



**GÜNEŞ HAVUZLARININ SICAKLIK
DAĞILIMLARINI ÖLÇME SİSTEMLERİNİN
OPTİMİZASYONU VE
BİR YOĞUNLUK ÖLÇER TASARIMI**

Orhan ARMAĞAN
Yüksek Lisans Tezi
FİZİK ANABİLİM DALI
ISPARTA, 2003

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEŞ HAVUZLARININ SICAKLIK
DAĞILIMLARINI ÖLÇME SİSTEMLERİNİN
OPTİMİZASYONU VE
BİR YOĞUNLUK ÖLÇER TASARIMI

135841

ORHAN ARMAĞAN

DANIŞMAN : NURİ ÖZEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI
ISPARTA, 2003

135841

Fen Bilimleri Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından FİZİK ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak kabul edilmiştir.

Başkan : ..Prof..Dr....Mustafa...MERDAN *M. Merdan*

Üye : ..Prof..Dr....Ali...KÖKÇE *AKS*

Üye : ..Doç..Dr....Nuci...ÖZEK *W.Ozel*

ONAY

Bu tez 29/01/2003 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

3.1./01/2003

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. GÜNEŞ HAVUZLARI	4
2.1. Güneş Havuzlarının Tanıtımı	4
2.1.1. Üst Konveksiyonlu Bölge	5
2.1.2. Ara Üst Konveksiyonsuz Bölge	6
2.1.3. Alt Konveksiyonlu Bölge	6
2.2. Etkin Bir Güneş Havuzu Yapabilmek İçin Uyulması Gerekli Kurallar	6
3. GÜNEŞ HAVUZU SICAKLIK ÖLÇME SİSTEMİ	11
3.1. Sıcaklık Sensörü ve Filtre Devresi	11
3.2. Analog Dijital Dönüştürücü Kart	13
3.3. Sıcaklık Ölçümlerinin Yapılması	17
4. TUZLULUK ÖLÇER CİHAZI	25
4.1. Tuzluluk Ölçer Cihazının Tanımı	25
4.1.1. Tuzluluğun Tanımı	25
4.1.2. Elektrolitik Öz İletkenlik ile Tuzluluk, Öz direnç ve Sıcaklık Arasındaki İlişki	25
4.1.3. Tuzluluk Ölçer Cihazının Ölçü Sahasının Tayini	27
4.2. Devre tasarımı	29
4.2.1. Çift Yönlü Akım Kaynağının Giriş Geriliminin Oluşturulması	30
4.2.2. Çift Yönlü Akım Kaynağı	32
4.2.3. Direnç Hücresi	34
4.2.4. Tam Dalga Doğrultucu Devresi	34
4.2.5. İşlemsel Kuvvetlendiricilerin Seçimi	36
4.2.6. Besleme Kaynağı	36
4.3. Hücre Sabitesinin Belirlenmesi	37

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	42
6. KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	45
EKLER	46



ÖZET

Güneş Havuzlarında kullanılan sıcaklık ölçme sistemi ve yoğunluk ölçme sistemi, güneş havuzunun ısı performansının iyi bir şekilde saptanabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada önce güneş havuzları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Daha sonra sıcaklık ölçme sistemi incelenmiş ve bu sistemin iyi bir ölçüm yapabilmesi için dört farklı sıcaklık sensörü kullanılmış, çeşitli sıcaklıklarda ölçümler alınmış ve hangi sensörün, sistem için daha uygun olduğuna ilişkin sıcaklık ölçme sisteminin optimizasyonu yapılmıştır. Son olarak da ölçümleri önem arz eden tuzlu su yoğunluğunu ölçme sistemi tasarımı ele alınmıştır. Sistemin oluşturulmasında, tuzlu suyun iletkenliği ile tuz yoğunluğu arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Sistemde bir takım elektrik devreleri, bilgisayar ve bilgisayar programı yer almaktadır. Çalışmamızda yoğunluk ölçer cihazı tasarımı incelendikten sonra belirli değerler için örnek ölçüm değerleri verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Güneş Havuzu, Sıcaklık Ölçme Sistemi, Yoğunluk Ölçer.

ABSTRACT

The Temperature and Salty Water Density Measurement Systems that are used in Solar Ponds are very important for establishing thermal performance of the Solar Pond well. In this study, firstly, general knowledge on Solar Ponds was given. And then, the temperature measurement system was examined, and four different temperature sensors were used to do an efficient measurement. Then measurements at different temperatures were taken and the optimization of the temperature measurement system was done to determine which sensor is suitable for the system. At last the salty water density measurement system design was examined. In forming the system, the relationship between the conductivity of salty water and salty density was used. In the system, there are some electric circuits, a computer and a computer programme. In our study density measurement device design was examined and then the samples of the measurements were given.

KEY WORDS: Solar Pond, Temperature Measurement System, Salty Water Density Meter.

TEŞEKKÜR

Güneş enerjisi gibi aktüel bir konuda araştırma ve deneyler yapmama imkan sağlayan, bana çalışma azmi veren ve her konuda desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Nuri Özek'e minnettarım.

Çalışmalarım sırasında elektronik devreler konusunda pratik bilgilerinden yararlandığım, sürekli olarak görüş ve yardımlarını aldığım Isparta Meslek Yüksekokulu'nda görev yapan Öğr. Gör. Mustafa Eğilmez'e saygı ve şükranlarımı sunarım.

Deneysel çalışmalar sırasında güneş havuzunda bana yardımcı olan Teknisyen Mesut Özerden'e teşekkür ederim



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Güneş havuzlarının şematik yapısı	5
Şekil-2.2.	Güneş Havuzlarında kullanılabilen NaCl, MgCl ₂ , NaHCO ₂ , Na ₂ CO ₃ ve Na ₂ SO ₄ tuzlarının sıcaklıkla değişen çözünürlükleri.	7
Şekil-3.1.	KTY81 sıcaklık sensörü	11
Şekil-3.2.	1N4148 diyodunun görünüşü ve sembolü.	12
Şekil-3.3.	LM35 Sıcaklık sensörü görünümü.....	12
Şekil-3.4.	LM35 bacak bağlantıları.	12
Şekil-3.5.	RC Filtre Devresi	13
Şekil-3.6.	Analog Dijital dönüştürücünün mantık gösterimi.	14
Şekil-3.7.	74HC4067 Multiplexer Lojik Gösterimi.	15
Şekil-3.8.	Sistemin Kod Çözücü devresi.....	15
Şekil-3.9.	Sıcaklık Ölçme Sistemi Blok Diyagramı	16
Şekil-3.10.	1N4148 diyodu için ölçüm yapılan devre.	21
Şekil-3.11.	NTC için ölçüm yapılan devre.	22
Şekil-3.12.	KTY81 için ölçüm yapılan devre.	22
Şekil-3.13.	LM35 için ölçüm yapılan devre.	22
Şekil-4.1.	NaCl çözeltisinin tuzluluk birimleri arasındaki ilişki	25
Şekil-4.2.	Öz iletkenliğin çözeltilere göre değişimi	26
Şekil-4.3.	Tuzlu Güneş Havuzunda Tuzluluk-Derinlik ilişkisi	27
Şekil 4.4.	NaCl çözeltisinde tuzluluk, sıcaklık ve öz direnç arasındaki ilişki. ...	28
Şekil-4.5.	Tuzluluk ölçer cihazının blok diyagramı.	29
Şekil-4.6.	±10V, 1kHz kare dalga üretici	30
Şekil-4.7	Kare dalga üreticinin gerilim şekilleri	30
Şekil-4.8.	Devrenin diferansiyel denklemin kurulmasına yardımcı devre	31
Şekil-4.9.a.	Çift yönlü akım kaynağının $I=f(R_p)$ eğrisi	32
Şekil-4.9.b.	Çift yönlü akım kaynağının $V=f(R_p)$ eğrisi	32
Şekil-4.10.a.	Çift yönlü akım kaynağı devresi	32
Şekil-4.10.b.	Şekil-10.a'nın değişik çizimi	32
Şekil-4.11.	(4.5) denklemden sonra devrenin durumu.	33

Şekil-4.12.	Tam dalga doğrultucu devresi	35
Şekil-4.13.	Tam dalga doğrultucu devresi giriş çıkış gerilim şekilleri.	35
Şekil-4.14.	$\pm 15V$ 'luk besleme kaynağı devresi.	36



ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo-3.1. 25°C sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.	23
Tablo-3.2. sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.	23
Tablo-3.3. 60°C sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.	24
Tablo-4.1. Tuzluluk-Yoğunluk-Sıcaklık değerleri	38
Tablo-4.2. 25°C sıcaklıkta 1015gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları ...	40
Tablo-4.3. 25°C sıcaklıkta 1050gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları ...	40
Tablo-4.4. 25°C sıcaklıkta 1100gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları. ...	41
Tablo-4.5. 25°C sıcaklıkta 1150gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları. ...	41

1.GİRİŞ

Günümüz uygarlık düzeyinin yükselmesi ve teknolojinin ilerlemesi enerji tüketiminde hızlı bir artışa neden olmuştur. Buna bağlı olarak da çevre kirliliği, fosil kaynaklı tükenbilir enerji kaynaklarının hızla azalması gibi sorunlar gündeme gelmiştir.

Tükenmeyen ve çevre kirliletmeyen enerji kaynağı denilince özellikle son yıllarda akla ilk gelen güneş enerjisi olmaktadır. Güneş enerjisi gelişen teknoloji ile birlikte çok çeşitli uygulama alanları bulmuştur. Günlük yaşamda elektrik üretimi, sulama, sıcak su elde edilmesi, soğutma, tarımsal ürünlerin kurutulması, yiyeceklerin pişirilmesi, konut ısıtılması gibi pek çok yerde güneş enerjisinden yararlanmak olasıdır. Ancak güneş enerjisi yoğun ve sürekli bir enerji kaynağı olmadığı için geliştirilen sistemlerin çalışma süreleri kısıtlıdır. Güneş enerjili sistemlerin çalışma sürelerinin arttırılması, dolayısıyla maliyetlerinin azaltılması depolama ünitelerinin geliştirilmesi ile mümkündür. Bu nedenle düşük maliyetli yüksek verimli toplayıcı ve depolayıcı sistemlere gerek duyulmaktadır.

Yüzyıllar boyu insanoğluna hizmet veren ilk ve tek enerji kaynağı olan güneş ucuz ve kolay bulunabilen organik yakıtların kullanıma girmesiyle önemini yitirmişti. Ancak petrol fiyatlarındaki artışlar, petrol kaynaklarının hızla tükenmeye başlaması ve bununla birlikte artan çevre kirliliği güneş enerjisinin yeniden gündeme gelmesini sağlamıştır.

Rezervi bol, temiz enerji kaynakları bulmak günümüz insanlığının problemleri arasında büyük bir yer tutmaktadır. Alışılmış enerji kaynakları rezervinin sınırlı olması, üretilme ve tüketilme aşamalarında çevre kirliliğine neden olmaları sonucu insanlık yeni enerji kaynakları arayışı içerisinde. Bu yüzden gelecekte yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Hidroelektrik enerjinin artan enerji talebini karşılayamayacağı ve nükleer enerji kaynaklarının ise canlı doğaya verebileceği zararları dikkate alındığında, temiz enerji kaynaklarının aranması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilk akla gelen enerji kaynakları güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle'dir. Bunların en önemlilerinden biri olan güneş, kirliletmeyen, tükenmeyen, en temiz ve sonsuz bir enerji kaynağıdır. Bu

nedenle alternatif temiz enerji kaynağı olarak güneş enerjisi gündemde önemli bir yer tutmaktadır.

Güneş havuzları 2-3m derinliğinde olup en üstte tatlı su, aşağıya doğru ise artan yoğunluklarda tuzlu su içeren havuzlardır. Havuz yüzeyine gelen güneş ışınlarının küçük bir kesri yüzeyden yansır, geri kalan kısmı havuz tabanına doğru ilerler. Bu sırada çeşitli dalga boylu ışınlar, farklı derinliklerde değişik oranlarda soğurular ve tabana %25-35 kadarı ulaşır. Biriken enerji depolama bölgesine yerleştirilen bir ısı aktarma sistemi ile istenildiği zaman alınıp kullanılabilir (Özek, 1985).

Havuzda oluşan tuz yoğunluk gradiyenti, yukarıda belirtildiği gibi depolama bölgesi ile yüzey arasında konveksiyonla ısı iletimini önler ve böylece depolama bölgesinde kaynama noktasına yaklaşan sıcaklıklara ulaşılabilir. Güneş havuzlarının uzun süreli enerji depolama özellikleri olmasından dolayı, yaz aylarında depolanan enerjiyi kış aylarına kadar saklayabilme özellikleri vardır. Bu da güneş havuzlarının önemini ve kullanılabilirliğini artırır (Tabor, 1981).

Güneş havuzlarının yapımlarındaki teknolojileri basit ve aynı zamanda maliyetleri de düşük olan ve gün boyu güneş enerjisi toplama ve depolama özelliğine sahip sistemleridir. Güneş havuzlarında kullanılan malzemeler her zaman doğadan bol ve ucuz olarak elde edilebildiğinden havuz maliyeti oldukça düşüktür (Kayalı, 1992).

Ülkemizde güneş havuzları üzerine ilk bilimsel çalışma 1978 yılında Kayalı tarafından boyutları 4,5m x 4,5m x 1,5m olan yalıtımsız küçük bir güneş havuzu ile başlatılmıştır. Bu çalışmada araştırmacı, güneş havuzunun fizikini, modellemesini ve ekonomik analizini yapmıştır. Araştırmacının yapmış olduğu ekonomik analizden elde edilen sonuçlara göre; yalıtımsız olan bu havuz için verimliliğin %16 dolayında ve güneş havuzlarının maliyetinin, güneş enerjisinden sıcak su üreten düzlemsel kolektörlere (toplaçlara) göre 2,5 kat daha ucuz olduğu görülmüştür. Yine bu araştırmaya göre bakım ve onarımının da oldukça kolay yapılabileceği ortaya konmuştur (Kayalı, 1980).

Güneş havuzlarının daha düzenli ve daha verimli bir şekilde çalışmasının takibi açısından ısı performansının ve tuz yoğunluklarının sürekli olarak düzenli bir

şekilde ölçülmesi gerekmektedir. Güneş havuzlarının ısı performansının saptanabilmesi için havuzun iç bölgesini oluşturan üst konvektif bölge (ÜKB), konveksiyonsuz bölge (KB), alt konveksiyonlu bölgenin (AKB) ve çevresindeki yalıtım bölgesinin sıcaklık dağılımlarının iyi bilinmesi, bunun için de bu bölgelerin sıcaklıklarını ölçen sistemin sağlıklı çalışması gerekmektedir. Bunun yanında havuzun performansının saptanabilmesi için havuzun iç bölgesindeki tuzlu suyun yoğunluk dağılımının da iyi bilinmesi ve düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Havuzun iç bölgesini oluşturan tabakalardaki yoğunluk dağılımını devamlı olarak takip edebilmek için bilgisayarlı bir yoğunluk ölçme sisteminin gerekliliği görülmüştür.

Bu tez çalışmasında, Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Meslek Yüksekokulunda bulunan 3,5m x 3,5m x 2m boyutlarında yalıtımlı bir güneş havuzunun sıcaklık ölçme sisteminin nasıl daha iyi ölçüm yapabileceği araştırılarak sıcaklık ölçme sisteminin optimizasyonu yapılmıştır. Bunun yanında tuzlu suyun iletkenlik özelliklerinden yararlanılarak bilgisayarlı bir yoğunluk (tuzluluk) ölçer cihazı tasarlanması düşünülmüştür.

2. GÜNEŞ HAVUZLARI

2.1. Güneş Havuzu Tanımı

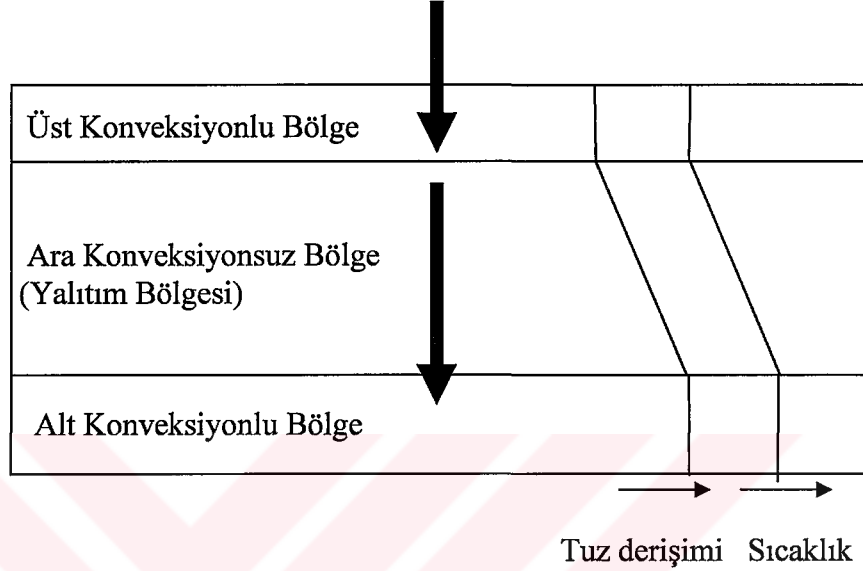
Dünyaya gelen güneş enerjisi kesikli olduğundan akşam saatlerinde veya bulutlu günlerde güneş enerjisinden yararlanabilmek için ekonomik bakımdan ucuz ve yüksek verimli bir enerji toplama ve depolama sistemine gereksinim vardır.

Güneş enerjisinin depolanması bakımından uygun olan sistemlerden biri de güneş havuzlarıdır. Güneş havuzlarında kullanılan elemanlar her zaman doğadan, bol ve ucuz olarak elde edilebildiğinden güneş havuzunun maliyeti oldukça düşüktür.

Havuz üzerine gelen güneş enerjisinin yaklaşık olarak %16'sı yansıma yoluyla, %21'i yüzeyden havaya konveksiyon ile, %22'si havuzdan suyun buharlaşmasıyla, %31'i gökyüzüne yaydığı uzun dalga boylu radyasyon ile, %3,7'si alt konveksiyonlu bölgeden yere olan ısı akışı ile kaybolur. Işınımın sadece %6,4'ü havuzda depolanır. Bunun dışında sadece AKB (depolama bölgesi) içinde depolanan güneş enerjisinin bir kısmı kullanılabilir enerji olarak havuzdan alınabilir (Subhakar ve Murthy,1993).

Havuzun yüzeyine gelen güneş ışınlarının bir bölümü geriye yansırken bir bölümü de su içinde ve havuzun dibinde soğurulur. Dipteki soğurulmanın diğer bölümlerdeki soğurulmadan yüksek olması havuzun dibine yakın bölümlerdeki sıcaklığın artmasına dolayısıyla yoğunluğunun azalmasına neden olur. Dipten uzakta bulunan çözelti daha az enerji soğurduğundan sıcaklıkları dipteki çözeltilere göre daha düşük, yoğunlukları ise daha yüksek olacaktır. Yukarıda ağır, aşağıda hafif çözelti tabakalarının bulunması bir kararsız denge durumu oluşturacaktır. Dipte soğurulmanın devam etmesi halinde ısı kaldırma kuvvetinin viskoz sürtünme ve atalet kuvvetlerini yenmesi sonucu daha yoğun zerreçiklerin aşağıya yuvarlanması ile denge bozulacak ve taşınım ile ısı geçişi başlayacaktır. Bu taşınım ile olan ısı geçişi ise zamana bağlı olarak havuz yüzeyinden devamlı bir ısı kaybına neden olacaktır. Bu nedenle, çözelti içinde sıcaklığının artması ile çözünebilirlikleri artan tuzların kullanılması durumunda havuz dibinden taşınım yolu ile yüzeye doğru olacak ısı kaybı önlenmiş olacaktır (Demirdöver, 1995).

Su kızılötesi ışınları geçirmeyen bir akışkan olduğundan güneş enerjisi spektrumunun sadece görünür ışık kısmı havuz dibine ulaşır ve orada soğurur. Güneş enerjisinin toplanması ve depolanmasında kullanılabilir bir havuzun şematik gösterimi Şekil-2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Güneş havuzlarının şematik yapısı

Güneş havuzları Üst Konveksiyonlu Bölge (Üst Konvektif Bölge-ÜKB), Ara Konveksiyonsuz Bölge (Yalıtım Bölgesi-YB) ve Alt Konveksiyonlu Bölge (AKB) olmak üzere 3 tabakadan oluşmaktadır (Çiçek Bezir, 2002).

2.1.1. Üst Konveksiyonlu Bölge

Bu tabakanın içerdiği tuz oranı ve sıcaklığı diğer iki tabakaya göre oldukça azdır. Gelen güneş enerjisinin büyük bir kısmı bu tabakada soğurur. Yine bu tabakadan çevreye olan ısı kaybı oldukça yüksektir (yaklaşık olarak %80). Ancak güneş havuzundan çevreye olan ısı kaybının önemli bir bölümü bu tabakadan gerçekleştiğinden bu tabakada absorblanan güneş radyasyonundan yararlanılamaz. Üst Konveksiyonlu Bölge kalınlığındaki artış, Alt Konveksiyonlu Bölgede absorblanan enerjinin azalmasına neden olur. Sonuçta Alt Konveksiyonlu Bölgenin sıcaklığı düşer.

2.1.2. Ara Konveksiyonsuz Bölge

Ara konveksiyonsuz Bölge, havuzda yalıtım görevi yapmaktadır. Düşey doğrultuda oluşan tuz gradiyenti, havuzda konveksiyon hareketini önler. Bu bölgenin kalınlığı havuzun verimini en çok etkileyen en önemli parametrelerden biridir ve onun için bu kalınlığın çok iyi bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Bu bölgenin kalınlığının az olması depolama bölgesinden Üst Konveksiyonlu Bölgeye iletim yoluyla olacak ısı akışını artırır, diğer taraftan bu bölgenin kalınlığının olması gerektiğinden daha kalın olması bölgede soğurulan enerji miktarının çok fazla olmasına ve depolama bölgesine daha az güneş enerjisinin ulaşmasına neden olur.

2.1.3. Alt Konveksiyonlu Bölge

Alt Taşınım Tabaka enerjinin depolandığı ve bütün bir yıl içinde sürekli olarak enerjinin sağlandığı tabakadır. Tuz derişiminin en yoğun olduğu Alt Konveksiyonlu Bölgenin derinliği, işlem sıcaklığındaki yıllık değişimleri ve termal kapasiteyi belirler. Alt Konveksiyonlu Bölgenin derinliği arttıkça, zamana bağlı olarak sıcaklık değişimi azalırken ısıl kapasite artar. Ancak bu tabakanın kalınlığının arttırılması sistem maliyetinde yükselişe neden olur.

Enerjinin depolandığı bu tabakadan belirli aralıklarda enerji çekilmesi havuzun etkinliğini artırır. Küçük ölçekli güneş havuzlarında Alt Konveksiyonlu Bölgenin kalınlığının arttırılması önemli bir avantaj sağlamaz. Yaz aylarına yönelik uygulamalar için Alt Konveksiyonlu Bölgenin kalınlığının ince olması yeterlidir.

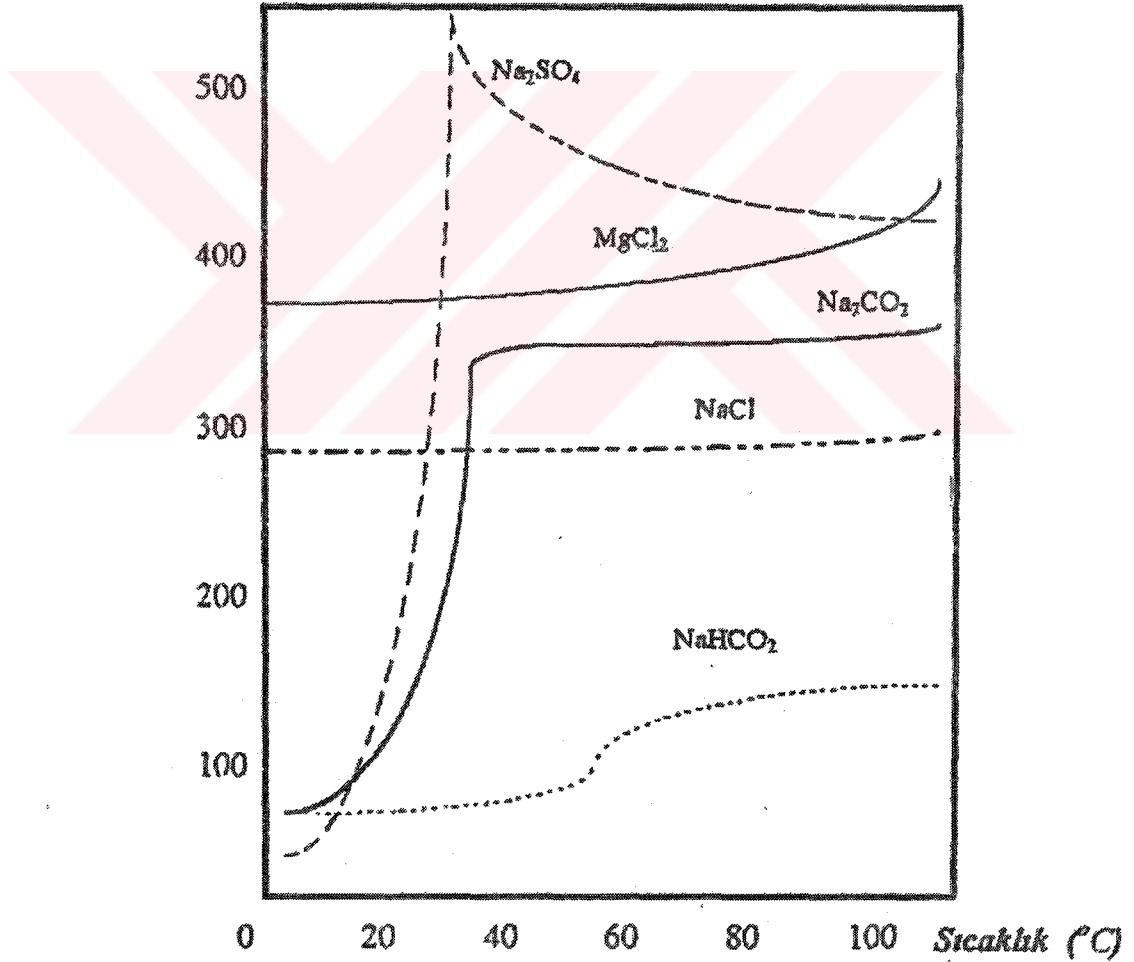
2.2. Etkin Bir Güneş Havuzu Yapabilmek İçin Uyulması Gerekli Kurallar

1. Havuz için gerekli olan su ve tuz kolay yoldan ekonomik olarak elde edilmelidir.
2. Havuzun tabanı hafriyat masraflarını azaltmak için düz olmalıdır.
3. Havuzun kurulacağı yer toprağın olabildiğince homojen yapıda olduğu ve çatlak içermediği bir bölgeden seçilmelidir.
4. Havuz yüzeyi bütün bir yıl boyunca güneş görebilmelidir.
5. Rüzgarı en az alan bölgeler tercih edilmelidir.
6. Havuzun üretiminde kullanılan malzemeler ucuz olmalıdır.

7. Havuz ilk yatırım maliyetini düşürmek için arazi fiyatlarının düşük olduğu bir yörede kurulmalıdır.

Güneş Havuzlarında NaCl , MgCl_2 , NaHCO_2 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 tuzlarından yararlanabiliriz. Bu tuzlardan NaCl ve MgCl_2 'ün çözünürlüğü sıcaklıkla fazla değişmez. Bu yüzden güneş havuzlarında kullanılmaları daha uygun olur. Şekil-2.2' de güneş havuzlarında kullanılabilen bu tuzların sıcaklığa göre çözünürlükleri görülmektedir (Demirdöver, 1995).

Doygunluk Derişimi (Kg/m^3)



Şekil-2.2. Güneş Havuzlarında kullanılabilen NaCl , MgCl_2 , NaHCO_2 , Na_2CO_3 ve Na_2SO_4 tuzlarının sıcaklıkla değişen çözünürlükleri.(Demirdöver, 1995)

Havuzdaki tuzlu suyun berraklığı ne kadar fazla ise güneş ışınlarını geçirmesi de o kadar fazla olur. Buradan Ara Konveksiyonsuz Bölgeye geçen ışık miktarı da o kadar artar. Böylece dipte depolanan enerji miktarında da aynı oranda artış gözlenir.

Tuz çözeltisinin ışık geçirgenliği havuzun performansında önemli bir rol oynar. Havuzda homojen bir berraklığın olmaması veya havuza herhangi yabancı partiküllerin karışması absorblanan enerjinin düzensiz dağılımına neden olur. Bakteri, yosun gibi organik, toz ve kum gibi inorganik partiküllerin kontrolü havuzun berraklığını etkiler. Bakteriler, 50°C'nin altındaki sıcaklıklarda ve yüksek tuz derişimli sularda bile üreyebilirler. Bakteri kontrolü için klor kullanılabilir. Uygulanan klorun etkinliği çözelti pH değerine bağlıdır. Bazı yosun türleri güneş havuzlarında oluşan tuz derişimi ve sıcaklık koşulları altında da çoğalabilir. Yosun oluşumu ışık geçirgenliğini etkiler. Yosun oluşumu uygun pH değerinde bakır sülfat çözeltisi kullanılarak engellenebilir.

Güneş havuzlarında suyun kirlenmesi veya tuzun kristalleşmesi ışık geçirgenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle havuz temizliğine ve tuz çözeltisinin kristalleşmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü bu nedenler havuzun performansını oldukça etkilemektedir (Srinivasan ve Guha, 1987).

Çok temiz saf su ve filtre edilmiş tuz kullanılsa bile pratikte havuzun güneş ışınlarını geçirgenliği hiçbir zaman %100'e ulaşmaz. Havuzda mikroorganizmaların çoğalması havuzun berraklığını olumsuz yönde etkiler ki, bu da ısı verimi azaltır. Havuzun berraklığını korumak için su yüzeyine geçirgen bir tabaka konabilir.

Alt Konveksiyonlu Bölge kalınlığı arttıkça daha fazla radyasyon bu tabakada absorblanır ve sonuçta Alt Konveksiyonlu Bölge sıcaklığı ve depolanan enerji artar.

Ara Konveksiyonsuz Bölge kalınlığı arttırıldığında, Alt Konveksiyonlu Bölgeden üst konveksiyonlu bölgeye ara konveksiyonsuz bölge yoluyla ısı transferi oluşması nedeniyle alt konveksiyonlu bölge sıcaklığı artar.

Üst konveksiyonlu bölge kalınlığı arttırıldığında, alt konveksiyonlu bölgede absorbe edilen ışınım miktarı azalır ve tabaka sıcaklığı düşer.

Havuzun işlemeye başladığı zamanın yaz veya kış olması, havuzun uzun süreli performansında herhangi bir etkisi yoktur. Havuz, ritmine ulaştığında gösterdiği performansı bir sonraki yılda da devam ettirir.

1-2 metre derinliği olan ve dibi siyaha boyanmış bir havuz tasarlanırsa güneş ışınımı suya girdikten sonra alt tabakalara kadar ulaşıp absorblanır ve dipte sıcaklık artmaya başlar. Ancak absorblanan ısının dipte kalabilmesi için alttaki tabakanın üsttekilere oranla daha yoğun olması gerekir. Bu arada havuz dibinden olabilecek ısı kaybı da ihmal edilebilecek düzeyde olmalıdır (Kooi, 1980).

Güneş havuzlarında en büyük problemlerden biri ara konveksiyonsuz bölgedeki erozyondur. Bu olay ara tabakanın incelmesine yol açar ki bu da sonuçta termal kapasiteyi azaltır. Bunu gidermek için üst tabakayı ince tutmak ve alt tabakadan ısıyı belirli periyotlarda çekmek gerekir. Ancak yüksek ısıya gerek duyulan uygulamalarda havuzdan sürekli ısı çekilmemelidir.

Alt tabakadaki ısının çekilmesi için düzeltici bir otomatik havuz kontrol mekanizması kurmak ve bütün parametreleri buradan değerlendirmek büyük kolaylık sağlayacaktır.

Güneş havuzunda, enerjinin depolandığı alt konveksiyonlu bölge indirgenmiş bir tuz gradiyentinin gerekliliği, aksi taktirde tuz gradiyentinin stabilitesinin sağlanamayacağı Tabor tarafından bildirilmiştir.

Başlangıç yoğunluk gradiyenti havuz doldurulduğundaki gradiyenttir. Bu değer, üst ve alt tabakalardaki derişimlerin kontrolü ile difüzyon etkilerine karşı sabit tutulur. Genelde en yoğun tabaka en alttadır ve daha az yoğun tabakalar bu alt tabakanın üstünde yer alır.

Güneş havuzunun termal etkinliğini etkileyen çeşitli dış parametreler vardır. Bunlar güneş ışınımının saatlik değişimi, sıcaklık farklılığı, rüzgar hızı ve bağıl nem olarak sıralanabilir (Subhakar ve Murthy, 1993).

Yansımanın az olduğu bir havuzda daha yüksek sıcaklıklara ulaşılabilir. Bu da aşırı tuz eklenmesi sonucu havuz dibinde yerleşecek tuz kristallerinin ve diğ er maddelerin çökmesinin ne denli önemli olduğunu gösterir.

Bir metre ve daha derin havuzlar enerji depolamak için uygundur. Havuzun derinliğı artarsa dibe ulaşacak olan ışınım miktarı da azalır. Havuzun kirliliğı buna eklenirse ışınımın geçişi daha da güçleşir ve havuzun verimliliğı azalır (Hull, 1982).

Derinliğ in yanı sıra havuzun şeklide önemlidir. Havuzun yan duvarlarının belirli bir derecelik açı yapacak derecede olması gölgeleme olayını kısmen ortadan kaldırır. Örneğ in yamuk şeklindeki havuzlar, dikdörtgen yada silindirik havuzlardan daha çok enerji toplar. İyi tasarlanmış bir güneş havuzu ile yüksek rakımda ve soğuk yerlerde bile çok iyi sonuçlar alınabilir.



3. GÜNEŞ HAVUZU SICAKLIK ÖLÇME SİSTEMİ VE OPTİMİZASYONU

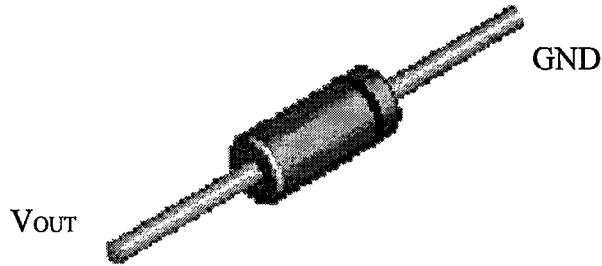
Güneş havuzu sıcaklık ölçme sistemi üç ana bölümde incelenmektedir. Bu bölümleri şu şekilde sıralayabiliriz.

1. Sıcaklık Sensörü ve Filtre Devresi,
2. Analog Dijital Dönüştürücü Kart,
3. Bilgisayar Programı ve Sıcaklık Ölçümlerinin Yapılması.

3.1. Sıcaklık Sensörü ve Filtre Devresi

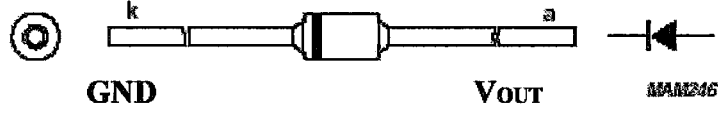
Sıcaklık ölçümü için uçlarındaki potansiyel farkı sıcaklıkla orantılı olarak değişen LM35DZ hassas sıcaklık sensörü, direnç değeri sıcaklıkla değişen KTY81 direnci, iletim gerilimi sıcaklıkla değişen 1N4148 diyodu ve NTC dirençleri kullanılmıştır. Bunlar arasından en iyi ölçüm sonucu LM35 sensörü ile elde edilmiştir. Bu nedenle LM35 sensörü ayrıntılı olarak anlatılacak, diğerlerinin ise ölçüm sonuçları verilecektir (National, 1993).

KTY81 sıcaklık arttıkça direnci artan sıcaklık sensörüdür. 0-100°C arasında direnci yaklaşık olarak 800Ω ile 1700Ω arasında değişmektedir. Fakat hata payı yüksek olduğu için gösterdiği sıcaklık değeri $\pm 3^\circ\text{C}$ farklılık göstermektedir. KTY81 sıcaklık sensörü Şekil-3.1'de gösterilmiştir (Philips, 2000).



Şekil-3.1. KTY81 sıcaklık sensörü

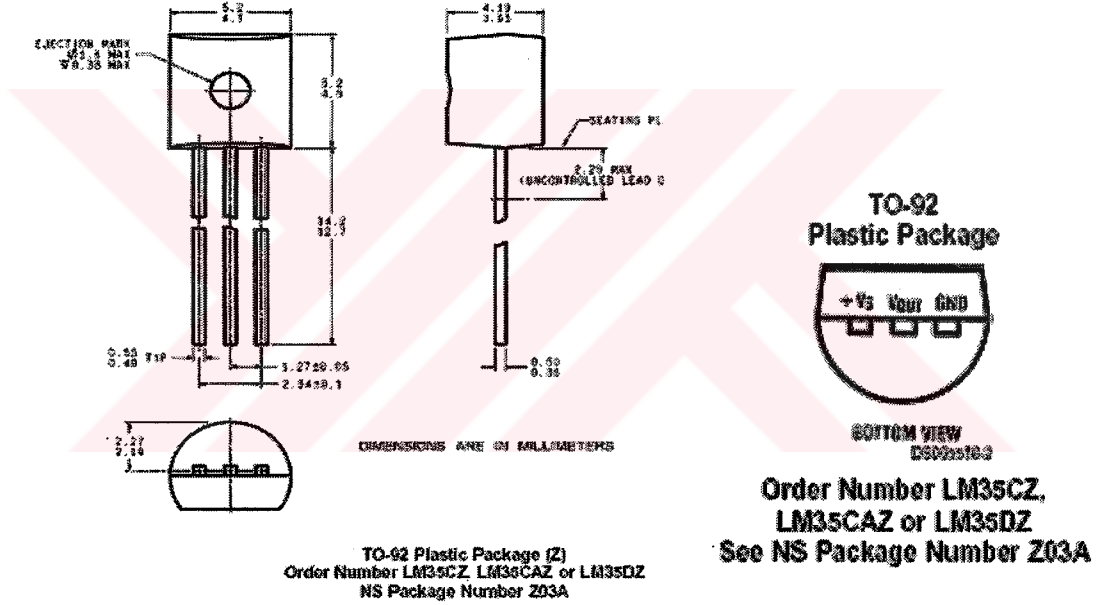
1N4148 yüksek hızlı anahtarlama diyodudur. Fakat bu diyod aynı zamanda iletim gerilimi sıcaklıkla değiştiği için sıcaklık sensörü olarak da kullanılabilir. Şekil-3.2.'de diyodun şekli gösterilmiştir (Philips,1999).



Şekil-3.2. 1N4148 diyodunun görünüşü ve sembolü.

NTC ise direnci sıcaklıkla ters orantılı olarak değişen termistördür. Bir dirençle gerilim bölücü olarak kullanılmış ve NTC üzerindeki gerilim değerinden yararlanılarak sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

LM35DZ transistöre benzeyen üç ucu bulunan bir sensördür. Bu entegrenin görünümü ve bacak yapıları Şekil-3.3 ve Şekil-3.4'de gösterilmiştir.

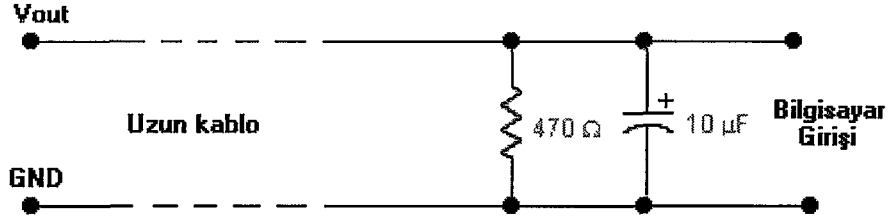


Şekil-3.3. LM35 Sıcaklık sensörü görünümü.

Şekil-3.4. LM35 bacak bağlantıları.

Şekil-3.4.'de gösterilen üç uçtan +Vs besleme ucu olup besleme gerilimi $-0,2$ ile $+35$ Volt arasında değişebilmekte fakat önerilen besleme gerilimi $4-20$ Volt arasındadır. GND (Ground) ucu toprak (şase) ucudur. V_{OUT} ucu ise çıkış ucu olup bu uçtan okunan gerilim değeri sıcaklıkla lineer (doğrusal) olarak değişmektedir. Bu değişim her $^{\circ}\text{C}$ sıcaklık için 10mV gerilim değişimine karşı gelmektedir. LM35'in çalışabildiği sıcaklık sınırı 0°C ile $+100^{\circ}\text{C}$ aralığıdır. Bu sensörlerde çıkış uçlarından okunan sıcaklık değerleri $\pm 2^{\circ}\text{C}$ değişebilmektedir. Bu farklılık hassas bir kalibrasyon ile küçültülebilmektedir. Sıcaklık sensörleri ile yapılan sıcaklık ölçümleri uzak

noktalardan yapıyorsa V_{OUT} ve GND uçlarına RC filtre devresi yerleştirmek gerekmektedir. Bu filtre devresi, sensör üzerinde oluşan parazit gerilim değişimlerini ve kablo üzerindeki kayıpları azaltmakta ve daha düzgün bir ölçüm almamızı sağlamaktadır. Bu RC filtre devresi şekil-3.5.'de gösterildiği gibi KTY81'in, 1N4148'in, NTC'nin ve LM35'in V_{OUT} ucu ile GND ucu arasına, ADC Kart girişine yerleştirilmiştir (National, 2000).



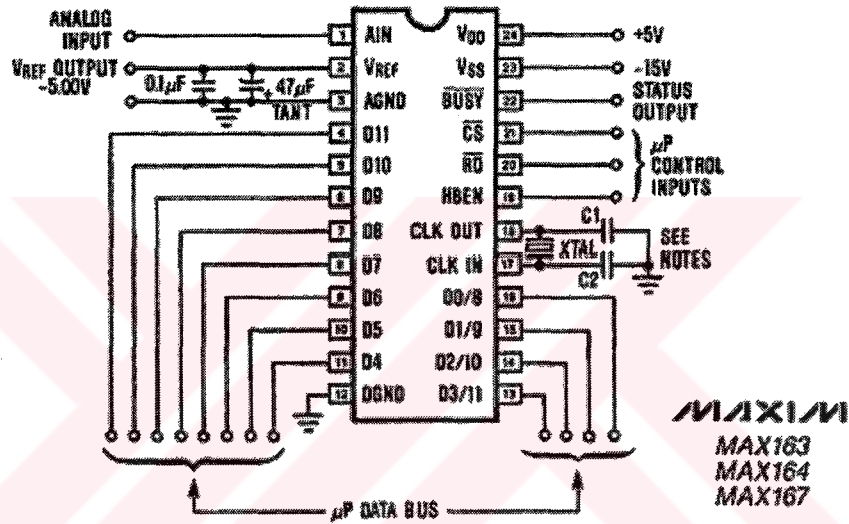
Şekil-3.5. RC Filtre Devresi

Sıcaklık ölçme sisteminde en az 10 ayrı noktanın sıcaklığı ölçüleceği için her bir nokta için ayrı ayrı sıcaklık sensörleri (LM35, KTY81, 1N4148 ve NTC) ve her bir sensör çıkışına RC Filtre devresi gerekmektedir. Sıcaklığı ölçülecek noktalar Güneş Havuzu içindeki suyun değişik derinliklerinde olduğu için sıcaklık sensörleri farklı uzunluklardaki kablolarla bağlanmıştır. Bu kabloların ve sensörlerin güneş havuzu içindeki tuzlu sudan ve sıcaklıktan zarar görmesini önlemek için, her bir kablo, içinden geçebileceği genişlikte birer hortum içinden geçirilmiştir. Bu hortumların bir ucunda olan sıcaklık sensörlerinin sudan yalıtılması için, hortum uçlarına su giremeyecek şekilde silikon kaplanmıştır. Böylece hem su içindeki kablolar hem de sıcaklık sensörleri tuzlu su ve sıcaklıktan korunmaktadır.

3.2. Analog Dijital Dönüştürücü Kart

Bilgisayar dijital birimler topluluğudur ve bir değeri işleyebilmesi için bu değer ikili sayı sisteminde verilmesi gerekir. Doğal koşullarda ise sıcaklık, basınç, gerilim gibi değerler süreklidir ve elektriksel eşdeğerleri olan akım veya gerilim analog değerlerdir. Analog bir değeri, dijital bir sistemde işlenebilecek duruma getirmek için Analog Dijital Dönüştürücü (ADC) elektronik devrelerinden yararlanır. Bu devreler analog verileri dijital veri haline dönüştürürler. Sıcaklık sensörlerinin V_{out} çıkışından alınacak olan sıcaklığa bağlı gerilim değerleri Analog bilgiler olup

bunların bilgisayarda işlenebilmesi için dijital bilgilere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüştürme işlemleri için Bir analog dijital dönüştürücü kart kullanılmıştır. Bu kart ISA slotu için tasarlanmış olup kart üzerinde bir adet analog giriş ucu olan 12 bitlik Analog Dijital Dönüştürücü entegresi, 16 analog giriş ucu sağlamak için 74HC4067 Multiplexer (çoğullayıcı) entegresi ve bilgisayarda bu kartın bir adrese yerleştirilmesi için Adres Kod Çözümü lojik devresi yer almaktadır. Analog Dijital Dönüştürücünün mantık gösterimi şekil-3.6.'de gösterilmiştir (National, 1993).

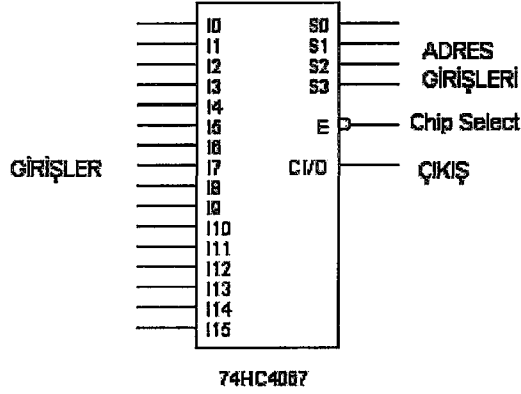


Şekil-3.6. Analog Dijital dönüştürücünün mantık gösterimi.

Analog Dijital Dönüştürücünün çalışmasından bahsedecek olursak Vref girişine verilen gerilim değerini 12 bit olarak ($V_{ref}/4096$) parçalar ve Vin girişine gelen gerilimi $V_{ref}/4096$ ile karşılaştırıp hangi dijital 12 bit değere karşılık geldiğini elde eder ve çıkışa gönderir. Örneğin Vin girişine +5Volt gerilim verildiğinde dijital çıkışta 1111 1111 1111 değeri, 0Volt verildiğinde ise 0000 0000 0000 dijital değeri elde edilir. Böylece her bir bit dijital değer değişimi $5V/4096 = 0,00122V \approx 1,2mV$ gerilim değerine karşılık gelir. Bu da kartın 1,2mV gerilim değişimlerine hassas olduğunu göstermektedir.

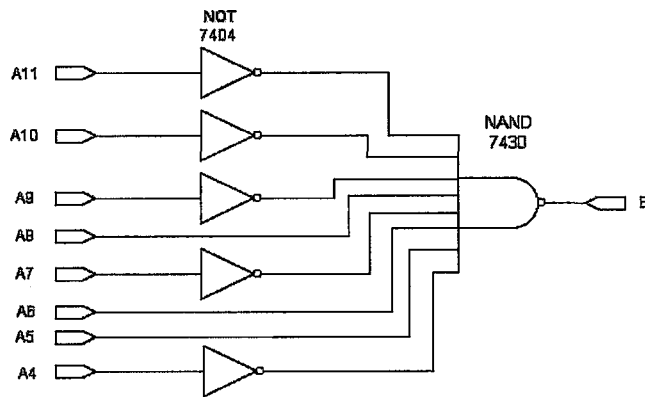
Tek bir analog girişe sahip olan Analog Dijital Dönüştürücü entegresinin analog giriş sayısını arttırabilmek için Analog Multiplexer (çoğullayıcı) entegresi kullanılmıştır. Sıcaklık ölçme sistemimizde en az 10 farklı noktanın sıcaklığı ölçüleceği için 16

giriş ucu bulunan 74HC4067 multiplexer entegresi kullanılmıştır. Bu entegrenin lojik gösterimi şekil-3.7’de gösterilmiştir.



Şekil-3.7. 74HC4067 Multiplexer Lojik Gösterimi.

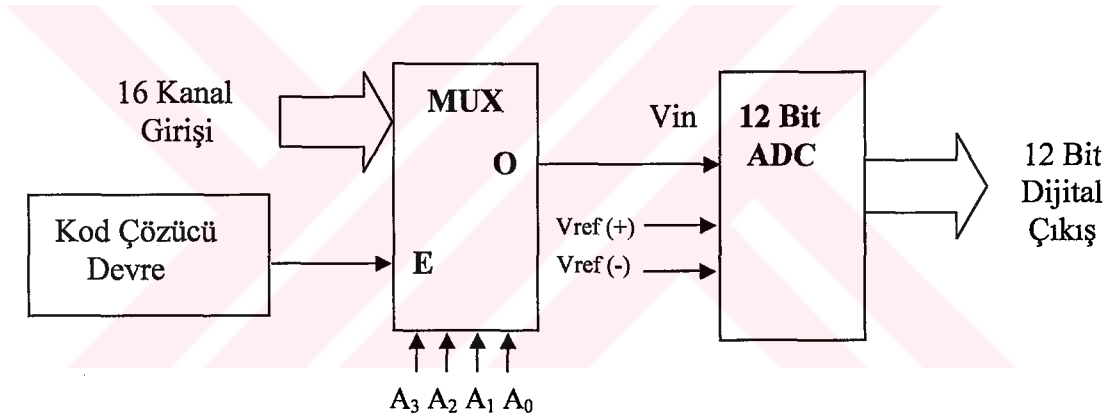
Multiplexer (çoğullayıcı) devresinin çalışması için entegrenin E Chip Select (entegre seçimi) ucunun lojik 0 olması gerekir. Bu şart sağlandıktan sonra $S_3 S_2 S_1 S_0$ adres girişlerine uygulanan lojik değerler ile 16 giriş kanalından birisi seçilir ve aynen çıkış ucuna aktarılır. Her bir girişin farklı port adreslerine sahip olabilmesi için bilgisayarın adres yolunun düşük değerlikli dört biti ($A_3 A_2 A_1 A_0$) sırasıyla bu adres girişlerine uygulanır. Örneğin ölçme sisteminin bilgisayardaki yerleşim adresinin 160H olduğunu düşünürsek ilk giriş ucu olan I_0 160H, 2. girişi I_1 161H, ... 16. giriş ucu olan I_{15} girişi de 16FH adreslerinden okunur. 74HC4067 multiplexer entegresinin çıkış ucu Analog Dijital Dönüştürücü entegresinin Vin girişine bağladığımızda belirtilen adreslerdeki analog girişler bilgisayar veri yoluna dijital olarak aktarılır ve program ile bu adreslerden veriler okunmaktadır.



Şekil-3.8. Sistemin Kod Çözücü devresi

Analog Dijital Dönüştürücü Kart Sisteminin, bilgisayarın 160H adresine yerleştirilmesi ve girişlerdeki 16 kanalın farklı adreslerden okunabilmesi için bilgisayarın adres hatlarının bir kod çözümü devresi ile düzenlenmesi ve gerekli devre bağlantılarının yapılması gerekmektedir. Bu adres kod çözümünün yapıldığı lojik devre şekil-3.8’de gösterilmiştir.

Bu kod çözücü devreye göre bilgisayarda 160H – 16FH adresleri dışında bir adres üretildiğinde kod çözücü devrenin E çıkışı yani multiplexer devresinin aktifleme girişi (Chip Select) lojik 1 değerini alır ve devre pasif olur. Aksine bu adreslerden herhangi birisi üretildiğinde multiplexer aktif olur ve seçilen 16 girişten birisi bilgisayar tarafından okunur. Hangi giriş ucunun bilgisayar tarafından okunacağı ise multiplexer entegresinin adres girişleri olan A_3 A_2 A_1 A_0 adres hatları ile seçilmektedir (Gümüşkaya, 1999).



Şekil-3.9. Sıcaklık Ölçme Sistemi Blok Diyagramı

Bir bütün halindeki sıcaklık ölçme sisteminin blok diyagramı şekil-3.9’da gösterilmiştir.

Sistemin 16 kanal girişi, sıcaklık sensörlerinin bağlandığı kabloların diğer uçlarına yerleştirilen RC Filtre devrelerinin çıkışlarından oluşmaktadır. Kod çözücü devrenin çıkışı, multiplexerin E girişini aktif etmesiyle sistem aktif olur ve A_3 A_2 A_1 A_0 ‘ın belirlediği adresle 16 giriş kanalından birisi seçilir ve multiplexerin O çıkışına gönderilir. ADC’nin Vin girişine gelen bu analog işaret 12 bit dijital bilgiye dönüştürülerek bilgisayar veri yoluna aktarılır. Bilgisayar veri yolu ISA slot için 16 bittir. 12 bitten fazla olan bitler (D12-D13-D14 ve D15) şaseye bağlanmıştır.

Bilgisayar veri yolundaki bu dijital bilgi bilgisayar programı ile okunur. Okunan bu dijital gerilim değeri program ile sıcaklık değerine dönüştürülerek bir dosyaya kaydedilir. Aynı şekilde diğer analog girişler de seçilerek her giriş ucundaki veriler bilgisayara alınır ve işlenerek dosyaya kaydedilir. Bu şekilde 16 farklı noktanın sıcaklığı bilgisayarda işlenerek bir dosyaya kaydedilebilmektedir. Programda verilerin okunma periyotları ayarlanarak istenilen zaman aralıklarında sıcaklık okuma işlemleri gerçekleştirilebilir.

3.3. Bilgisayar Programı ve Sıcaklık Ölçümlerinin Yapılması

İyi bir sıcaklık ölçme sisteminin oluşturulması için dört farklı sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Bunun nedeni en iyi ölçüm sonucunun alınacağı sıcaklık sensörünü tespit etmektir. Sıcaklık sensörleriyle sıcaklık değerlerinin alınabilmesi için bilgisayar programına ihtiyaç vardır. Bunun için Turbo C dilinde program yazılmıştır. Sistem için iki ayrı program gerekmektedir. İlk program belirli sıcaklık değerlerinde sensör üzerindeki gerilim değerlerini mili volt olarak okuyacak ve bir dosyaya kaydedecek. Bu programda elde edilen değerler ikinci programda kullanılacak. İkinci program da sensörler üzerinden okunan gerilim değerlerini, daha önce elde edilen sıcaklık–gerilim değerleriyle kıyaslayarak hangi sıcaklık değerine karşı geldiğini hesaplayacak ve değerleri yine bir bilgisayar dosyasında kaydedecek. Bu programda verileri kaydetme periyodu ve verilerin kaydedileceği dosya adı kullanıcı tarafından girilecektir. Programların daha detaylı anlatımı program içinde ve sonrasında verilmektedir.

```
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<dos.h>
main()
{ int i, j, adres, sayac, port = 0x160;
  float A, deger[15];

  FILE *file;
  if((file = fopen("test.txt", "wt"))== NULL) //verilerin yazılacağı dosya açılıyor.
  { printf("\n Dosya Açılamadı.");
    return 1;
  }
  printf(" Saniyelik Kaç Defa Değer Almak İstiyorsunuz = ");
  scanf("%d",&sayac);
```

```

for(j = 0; j <= sayac; j++) // okuma sayısı için döngü başlangıcı
{ for(i=0 ; i<=15 ; i++) // 16 kanal için döngü başlangıcı.
  { adres = port + i; // adres her bir kanal için artırılıyor.
    A = inportb(adres)&15; // kanallardan 16 bit bilgi okunuyor.
    deger[i] = A*5000/4095 ; // okunan değerler gerilime çevriliyor.
    fprintf(file,“ %d . CH = %.2f ”,i,deger[i]); // dosyaya değer yazılıyor.
  } // kanalların okunması bitti
  fprintf(file,“\n”); // dosyada satır atlatılıyor.
  sleep(1); // 1 saniyelik bekleme.
}
fclose(file); // Dosya kapatılıyor.
return 0; // program bitişi.
}

```

Bu programda 16 giriş kanalından birer saniye aralıklarla sayac değişkeni kadar veri okunmaktadır. Burada deger[i] değişken dizisi 16 kanal içindir. Fakat her kanal için sayac değişkeni kadar ayrı deger[i] değeri okunmaktadır. Bu deger[i] değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak her deger[i] değişkeni için kaydedilir. Burada deger[i] değişkeni deger[0], deger[1], deger[2], deger[15] değişkenlerinin hepsinin yerine kullanılmaktadır. deger[0], 0 numaralı giriş kanalının değeridir. Sıcaklık sensörleri deneme amacı ile sistemde 4'er tane kullanılmıştır. CH0-CH3 LM35 için, CH4-CH7 KTY81 için, CH8-CH11 1N4148 için ve CH12-CH15 NTC için kullanılmıştır.

İkinci programda kullanılacak olan deger[i] değişkenlerinin okunacağı iki farklı sıcaklık değerleri önemlidir. Çünkü bu sıcaklık değerleri ölçümün yapılabileceği sıcaklık değerleri sınırlarını oluşturmaktadır. Ölçümlerin yapıldığı düşük sıcaklık T_i , yüksek sıcaklık T_s olarak düşünülürse T_i sıcaklığında ölçülen deger[i] değerleri ana programda $V_i[i]$ değişkenlerine, T_s sıcaklığında ölçülen deger[i] değerleri de $V_s[i]$ değişkenlerine atanacaktır. Böylece bu iki sıcaklık değerleri arasındaki bir sıcaklığa karşı gelen sensör çıkış geriliminin sıcaklığı ana programda bu değerler kullanılarak hesaplanacaktır.

Bu durumlar göz önüne alınarak ana program şu şekilde oluşturulmuştur;

```

#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<dos.h>

```

```

main()
{ int port = 0x160, saniye = 1, dakika = 60, saat = 3600, secim;

```

```
int i, j, sayi, Ti, Ts, T[15];
float A, Vi[15], Vs[15], V[15];
```

```
FILE *file;
if((file = fopen("oku.txt","at"))== NULL) //verilerin yazılacağı dosya açılıyor.
{ printf("\n Dosya Açılmadı.");
  return 1;
}
```

```
// Ti °C'de okunan deger[i] değişkenlerinin aritmetik ortalamaları Vi[i] olarak alınır.
Vi[0] = deger[0]; Vi[1] = deger[1]; Vi[2] = deger[2]; Vi[3] = deger[3];
Vi[4] = deger[4]; Vi[5] = deger[5]; Vi[6] = deger[6]; Vi[7] = deger[7];
Vi[8] = deger[8]; Vi[9] = deger[9]; Vi[10] = deger[10]; Vi[11] = deger[11];
Vi[12] = deger[12]; Vi[13] = deger[13]; Vi[14] = deger[14]; Vi[15] = deger[15];
```

```
// Ts °C'de okunan deger[i] değişkenlerinin aritmetik ortalamaları Vs[i] olarak alınır.
Vs[0] = deger[0]; Vs[1] = deger[1]; Vs[2] = deger[2]; Vs[3] = deger[3];
Vs[4] = deger[4]; Vs[5] = deger[5]; Vs[6] = deger[6]; Vs[7] = deger[7];
Vs[8] = deger[8]; Vs[9] = deger[9]; Vs[10] = deger[10]; Vs[11] = deger[11];
Vs[12] = deger[12]; Vs[13] = deger[13]; Vs[14] = deger[14]; Vs[15] = deger[15];
```

```
printf(" Saniyelik okuma için 1'e \n");
printf(" Dakikalık okuma için 2'ye \n");
printf(" Saatlik okuma için 3'e \n");
printf(" Çıkış için 4'e basınız....");
scanf("%d",&secim);
```

```
if( secim == 4)
{ printf(" ÇIKIŞA bastınız....\n");
  getch();
  return 0;
}
```

```
if( secim == 1)
{ printf(" Saniyelik Kaç Defa Değer Almak İstiyorsunuz = ");
  scanf("%d",&sayi); // okuma sayısı belirleniyor.
  zaman = saniye; // okuma periyodu 1 sn olarak ayarlanıyor.
}
```

```
if( secim == 2)
{ printf(" Dakikalık Kaç Defa Değer Almak İstiyorsunuz = ");
  scanf("%d",&sayi); // okuma sayısı belirleniyor.
  zaman = dakika; // okuma periyodu 1 dk olarak ayarlanıyor.
}
```

```
if( secim == 3)
{ printf(" Saatlik Kaç Defa Değer Almak İstiyorsunuz = ");
  scanf("%d",&sayi); // okuma sayısı belirleniyor.
  zaman = saat; // okuma periyodu 1 saat olarak ayarlanıyor.
}
```

```
for(j = 0; j <= sayi; j++) // okuma sayısı için döngü oluşturuluyor.
{ for(i = 0; i <= 15; i++) // 16 kanal için döngü oluşturuluyor.
```



```

    { adres = port + i;          // kanal adresleri alınıyor.
      A = inportb(adres)&15; // giriş uçları sırayla 16 bit olarak okunuyor.
      V[i] = A*5000/4095; //5 volt için gerilim değeri ayarlanıyor(mV olarak).
      D = (Vs[i] - Vi[i]) / (Ts - Ti);
      T[i] = (V[i]-Vi[i])/D+Ti; // değerler sıcaklıklara dönüştürülüyor.
      fprintf(file,"T[%d] = %f",i,T[i]); //dosyaya okunan sıcaklık değeri yazılıyor.
    }
    fprintf(file,"\n"); // Bütün kanallar dosyaya yazıldıktan sonra satır atlıyor.
    sleep(zaman); // okuma periyodu kadar bekleniyor.
  }
  fclose(file); // Dosya kapatılıyor.
  return 0; // program sonu.
}

```

Bu programlar sayesinde ölçme sistemi, sıcaklık sensörlerinden alınan gerilim değerleri sıcaklık değerlerine çevrilmektedir. Bu ölçüm ve kalibrasyon işlemlerinin nasıl yapıldığını şu şekilde anlatabiliriz: 16 adet sıcaklık sensörü kart girişlerine yerleştirilip su izolasyonu ve çalışma testleri yapıldıktan sonra sıcaklığı bir termometre ile ölçülen (örneğin 10 °C) su içine sensörler yerleştirilir. Daha sonra ilk yazmış olduğumuz program çalıştırılır ve saniyede bir olmak üzere 20-30 ölçüm değeri alınır. Alınan bu ölçüm değerlerinin, her bir giriş kanalı için aritmetik ortalamaları alınır. Bu şekilde ortalama değerlerin alınması ölçme sisteminin hata payının azalmasını, daha düzgün ve daha hassas ölçüm yapabilmemizi sağlar. Daha sonra yine sıcaklığı termometre ile ölçülen daha yüksek sıcaklıktaki (örneğin 90°C) bir su içine sensörler tekrar yerleştirilir. Aynı şekilde saniyede bir olmak üzere 20-30 ölçüm değeri alınır. Bunların da aritmetik ortalamaları alınır. Aritmetik ortalamaları alınan bu değerler ana programdaki `deger[i]` değişkeni yerlerine yazılır. Yani ana programdaki `deger[i]` değişkenleri aslında değişken değil ilk programda elde edilen sayısal değerlerdir. Bu değerler programa girildikten sonra ölçme sistemimiz T_i ve T_s sıcaklık değerleri arasındaki tüm sıcaklıkları ölçebilmektedir. Fakat sensörlerin gerilim değerlerinin sıcaklıkla değişimleri lineer olmadı için sıcaklık aralığını küçük tutmakla daha hassas ölçümler alınabilmektedir. LM35 sensörü ise geniş sıcaklık sınırları arasında lineere yakın değişim gösterdiği için sıcaklık aralığı geniş tutulabilir.

Programın nasıl hesaplama yaptığı sayısal bir örnek vererek anlatırsak daha iyi anlaşılacaktır.

Örneğin LM35DZ sıcaklık sensörü $T_i=10^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $V_i=103\text{mV}$ ve $T_s=90^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $V_s=904\text{mV}$ gerilim değeri göstermektedir. Bu sensör $V = 248\text{mV}$ gerilim gösterdiğinde, uçlarındaki sıcaklık değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$D = DV / DT \quad DV = V_s - V_i = 904 - 103 = 801\text{mV}$$

$$DT = T_s - T_i = 90 - 10 = 80^\circ\text{C}$$

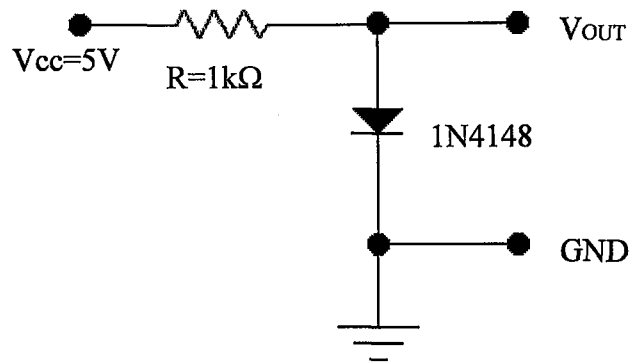
$$D = DV / DT = 801 / 80$$

$$T = (V - V_i) / D + T_i$$

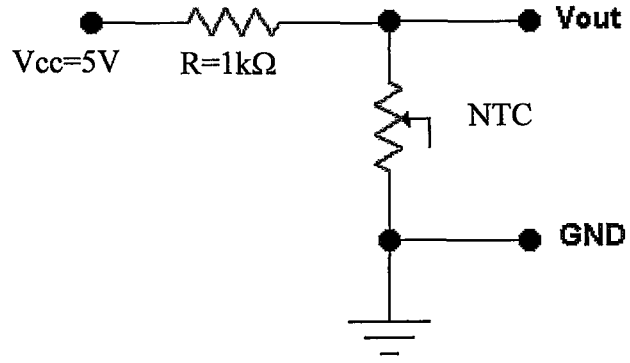
$$= (248 - 103) / (801/80) + 10 = 145 * 80 / 801 + 10 = 24,48^\circ\text{C}$$

Bu sistemin kalibrasyonu yapıldıktan yani $T_i=20$ ve $T_s=60$ için ölçümler alınıp ikinci programda bu değerler yerine konulduktan sonra termometrenin gösterdiği 25°C , 45°C ve 60°C sıcaklık değerine sahip su için sistemimizden okunan örnek ölçüm değerleri tablo-3.1, tablo -3.2 ve tablo-3.3'de gösterilmiştir. Tablolarda saniyede bir olmak üzere 20 ölçüm alınmıştır. Bu ölçüm değerlerinin aritmetik ortalamaları en alt satırda hesaplanmıştır. Bu ölçümlerden CH0-CH3 LM35 için, CH4-CH7 KTY81 için, CH8-CH11 NTC için ve CH12-CH15 1N4148 için kullanılmıştır.

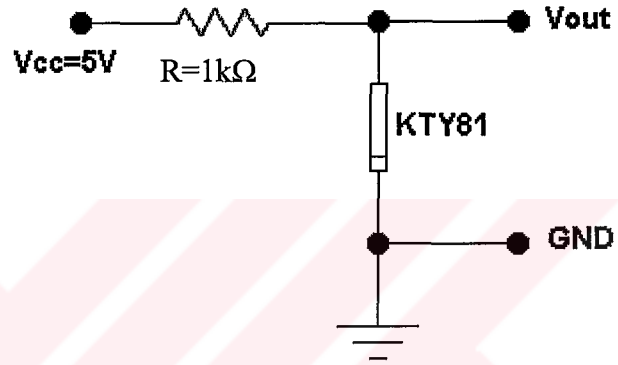
Ölçüm İçin Kullanılacak Devreler



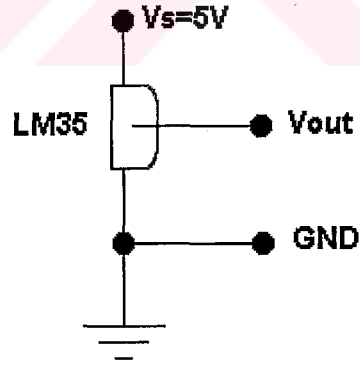
Şekil-3.10. 1N4148 diyodu için ölçüm yapılan devre.



Şekil-3.11. NTC için ölçüm yapılan devre.



Şekil-3.12. KTY81 için ölçüm yapılan devre.



Şekil-3.13. LM35 için ölçüm yapılan devre.

Tablo-3.1. 25°C sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.

CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15
25,12	25,18	24,84	25,23	25,21	25,14	25,96	25,38	24,83	26,21	25,63	25,77	24,82	25,97	25,73	25,84
25,04	25,16	24,84	25,31	24,63	25,38	24,72	26,08	23,88	26,14	25,91	25,77	25,39	25,97	24,72	25,19
25,26	25,14	24,86	25,26	23,96	26,06	25,36	25,68	23,88	26,26	24,19	25,77	25,39	26,39	25,73	26,06
25,14	25,21	24,74	25,23	25,18	25,98	26,14	25,76	24,43	26,20	24,19	25,22	25,78	26,18	25,73	25,63
25,23	25,18	24,86	25,14	24,22	24,72	25,04	24,72	24,43	24,64	24,80	26,16	26,74	26,39	25,52	25,41
25,12	25,21	24,74	25,26	23,76	25,36	25,16	25,64	24,43	24,64	25,08	26,16	25,58	25,97	25,52	25,84
25,21	25,18	24,89	25,26	24,88	25,58	25,38	24,48	24,98	24,64	25,16	26,02	25,97	26,18	25,34	25,63
25,23	25,23	24,91	25,23	25,18	25,96	25,61	25,87	24,98	26,16	25,16	25,77	25,97	26,18	25,73	26,50
25,16	25,23	24,96	25,23	25,56	25,04	25,36	25,64	25,96	24,78	26,23	25,94	26,16	26,39	25,52	25,63
25,14	25,23	24,86	25,23	24,64	26,34	24,92	25,52	24,98	25,99	25,91	25,71	25,97	26,18	25,52	25,63
25,21	25,26	24,89	25,23	23,96	24,36	25,38	24,48	24,47	25,99	25,08	25,35	26,74	26,18	26,60	25,63
25,23	25,23	24,91	25,23	25,18	25,62	25,84	25,59	24,83	26,14	25,63	26,16	26,74	25,97	25,34	25,84
25,21	25,26	24,89	25,23	25,18	24,96	25,44	25,68	24,43	26,26	25,08	25,77	25,97	26,18	25,52	26,06
25,23	25,23	24,86	25,21	25,18	24,84	25,36	25,54	24,43	26,56	25,08	25,35	25,97	25,75	25,11	25,84
25,16	25,26	24,89	25,23	24,22	25,72	25,68	25,87	25,28	26,56	25,63	24,66	25,97	26,18	25,73	25,84
25,21	25,23	24,89	25,23	24,63	25,38	25,03	25,87	25,12	26,16	25,63	24,11	25,78	26,18	25,34	25,63
25,23	25,23	24,94	25,26	24,88	26,06	24,92	24,68	23,88	24,78	25,46	24,11	26,16	25,75	25,52	25,84
25,14	25,26	24,96	25,23	25,56	24,72	25,61	24,16	24,66	24,94	26,33	25,54	26,16	26,18	25,52	25,84
25,23	25,28	24,91	25,23	23,76	26,34	24,92	25,04	24,66	26,20	25,91	25,54	26,35	26,18	25,73	25,84
25,14	25,26	24,96	25,21	24,22	25,38	25,44	25,68	24,83	26,48	25,63	26,02	26,16	26,18	25,73	25,84
LM35 Sensörü				KTY81 Sensörü				NTC Direnci				1N4148 Diyodu			
25,18	25,22	24,88	25,23	24,70	25,45	25,36	25,37	24,67	25,79	25,39	25,55	25,99	26,13	25,56	25,78

Tablo-3.2. 45°C sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.

CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15
45,26	45,06	44,72	35,12	45,62	44,94	45,32	44,80	46,31	45,43	45,89	45,38	46,34	47,41	47,08	46,28
45,34	45,24	44,82	35,27	45,16	44,86	45,17	45,43	46,31	46,43	45,44	45,46	46,49	47,41	46,28	46,41
45,52	45,06	44,92	35,12	44,93	44,48	44,78	45,57	46,09	46,32	45,44	45,48	46,14	46,92	46,28	46,58
45,14	44,99	45,04	35,18	45,47	45,12	45,09	45,06	45,32	45,18	46,08	46,21	47,26	46,69	46,12	46,60
45,28	45,02	44,98	35,06	46,22	44,94	46,12	45,32	45,87	45,38	45,98	45,39	46,37	46,43	46,48	46,98
45,16	45,28	44,94	35,27	45,26	44,98	45,18	45,66	45,87	45,67	45,26	45,39	46,37	46,81	46,23	47,22
45,16	45,26	44,82	34,94	45,39	43,79	45,47	45,57	45,26	46,44	45,26	45,63	46,49	46,48	46,48	46,02
45,44	45,08	44,78	35,16	45,96	44,56	46,22	44,98	45,77	46,06	45,04	45,47	47,26	46,48	45,92	47,46
45,14	45,22	44,94	35,12	45,46	44,68	45,16	45,32	46,36	44,68	45,27	46,02	47,26	46,23	45,92	47,46
45,16	45,26	44,72	35,21	44,93	44,94	45,32	44,84	45,32	45,89	45,35	45,63	46,28	46,23	46,28	46,41
45,44	45,04	44,82	35,14	45,36	43,79	45,47	45,66	45,18	45,89	45,35	46,02	46,16	46,13	47,02	46,49
45,14	45,24	44,76	34,89	45,62	44,56	45,09	45,08	45,58	46,04	45,46	45,48	45,82	46,13	47,02	46,98
45,12	45,26	44,98	35,04	45,47	44,42	45,32	45,16	45,61	46,16	46,02	45,16	45,82	46,47	45,81	46,98
45,16	45,02	45,04	35,12	45,06	44,88	45,32	46,32	45,61	45,32	45,67	45,63	46,43	46,47	47,23	46,13
45,28	45,24	44,82	34,86	46,21	44,74	46,48	45,66	45,47	46,04	45,39	45,38	46,43	46,69	46,12	46,41
45,18	45,06	44,78	35,18	45,16	44,62	45,18	45,32	45,47	45,85	45,27	45,47	46,34	46,46	46,28	46,60
45,14	45,16	44,82	35,21	45,78	44,56	45,52	44,43	46,37	45,67	45,89	46,02	46,28	47,44	45,85	46,60
45,16	45,31	44,94	35,12	45,78	44,98	44,98	45,43	46,06	46,43	46,37	45,62	46,14	47,07	46,28	47,22
45,34	45,16	44,96	34,97	45,16	44,94	45,92	45,38	45,32	45,41	44,95	45,68	46,71	47,07	45,19	45,72
45,18	45,08	44,82	35,12	45,34	44,88	46,32	45,67	46,09	45,41	45,51	46,41	46,43	47,07	46,28	46,68
LM35 Sensörü				KTY81 Sensörü				NTC Direnci				1N4148 Diyodu			
45,24	45,15	44,87	45,11	45,47	44,68	45,47	45,33	45,76	45,79	45,54	45,65	46,44	46,70	46,31	46,66

Tablo-3.3. 60°C sıcaklık için saniyelik periyotla alınan 20 ölçüm değeri ve aritmetik ortalamaları.

CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15
60,06	59,96	59,82	60,12	60,42	60,14	60,12	59,60	62,11	61,23	61,89	61,18	63,14	64,21	64,08	63,08
60,14	60,14	59,92	60,27	59,96	60,06	59,97	60,23	62,11	62,23	61,44	61,26	63,29	64,21	63,28	63,21
60,32	59,96	60,02	60,12	59,73	59,68	60,58	60,37	61,89	62,12	61,44	61,28	62,94	63,72	63,28	63,38
59,94	59,89	60,14	60,18	60,27	60,32	59,89	59,86	61,12	60,98	62,08	62,01	64,06	63,49	63,12	63,40
60,08	59,92	60,08	60,06	61,02	60,14	60,92	61,12	61,67	61,18	61,98	61,19	63,17	63,23	63,48	63,78
59,96	60,18	60,04	60,27	60,06	60,18	60,98	60,46	61,67	61,47	61,26	61,19	63,17	63,61	63,23	64,02
59,96	60,16	59,92	59,94	60,19	58,99	60,27	60,37	61,06	62,24	61,26	61,43	63,29	63,28	63,48	62,82
60,24	59,98	59,88	60,16	60,76	59,76	61,02	59,78	61,57	61,86	61,04	61,27	64,06	63,28	62,92	64,26
59,94	60,12	60,04	60,12	60,26	59,88	59,96	61,12	62,16	60,48	61,27	61,82	64,06	63,03	62,92	64,26
59,96	60,16	59,82	60,21	59,73	59,14	60,12	60,64	61,12	61,69	61,35	61,43	63,08	63,03	63,28	63,21
60,24	59,94	59,92	60,14	60,16	58,99	60,27	60,46	60,98	61,69	61,35	61,82	62,96	62,93	64,02	63,29
59,94	60,14	59,86	59,89	60,42	59,76	59,89	59,88	61,38	61,84	61,46	61,28	62,62	62,93	64,02	63,78
59,92	60,16	60,08	60,04	61,27	59,62	61,12	59,96	61,41	61,96	62,02	60,96	62,62	63,27	62,81	63,78
59,96	59,92	60,14	60,12	59,86	60,08	60,12	61,12	61,41	61,12	61,67	61,43	63,23	63,27	64,23	62,93
60,08	60,14	59,92	59,86	61,01	59,94	61,28	60,46	61,27	61,84	61,39	61,18	63,23	63,49	63,12	63,21
59,98	59,96	59,88	60,18	59,96	59,82	59,98	60,12	61,27	61,65	61,27	61,27	63,14	63,26	63,28	63,40
59,94	60,06	59,92	60,21	60,58	59,76	60,32	60,23	62,17	61,47	61,89	61,82	63,08	64,24	62,85	63,40
59,96	60,21	60,04	60,12	60,58	60,18	59,78	60,23	61,86	62,23	62,37	61,42	62,94	63,87	63,28	64,02
60,14	60,06	60,06	59,97	59,96	59,14	60,72	60,18	61,12	61,21	60,95	61,48	63,51	63,87	62,19	62,52
59,98	59,98	59,92	60,12	60,14	60,08	61,12	60,47	61,89	61,21	61,51	62,21	63,23	63,87	63,28	63,48
LM35 Sensörü				KTY81 Sensörü				NTC Direnci				1N4148 Diyodu			
60,04	60,05	59,97	60,11	60,32	59,78	60,42	60,33	61,56	61,59	61,54	61,45	63,24	63,50	63,31	63,46

4. TUZLULUK ÖLÇER CİHAZI

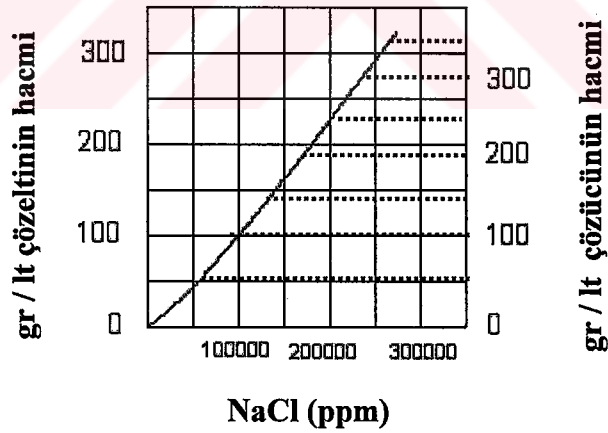
4.1. Tuzluluk Ölçer Cihazının Tanımı

Bu cihaz NaCl çözeltisinin elektrolitik öz iletkenliğinin konsantrasyonla değişiminden faydalanarak tuzlu suyun konsantrasyonunu bilgisayarlı sistem ile ölçmektedir. Cihaz, bir tip bilgisayarlı ohm metre olarak çalışmakta ve bir bilgisayar programı ile değerleri tuz konsantrasyonuna dönüştürmektedir.

4.1.1. Tuzluluğun Tanımı

Tuzluluk, çözünen tuzların konsantrasyonudur, yani tuz miktarının çözelti miktarına oranıdır. Tuzluluk birkaç şekilde ifade edilebilir; a.) Milyonda bir olarak (ppm veya $\mu\text{g}/\text{çözeltinin gr.}$ olarak miktarı) miktarı, b.) $\text{gr}/\text{çözücünün litre}$ olarak miktarı, c.) $\text{gr}/\text{çözeltinin litre}$ olarak miktarı.

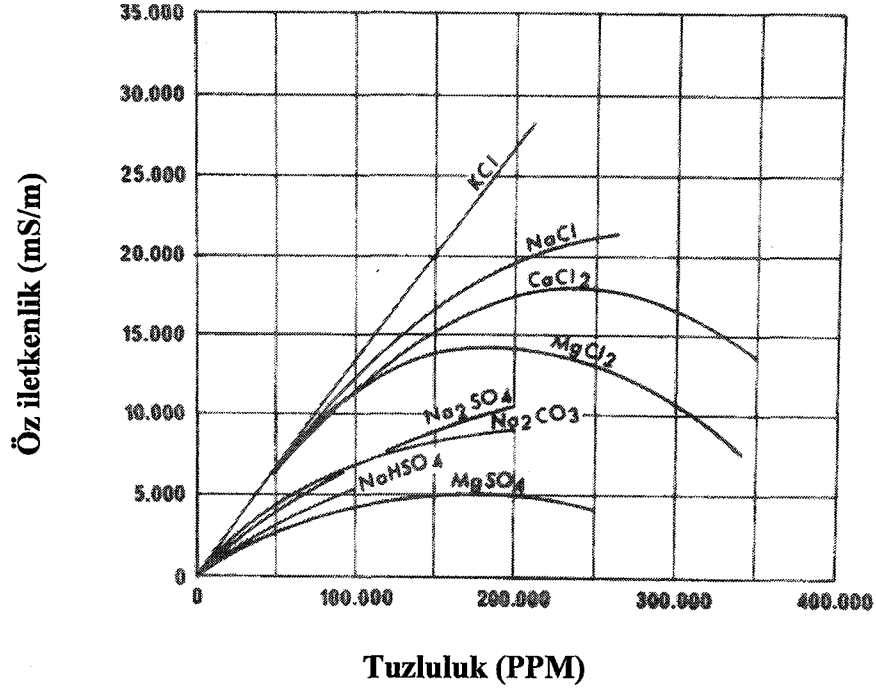
NaCl çözeltisi için tuzluluğun bu birimleri arasındaki geçişler Şekil-4.1'deki grafikten kolayca yapılabilmektedir (Serra, 1984).



Şekil-4.1. NaCl çözeltisinin tuzluluk birimleri arasındaki ilişki

4.1.2. Elektrolitik Öz İletkenlik ile Tuzluluk, Özdirenç ve Sıcaklık Arasındaki İlişki

Bir elektrolitin öz iletkenliği konsantrasyonla ve suda çözülmüş tuzların tipine göre değişmektedir.



Şekil-4.2. Öz iletkenliğin çözeltilere göre değişimi

Şekil-4.2'ye bakıldığında; konsantrasyon artarken öz iletkenliğin artmakta olduğu ve öz iletkenlikteki bu artışın lineer olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi, doymuş çözeltilerde çözünmemiş tuzların yalıtkan bir ortam meydana getirmesidir.

Özdirenç, öz iletkenliğin tersi olarak ifade edilir.

$$\rho = 1/\sigma \quad (4.1)$$

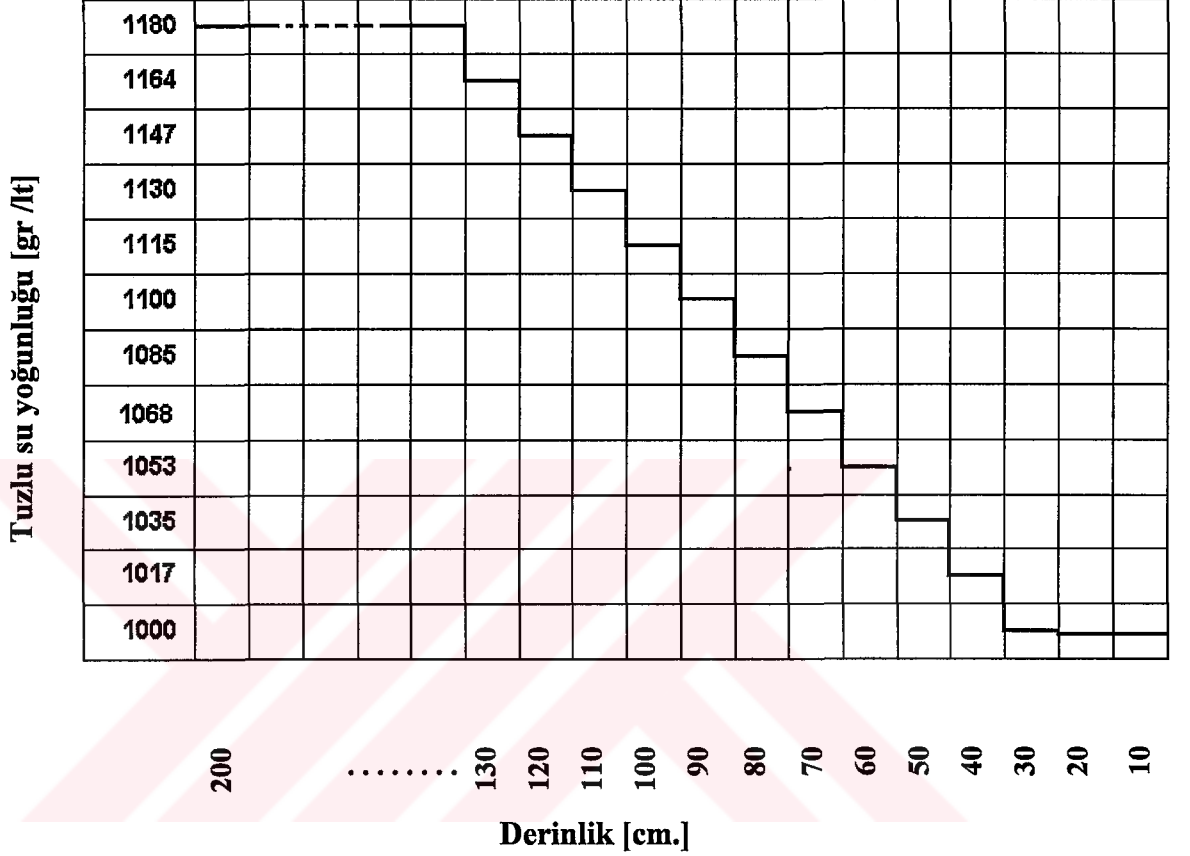
Burada; ρ özdirenç [Ωm], σ öz iletkenlik [S/m] dir.

NaCl çözeltisini t_1 [$^{\circ}\text{C}$] sıcaklığındaki özdirenci ρ_{t1} [Ωm] ve t_2 [$^{\circ}\text{C}$] sıcaklığındaki özdirenci ρ_{t2} [$^{\circ}\text{C}$] ise bu özdirençler ve sıcaklıklar arasındaki geçişler Arps'ın formülü (4.2) ile yapılabilir (Serra, 1984).

$$\rho_{t2} = \rho_{t1} * \frac{t_1 + 21,5}{t_2 + 21,5} \quad (4.2)$$

4.1.3. Tuzluluk Ölçer Cihazının Ölçü Sahasının Tayini

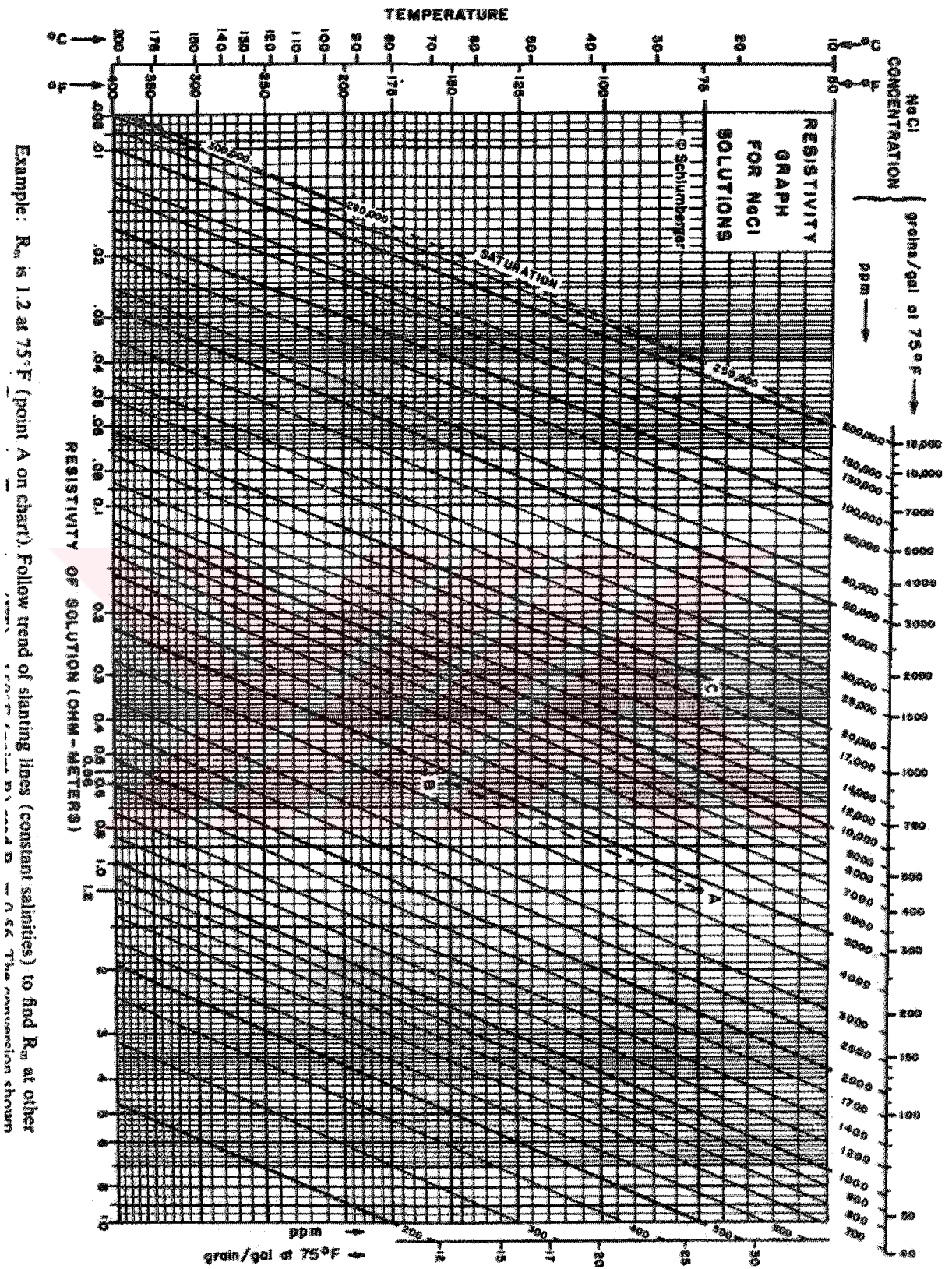
Bir güneş havuzunda oluşabilecek tuz yoğunluğunun havuz derinliğine göre dağılımı Şekil-4.3'te gösterildiği gibidir (Çiçek Bezir, 2002).



Şekil-4.3. Tuzlu Güneş Havuzunda Tuzluluk-Derinlik ilişkisi

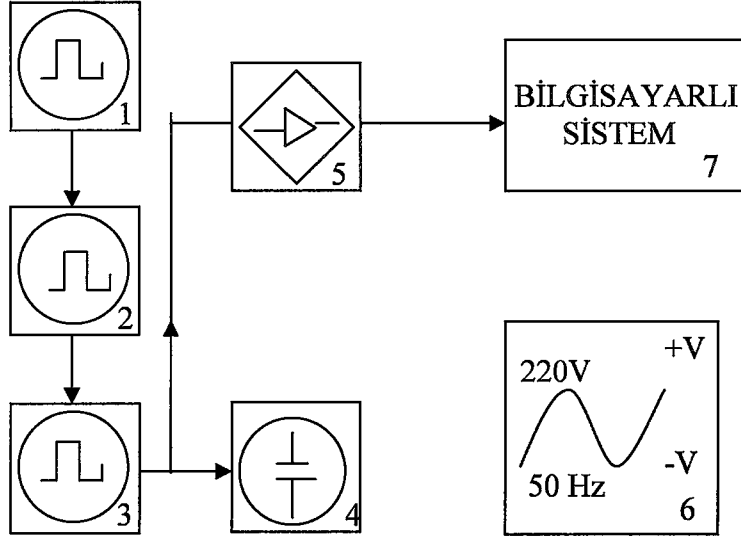
Şekil-4.3'te tuzluluk gr/lt olarak kullanılmıştır. Çiçek Bezir, doktora tezinde tuzluluk değerlerini örnekler olarak ölçtüğünü, NaCl çözeltisi kullanılan güneş havuzlarında 100°C'ye varan dip sıcaklıkları elde edilebildiğini belirtmektedir.

Bu veriler dikkate alınarak tuzluluk ölçer cihazının, sıcaklık aralığı 0°C ile 100°C, göstereceği tuzluluk oranı 1000gr/lt ile 1200gr/lt olarak seçilmiştir.



Şekil 4.4. NaCl çözeltisinde tuzlulu, sıcaklık ve özdirenç arasındaki ilişki. (Serra, 1984)

4.2. DEVRE TASARIMI



Şekil-4.5. Tuzluluk ölçer cihazının blok diyagramı.

Şekil-4.5'te gösterilen bloklar;

1, Kare dalga üretici

2, çift yönlü gerilim kaynağı

3, çift yönlü akım kaynağı

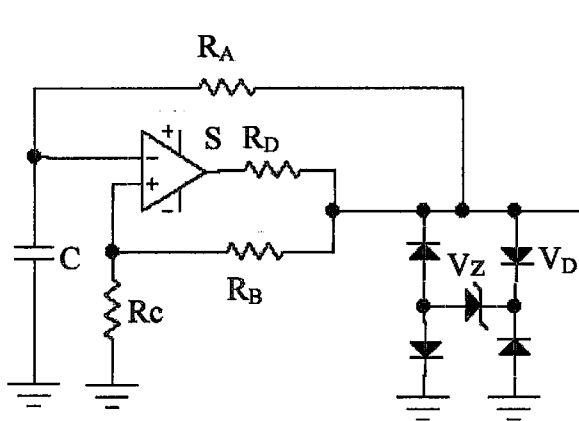
4, direnç hücresi

5, tam dalga doğrultucu

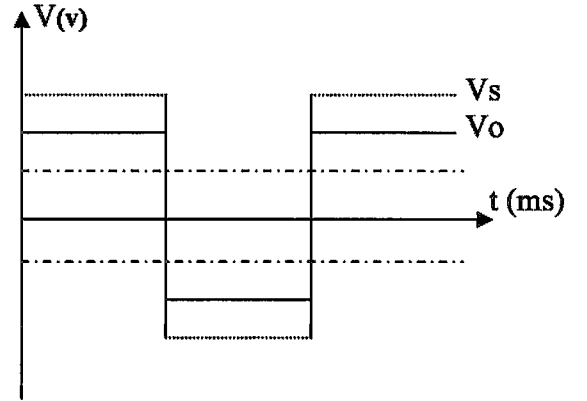
6, Simetrik besleme kaynağı

7, Elde edilen gerilim değerlerini dijital gerilime çevirerek bilgisayara aktaracak ADC Kart ve bilgisayarda bu verileri tuz yoğunluğuna çevirecek olan bilgisayarlı programı.

4.2.1. Çift Yönlü Akım Kaynağının Giriş Geriliminin Oluşturulması



Şekil-4.6. $\pm 10V$, 1kHz kare dalga üretici



Şekil-4.7 Kare dalga üreticinin gerilim şekilleri

Bu devrede $V_C \neq V_R$ iken V_S dolayısıyla V_O sabittir. V_R , V_O 'ın bir kesri olduğundan sabittir. C kondansatörü V_O gerilimiyle daha önceki V_R geriliminden bu zamandaki V_R gerilimine kadar şarj olur.

$V_C = V_R$ olduğunda V_O yine sabit fakat ters yönlü olur. $V_C \neq V_R$ olduğundan şarj kondansatör şarj olmaya ve yukarıdaki olaylar tekrar etmeye başlar (Pastacı, 1985).

Operasyonel amplifikatörlerde çıkış saturasyon gerilimi her iki yönde de aynı değildir. Bundan dolayı devrenin çıkışı $V_O = V_Z + 2V_D$ ile sınırlandırılmıştır (Tüzünel, 1985).

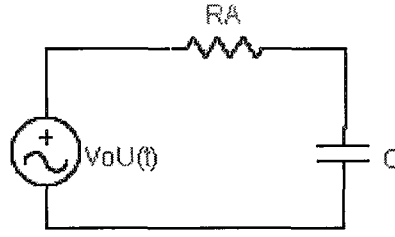
Devrenin Hesabı:

$$V_O = \begin{cases} 10V, & 0 \text{ ms} \leq t \leq 0,5 \text{ ms} \\ -10V, & 0,5 \text{ ms} \leq t \leq 1 \text{ ms} \end{cases}$$

$$R_C = 1 \text{ k}\Omega, R_B = 10 \text{ k}\Omega, R_D = 470 \Omega, V_Z = 8,6V, V_D = 0,7V, C = 0,001 \mu F$$

$$V_R = \frac{V_O}{R_B + R_C} * R_C \quad (4.3)$$

(4.3) denkleminde $V_R = 10/11 \text{ V}$ olarak bulunmuştur.



Şekil-4.8. Devrenin diferansiyel denklemin kurulmasına yardımcı devre

Şekil-4.8'den;

$$V_o = i_C \cdot R_A + V_c \quad (4.4)$$

$$\dot{I}_C = C \frac{dV_c}{dt} \quad (4.5)$$

(4.4) ve (4.5) denklemlerinden

$$-\ln(V_o - V_c) = \frac{t}{R_A \cdot C} + K \quad (4.6)$$

bulunur. Burada K integral sabitidir. K'yı bulmak için (4.6) denklemindeki diferansiyel denklemin sınır şartları şekil-4.7'den tespit edilebilir.

$$V_o = 10V \quad (0 \text{ ms} \leq t \leq 0,5 \text{ ms})$$

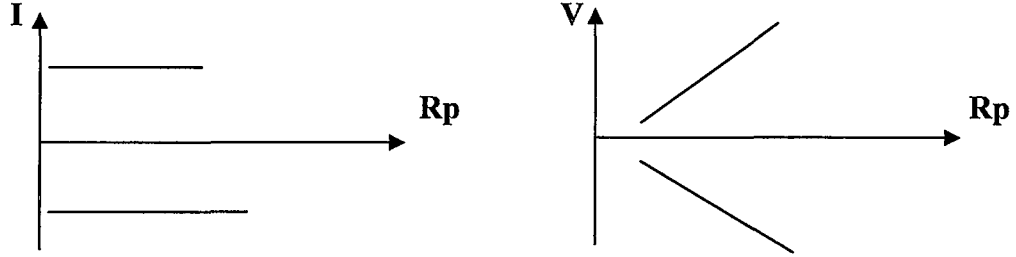
$$t = 0 \text{ ms}, V_c = (-10/11)V, V_o = 10V$$

$$t = 0,5 \text{ ms}, V_c = (+10/11)V, V_o = 10V$$

yukarıdaki verilerle (4.6) denklemini çözülerek $R_A = 274,72k\Omega$ olarak bulunmuştur. Devrenin çıkış gerilimi simetrik olduğu için çıkış geriliminin diğer aralığında da aynı sonuç bulunmuştur.

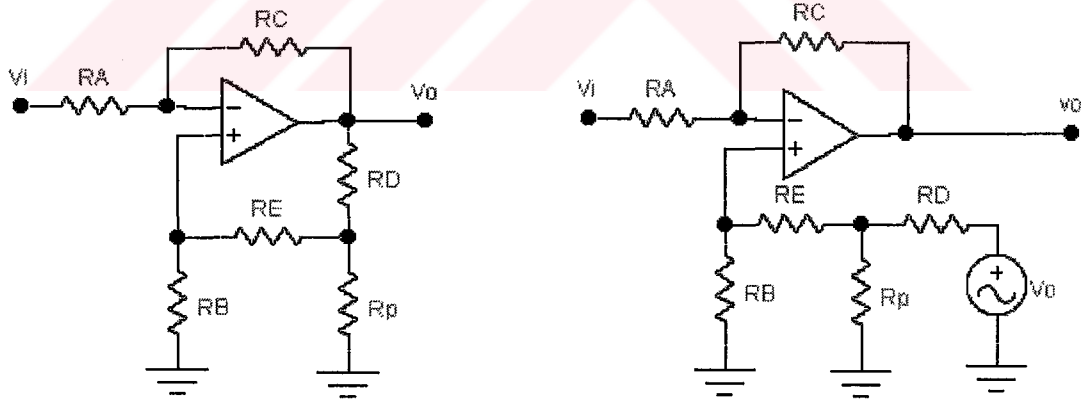
4.2.2. Çift Yönlü Akım Kaynağı

Uçlarına bağlanan R_p direncinden R_p 'nin belirli bir aralığında sabit akım akıtan devreye akım kaynağı denir. Eğer Şekil-4.9.a'daki gibi I çift yönlü ise çift yönlü akım kaynağı denir. Böyle bir sonucun çıkması için devrenin uçlarındaki gerilimin R_p 'ye göre değişimi Şekil-4.9.b'deki gibi olmalıdır.



Şekil-4.9.a. Çift yönlü akım kaynağının $I=f(R_p)$ eğrisi Şekil-4.9.b. Çift yönlü akım kaynağının $V=f(R_p)$ eğrisi

Çift yönlü akım kaynağı Şekil-4.10.a'daki devre ile gerçekleştirilebilir. Devrenin analizi için Şekil-4.10.a, Şekil-4.10.b gibi çizilebilir (SGS, 1985).



Şekil-4.10.a. Çift yönlü akım kaynağı devresi Şekil-4.10.b. Şekil-10.a'nın değişik çizimi

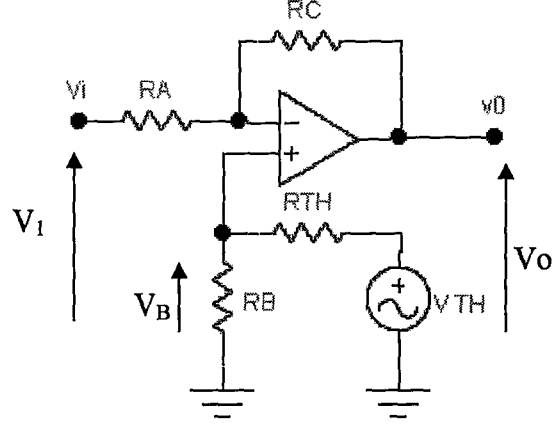
Devrenin Analizi

Şekil-10.b'deki R_B tarafından bakılarak Thevenin eşdeğeri bulunursa;

$$V_{TH} = \frac{V_o \cdot R_p}{R_D + R_p}, \quad R_{TH} = R_E + \frac{R_p \cdot R_D}{R_p + R_D} \quad (4.7)$$

Şekil-4.11'den aşağıdaki ifade yazılabilir.

$$V_O = -\frac{V_1.R_C}{R_A} + \frac{V_{TH}.R_B}{R_{TH} + R_B} + \frac{V_{TH}.R_B}{R_{TH} + R_B} * \frac{R_C}{R_A} \quad (4.8)$$



Şekil-4.11. (4.7) denkleminde sonra devrenin durumu.

(4.7) denklemini (4.8) denklemine uygulanarak aşağıdaki denklem yazılabilir:

$$V_O = -\frac{V_1.R_C}{R_A} + \frac{V_O.R_p.R_B}{R_D + R_B} \frac{R_D + R_B}{R_E + \frac{R_p.R_D}{R_p + R_D} + R_B} \left(1 + \frac{R_C}{R_A}\right) \quad (4.9)$$

Bulunur ve Şekil-4.11'den;

$$V_O = \frac{V_O}{\frac{R_p.(R_E + R_B)}{R_p + R_E + R_B} + R_D} * \frac{R_p.(R_E + R_B)}{R_p + R_E + R_B} \quad (4.10)$$

elde edilmiştir.

$$R_A = R_B \quad (4.11)$$

$$R_C = R_D + R_E \quad (4.12)$$

olarak seçilerek (4.9), (4.10), (4.11), (4.12) denklemlerinin ortak çözümünden;

$$\frac{V_p}{R_p} = -\frac{R_c.V_1}{R_A.R_D} = I_p \quad (4.13)$$

sonucu bulunmuştur.

$R_A = R_B = 100k\Omega$, $R_c = 50k\Omega$, $R_D = 500\Omega$, $R_E = 49,5k\Omega$ değerleri seçilmiştir.

$V_1 = \pm 10V$ olduğuna göre (4.13) denkleminde $I_p = \pm 10mA$ olur.

4.2.3. Direnç Hücresi

Sıvıların belirli şekilleri olmadığından öz direnci veya öz iletkenliği ile anılırlar. Öz iletkenliği iletkenliğe ve öz direnci dirence çeviren elemanlara direnç hücresi denir.

Bu hücreler elektrik akımının, içine aldıkları sıvıdan geçtiği boyutlarla ilgili bir sabite ile anılırlar (Erdik ve Sarıkaya, 1985).

$$K = L/A \quad (4.14)$$

Burada K; hücre sabitesi (1/cm), L; elektrotların arasındaki uzaklık (cm), A; karşı karşıya gelen elektrot yüzey alanı (cm²)'dir.

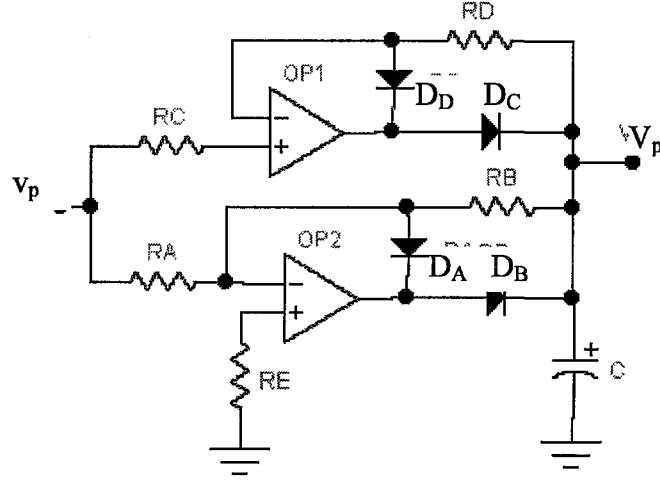
Bu hücrelerin standart bir şekli yoktur. Önemli olan hücre sabitesidir. Direnç hücresinin ömrü boyunca, hücre sabitesinin sabit kalması için elektrotlarının platin, altın veya gümüş ile kaplanması gerekir (Önal, 1979).

4.2.4. Tam Dalga Doğrultucu Devresi

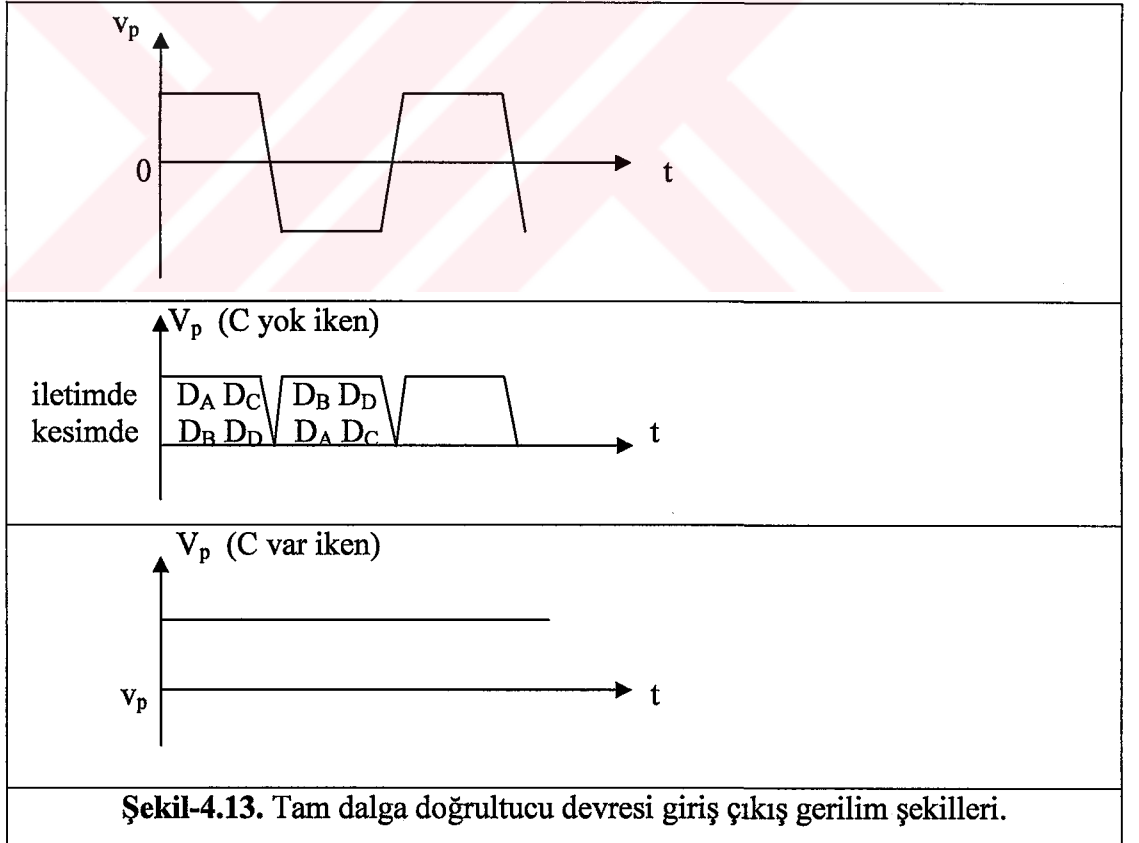
Doğrultucu olarak Şekil-4.12'deki devrenin seçilmesi ile giriş gerilimi V_p 'nin iki alternansı da doğrultulmuştur. Ayrıca doğrultucularda diyot direncinden dolayı meydana gelen gerilim farkı ($V_p - V_p$) OP1 ve OP2 tarafından sıfır edilmiştir.

Şekil-4.12 ve 13'de görüldüğü gibi giriş geriliminin pozitif alternansında D_A , D_C diyotları ilettime, D_B , D_D diyotları yalıtıma geçer. $R_A = R_B = R_C = R_D$ seçilirse 1. yükseltecin(OP1) gerilim kazancı 0, 2. yükseltecin(OP2) gerilim kazancı 1 olduğundan $V_p = v_p$ olur. Giriş geriliminin negatif alternansında D_B , D_D diyotları

iletimde D_A , D_C diyotları yalıtıma geçer. 1. yükseltecin gerilim kazancı 1, 2. yükseltecin gerilim kazancı 0 olduğundan $V_p = -v_p$ olur.



Şekil-4.12. Tam dalga doğrultucu devresi (National, 1982).



Şekil-4.13. Tam dalga doğrultucu devresi giriş çıkış gerilim şekilleri.

Devrenin giriş geriliminin tam kare dalga olmayışından operasyonel amplifikatörlerin açık çevrim gerilim kazançlarının sonsuz olmasından alternans

değişim yerlerinde çıkış gerilimi tam dc olmamaktadır. Bu nedenle c kondansatörü bağlanarak çıkış geriliminin tam dc'ye yakın gerilim olması sağlanmıştır.

R_E direncine denkleştirme direnci denir ve $R_E = R_A // R_B$ alınır.

Yukarıdaki açıklamalara göre devredeki elemanlar şu şekilde belirlenmiştir.

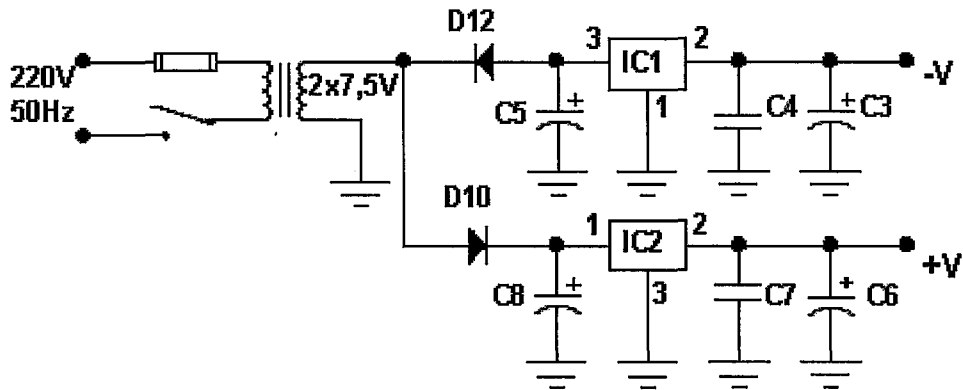
$D_A...D_D = 1N4148$, $R_A...R_D = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 1\mu\text{F}$, $R_E = 5\text{k}\Omega$

4.2.5. İşlemsel Kuvvetlendiricilerin Seçimi

İki işlemsel kuvvetlendiricinin bir entegre devrede toplanması için TL084 tümdevresi seçilmiştir. TL084'ün özellikleri kısaca şöyle özetlenebilir: Hızlı yükseltir, FET girişlidir, çıkışı kısa devreye karşı korumalıdır, giriş kutuplama ve dengesizlik akımı düşüktür, besleme kaynağı $\pm 15\text{Volt}$ 'tur (SGS, 1985).

4.2.6. Besleme Kaynağı

Şehir şebekesinden $\pm 15\text{V}$ DC gerilim verebilecek devre seçilmiştir (Şekil-4.14). Tüm cihazın en çok 30mA çekebileceği hesaplanıp, şehir şebekesi girişine 50mA'lik sigorta konmuştur (SGS, 1985).



Şekil-4.14. $\pm 15\text{V}$ 'luk besleme kaynağı devresi.

4.3. Hücre Sabitesinin Belirlenmesi

Hücre sabitesi tuzluluk, öz iletkenlik, sıcaklık ölçer ile aynı cihazın el kitabına göre belirlenmiştir (YSI, 1980).

$$K = \frac{R.(\sigma_1 + \sigma_2)}{10^6} \quad (4.15)$$

Burada K: hücre sabitesi (1/cm), R: ölçülen direnç (Ω), σ_1 : %1'lik standart KCl çözeltisinin bulunduğu sıcaklıktaki öz iletkenliği ($\mu\text{S/cm}$), σ_2 : çözeltinin hazırlanmasında kullanılmış arıtılmış suyun öz iletkenliği ($\mu\text{S/cm}$) olmaktadır.

SCT ölçerin kendi hücresiyle $\sigma_1 = 5\mu\text{S/cm}$ ölçülmüştür. %1'lik KCl çözeltisi hazırlanıp sıcaklığı 15°C olarak okunmuştur. Tablodan $\sigma_2=1141,5\mu\text{S/cm}$ bulunmuştur. SCT ölçerin hücre yerine hazırlanan hücre takılıp çözeltiye daldırılarak $\sigma=1590\mu\text{S/cm}$ olarak okunmuştur. Bu değer dirence çevrilerek $R=3144,65\Omega$ bulunmuştur. Bulunan değerler (4.15) denkleminde uygulanarak imal edilen hücrenin sabitesi $K=3,6 [1/\text{cm}]$ olarak belirlenmiştir.

Buna göre direnç hücresinden elde edilecek direnç değerleri aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} = \rho \cdot K \quad (4.16)$$

Burada ρ : öz direnç [Ωm], K direnç hücresi sabitesi [$1/\text{cm}$]. R'nin Ω olarak elde edilmesi için $K=3,6 \times 100=360$ alınmalıdır.

Cihazın ölçümlerinden elde edilen öz direnç sıcaklık ve tuzluluk değerleri ile ilgili ölçüm değerleri Tablo-4.1'de gösterilmiştir.

Tablo-4.1. Tuzluluk-Yoğunluk-Sıcaklık değerleri

NaCl Tuzluluk değerleri			Özdirenç değerleri ($\Omega.m$)			
% (g/lt)	Ppm	gr/lt	5°C	20°C	50°C	95°C
1,250	12500	1012	0,850	0,5400	0,315	0,190
2,500	25000	1025	0,423	0,2700	0,157	0,095
3,125	31250	1031	0,282	0,1800	0,104	0,064
5,000	50000	1050	0,235	0,1500	0,087	0,053
6,125	61250	1061	0,196	0,1250	0,073	0,045
7,500	75000	1075	0,164	0,1050	0,061	0,037
10,000	95000	1100	0,131	0,0840	0,049	0,030
12,500	120000	1125	0,110	0,0700	0,041	0,025
15,000	135000	1150	0,097	0,0620	0,036	0,022
17,500	157500	1175	0,088	0,0565	0,033	0,020
20,000	180000	1200	0,080	0,0510	0,030	0,018

Bu değerlerin bilgisayar tarafından elde edilmesini sağlayan bilgisayar programı aşağıda verilmiştir. Bu programda kullanılacak özdirenç değerleri sabit bir sıcaklıkta değişik yoğunluklarda tuzlu suyun direnç hücresinde oluşturduğu direnç değerleri elde edilerek hesaplanmıştır. Bunun yanında özdirenç-sıcaklık bağımlılığının kullanılabilmesi için direnç hücresinin bulunduğu ortamın sıcaklığını ölçecek bir sıcaklık sensörünün de kullanılması gerekmektedir. Bu ölçüm değerlerini alacak bilgisayarlı sistem de sıcaklık ölçme sisteminde kullanılan sistemdir. Bu sistem sadece bir ortamda yer alan sensör ya da direnç üzerindeki gerilimi ölçmektir. Yani dijital ve okuduğu bilgileri kaydeden bir voltmetredir. Bu okunan gerilim değerlerini tuzluluk değerlerine çeviren program aşağıda verilmiştir.

```
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<stdlib.h>
#include<math.h>
#define N 10

main()
{ float R[N+1],R1,R2,Y[N+1],Y1,Y2,Yx;
  float odirenc,odirenc1,direnc1,direnc2=1000,T;
  float volt1,volt2,akim,K=360,n,i,s;
  int peryot
  clrscr();

  printf("\nokuma peryodunu saniye olarak girin:");
  scanf("%d",&peryot);
```

```

do{
    Y[0] = 1012.500;    R[0] = 0.540; //R[i] 20°C için öz direnç değerleri
    Y[1] = 1025.000;    R[1] = 0.270; //Y[i] yoğunluklar (gr/lt) 20°C'de
    Y[2] = 1031.250;    R[2] = 0.180;
    Y[3] = 1050.000;    R[3] = 0.150;
    Y[4] = 1061.250;    R[4] = 0.125;
    Y[5] = 1075.000;    R[5] = 0.105;
    Y[6] = 1100.000;    R[6] = 0.084;
    Y[7] = 1125.000;    R[7] = 0.070;
    Y[8] = 1150.000;    R[8] = 0.062;
    Y[9] = 1175.000;    R[9] = 0.056;
    Y[10] = 1200.000;   R[10] = 0.051;

    printf("\n direnç hücresinden okunan gerilim : ");
    scanf("%f",&volt1);
    printf("ortam sıcaklığı (°C):");
    scanf("%f",&T);
    volt2 = 5-volt1;
    akim = volt2/direnc2; // direnc2 sabit bir dirençtir.
    direnc1 = volt1/akim; // direnc1 tuzlu su direncidir.
    odirenc1 = direnc1/K;

    odirenc = odirenc1*(T + 21.5)/(20+21.5);

    if(odirenc < 0.051) { printf("\nÇok yoğun"); return 0; }
    if(odirenc > 0.540) { printf("\nAz yoğun"); return 0; }

    for(i=0;i<=N;i++)
    { if(odirenc >= R[i])
      { R1 = R[i-1];
        R2 = R[i];
        Y1 = Y[i-1];
        Y2 = Y[i];
        break;
      }
    }
    s = (odirenc-R1)/(R2-R1);
    Yx = s*(Y2-Y1)+Y1;
    printf("\nYoğunluk gr/lt olarak = %.1f",Yx);
    sleep(peryot);
}while(!0);
return 0;
}

```

Tablo-4.2. 25°C sıcaklıkta 1015gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları

Zaman	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4
1.	1016,2	1014,4	1018,3	1015,5	1018,3
2.	1017,3	1016,2	1016,6	1016,2	1017,3
3.	1015,5	1016,6	1014,8	1015,5	1017,6
4.	1017,3	1013,7	1015,5	1016,2	1015,2
5.	1017,9	1014,4	1015,2	1017,3	1016,2
6.	1015,2	1014,8	1013,4	1015,2	1013,4
7.	1015,5	1015,2	1014,1	1016,6	1014,4
8.	1014,9	1017,6	1016,6	1014,1	1015,5
9.	1015,5	1016,9	1016,9	1015,5	1016,6
10.	1013,4	1016,2	1018,3	1014,8	1014,1
ORT	1015,9	1015,6	1016,0	1015,7	1015,9

Tablo-4.3. 25°C sıcaklıkta 1050gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları

Zaman	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4
1.	1044,6	1057,2	1057,2	1054,5	1063,5
2.	1051,7	1060,0	1060,0	1063,5	1060,0
3.	1054,5	1048,5	1036,9	1057,2	1054,5
4.	1036,9	1063,5	1032,9	1060,0	1060,0
5.	1040,8	1054,5	1044,6	1048,5	1040,8
6.	1031,0	1040,8	1054,5	1054,5	1044,6
7.	1048,5	1048,5	1063,5	1036,9	1031,0
8.	1060,0	1036,9	1067,6	1040,8	1048,5
9.	1057,2	1032,9	1051,7	1031,0	1057,2
10.	1067,6	1048,5	1044,6	1067,6	1054,5
ORT	1049,3	1049,1	1051,4	1051,5	1051,5

Tablo-4.4. 25°C sıcaklıkta 1100gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları.

Zaman	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4
1.	1090,7	1083,6	1117,6	1083,6	1097,7
2.	1083,6	1067,6	1083,6	1097,7	1071,8
3.	1107,1	1117,6	1130,3	1067,6	1090,7
4.	1130,3	1090,7	1071,8	1097,7	1107,1
5.	1117,6	1097,7	1107,1	1117,6	1107,1
6.	1083,6	1071,8	1130,3	1083,6	1130,3
7.	1097,7	1090,7	1117,6	1107,1	1090,7
8.	1067,6	1107,1	1067,6	1040,8	1097,7
9.	1071,8	1130,3	1117,6	1130,3	1067,6
10.	1107,1	1097,7	1130,3	1081,8	1130,3
ORT	1095,7	1095,5	1107,4	1092,4	1099,1

Tablo-4.5. 25°C sıcaklıkta 1150gr/lt yoğunluktaki tuzluluk ölçüm sonuçları.

Zaman	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4
1.	1117,7	1188,5	1123,6	1137,9	1157,8
2.	1138,5	1137,1	1196,2	1108,6	1127,1
3.	1170,1	1110,7	1137,7	1170,3	1110,7
4.	1150,3	1170,7	1137,5	1192,1	1127,1
5.	1138,5	1127,1	1150,3	1127,5	1150,3
6.	1123,7	1160,3	1113,6	1150,3	1198,2
7.	1126,8	1137,6	1127,1	1168,8	1110,7
8.	1188,1	1197,1	1113,6	1163,7	1116,3
9.	1152,3	1150,3	1192,1	1137,6	1192,1
10.	1168,5	1187,9	1126,7	1166,2	1152,4
ORT	1147,5	1156,7	1141,8	1152,3	1144,3

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sıcaklık ölçme sisteminde dört farklı sıcaklık sensörü kullanılmış ve bunların içinden hangisinin kullanılmasıyla daha uygun ölçüm değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. Ölçümler sonrasında en uygun sıcaklık sensörünün LM35 olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer sensörlerden 1N4148 sıcaklık değerlerinin en kötü elde edildiği sensör olduğu görülmüştür. Bunun için küçük sıcaklık değişimlerinin önemli olduğu devrelerde kullanılmayacağı anlaşılmıştır. NTC termistör direnci ise küçük sıcaklık değişim aralıklarında kullanılabilir olduğu ama geniş sıcaklık sınırları arasında iyi sonuçlar vermediği anlaşılmıştır. Yani sensöre seri olarak bağlanan direncin değeri değiştirilerek iyi ölçüm alınan sıcaklık değerleri aralığı değiştirilebilmektedir. Ama yine de 0-20°C sıcaklık aralığında NTC termistörünün neredeyse ölçüm alınamıyor denilecek kadar kötü sonuçların olduğu gözlenmiştir. KTY81 sensörü ise LM35'den sonra en iyi sonuçların alındığı sensördür. Ama sıcaklık değerinden sapmaların LM35'den daha fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuçlarından sonra LM35 sensörünün en uygun sıcaklık sensörü olduğu sonucuna varılmış ve güneş havuzunda sıcaklık ölçümleri için bu sensör kullanılmıştır.

Yoğunluğu 1000 ile 1200gr/lt arasındaki yoğunluk değerlerini ölçecek bir tuzluluk (tuz yoğunluğu) ölçer cihazı tasarlandı. Yapılan ölçümler sonrasında yoğunluk ölçer cihazı ile 1000 ile 1150gr/lt tuz yoğunluğu arasındaki değerlerde gayet iyi ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Fakat bunun üstündeki değerlerde ise (1150-1200gr/lt) yoğunluk ölçümlerinin çok sağlıklı olmadığı görülmüştür. Yani yoğunluğun büyümesiyle ölçüm değerlerinin doğruluğu azalmaktadır. Bunun nedeni olarak da bu değerlerin üstüne çıkıldığında iletkenliğin çok az değişmesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmaya ilk başlarken yoğunluk ölçümlerinin DC gerilim kullanılarak yapılması düşünülmüştü. Fakat DC gerilim ve akımda direnç hücresinin çabuk tuz kristalleriyle kaplandığını ve ölçümlerin çok değiştiği gözlemlendi. Bu yüzden gerilim olarak değişken alternatif gerilim kullanılmaya karar verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Çiçek Bezir, N., 2002. Güneş havuzlarında güneş enerjisinin depolanması ve uygulamaları, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 47s.,48s, 62s..
- Demirdöver, A., 1995.İzmir Bornova koşullarında güneş havuzlarının deneysel araştırılması. İzmir Güneş Enerjisi Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 4s.
- Erdik, E. ve Sarıkaya, Y., 1985. Temel Üniversite Kimyası II, Hacettepe-Taş Kitapçılık, Ankara.
- Gümüşkaya, H.,1999.Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar,Alfa, 42-50s, Bursa.
- Hull, J.R., 1982. Calculation of solar pond thermal efficiency with a diffusely reflecting bottom. Solar Energy. Vol 29, pp 385-389, Great Britain.
- Kayalı, R.,1980. Çukurova bölgesi şartlarında bir güneş havuzu denemesi ve çeşitli parametrelerin gözlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Kayalı, R., 1992. Yalıtımlı ve yalıtımsız güneş havuzlarının Çukurova bölgesi şartlarında ekonomik analizi. Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi, No 1, sayı 4.
- Kooi, C.F., 1980. Salt gradient solar pond with reflective bottom: Application to the 'saturated' pond. Solar Energy. Vol 26, pp 113-120, Great Britain.
- National Memory Databook, 1993.
- National, Linear Databook, 2000.
- Önal, H., 1979. Ölçme Tekniği I, İ.T.Ü., 165s, İstanbul.
- Özek, N., 1985. Bir tuzlu güneş havuzu tasarımı ve yapımı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 80s.
- Pastacı, H., 1985. Elektronik Devreler, Yıldız Ün. 300s, İstanbul.
- Philips Semiconductors, Databook, 2000

Serra, O., 1984. Fundamentals Of Well-Log Interperation, pp 6-10, Netherlands

SGS, 1985. Industry Standart Linear ICS, pp 476.

Srinivasan, J. ve Guha, A., 1987. The effect of bottom reflectivity on the performance of a solar pond. Solar Energy, Vol 39, pp361-367, U.S.A.

Subharak, D. ve Murthy, S.S., 1993. Saturated solar ponds: 1. simulation procedure, Solar Energy, Vol 50, No 3, pp 275-282, U.S.A.

Subharak, D. ve Murthy, S.S., 1993. Saturated Solar Ponds: 2.Parametric studies. Solar Energy, Vol 50, No 4, pp 307-319, U.S.A.

Tabor, H., 1981. Solar Ponds. Solar Energy, Vol 27, No 3, pp181-194, Great Britain.

Tüzünalp, Ö., 1985. Elektronik Uygulamalar, O.D.T.Ü., Ankara.

YSI, 1980. Manual Book U.S.A.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Orhan ARMAĞAN

Doğum Yeri : UŞAK

Doğum Yılı : 1976

Medeni Hali : EVLİ

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1991 – 1994 İzmir Büyükçiğli Lisesi

Lisans : 1994 – 1998 Uludağ Üniversitesi Elektronik Mühendisliği

Yabancı Dil : İngilizce

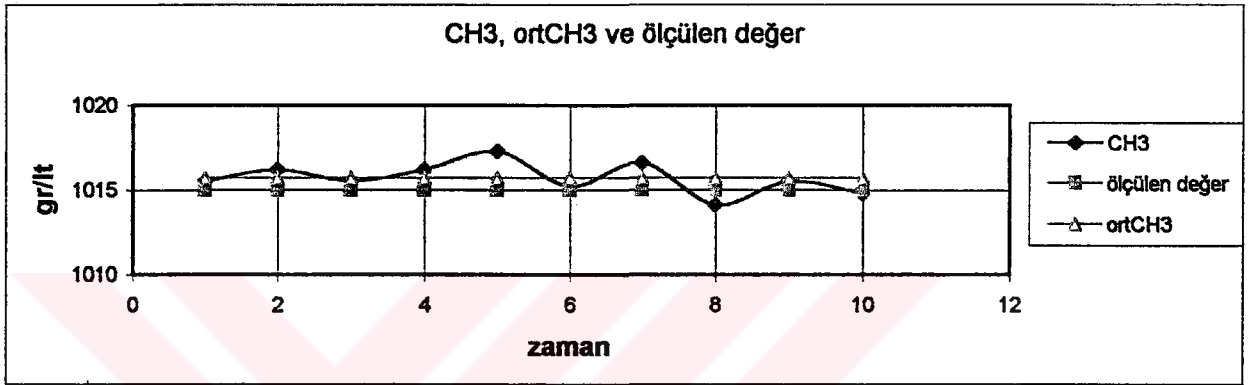
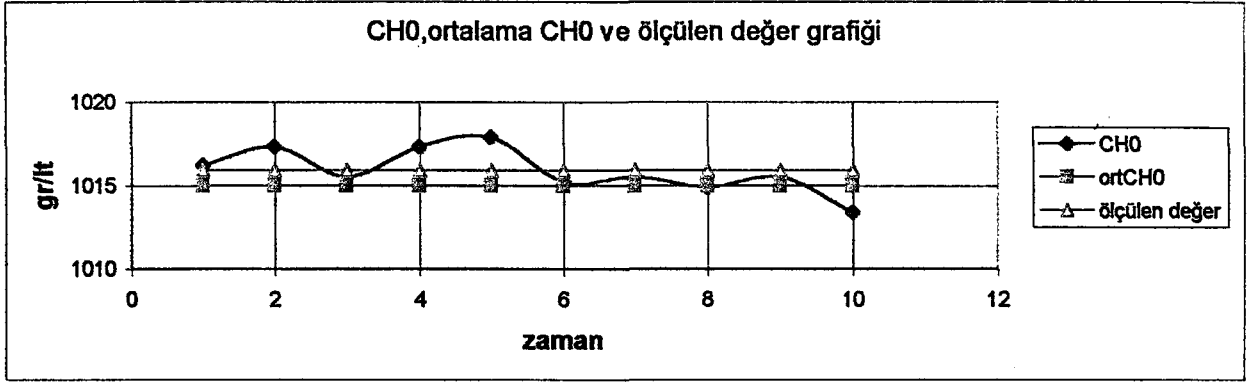
İş Deneyimi :

1999 – 2002 S.D.Ü. Yalvaç Meslek Yüksekokulunda Uzman

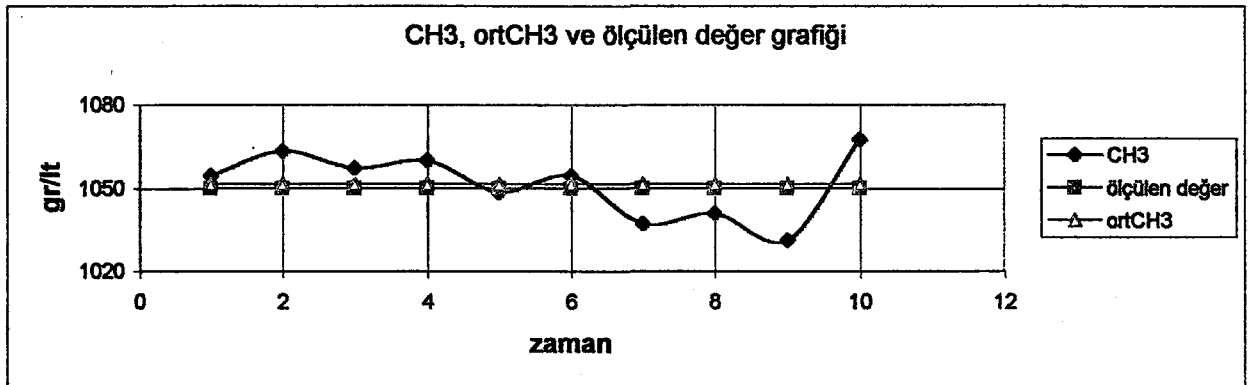
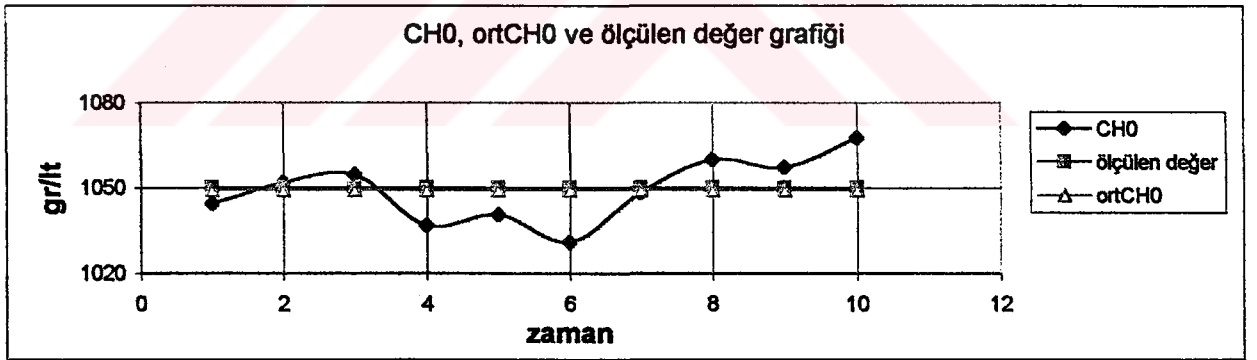
2002 – 2003 S.D.Ü. Yalvaç Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi



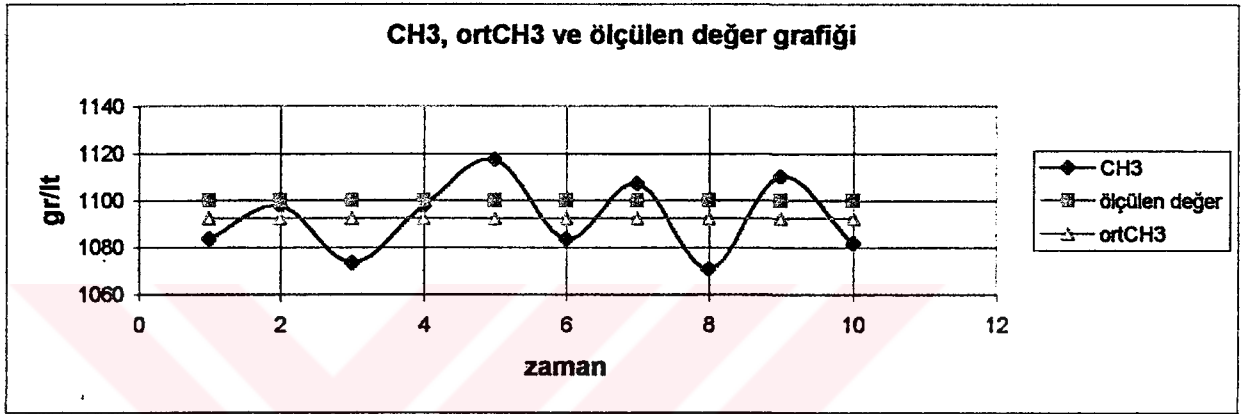
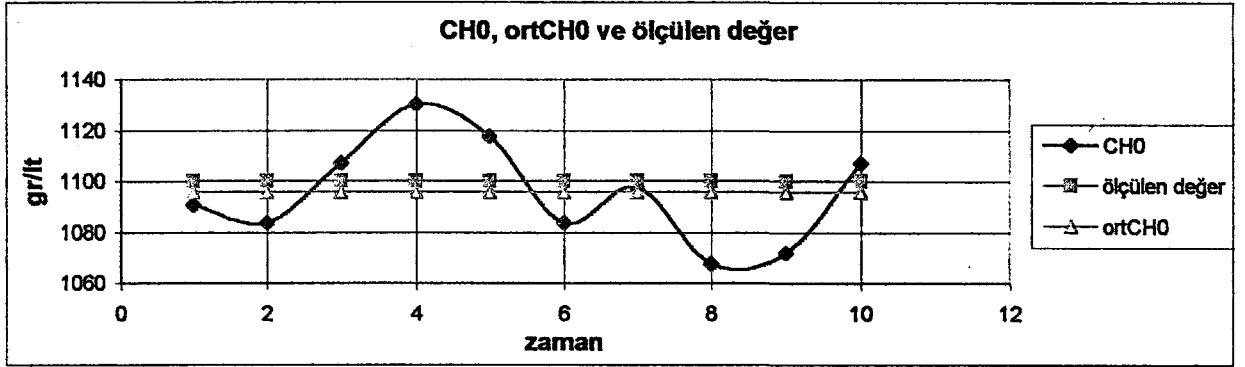
Tablo-4.2'deki verilerden CH0 ve CH3 için zaman yoğunluk grafikleri



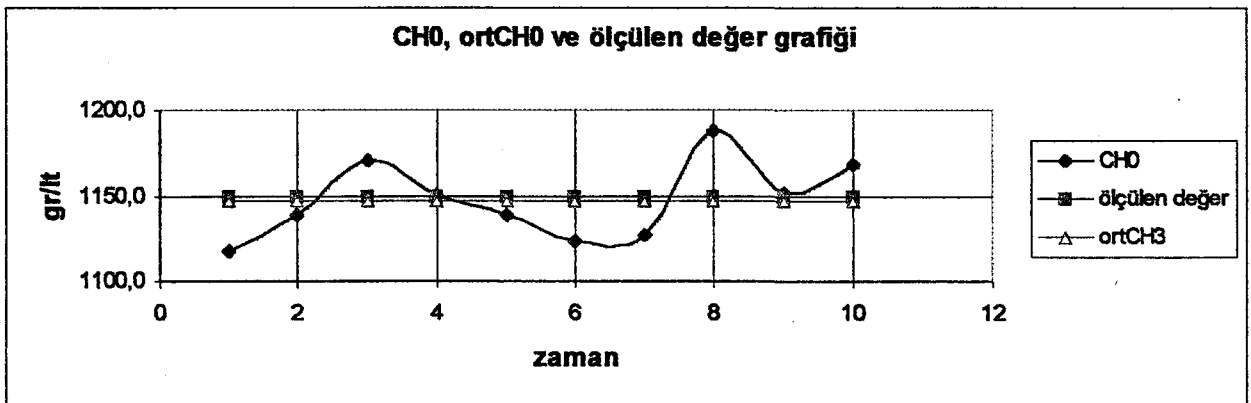
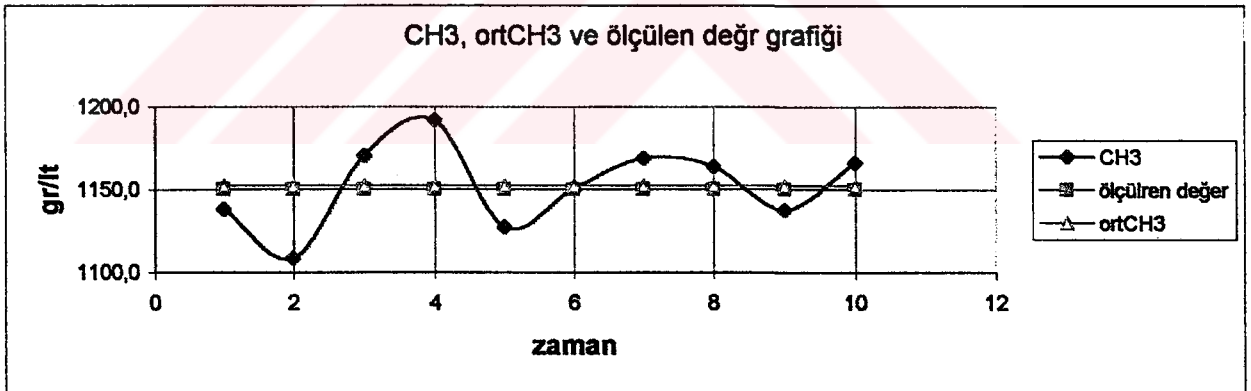
Tablo-4.3'deki verilerden CH0 ve CH3 için zaman yoğunluk grafikleri



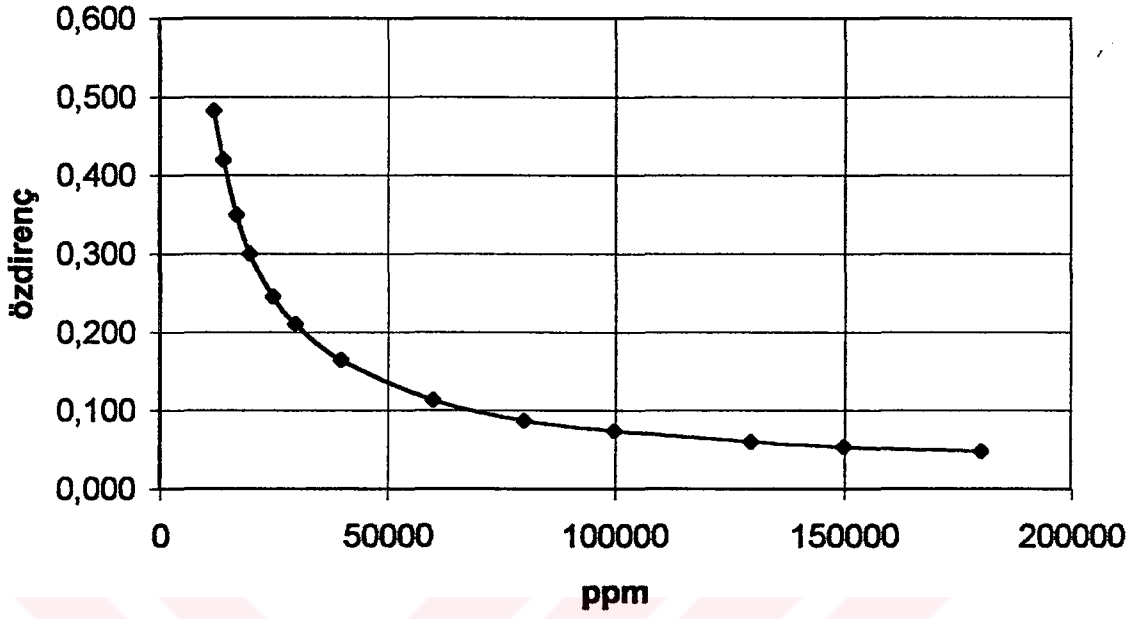
Tablo-4.4'deki verilerden CH0 ve CH3 için zaman yoğunluk grafikleri



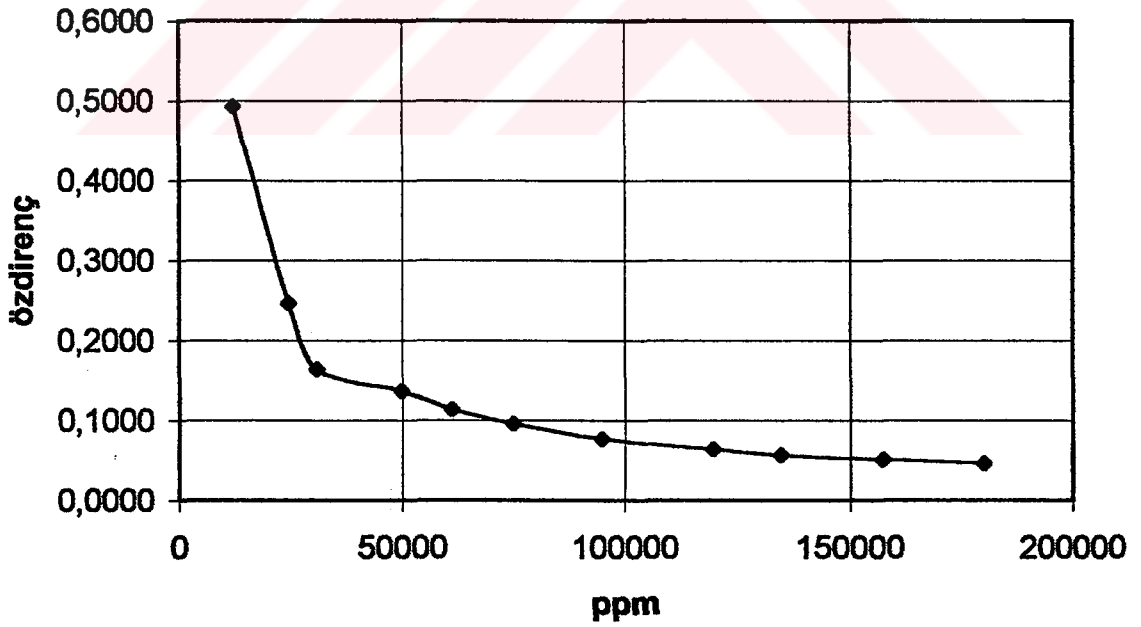
Tablo-4.5'deki verilerden CH0 ve CH3 için zaman yoğunluk grafikleri



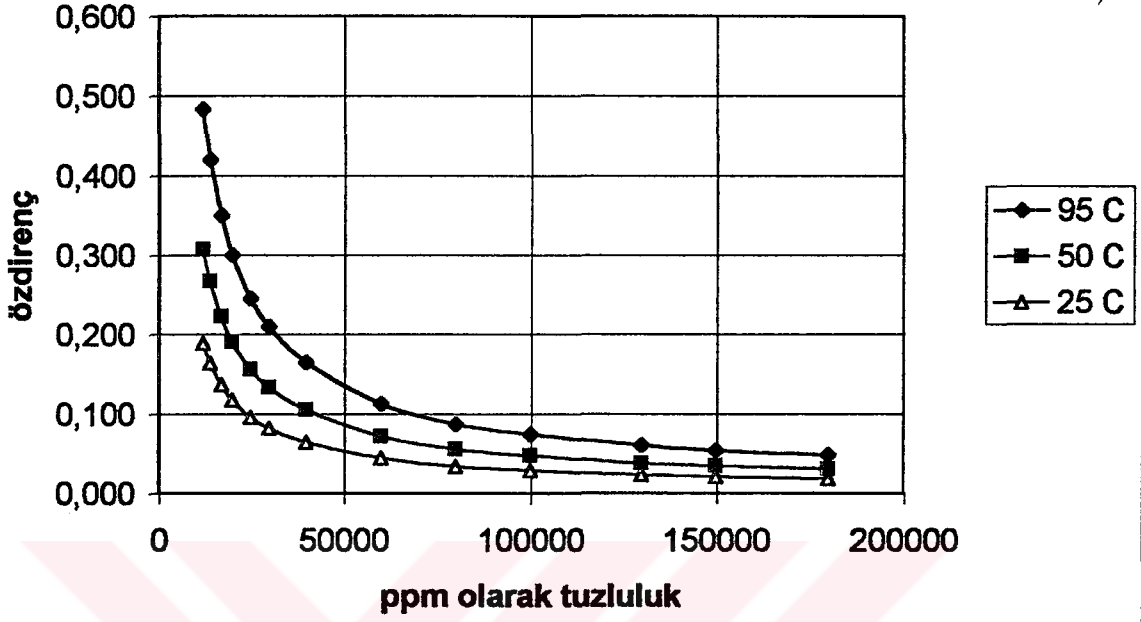
Şekil-4.4'den elde edilen grafik(T=25 C)



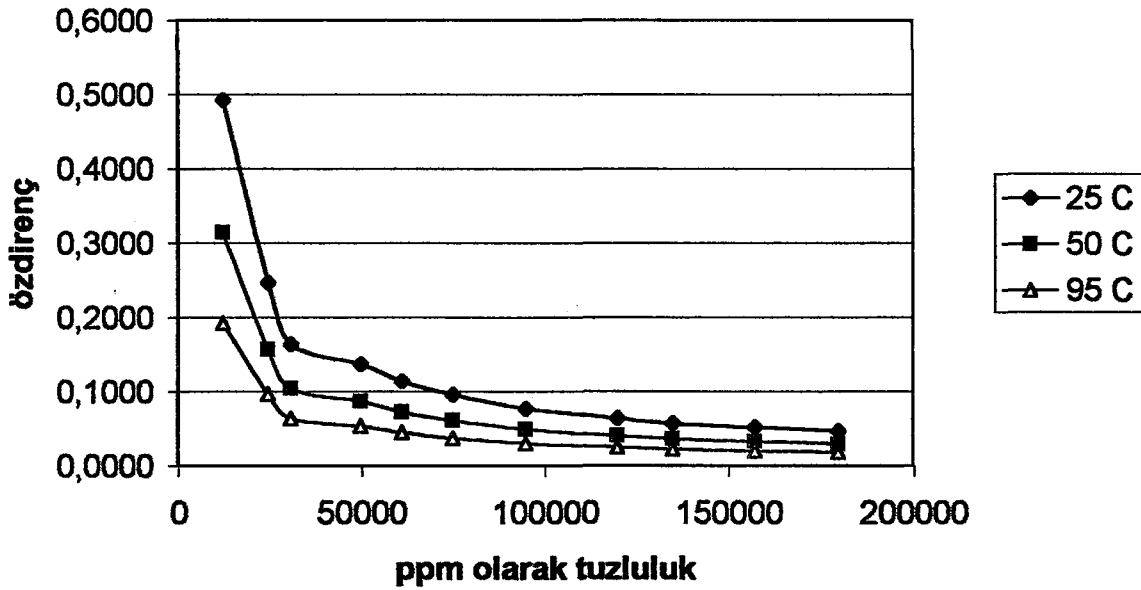
Ölçümlerden elde edilen grafik (25 C)



**Farklı sıcaklıklardaki teorik değerlerin grafiği
(şekil-4.4'den)**



Farklı sıcaklıklardaki ölçümlerin grafiği



Özdirenç-tuzluluk(ppm) grafiği
teorik ve ölçüm değerleri birarada

