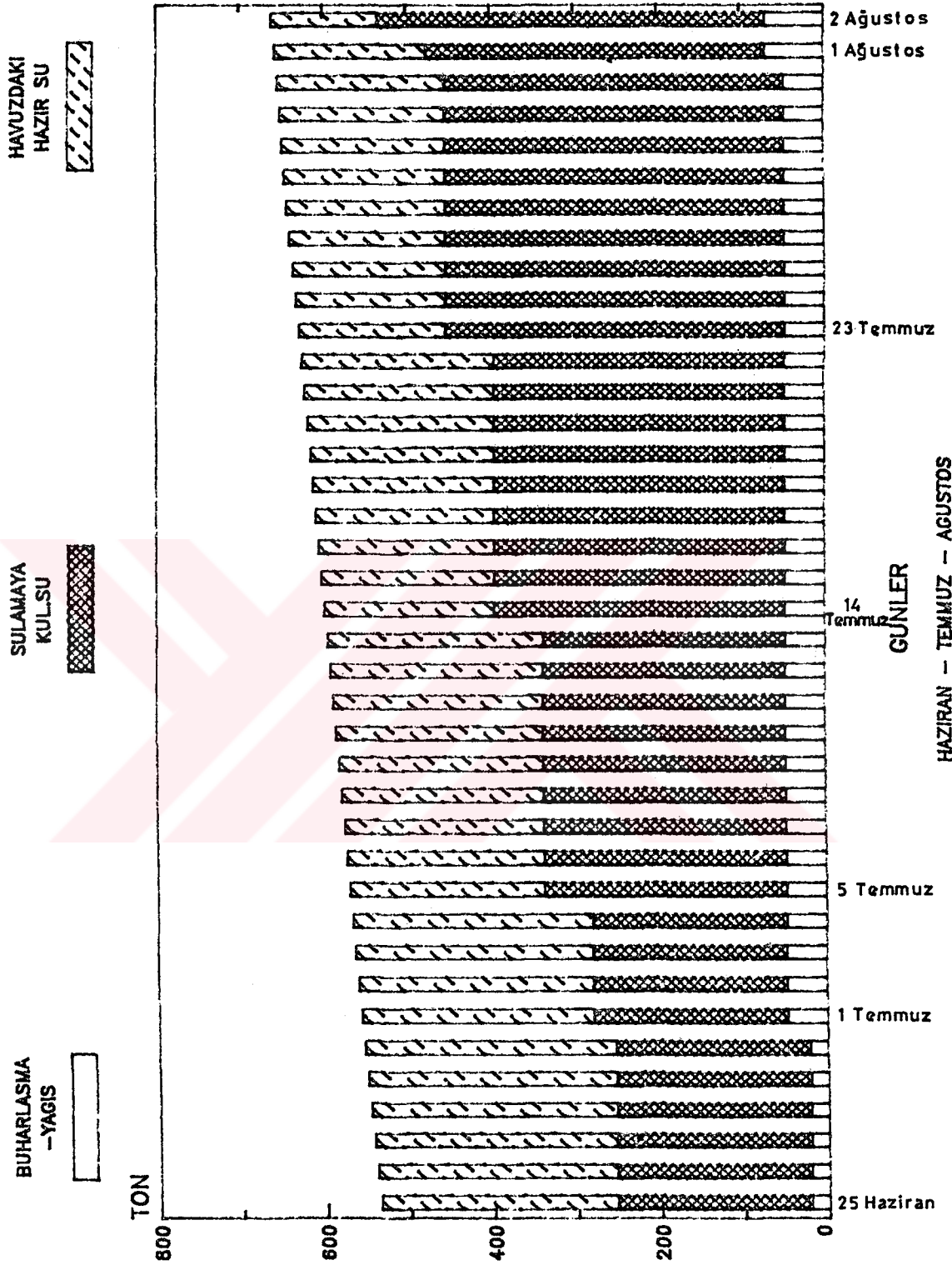
MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR I.URUN MISIR ICIN SU BILANCOSU

Ş ekil : 49 . a



Şekil: 49.b

MEMEN OVASINDA 1 DEKAR I.URUN MISIR ICIN SU BILANCOSU



GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
31 Mayıs	-	-	280.15
1 Haziran	21.9	117	143.45
2 "	21.9	117	145.14
3 "	21.9	117	147.04
4 "	21.9	117	150.24
5 "	21.9	117	153.72
6 "	21.9	117	157.31
7 "	21.9	117	160.81
8 "	21.9	117	162.83
9 "	21.9	117	166.15
10 "	21.9	117	168.61
11 "	21.9	117	171.71
12 "	21.9	117	175.06
13 "	21.9	117	177.45
14 "	21.9	117	180.73
15 "	21.9	117	183.72
16 "	21.9	117	186.63
17 "	21.9	117	189.19
18 "	21.9	117	192.71
19 "	21.9	117	196.14
20 "	21.9	117	199.48
21 "	21.9	117	202.84
22 "	21.9	117	206.20
23 "	21.9	117	209.52
24 "	21.9	117	212.95
25 "	21.9	117	216.52
26 "	21.9	117	220.11
27 "	21.9	117	223.84
28 "	21.9	117	227.32
29 "	21.9	117	230.70
30 "	21.9	117	233.95
1 Temmuz	48.3	117	210.69
2 "	48.3	117	214.02
3 "	48.3	117	216.51
4 "	48.3	117	219.85
5 "	48.3	117	223.20
6 "	48.3	117	226.18
7 "	48.3	117	228.23
8 "	48.3	117	231.77
9 "	48.3	117	234.49
10 "	48.3	175	179.86
11 "	48.3	175	183.00
12 "	48.3	175	186.42
13 "	48.3	175	190.09
14 "	48.3	175	193.73
15 "	48.3	175	197.23
16 "	48.3	175	200.59
17 "	48.3	175	203.70
18 "	48.3	175	207.01
19 "	48.3	175	210.35
20 "	48.3	175	213.65
21 "	48.3	175	217.14
22 "	48.3	175	220.46
23 "	48.3	175	223.94
24 "	48.3	175	227.69
25 "	48.3	233	173.21
26 "	48.3	233	176.92

Tablo: 29.a 1 Dekar İl.ürün mısır için su bilançosu

Not:Tablodaki değerler l/m olarak verilmiştir.
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göre dir.

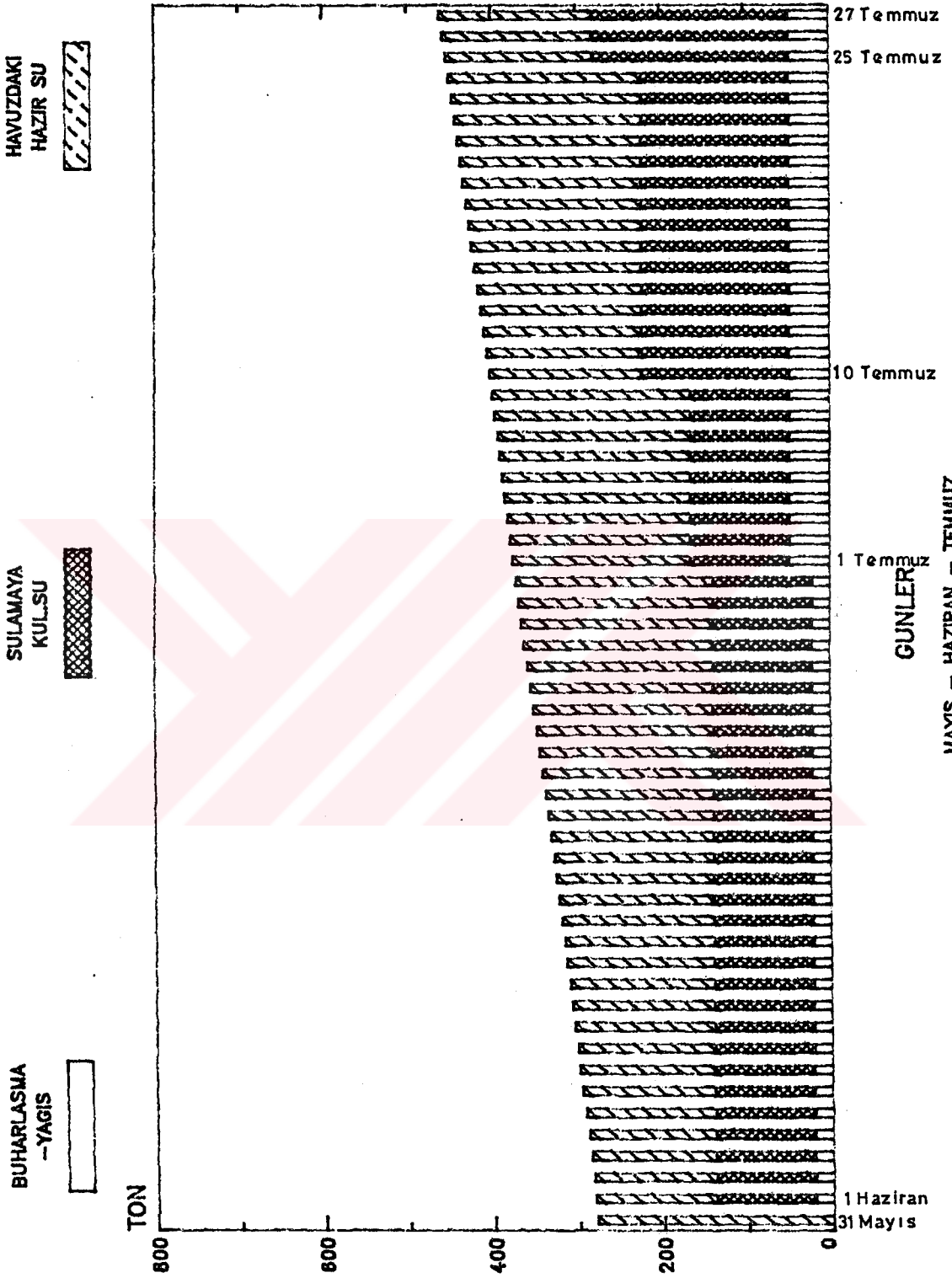
GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
27 Temmuz	48.3	233	180.32
28 "	48.3	233	183.48
29 "	48.3	233	185.48
30 "	48.3	233	187.53
31 "	48.3	233	191.07
1 Ağustos	71.37	233	171.57
2 "	71.37	233	175.47
3 "	71.37	233	179.08
4 "	71.37	233	182.66
5 "	71.37	233	186.27
6 "	71.37	233	189.71
7 "	71.37	233	193.03
8 "	71.37	291	178.18
9 "	71.37	291	141.77
10 "	71.37	291	145.37
11 "	71.37	291	149.07
12 "	71.37	291	152.66
13 "	71.37	291	155.93
14 "	71.37	291	159.00
15 "	71.37	291	162.64
16 "	71.37	291	166.14
17 "	71.37	291	169.80
18 "	71.37	291	174.07
19 "	71.37	291	178.04
20 "	71.37	291	181.97
21 "	71.37	291	185.50
22 "	71.37	349	130.70
23 "	71.37	349	134.42
24 "	71.37	349	138.39
25 "	71.37	349	142.56
26 "	71.37	349	146.94
27 "	71.37	349	151.28
28 "	71.37	349	155.18
29 "	71.37	349	159.55
30 "	71.37	349	163.73
31 "	71.37	349	167.81
1 Eylül	87.09	349	156.01
2 "	87.09	349	159.66
3 "	87.09	349	162.78
4 "	87.09	349	166.94
5 "	87.09	349	169.97
6 "	87.09	407	116.28
7 "	87.09	407	120.13
8 "	87.09	407	124.23
9 "	87.09	407	128.64
10 "	87.09	407	132.96
11 "	87.09	407	136.77
12 "	87.09	407	141.25
13 "	87.09	407	145.38
14 "	87.09	407	150.00
15 "	87.09	407	153.93
16 "	87.09	407	158.06
17 "	87.09	407	161.76
18 "	87.09	407	165.49
19 "	87.09	407	169.18
20 "	87.09	407	172.57
21 "	87.09	407	175.49
22 "	87.09	407	178.87
23 "	87.09	465	123.89

Tablo: 29.b 1 Dekar II. ürün mısır için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir.
Buharlaşma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

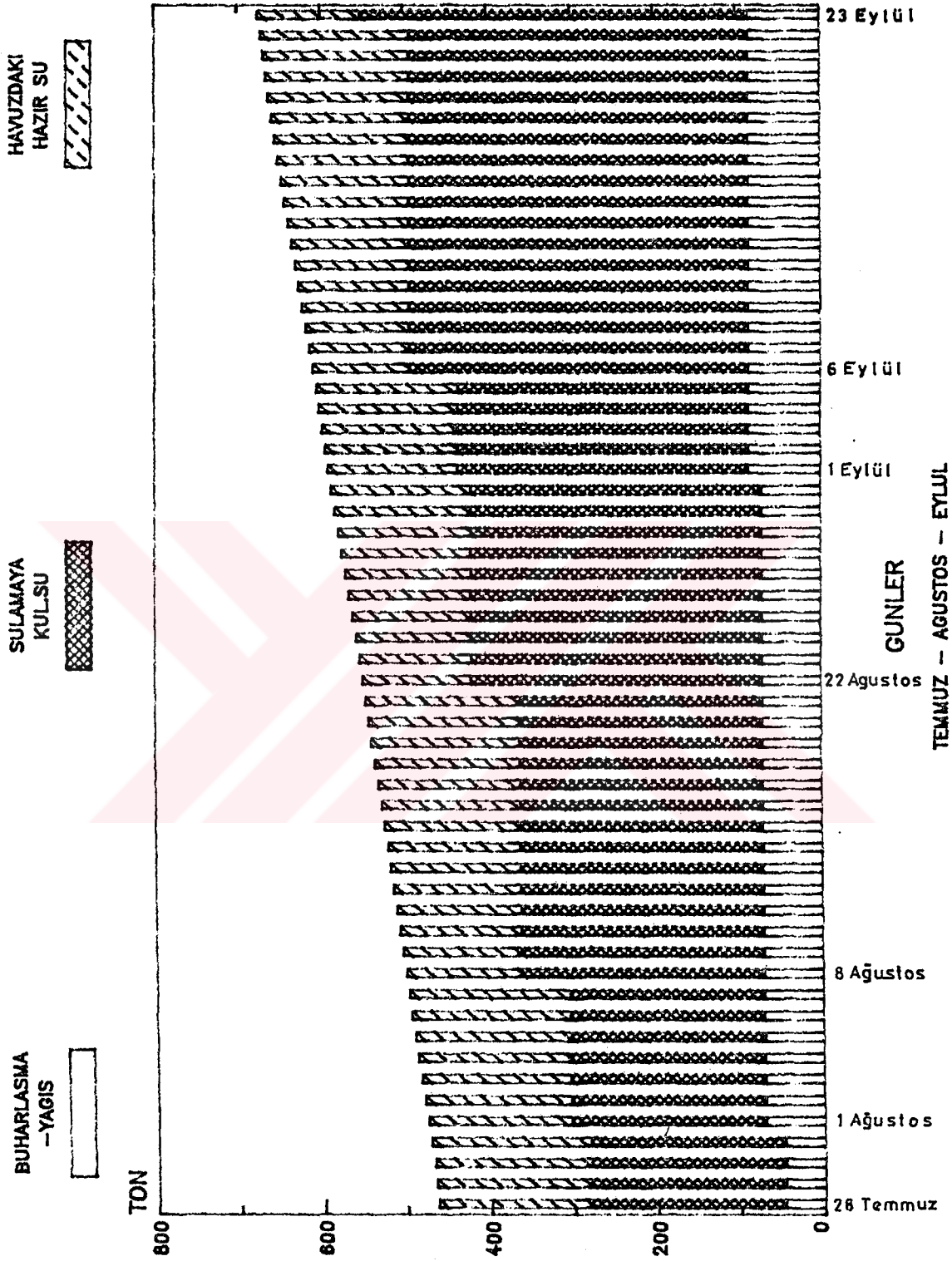
MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR II. URUN MISIR ICIN SU BILANCOSU

Şekil: 50. a



MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR II. URUN MISIR ICIN SU BILANCOSU

Şekil : 50.5



8.4 1 Dekar bağ için

Bölüm 4, tablo:11 e ve günlük çekilen su miktarlarına (Bölüm 7 tablo:15-26) göre, su bilançosu; bağın son sulama tarihi ile ilk sulama tarihi arasında çekilen su toplamı, yağış ve buharlaşmanın cebirsel toplamları (havuz taban alanı $10*10 \text{ m}^2$) alınarak ilk sulama tarihinin bir gün öncesindeki toplam su miktarı hesaplanmıştır. Bu tarihten sonraki çekilen sular ile yağış-buharlaşmalar ve sulama miktarları belirtilen tarihlerde cebirsel olarak ilave edilerek, sulama döneminde gün-gün havuzdaki hazır su miktarı çıkarılmış (tablo:30. a, b) hazırlanmış ve şekil:51. a, b çizilmiştir. Deneylerimizdeki panel alanına göre, 11-15 ağustos, 24 ağustos-8 eylül tarihleri arası ile 19 eylülde max. 45.22 ton olan su eksikliği görülmektedir. Bu miktar bağın yıllık su ihtiyacı olan (1 dekar için) 624 ton'un yanında küçük bir rakamdır ama yine de 1 dekar bağ sulaması için 8 modülden meydana gelen bir panel kullanmakta fayda vardır.

1 Dekar Bağ için Havuz Kapasitesi Hesabı

Havuzdaki hazır su en fazla 20 mayısta 265 07 tondur, bu değere kabul ettiğimiz 0.20 emniyet payını ilave edersek

$$265.07 * 1.20 = 318.084 \text{ ton} \quad \text{buluruz.}$$

havuz taban alanı $10*10 \text{ m}^2$ ve su yoğunluğu yaklaşık 1 gr/cm³ olduğundan,

$$318.084 / 100 = 3.18084 \text{ m} \text{ olmalıdır.}$$

Tablo:30. c, d 8 modüllü panele göre hesap edilen, çekilen su miktarlarına göre hazırlanmış ve şekil:51. c, d çizilmiştir. Son sulama tarihindeki su açığı 34.43 ton iken, bir panelin ilave edilmesiyle 358.17 ton su fazlalığına dönüşmüştür. Bu miktarının bu kadar fazla artmasının nedeni 8.5 m olan yüksekliktir.

1 Dekar Bağ için Havuz Kapasitesi Hesabı:(8 modüle göre)

Havuzdaki hazır su en fazla 29 haziranda 461.19 tondur, bu değere kabul ettiğimiz 0.20 emniyet payını ilave edersek

$$461.19 * 1.20 = 553.428 \text{ ton} \text{ buluruz.}$$

havuz taban alanını $10*10 \text{ m}^2$ almıştık, o halde havuz yüksekliği,

$$553.428 / 100 = 5.53428 \text{ m.} \quad \text{olmalıdır.}$$

GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
20 Mayıs	-	-	265.07
21 "	-	78	189.94
22 "	-	78	142.84
23 "	-	78	195.31
24 "	-	78	148.52
25 "	-	78	199.84
26 "	-	78	201.99
27 "	-	78	205.23
28 "	-	78	208.12
29 "	-	78	210.65
30 "	-	78	213.24
31 "	-	78	215.53
1 Haziran	21.9	78	195.83
2 "	21.9	78	197.53
3 "	21.9	78	199.42
4 "	21.9	78	202.62
5 "	21.9	78	206.10
6 "	21.9	78	209.69
7 "	21.9	78	213.19
8 "	21.9	78	215.21
9 "	21.9	78	218.53
10 "	21.9	78	220.99
11 "	21.9	78	224.09
12 "	21.9	156	149.44
13 "	21.9	156	151.83
14 "	21.9	156	155.11
15 "	21.9	156	158.10
16 "	21.9	156	161.01
17 "	21.9	156	163.57
18 "	21.9	156	167.09
19 "	21.9	156	170.52
20 "	21.9	156	173.86
21 "	21.9	156	177.22
22 "	21.9	156	180.58
23 "	21.9	156	183.89
24 "	21.9	156	187.33
25 "	21.9	156	190.90
26 "	21.9	156	194.49
27 "	21.9	156	198.22
28 "	21.9	156	201.89
29 "	21.9	156	205.07
30 "	21.9	234	130.33
1 Temmuz	48.3	234	107.07
2 "	48.3	234	110.40
3 "	48.3	234	112.89
4 "	48.3	234	116.23
5 "	48.3	234	119.58
6 "	48.3	234	122.56
7 "	48.3	234	124.61
8 "	48.3	234	128.15
9 "	48.3	234	130.87
10 "	48.3	234	134.24
11 "	48.3	234	137.48
12 "	48.3	234	140.80
13 "	48.3	234	144.47
14 "	48.3	234	148.11
15 "	48.3	312	73.61
16 "	48.3	312	76.97
17 "	48.3	312	80.08
18 "	48.3	312	83.39
19 "	48.3	312	86.73
20 "	48.3	312	90.03

Tablo: 30.a 1 Dekar bağ için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir,
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göre dir.

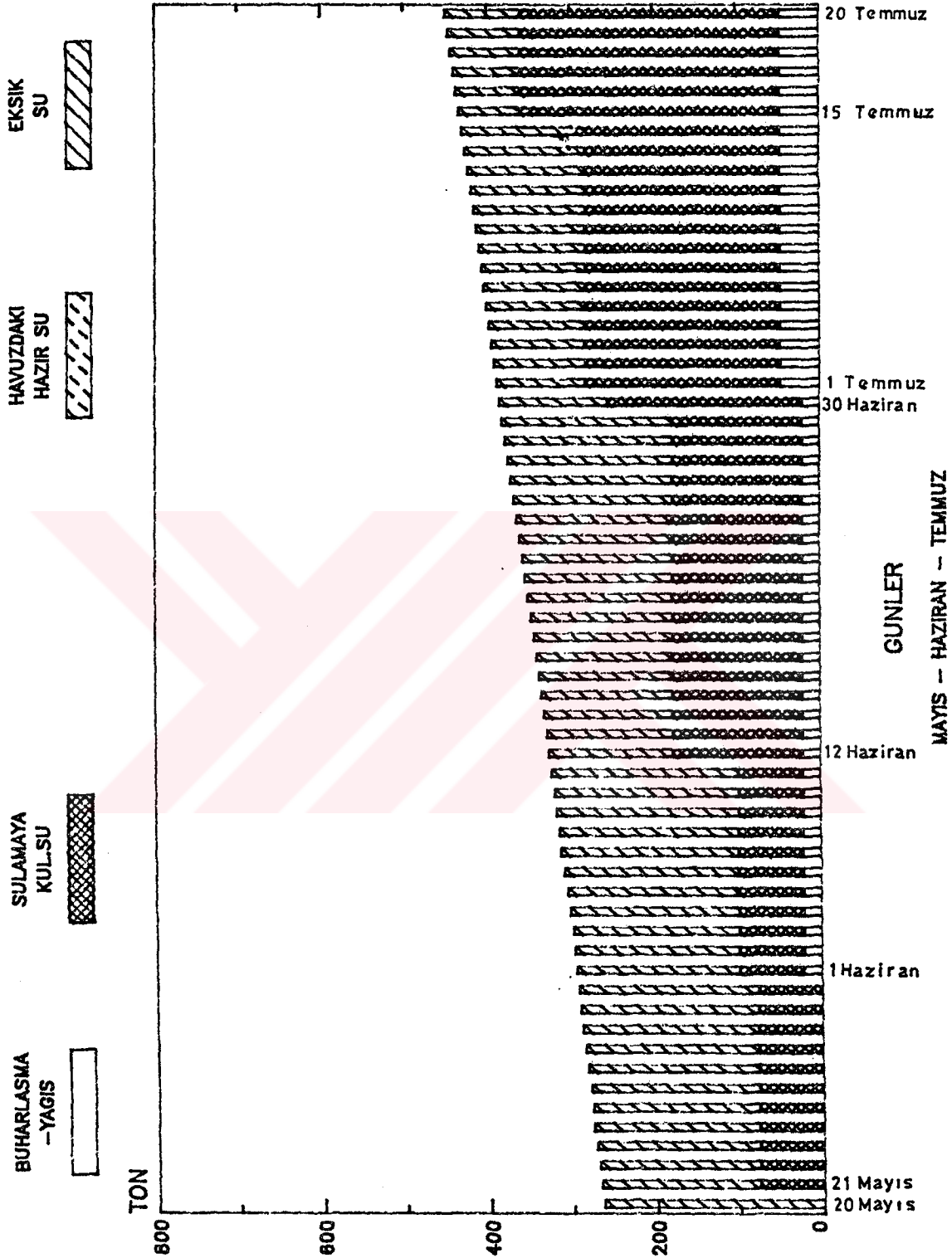
GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
21 Temmuz	48.3	312	93.51
22 "	48.3	312	96.86
23 "	48.3	312	100.32
24 "	48.3	312	104.07
25 "	48.3	312	107.59
26 "	48.3	312	111.29
27 "	48.3	312	114.70
28 "	48.3	390	39.86
29 "	48.3	390	41.86
30 "	48.3	390	43.90
31 "	48.3	390	47.45
1 Ağustos	71.37	390	29.95
2 "	71.37	390	31.85
3 "	71.37	390	35.46
4 "	71.37	390	39.04
5 "	71.37	390	42.65
6 "	71.37	390	46.09
7 "	71.37	390	49.41
8 "	71.37	390	52.56
9 "	71.37	390	56.14
10 "	71.37	390	59.75
11 "	71.37	468	-14.54
12 "	71.37	468	-10.95
13 "	71.37	468	-7.68
14 "	71.37	468	-4.61
15 "	71.37	468	-0.97
16 "	71.37	468	2.52
17 "	71.37	468	6.18
18 "	71.37	468	10.45
19 "	71.37	468	14.42
20 "	71.37	468	18.35
21 "	71.37	468	21.88
22 "	71.37	468	25.08
23 "	71.37	468	28.80
24 "	71.37	546	-45.22
25 "	71.37	546	-41.05
26 "	71.37	546	-36.68
27 "	71.37	546	-32.33
28 "	71.37	546	-28.43
29 "	71.37	546	-24.06
30 "	71.37	546	-19.88
31 "	71.37	546	-15.80
1 Eylül	87.09	546	-27.60
2 "	87.09	546	-23.95
3 "	87.09	546	-20.84
4 "	87.09	546	-16.67
5 "	87.09	546	-13.64
6 "	87.09	546	-9.34
7 "	87.09	546	-5.48
8 "	87.09	546	-1.38
9 "	87.09	546	3.07
10 "	87.09	546	7.34
11 "	87.09	546	11.15
12 "	87.09	546	15.63
13 "	87.09	546	19.76
14 "	87.09	546	24.38
15 "	87.09	546	28.31
16 "	87.09	546	32.44
17 "	87.09	546	36.13
18 "	87.09	546	39.87
19 "	87.09	624	-34.43

Tablo: 30.b 1 Dekar bağ için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir.
Buharlaşma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

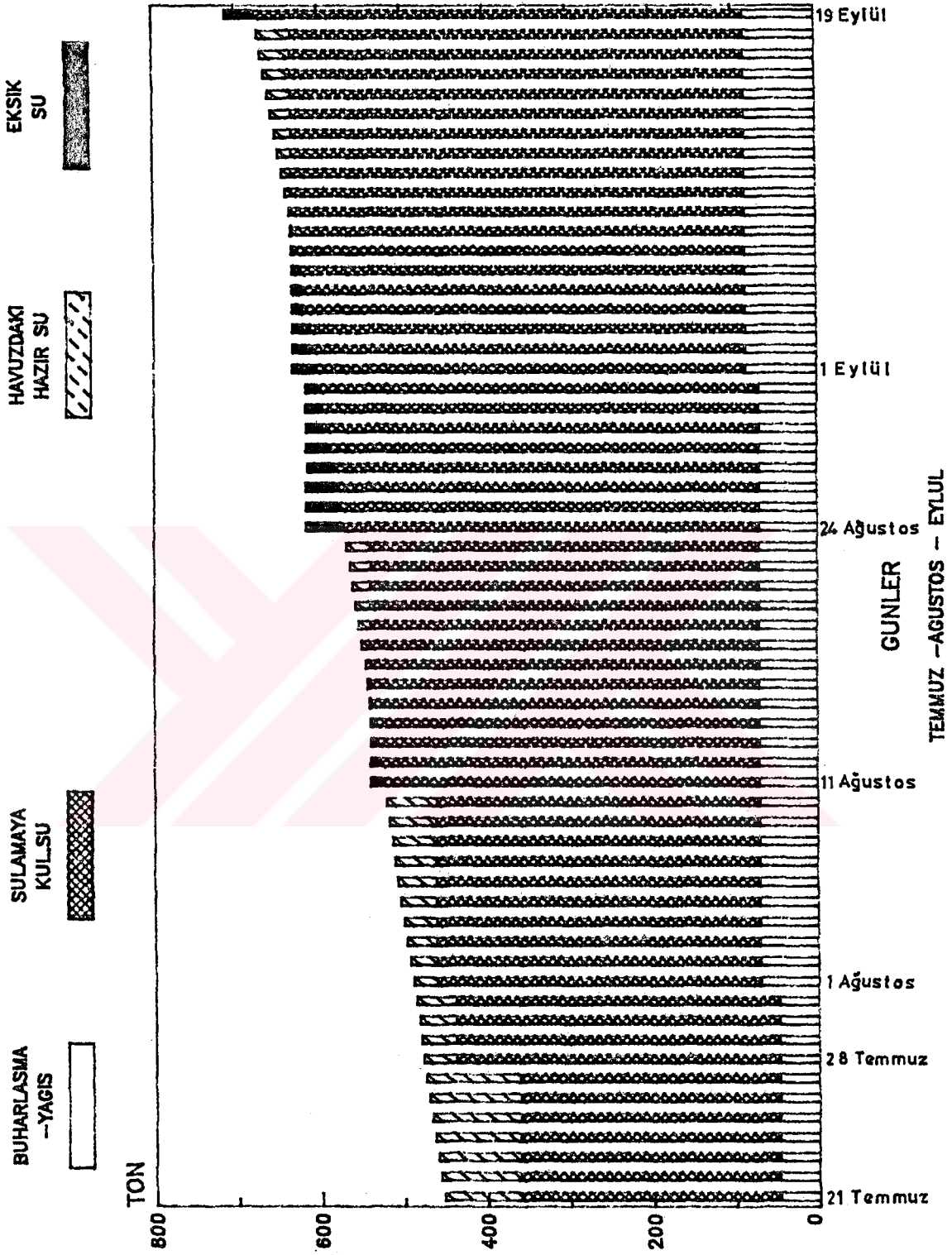
MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR BAG ICIN SU BILANCOSU

Şekil : 51.a



MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR BAG ICIN SU BILANCOSU

Şekil : 51. b



GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	BULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZİR SU
20	Mayıs	-	458.12
21	"	78	384.65
22	"	78	389.12
23	"	78	393.09
24	"	78	397.91
25	"	78	400.58
26	"	78	404.19
27	"	78	409.05
28	"	78	413.50
29	"	78	417.54
30	"	78	421.66
31	"	78	425.43
1	Haziran	21.9	407.20
2	"	21.9	410.29
3	"	21.9	413.61
4	"	21.9	418.41
5	"	21.9	423.54
6	"	21.9	428.80
7	"	21.9	434.95
8	"	21.9	437.42
9	"	21.9	442.36
10	"	21.9	446.32
11	"	21.9	451.03
12	"	21.9	456.01
13	"	156	378.01
14	"	156	381.88
15	"	156	386.79
16	"	156	391.36
17	"	156	395.84
18	"	156	399.96
19	"	156	405.09
20	"	156	410.16
21	"	156	415.13
22	"	156	420.13
23	"	156	425.12
24	"	156	430.06
25	"	156	435.14
26	"	156	440.38
27	"	156	445.63
28	"	156	451.05
29	"	156	456.17
30	"	234	461.19
1	Temmuz	48.3	388.06
2	"	48.3	366.40
3	"	48.3	371.36
4	"	48.3	375.36
5	"	48.3	380.33
6	"	48.3	385.31
7	"	48.3	389.97
8	"	48.3	393.37
9	"	48.3	398.56
10	"	48.3	402.83
11	"	48.3	407.83
12	"	48.3	412.57
13	"	48.3	417.63
14	"	48.3	422.98
15	"	48.3	428.29
16	"	48.3	434.44
17	"	48.3	355.44
18	"	48.3	360.44
19	"	48.3	365.14
20	"	48.3	370.08
21	"	48.3	375.06
22	"	48.3	379.98

Tablo: 30 c 1 Döner baş için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler l/m olarak verilmiştir,
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göre dir.

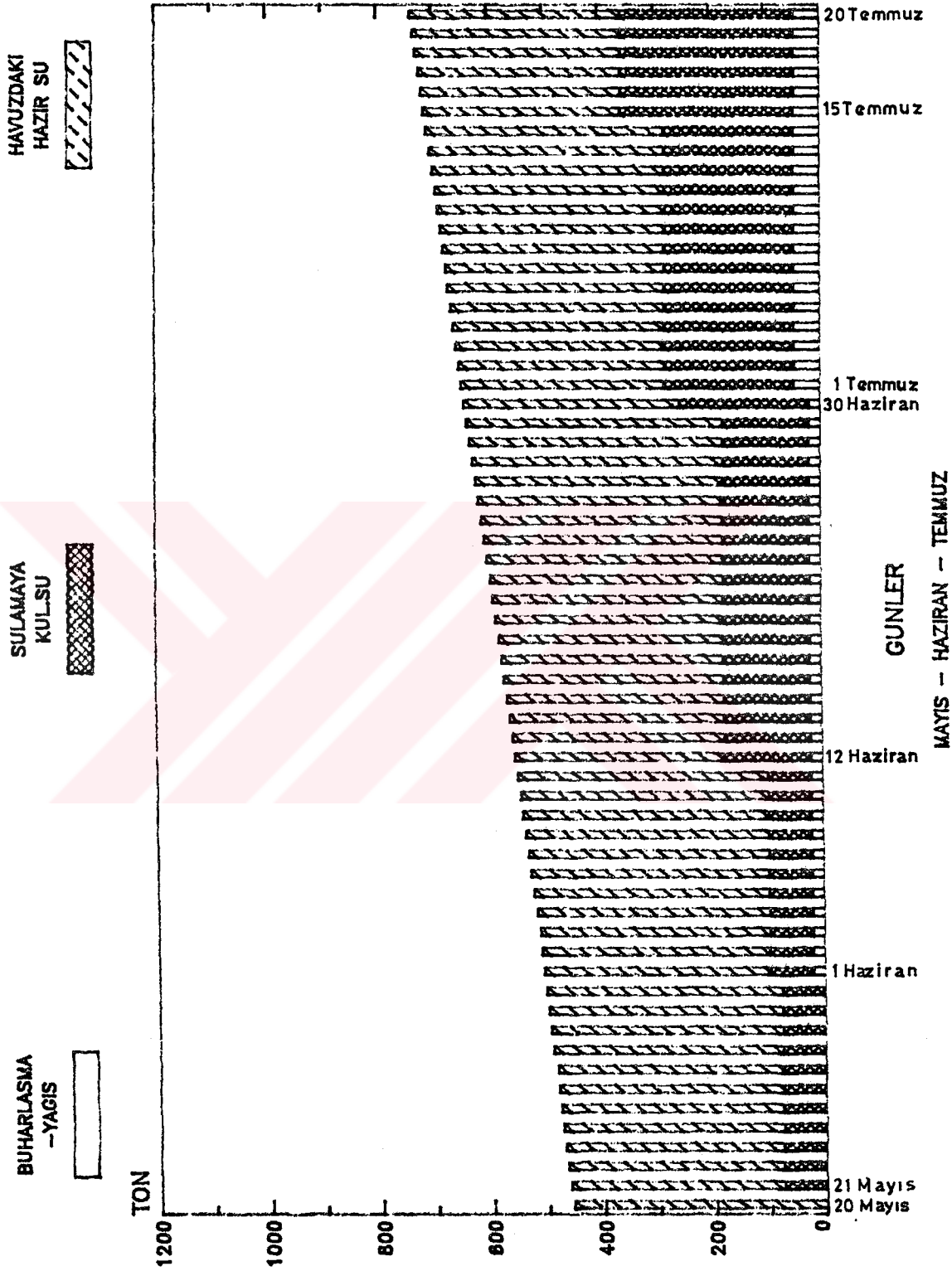
GÜNLER	BUHARLAŞMA-YAĞIŞ	SULAMA İÇİN KULLANILAN SU	HAVUZDAKİ HAZIR SU
21 Temmuz	48.3	312	385.11
22 "	48.3	312	390.09
23 "	48.3	312	395.20
24 "	48.3	312	400.64
25 "	48.3	312	405.81
26 "	48.3	312	411.20
27 "	48.3	312	416.24
28 "	48.3	390	343.01
29 "	48.3	390	346.44
30 "	48.3	390	349.94
31 "	48.3	390	355.14
1 Ağustos	71.37	390	337.30
2 "	71.37	390	342.91
3 "	71.37	390	348.20
4 "	71.37	390	351.43
5 "	71.37	390	358.71
6 "	71.37	390	363.80
7 "	71.37	390	368.74
8 "	71.37	390	373.49
9 "	71.37	390	378.25
10 "	71.37	390	384.02
11 "	71.37	468	311.40
12 "	71.37	468	316.66
13 "	71.37	468	321.55
14 "	71.37	468	326.21
15 "	71.37	468	331.52
16 "	71.37	468	336.68
17 "	71.37	468	342.01
18 "	71.37	468	348.05
19 "	71.37	468	353.74
20 "	71.37	468	359.38
21 "	71.37	468	364.56
22 "	71.37	468	369.38
23 "	71.37	468	374.78
24 "	71.37	546	302.47
25 "	71.37	546	308.39
26 "	71.37	546	314.54
27 "	71.37	546	320.66
28 "	71.37	546	326.27
29 "	71.37	546	332.42
30 "	71.37	546	338.35
31 "	71.37	546	344.16
1 Eylül	87.09	546	334.08
2 "	87.09	546	339.40
3 "	87.09	546	344.12
4 "	87.09	546	350.03
5 "	87.09	546	354.64
6 "	87.09	546	360.72
7 "	87.09	546	366.28
8 "	87.09	546	372.12
9 "	87.09	546	378.36
10 "	87.09	546	384.40
11 "	87.09	546	389.90
12 "	87.09	546	396.18
13 "	87.09	546	402.05
14 "	87.09	546	408.49
15 "	87.09	546	414.13
16 "	87.09	546	420.00
17 "	87.09	546	425.78
18 "	87.09	546	430.80
19 "	87.09	624	358.17

Tablo: 30.d 1 Dekar bağ için su bilançosu

Not: Tablodaki değerler Ton olarak verilmiştir.
Buharlaştırma-Yağış 10*10 m² havuz taban alanına göredir.

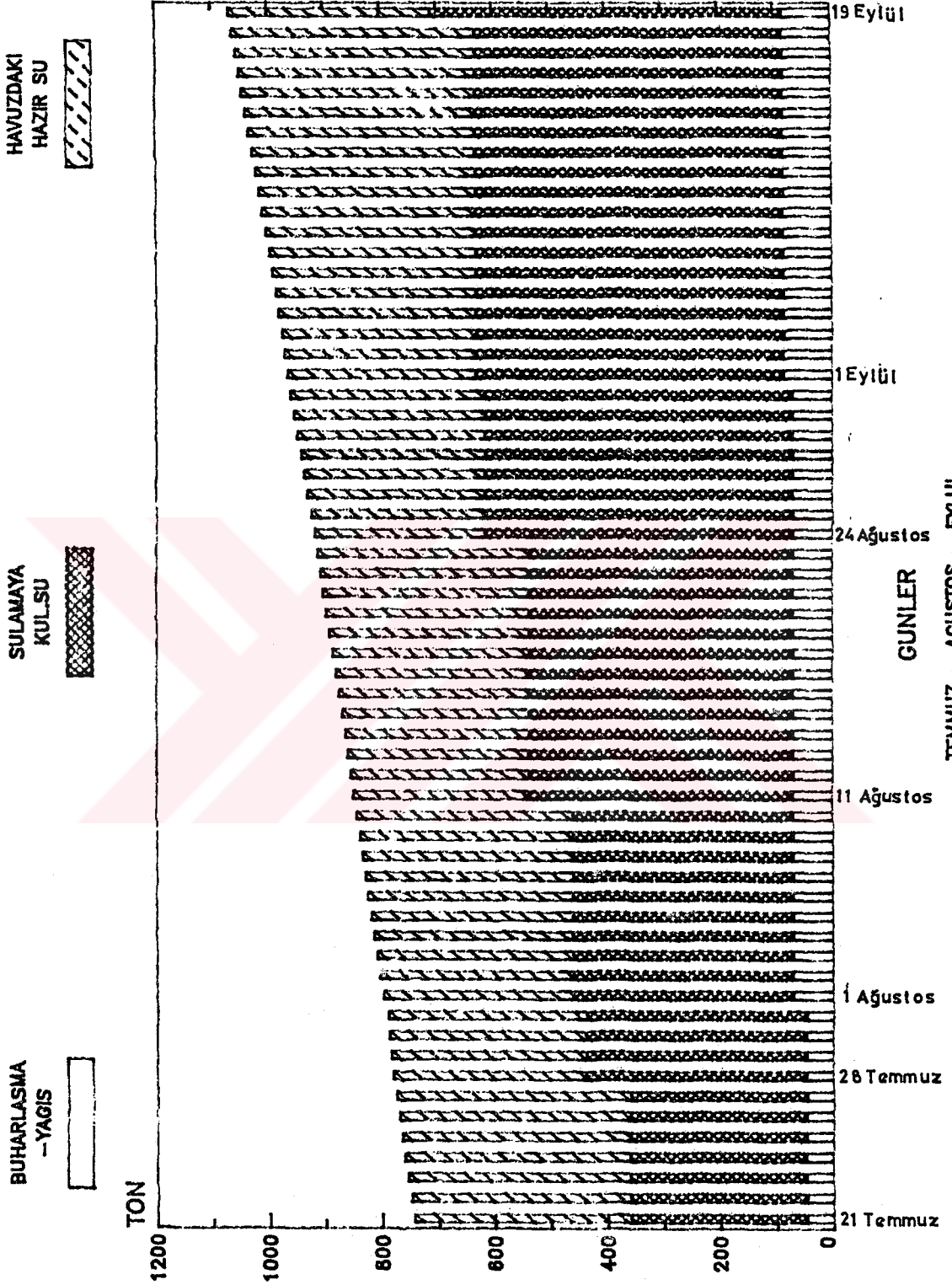
MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR BAG ICIN SU BILANCOSU

Şekil: 51.c



MENEMEN OVASINDA 1 DEKAR BAG ICIN SU BILANCOSU

Şekil :51. d



9. GÜNEŞ ENERJİLİ SULAMA SİSTEMİNİN GELENEKSEL YAKIT POMPA SİSTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Yerleşim bölgelerinden uzak yerlerde su ihtiyacının ekonomikliğinin karşılaştırılmasında enerji faktörünün önemli bir rol oynadığı gözlemlenir.

Bu gibi yerlerde, bilinen güç taşıyıcı kablolarının kullanımı uygun değildir, bunun için de motor pompa ünitelerinin kullanımının daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. [2]

Motor-pompa ünitelerinde sık sık bakım-onarım ve yakıt ihtiyacı duyulur.

Bu bölümde geleneksel olarak, yakıtla çalışan motor-pompa ünitesi ile, güneş enerjili sulama sistemi karşılaştırılacaktır.

Motopomp olarak Ruggerini (RF120-iMP-3Y) tipi 12 HP lik, dizel motopompu seçilmiştir. Bu motopomp deneylerimizi gerçekleştirdiğimiz 8.5 m yükseklikten su çekerken, 0.2625 lt/HP lik yakıt harcıyıp, 64.8 Ton/h su çekme özelliğine sahiptir.

Güneş enerjili sulama sistemindeki 7 modüllü panelimizin 10 yılda çektiği su miktarı;

$$685.1033 \text{ (Ton/yıl)} * 10 \text{ (yıl)} = 6851.033 \text{ (Ton) dur.}$$

Bu kadar miktar suyu RF120-iMP-3Y (*) motopompunun çekmesi için;

$$6851.033 \text{ (Ton)} / 64.8 \text{ (Ton/h)} = 105.73 \text{ h çalışması gerekir.}$$

Bu sürede harcayacağı yakıt miktarı;

$$0.2625 \text{ (lt/h*HP)} * 12 \text{ (HP)} * 105.73 \text{ (h)} = 333.0495 \text{ (lt) dir.}$$

Dizel yakıtın Ocak-89 fiyatı 483 (TL/lt) dir. Belirtilen miktardaki yakıtın Ocak-89 daki tutarı;

$$333.0495 \text{ (lt)} * 483 \text{ (TL/lt)} = 160862.9085 \text{ TL dir. (} \sim 160 \text{ 863 TL)}$$

Bu ön işlemlerden sonra maliyet karşılaştırması tablosu hazırlanır. Tablo:31.

(*) Hesaplarda kullanılan veriler Ruggerini dizel motor ve motopomplarını pazarlayan, iMPO Pazarlama Organizasyonu Ticaret A.Ş.nin, fiyatlar ise 16.8.1988 tarih ve 88/06 nolu listesinden alınmıştır.

	Geleneksel yakıtlı motor-pompa ünitesi	Güneş enerjili sulama sistemi (*)
Sistemin ömrü (yıl)	10	20
Sabit maliyetler (TL)	1.730.750 (motor) 250.000 (bağlantılar) 535.900 (marş farkı) 100.000 (akü)	7.122.500 (7 modül) 100.000 (bağlantılar) 3.700.000 (invertör, şalter, motor-pompa)
Sabit maliyetler toplamı (TL)	2.616.650	10.922.500
Değişken maliyetler (TL)	160.863 (10 yıllık yakıt) 50.000 (ulaştırma) 1.000.000 (10 yıllık bakım)	100.000 (20 yıllık bakım)
Değişken maliyetler toplamı (TL)	1.210.863 (10 yıllık)	
Toplam değişken ve sabit maliyetler (TL)	3.827.513 (10 yıllık)	11.022.500 (20 yıllık)
Hurda değeri (TL)	100.000	20.000
Net maliyet (TL)	3.727.513 (10 yıllık) 7.455.026 (20 yıllık)	11.022.500 (20 yıllık)
20 yılda çekilen su	13.702 (Ton)	13.702 (Ton)
Ton başına net maliyet (TL)	544 (TL/Ton)	804 (TL/Ton)

Tablo:31 Geleneksel yakıtlı motor-pompa ünitesiyle, Güneş enerjili sulama sisteminin maliyet karşılaştırması.

(*)Güneş enerjili sulama sistemi elemanlarının fiyatları ARCO-SOLAR Firmasının Türkiye Distribütöründe alınmıştır.

Tablo:31 7 modüllü panelin çektiği yıllık su miktarına göre, (8.5 m.statik su seviyesi olan ve izmir'in meteorolojik şartlarını sağlayan yerler için) hazırlanmıştır. Hazırladığımız şimdiki değer maliyet analizine göre,güneş enerjili sulama sistemi geleneksel yakıtlı motor pompa sistemin-den 20 yıllık periyot için ve paranın Ocak 89 satın alma gücüne göre,ton başına 260 (TL/Ton) ve toplam olarak 3.567.474 TL.daha pahalıdır.

Yalnız şu unutulmamalıdır ki,güneş enerjili sulama sistemi enerjisini Güneş'ten aldığı için,geleneksel sistemde kullanılan yakıt gibi,dışa bağımlı değildir.Bu çok önemlidir.Bir sulama döneminde yakıtın temininin zamanında veya hiç olmamasından dolayı,sulamanın yapılamaması veya geç yapılmasından doğacak zararlar,yukarıda belirtilen farkın şüphesiz çok üzerinde olur. İkinci önemli bir nokta,güneş enerjili sistemde DC.motor-pompa ünitesi kullanılırsa pahalı olan invertör devreden çıkarılabilir ve sistem maliyeti azaltılabilir.

Baz aldığımız E.Ü.Z.F. Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliğinde ürün sulamasının D.S.i. tarafından sağlanan sulama suyu ile gerçekleştirdiğini ve dekar başına her ürün için birim fiyatlar tesbit edildiğini (senelik) belirtmiştik.Ocak-89 da pamuk,mısır,ve bağ için ücretler(*) şöyledir;

Pamuk:	5320	(TL/Dekar)
Mısır:	2520	"
Bağ :	3420	"

1 Dekar pamuk,mısır ve bağa yılda yaklaşık 290+464+624=1378 Ton (toplam 3 dekar için) sulama suyu harcandığını düşünürsek sulama suyunun ton başına ücreti yaklaşık olarak;

11260 (TL) / 1.378 (Ton) = 8.1 (TL/Ton) olur.

Burada şunu karıştırmamak gerekir:Yukarıdaki değer üreticinin sulama suyu için verdiği paradır,sulama suyunun maliyeti değildir.Aslında akarsuların üzerindeki prizler,irili ufaklı kilometrelerce uzunluktaki sulama kanallarıyla sağlanan bu uygulama,ilk yatırım masrafları,kanal bakım ve onarım masrafları,pompa istasyonlarının kuruluş,bakım,onarım ve işletme masrafları düşünüldüğünde belirtilen değer çok üstünde olduğu söylenebilir.[2]

(*) Birim fiyatlar D.S.t.izmir Bölge Müdürlüğünden alınmıştır.

ÖZET

Bu araştırma izmir koşullarında, güneş enerjili sulama sistemiyle ürün sulanabilirliğinin tesbiti için yapılmıştır. Ürün yetiştirme yeri olarak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği esas alınmış ve Ege Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen pamuk, mısır ve bağ incelenmiştir. Pamuk, mısır ve bağ'ın yetiştirildikleri çiftlik topraklarının cinsleri, özellikleri dikkate alınarak, seçilen ürünler için bir mahsul dönemine ait sulama zamanları ve su ihtiyaçları tesbit edilmiştir.

Sulama zamanları; Tarla kapasitesi-Solma noktası yani topraktaki faydalı rutubetin % 50'i tükendiğinde topraktaki su miktarı tekrar tarla kapasitesine (% 100) getirilme prensibine göre tesbit edilmiştir.

Güneş Enerjisi Enstitüsü Binasında kurduğumuz deney setinde suyu 8.5 m. yükseğe çekecek şekilde bir düzenek kuruldu, 8.5 m. yüksekte içi serbest atmosfer basıncında bulunan kaba (Bu özellik kabın üzerindeki bir delik ile sağlandı.) boşalan su tekrar motor-pompa ünitesinin bulunduğu kaba yerçekimi kuvvetinin etkisiyle geri gönderildi, böylece yarı kapalılık özelliği gösteren sistemdeki deney testlerinde gerçekçilik sağlanmış oldu. 371 Wp'lik paneli, D.C.-A.C. invertör ve motor-pompa ünitesinden ibaret olan setimizde, deneylerimizi 3 grupta gerçekleştirdik.

1-Anlık (kısa süreli) deneyler:

Bu grupta panele gelen toplam ışınım, panel çıkış akımı ve gerilimi, çekilen su miktarı (Debi) ve hava sıcaklıkları ölçüldü. Panele gelen toplam güneş ışınımı-Panel çıkış akımı, Panele gelen toplam güneş ışınımı-Debi ve Panel çıkış akımı-Debi, arasındaki ilişkiler ve regresyon denklemleri bulunup grafikler üzerinde gösterildi. Üç grafikte de parametrelerin birbirlerine pozitif doğrusal ilişki sağladığı tesbit edildi.

2-Saatlik deneyler:

Bu gruba giren deneylerde 11-12, 12-13, 13-14 saat aralıklarında, panele gelen toplam ışınım, sistemin çektiği su miktarı hava sıcaklığı ve saat 14'deki rüzgar hızları (Bornova Meteoroloji istasyonundan alındı.) ölçüldü ve parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiler tesbit edildi. Buna göre panele gelen ışınımın artmasıyla, çekilen su miktarının artması ve hava sıcaklığının artmasının çekilen su miktarına olumsuz, rüzgar hızının artmasının da olumlu etkileri tesbit edildi.

3-Günlük deneyler:

Bu gruptaki deneylerimizde,günlük toplam ışınım,günlük çekilen su iktarı,ortalama hava sıcaklığı ve ortalama rüzgar hızı ölçüldü ve aralarındaki ilişkiler incelendi,saatlik deneylerin sonuçlarını burada da gözledik ve günlük panele gelen toplam güneş ışınımı ile günlük çekilen su miktarı arasında regresyon denklemini çıkardık.

Çalışmalarımızın diğer aşamalarında;Yıl içindeki günlere göre izmir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünün 6 yıllık verilerinden güneş ışınımı ortalamalarını tesbit ettik,bu günlük ortalama değerleri panelimizin eğim açısı olan 38,4667 dereceye ve toplam panel alanına irca ettik.Bulduğumuz değerleri,Panele gelen günlük toplam ışınım-Günlük çekilen su regresyon denkleminde kullanarak bir yıl içinde gün-gün 7 modüllü panelimizle çekebileceğimiz su miktarlarını tesbit ettik. Ortalama günlük toplam ışınımdan bulduğumuz çekilen su miktarının yıllık toplamı 685 ton dur.

Aylık yağış-buharlaşıma miktarları da gözönüne alındığında belirtilen miktarın 1 dekar pamuk ve mısır ürünü için yeterli, 1 dekar bağ için yetersiz olduğunu gördük.7 Modüllü panelimize bir modül ilave edersek,8 modül ile günde ne kadar su çekebileceğimizi yine regresyon denkleminde ve günlük ortalama ışınım değerlerinden faydalanarak tesbit ettik.Bu durumda yıllık çekilen su miktarı 1081 ton bulundu,bu miktar da sulama mevsimi sonunda 1 dekar bağ için 34 ton olan su açığını 358 ton su fazlasına dönüştürdü.

Her ürün için ayrı ayrı havuz hacmi (havuz tabanını 10*10 m² olarak) hesaplarını şöyle hazırladık:

Son sulama tarihi ile ilk sulama tarihi arasındaki çekilen su miktarına yağış-buharlaşımanın cebirsel toplamlarını ilave ederek bulduğumuz sulama döneminin başlangıcındaki toplam su miktarına,sulama dönemindeki gün-gün çekilen su miktarlarının ilavesi ve sulama tarihlerindeki 1 dekara verilen su miktarının çıkarılması ve sulama dönemindeki ayların ilk günlerinde, o aya ait yağış-buharlaşıma farkının cebirsel toplamlarını katarak sulama döneminde her gün için hazır su miktarını tesbit ettik ve tablosunu hazırladık.tablodaki max. su miktarı değerine % 20 emniyet payını da ilave ederek,bir yıl boyunca havuzda bulunabilecek max. su miktarını çıkarmış olduk.Havuz taban alanını 10*10 m² aldığımızdan,iki degerin birbirine bölümünden havuz yüksekliğini bulduk.

Hesaplara göre:

	Havuz	
	Taban alanı (m ²)	Yüksekliği (m)
1 Dekar Pamuk için	10*10	6.0
1 Dekar I.Ürün Mısır için	10*10	5.1
1 Dekar II. Ürün Mısır için	10*10	3.4
1 Dekar Bağ için (8 modüle göre)	10*10	5.5

değerlerini tesbit ettik.

Yaygın olarak kullanılan yakıtla çalışan motor-pompa sistemi ile güneş enerjili sulama sisteminin karşılaştırması yapıldı. Şimdiki değer maliyet analizine göre, güneş enerjili sistemin ömrü olan 20 yıl üzerinden yapılan işlemlerde, yakıtla çalışan motor-pompa sisteminin de 20 yıl içindeki sabit maliyetler ve değişken maliyetleri ile iki sistemin hurda değerleri dikkate alınarak yapılan hesaplarda güneş enerjili sulama sisteminin 20 yıllık periyotta 3.567.474 TL. daha pahalıya malolduğu görülmüştür. Yurdumuzda güneş ışınımının fazla olduğu güney kırsımlarında özellikle de sulama mevsiminin güneş ışınımının yoğun olduğu yaz aylarına isabet ettiği düşünüldüğünde, isteğe uygun dikkatli bir dizaynla aradaki fark azaltılabilir. Halen kullanılmakta olan sulama sistemlerine alternatif olarak düşünülen Güneş Enerjili Sulama Sistemleri; bitki cinsi, arazinin yeri ve alanına göre uygulanabilirliğe sahiptir. Ekonomik bakımdan dezavantajlı olduğu halde, istenen yerde ve gücde elektrik üretmesi, gürültüsüz çalışması, uzun ömürlü bir sistem olması bakımından tercih edilebilirler.

SUMMARY

This study was made to investigate the reliability of solar irrigation in Izmir conditions. The specialities of the Ege University Agricultural Faculty Menemen Research Application and Production Farm was used as data and necessary water quantities for cotton, corn and grape productions which are grown widely in Ege district were investigated. For these products, necessary irrigation times and quantities are defined for one production period by using soil characteristics and climatologic factors.

The irrigation times were fixed by the principle of the rising back the useful underground humidity range from 50 % to 100 %. In the Solar Energy Institute, a pumping system which can pump the water from 8.5 meters deep was established. The water at top was poured down in a barrel which had active atmospheric pressure in it (This condition was realized by a hole on the barrel) and got back to the pumping unit by gravitational forces. Thus, the semi-closed system became a real system.

The experiments were made in 3 groups for this system: (The system consists of a pump driven by an A.C. motor which was supplied the power by D.C.-A.C. inverter, main switch and photovoltaic panel which was formed by 7 moduls each 53 Wp)

1-Instantaneous experiments:

In this group, the solar energy which comes on the PV panel, output currents and voltages of the pv panel, weather temperatures and water quantity supplied by solar submersible pumping system are measured.

The relationships between total solar energy on the PV panel-output currents of the PV panel and total solar energy-pumped water rates, output currents of the PV panel water rates were investigated and shown a positive-linear relations between all.

2-Hourly experiments:

In this group experiments, between 11-12, 12-13, 13-14 hours the total solar energy which comes on the PV panel, the supplied water of the solar system and average weather temperature were measured in the same times.

Wind-speed was taken from Bornova Meteorology Station for 2 pm.

Increase of the water quantity with total solar radiation and wind-speed rising, decrease of the water quantity with the weather temperature rising were observed.

3-Daily experiments:

In this group experiments, daily total solar radiation, daily water output given by the solar submersible pumping system, daily average temperature and daily average wind-speed were measured. The relations between each ones were established, outputs gave same results like hourly experiments.

Then, daily mean solar radiations were calculated from 6 years data of Izmir Meteorology Directorate. This average results were reduced from 0 degree slope to 38.46 degree and total panel area. These calculated results were replaced in the regression formula and daily water outputs given by the solar submersible pumping system were found.

The water quantity was 685 tons/year. This water quantity was enough together monthly precipitation and evaporation for cotton and corn productions in one thousand square meters, but it is not enough for the grape production in the same area. If panel had 8 moduls, the solar irrigation system would be able to pump 1081 tons/year. This water quantity is amply enough for grape production in same area. An additional modul increased the water quantity 396 tons/year totally.

The volumes of the water storage in connection with the solar pumping system were calculated for cotton, corn and grape productions.

For one year, pumped water from last irrigation day to the first one and precipitation and evaporation are added as algebraic. In the irrigation period, daily pumped water quantity was added to the algebraic addition calculated above. In the irrigation days, irrigation water quantities were subtracted from stored water and in the first days of every irrigation months, precipitation and evaporation which belong to the related months were added as algebraic to the stored water in the same days. (Deep area of the storage volume was accepted as $10 \times 10 \text{ m}^2$.)

Annual maximum water quantities were multiplied by 1.20 safety factor. By being divided of this results by 100 m^2 , the heights of the storage volume were found.

According to these calculations;

Product	water storage	
	square	height
1000 m^2 Cotton	100 m^2	6.0
'' I st Product, Corn	''	5.1
'' II nd Product, Corn	''	3.4
'' Grape	''	5.5

The values above were found.

Widely using motor-pump system was compared with that solar energy irrigation system. By using present value-cost analysis, in the solar energy irrigation system life period of 20 years, that system was found 3,567,474 TL. more expensive than the conventional one.

In Turkey, especially southern districts by spending attention to the design, this cost difference become less.

This solar irrigation system that had been developed as an alternative to the conventional irrigation systems was applicable easily although it had some economic disadvantages. But it is preferable because of producing energy where and how much is needed, working noiseless, having a long-life and not emitting pollutants.



LİTERATÜR LİSTESİ

- [1] Akgül, M., Chermanne, J., Michel/A., Preliminary Survey of Solar Energy Potential in Turkey, Bruxelles, 1981.
- [2] Alagöz, H. Kültürteknik Sulama-I, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:484, Bornova, 1984.
- [3] Appelbaum, J., Performance Analysis of D.C. Motor-Photovoltaic Converter System-II, Solar Energy Vol.27, No.5. pp.421-431, 1981.
- [4] Atagündüz, G. Güneş Enerjisi Temelleri Ders Notları, Güneş Enerjisi Enstitüsü, izmir, 1984.
- [5] Behadorit, M.N., Solar Water Pumping, Solar Energy Vol.21. pp.307-316, 1978.
- [6] Braunstein, A., Kornfeld, A., Analysis of Solar Powered Elektrik Water Pumps, Solar Energy Vol.27.No.3. pp.235-240, 1981?
- [7] Brophy, J.J., A.Ü.F.F. Fizik Bölümü, 1980. (Çeviri).
- [8] Çolak, M., Fotovoltaik Piller Ders Notları, E.Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü, izmir, 1985.
- [9] E.İ.E. İdaresi Bülteni, Sayı. 141, 1989.
- [10] E.İ.E. İdaresi Genel Müdürlüğü, Yayın No.83-29, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli ve zamansal-alansal dağılımı, Ankara 1983
- [11] Göktaş, M.A. Türk Ekonomisinde Alternatif Enerji Kaynakları ve Güneş Enerjisinden yararlanma, E.Ü. İktisadi ve Ticari Bilimler Fakültesi yayınları, izmir, 1978.
- [12] Herrmann, B., Karl, H., Knopf, E., Lehner, G., Realistik indoor testing of photovoltaic Water Pumping Systems, Solar Energy Vol.38, No.4, pp.275-279, U.S.A., 1987.
- [13] Hsiao, Y.R., Direct Coupling of Photovoltaic Power Source to Water Pumping System, Solar Energy. Vol.32.No.4. pp.489-498, 1984
- [14] Karmeli, D., Atkinson, J.F., Todes, M., Economic Feasibility of Solar Pumping, Solar Energy Vol.27.No.3. pp.251-260, 1981?
- [15] Kılıç, A. Öztürk, A., Güneş Enerjisi, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul, 1983.
- [16] Lavagnini, A., Solar Energy Features and Availability, small scale Power Generation, Edited by O.A. Barra, Sogesta S.p.A. 1985
- [17] Malhotra, K.S., Kaur, M., Selection of Appropriate Solar Pump for Agricultural Applications, India, 1989?
- [18] Ömay, E. Gediz Havzası "Manisa-Salihli-Menemen-Ovaları" Zirai Sulama Rehberi, 1965.
- [19] Oral, M., Güneş Pilleri, izmir, 1979.
- [20] Özkara, M., Orta ve Yukarı Menderes Havzası Sulama Rehberi, Menemen, 1987.
- [21] Pulfrey, D.L., Ward, P.R.B., Dunford, W.g., A Photovoltaic-Powered System for Medium Head Pumping, Canada, 1986.
- [22] Püskülcü, H., İkiz, F., İstatistiğe Giriş, E.Ü.M.F. Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü, izmir, 1986.
- [23] Reif, F., İstatistik Fizik, A.Ü.F.F. Fizik Bölümü, 1973. (Çeviri).
- [24] Roger, J.A., Theory of The Direct Coupling Between D.C. Motors and Photovoltaic Solar Arrays, Solar Energy Vol.23. pp.193-198 1978.

- [25] Sharma, M.P., Singh, G., A Low Lift Solar Water Pump, Solar Energy Vol.25.pp.273-278, 1980.
- [26] Sudhakari, K., Krishna, M.M., Rao, D.P., Analysis and Simulation of A Solar Water Pump for Lift Irrigation, Solar Energy Vol.24.pp.71-82, 1980.
- [27] Şener, S., Menemen ve Sındırgı Koşullarında Patatesin Azot-Su ilişkileri ve Su Tüketimi, Menemen, 1983.
- [28] Şener, S., Menemen Koşullarında Tansiyometrelerin ve Alçı Bloklarının Pamuk ve Bağıın Sulama Zamanlarının Saptanmasında Kullanılması, Menemen, 1985.
- [29] Taşdemiroğlu, E., Sever, R., Monthly and Yearly Average Maps of Total and Direct Solar Radiation in Turkey, Solar Energy Vol.37, No.3.pp.205-213. 1986.
- [30] Toprak-Su Genel Müdürlüğü Yayınları, No.236, Menemen Ovası Temel Toprak Etüdü, 1971.
- [31] Ul, M.A., Bornova Ovası Koşullarında Yetiştirilen Şeftalinin Su Tüketimi, Net Sulama Suyu Gereksinimi ve Sulama Programının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, E.Ü.Z.F.Kültürteknik Bölümü, İzmir, 1985.
- [32] Wichmann, E.h., Quantum Physics, Berkeley Physics Course-Vol.4 U.S.A., 1967.

YEREL SUYUN UYGULAMA ÇİFTLİĞİ TOPRAKLARI ANALİZ SONUÇLARI

Laboratuvar No : 859
 Örneği gönderen : E.Ü.Ziraat Fakültesi Dekanlığı
 Örneğin alındığı yer : Yenice
 Örneğin geldiği tarih : 27.3.1987

Örnek No	pH	% _{Ca}	% _{Mg}	% _K	Bünye	CaCO ₃ (%)	Top.Tuz (%)	Total-N (%)	Top. P (ppm)	Total-K (ppm)
1/19	7,20	35,24	50,64	14,12	Milli-Tin	6,57	0,062	0,095	4,5	394
2/16	7,10	41,24	45,64	13,12	Tin	6,93	0,051	0,092	4,5	238
3/15	7,30	39,24	43,64	11,12	Tin	6,48	0,036	0,064	1,6	288
4/45	7,15	37,24	33,64	9,12	Kumlu-Tin	5,33	0,033	0,070	8,2	238
5/39	7,15	39,24	49,64	11,12	Tin	6,32	0,040	0,067	11,6	238
6/38	7,10	31,24	49,64	19,12	Tin	7,59	0,063	0,073	4,0	263
7/27	7,00	41,24	45,64	13,12	Tin	5,78	0,040	0,073	1,4	175
8/34	7,15	45,24	45,64	9,12	Tin	5,62	0,039	0,056	3,9	250
9/36	7,25	41,24	43,64	15,12	Tin	6,14	0,045	0,087	6,0	300
10/37	7,20	38,24	44,64	17,12	Tin	5,81	0,048	0,104	5,0	394
11/30	7,30	31,24	49,64	19,12	Tin	6,68	0,064	0,106	0,6	250
12/55	7,40	25,24	51,64	23,12	Milli-Tin	7,63	0,081	0,090	6,0	563

Analizi Yapanlar
 Prof.Dr.İsmail KOVANCİ

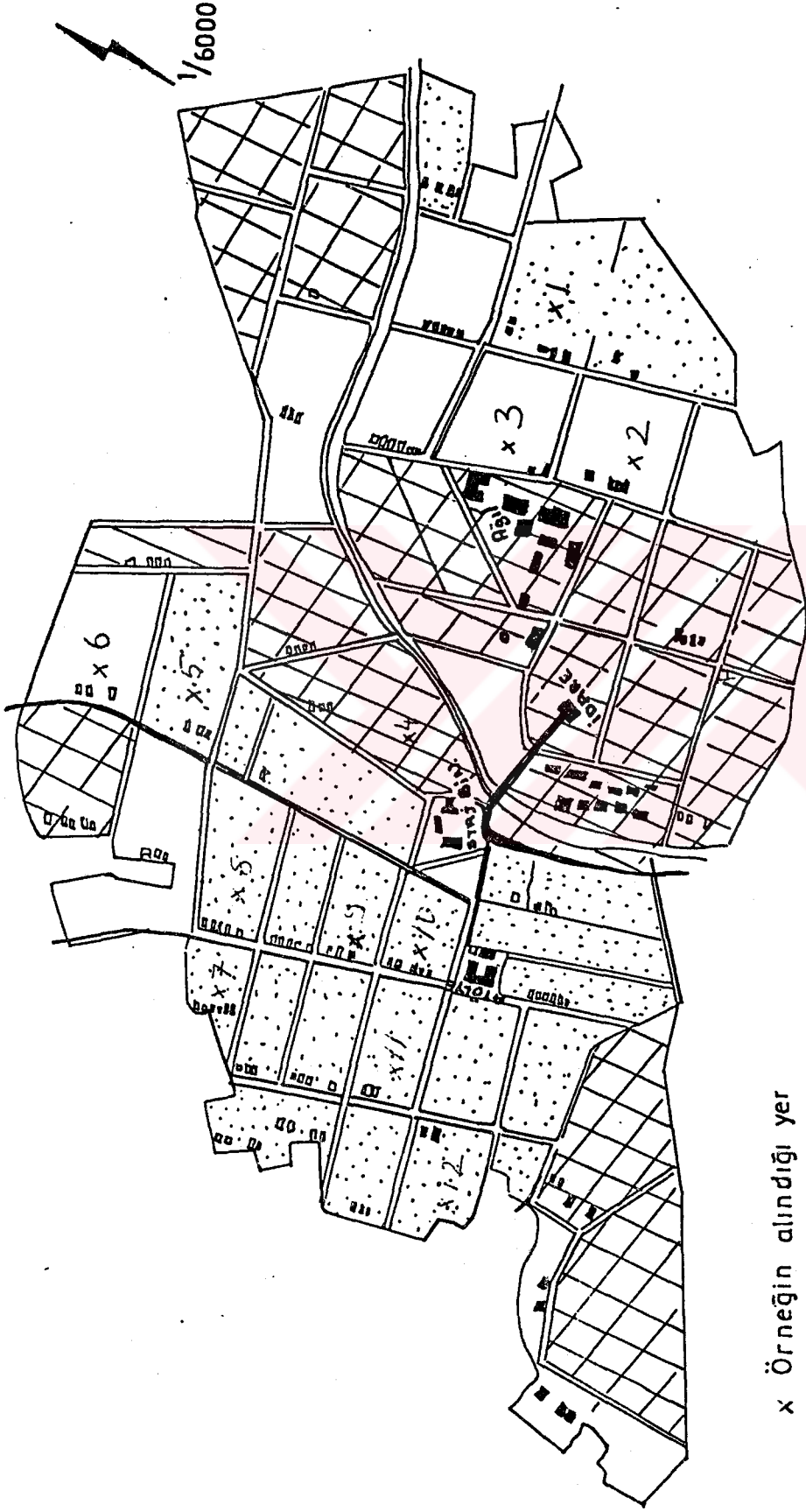
Handwritten signature

Doç.Dr. Hüseyin BAKERLELER




Handwritten signature

Araş.Görev.Dr.Huriye UYSAL

Handwritten signature



x Örneğin alındığı yer

-  I. Sınıf araziler
-  II. Sınıf araziler
-  III. Sınıf araziler

EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
 MENEMEN UYGULAMA ÇİFTLİĞİ SINIRLARI VE ARAZI
 KULLANMA KABİLİYET SINIFLARI

Fakültemiz Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliğinde Yazlık Ekim Yapılacak Parsellerde Yetiştirelecek Bitkiler İle Kışlık Hububatın Optimum Sulama Programına İlişkin

R A P O R

1) Fakültemiz Menemen Uygulama ve Üretim Çiftliğine gidilerek, çiftlik elemanlarıyla bu yıl birlikte yetiştirilmekte olan ve yetiştirecek bitkilerin neler olduğu ve parsellere göre dağılımı saptanmış, daha sonra ise parseller gözlemlenerek toprak bünyeleri belirlenmiştir.

Yapılan incelemelere göre, yetiştirilen bitki çeşitleri ile bunların parsellere göre dağılımı ve toprak bünyeleri şöyledir.

Buğday : Orta bünyeli toprakları içeren 14, 15, 16, 18, 27, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40 A, 42 A, 54, 57, 60 nolu parsellerde yetiştirilmektedir.

Yonca : Orta bünyeli toprakları içeren 26, 28, 29, 35, 55 ve 58 nolu parsellerde yetiştirilmektedir.

Mısır : Orta bünyeli toprakları içeren 19 nolu parsel ile orta kaba bünyeli toprakları içeren 45 nolu parselde yetiştirilmektedir.

Yerfıstığı : Orta kaba bünyeli toprakları içeren 45 nolu parselde yetiştirilmektedir (Aynı parselde yerfıstığı yerine mısır yetiştirilebileceği de belirtilmiştir).

Bağ : Orta bünyeli toprakları içeren 17 nolu parselde yetiştirilmektedir.

Narenciye ve Sert Çakırdakli Meyveler : Orta bünyeli toprakları içeren 20 A ve 20 B nolu parsellerde yetiştirilmektedir.

Parsellere göre, yetiştirilmekte olan ve yetiştirilecek tüm bitkilerin dağılımı ekteki haritada gösterilmiştir.

2) Yetiştirilen bitkiler için uygun bir sulama programının hazırlanması konusunda bilinmesi gereken bitki su tüketim değerleri, söz konusu bitkiler üzerinde bölgede yapılmış araştırma sonuçlarından alınmış ve Çizelge 1'de verilmiştir. Sulama programı, bitkilerin, söz konusu çizelgede görülen gelişme dönemleri esas alınarak belirlenmiştir.

3) Sulama yönünden bilinmesi gereken ve bitki çeşidi ile toprak bünyesine göre değişiklik gösteren " Etkili Kök Derinlikleri " ve " Etkili Kök Bölgesi Toprağının Kullanılabilir Rutubet Kapasitesi " değerleri çizelge 2 'de verilmiştir. Söz konusu değerlerin saptanmasında Menemen Ovası için Toprakları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan toprak haritasından Fakültemiz Toprak Bölümü ve Menemen Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünce yapılan araştırma sonuçlarından yararlanılmıştır.

Sık aralıklarla yapılacak sulamaların ekonomik olmayacağı düşünülerek, tüm bitkilerde sulamaya, kullanılabilir rutubet kapasitesinin % 75 ' i tüketildiğinde başlanması uygun görülmüştür. Bu esasa göre, bitkilerin " Net Sulama Suyu Gereksinimi " ile " Bir Sulamada Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Gereksinimi " değerleri ve sulama mevsimi içinde yapılacak sulamaların sayısı ile her bitki için en uygun olan sulama yöntemi çizelge 3 ' de verilmiştir.

4) Yarıya yetiştiği bitkiler dışında, tüm bitkilerde ilk sulamanın Mayıs ayının son haftası içinde, yarıya yetiştiğinde ise Haziran ayı başında yapılması gerekmektedir.

Bitkilerin ilk sulama tarihleri Menemen Ovasının Hidrolojik Blançosu ile bitkilerin gelişme dönemleri başlangıcından itibaren düşen yağış miktarları ve su tüketimleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ancak yağışların önceki yıllar ortalamasına göre daha az veya çok olması durumunda, bu tarihler daha ileri veya geri alınabilir (Yıllara göre yağış ortalaması Nisan ayında 50 mm. Mayıs ayında 40 mm. daha ileriki aylarda ise yok denecek kadar azdır). Bundan sonra yapılacak sulamaların tarihleri ise bitkilerin çizelge 1'de verilen aylara göre günlük ortalama su tüketim değerleri ile çizelge 3'de verilen net sulama suyu gereksinimleri dikkate alınarak basitçe hesaplanabilir.

5) Verim ve kalite yönünden Yonca, Narenciye, Baş ve Sert Çekirdekli Meyvelerde bitki gelişme süresi boyunca normal sulama yapılmalıdır. Ancak, kurutmalık üzüm çeşitlerinde danelerde şeker birikimini arttırmak için sulamanın hesattan 1-1,5 ay kadar önce kesilmesi gerekmektedir.

Mısır bitkisinde çiçeklenme aşaması ile dane oluşumunun ilk zamanlarda, yarıya yetiştiği bitkisinde ise çiçeklenme ve meyve oluşumu aşamalarında olmak üzere 2 şer kez sulama yapılması yeterlidir.

6) Bu yıl Nisan ve Mayıs aylarında düşecek yağış miktarlarının önceki yılların ortalamasıyla benzerlik göstermesi durumunda, kılgık tarıl ekili parsellerde buğday için " başak çıkarma " ve " süt olma " aşamalarında olmak üzere 2 kez, arpa içinse yalnız " başaklenme " aşamasında olmak üzere bir kez sulama yapılması ve her sulamada 100 mm su uygulanması yeterlidir.

7) İkinci ürün olarak düşünülen mısır bitkisinin yetiştirileceği parsellerde ekim zamanı, çiçeklenme ve dane oluşumunun ilk zamanlarında olmak üzere 3 kez sulama yapılması ve her sulamada 125 mm su uygulanması yeterlidir.

8) Sulama programının uygulanmasında ortaya çıkabilecek çeşitli sorunların çözümlenebilmesi için gerektiği yer ve zamanda yardımcı olunacağı hususu çiftlik elemanlarına bildirilmiştir.

9) Fakültemizin Menemen Araştırma ve Üretim Çiftliğinde uygun bir ürün seçimine göre hazırlanacak sulama programının ortaya konmasında parsel topraklarının sulama yönünden ayrıntılı bir biçimde araştırılması gerekmektedir. Özellikle toprak rutubet karakteristik eğrilerinin çıkarılmasında gerekli olan pF aleti Bölümümüzde mevcut olmayıp, aslında uzun zamandan beri satın alınması hususunda yazı yazılmasına rağmen bugüne kadar alınmamıştır. Söz konusu aletin Bölümümüze sağlanması durumunda konuyla ilgili yapılacak araştırmalar sonucu daha ayrıntılı bir sulama programı ortaya konulabilecektir.

Çizelge 1. Yetiştirilen Bitkilerin Gelişme Dönemleri İçinde Aylara Göre Günlük Ortalama Su Tüketimleri (mm/gün)

Aylar	Yonca	Yer fıstığı	Mısır		Bağ	Narenciye	Sert Çekirdekli meyveler
			1.Ürün	2.Ürün			
Nisan	2.3	0.7	0.9	-	2.0	2.1	yl.8
Mayıs	4.0	2.3	3.8	H	3.3	3.4	3.1
Haziran	6.1	3.9	5.8	1.1	4.6	5.1	5.0
Temmuz	6.7	6.0	6.4	3.9	5.5	5.6	5.6
Ağustos	5.9	5.4	2.5	4.3	6.0	4.9	5.0
Eylül	3.6	3.5	-	3.8	2.0	3.4	2.3
Ekim	2.0	1.1	-	1.3	1.3	2.2	0.9

Çizelge 2 : Sulama Yönünden Önemli Olan Bitki ve Toprak Özellikleri

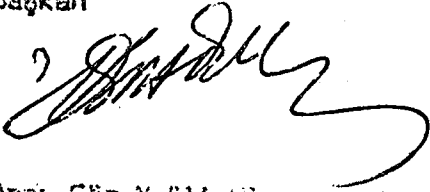
Bitki	Etkili kök derinliği (cm)	Etkili kök bölgesi toprağının kullanılabilir rutubet kapasitesi (mm)
Yonca	120	156
yer fıstığı	60	60
Mısır		
(orta bünye)	90	117
(orta kaba bünye)	120	120
Bağ	120	156
Narenciye	90	117
Sert çekirdekli meyveler	90	117

Çizelge 3 : Bitki Çeşitlerine Göre Sulamada Dikkate Alınacak Hususlar

Bitki	Net sulama suyu gereksinimi (mm)	Her aulamada* verilecek su derinliği (mm)	Sulama sayısı	Sulama Yöntemi
Yonca	117	167	12-24	Uzun tava
Yerfıstığı	45	65	9-11	Karık
Mısır				
(orta bünye)	68	167	4-5	Karık
(orta kaba bünye)	90	130	4-5	Karık
Beğ	117	167	3-4	Karık
Naranciya	88	125	6-7	Karık veya göl- lendirme
Sert çekirdekli meyveler	88	125	4-5	Karık veya göl- lendirme

Komisyon Üyeleri

Doç.Dr.Sait YAŞAR
Başkan



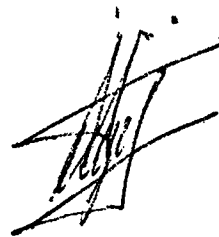
Yrd.Doç.Dr.Süer ANAÇ
Üye



Araş.Gör.M.Alli UL
Üye



Araş.Gör.İ.Hakkı TEZEL
Üye



Y. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi