ÇUKUROVA ÜNVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Bekir TURGUT

AKDENİZ İKLİMİNDE AKİFER TERMAL ENERJİ DEPOLAMASI İLE SERALARDA ISITMA-SOĞUTMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2008

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ İKLİMİNDE AKİFER TERMAL ENERJİ DEPOLAMASI İLE SERALARDA ISITMA-SOĞUTMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Bekir TURGUT

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 25/02/2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza	İmza	İmza
Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ	Prof. Dr Halime PAKSOY	Prof. Dr. Kazım ABAK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

İmza	İmza
Doç. Dr. Zeynel DEMİREL	Yrd. Doç. Dr. Altay ACAR
ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No:MMF2003D15

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

AKDENİZ İKLİMİNDE AKİFER TERMAL ENERJİ DEPOLAMASI İLE SERALARDA ISITMA-SOĞUTMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Bekir TURGUT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ
Yıl : 2008, Sayfa: 137
Juri : Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ
: Prof. Dr. Halime PAKSOY
: Prof. Dr. Kazım ABAK
: Doç. Dr. Zeynel DEMİREL
: Yrd. Doç. Dr. Altay ACAR

Bu çalışmanın amacı; yeraltında termal enerji depolama (UTES) sistemlerinden bir tanesi olan akifer termal enerji depolama (ATED) tekniğinin Akdeniz iklim kuşağında bulunan seralarda ısıtma ve soğutma amaçlı kullanım potansiyelinin ortaya konmasıdır. 2000'li yıllarda Türkiye'nin örtü altı yetiştiricilik alanı 44.000 hektara ulaşmıştır. Bu alanların yarıya yakın bir kısmında seracılık yapılmaktadır. Diğer yarısında ise yüksek ve alçak tünel yetiştiriciliği şeklinde kullanılmaktadır (Daşgan 2003). Seralardan yüksek verim ve kaliteli ürün alabilmek için kış ayları boyunca dış sıcaklık ne olursa olsun iç sıcaklığın türlere göre değişen kritik bir sıcaklığın altına düşürülmemesi gerekmektedir. Örneğin domates yetiştiriciliğinde sera içi sıcaklık değerinin en az 11-12 ^{0}C tutulması gerekmektedir. Bu veriler ışığında ve son 20 yıllık iklim verileri göz önünde bulundurulduğunda Akdeniz bölgesinde bulunan seraların ortalama 90 gün, günde yaklaşık 8 saat, 150 kW'lık ısıtma ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için yaklaşık 5 L/m^2 6 numara Fuel-Oil veya 5000 kcal/h ısıl değerinde 9kg/m^2 kömür gerekmektedir (Baytorun ve Abak 1995). Fosil yakıt kullanımının işletme maliyetine getirdiği yük ve

yakılması sonucu meydana gelen kül ve atmosfere salınan zararlı gazlar seracılığın önündeki en büyük engeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte yaz ayları boyunca Akdeniz iklimindeki plastik kaplı seralarda soğutma ihtiyacı vardır ve soğutma sonucu elde edilen faydalar da bulunmaktadır.

Bu çalışma için Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Alanı içerisinde birbirinden bağımsız ancak aynı özelliklere sahip her biri 360 m^2 büyüklüğünde 2 adet araştırma serası seçilerek birinde ATED tekniği ile ısıtma soğutma yapılmış, diğerinde ise konvansiyonel sistemlerle ısıtma yapılarak yetiştiricilik yapılmıştır. Böylece 2 teknik arasındaki bitkisel verim, ekonomik ve çevresel faydalar karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur.

Tasarlanan ATED sisteminin temel çalışma prensibi ise şöyledir; Akdeniz iklimindeki plastik kaplı seralarda iç sıcaklık 5 ay boyunca günde yaklaşık 6 saat 40-70 ^{0}C civarına kadar yükselmektedir. Sera içinde biriken bu atık enerji havadan suya ısı değiştiriciler ile yer alt suyuna aktarılımış ve suyun sıcaklığı 18 ^{0}C'den 34 ^{0}C'ye çıkartılmıştır. Daha sonra ısınan su, sıcak kuyu vasıtası ile akifere geri besleme yolu ile depolanmıştır. 70 gün süren bu işlem sonucunda 103.877.123 kJ enerji depolanmıştır. Depolanan enerji bir sonraki kış ayları boyunca geri çekilip aynı ısı değiştiriciler aracılığı ile sera ısıtmasında kullanılmıştır. Sıcak geri kazanım ise 138 gün sürmüş olup bu işlem sonucunda elde edilen sıcak geri kazanım miktarı 58.711.432 kJ olarak hesaplanmıştır. 2005-2006 kış ayları boyunca hiçbir zaman ATED serası kritik sıcaklığın altına düşmemiştir (11 ^{0}C).

Kış ayları boyunca ısıtmada kullanılan yer altı suyu, dış ortam sıcaklığının 10 ^{0}C'den az olduğu saatlerde sera dışında bulunan bir başka ısı değiştirici ile soğutulup soğuk kuyu ile yine akifere geri besleme yolu ile depolanmıştır. Soğuk depolama işlemi de sıcak geri kazanım işlemine paralel olarak 138 gün sürmüş olup 76.002.040 kJ enerji depolanmıştır. Soğuk depoda depolanan su ise bir sonraki bahar ve yaz aylarında, sera soğutmasında kullanılmıştır. Soğutma yönünden geri kazanım işlemi ise 32 gün yapılmış elde edilen geri kazanım miktarı 15.678.065 kJ olmuştur. 2006 bahar- yaz ayları boyunca süren soğutma işlemi sırasında ATED serası hiçbir zaman kritik sıcaklığın üzerine çıkmamıştır (30 ^{0}C).

Isıtmadan kaynaklanan depolama verimi %56, COP ise 7.6 olarak hesaplanmıştır. Soğutma işleminin depolama verimi ise %20 olup COP 3.2 hesaplanmıştır. Bu uygulama ile birlikte ısıtma yönünden fosil yakıtlardan bağımsız, soğutma yönünden ise CFC gazlarından bağımsız, verimli, ekonomik ve çevre ile dost bir iklimlendirme sistemi seralara entegre edilmiştir.

Sonuç olarak enerji maliyetlerinde ATED serası lehine %70 düzeyinde bir azalma elde edilmiştir. Ayrıca ilk yatırım maliyeti, amortisman süreleri ve genel işletme giderleri göz önüne alınarak yapılan ekonomik verimlilik ise hesaplarında ise ATED serasının, konvansiyonel seraya göre % 56 daha verimli olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte ATED serası lehine bitkisel verimde (patlıcan ve domates) ortalama mevsimsel olarak %20-40 arasında bir fark elde edilmiştir. Sistemin geri ödeme süresinin 1 yıldan az olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler;
Enerji Depolama, Isıtma, Soğutma, Sera, Akifer, Yenilenebilir Enerji Kaynağı

ABSTRACT

PhD THESIS

DETERMINATION OF THE POTENTIAL ON COOLING AND HEATING OF A GREENHOUSE WITH AQUIFER THERMAL ENERGY STORAGE IN MEDITERRANEAN CLIMATE

Bekir TURGUT

ÇUKUROVA UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES DEPARTMENT OF GEOLOGY ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Şaziye BOZDAĞ
Year : 2008, Page: 137
Jury : Assoc. Prof. Dr. Şaziye BOZDAĞ
: Prof. Dr. Halime PAKSOY
: Prof. Dr. Kazım ABAK
: Assoc. Prof. Dr. Zeynel DEMİREL
: Assistant. Prof. Dr. Altay ACAR

The aim of this study is to determine the heating and cooling potential of the greenhouses in the Mediterranean climatic zone, with aquifer thermal energy storage (ATED) known as one of the underground thermal energy storage application systems (UTES). In recent years greenhouse production reached to 44.000 ha in Turkey (Daşgan 2003). For high yield and quality in greenhouse crops during the winter months, inside temperature should be maintained at the critical value that can change depending on the species grown in the greenhouse. For instance, for tomatoes the critical inside temperature should be maintained not below 12-13 ^{0}C in the greenhouse. Due to this information and the last 20 year's climate data in Mediterranean Region, a greenhouse needs approximately 150 kW heating load during 90 days in a year, 8 hours in a day (Baytorun and Abak 1995). To provide this heating load, 6 L/m^2 No 6 Fuel-Oil or 9 kg/m^2 coal must be consumed. The fossil fuel consumption leads to an economic burden in the operating cost, besides ashes and undesirable gas emissions from coal combustion are the biggest barriers of the greenhouses in the Mediterranean zone. Additionally, the cooling requirement of the greenhouses for summer months in the Mediterranean Climate and the advantages provided after cooling applications has been calculated.

For these purposes, two separate greenhouses, each having an area of 360 m^2, in the research station of the Horticulture Department - Faculty of Agriculture have been selected. One of them has been heated and cooled by ATED technique. In the second one, conventional heating and cooling systems have been used. Consequently, these two systems have been compared in terms of crops yields, economical and environmental aspect.

The basic principal of the ATED systems is as follows; interior temperature can increase up to 40-70 ^{0}C during 5 months in a year and 6 hours in a day in the summer season in the greenhouse which is located in the Mediterranean climate. The waste heat in the greenhouse is transferred to ground water via interior water-air heat exchangers, hence the temperature of the water is increased from 18 ^{0}C to 34 ^{0}C. For storage purposes, this heat has been injected to the aquifer through hot well. At the end of heat storage process, during 70 days in summer months, 103.877.123 kJ energy has been stored in the aquifer. During the winter months of 2005-2006, ATED greenhouse interior temperature never decrase below critical level (11 ^{0}C).

In the following winter season, when heating is required in the greenhouse, stored energy has been extracted from the aquifer and has been used for heating. In the heat recovery process, during 138 days in the winter season, extracted amount of energy from aquifer was 58.711.432 kJ. When the ambient air temperature decreased below 10 ^{0}C, this ambient cold was transferred to ground water through exterior fan-coil during the winter season, this cold energy has been stored in the aquifer via cold well. Cold storage process lasted 138 days and at the end of this research work 76.002.040 (kJ) energy has been stored. This stored cold has been used for cooling in the spring and summer months. During cold recovery process, which lasted 32 days, 15.678.065 (kJ) energy has been extracted from the ground. During the spring - summer of 2006, ATED greenhouse interior temperature never increases below critical level (30 ^{0}C).

Efficiency of heat recovery process was %56 and COP of the system has been calculated as 7.64. Also efficiency of cold recovery process was found to be %20 and COP of the system has been calculated as 3.21. Consequently, a renewable heating and cooling system, which is not dependant on fossil fuels and CFC gasses respectively, has been integrated to the greenhouse.

Hence, with a successful ATED application, energy cost has been reduced 70%. Economic efficiency of ATED greenhose is calculated 56% more than conventional greenhouse. The crop yields have been increased within the range of 20-40% seasonally, in ATED greenhouse. Calculated pay back time of the system was less than 1 year.

Keywords
Energy Storage, Cooling, Heating, Greenhouse, Aquifer, Renewable Energy Sources

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Türkiye son yıllarda uygulanan yanlış tarım politikalarına rağmen halen potansiyeli çok yüksek bir tarım ülkesidir. Buna karşılık dünya nüfusu hızla artmaktadır. Artan nüfusun yiyecek ihtiyacını yılın 12 ayı karşılamak dünyadaki mevcut kaynaklar ve iklim koşulları ile gün geçtikçe daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle tarım sektöründe yılın tüm aylarında minimum alandan maksimum verim elde etmek için bir arayış bulunmaktadır. Bu arayışın en güncel cevabı ise seracılık olarak karşımıza çıkmaktadır. Önümüzdeki yıllarda Dünya'da ve Türkiye'de seracılığın artarak yaygınlaşacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Seracılık sektörünün en büyük sorunu ise iklimlendirme sistemleridir. Türkiye'de ve dünyada iklimlendime için enerji kaynağı olarak ısıtmada fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bununla birlikte soğutmanın pek yaygın olarak yapılmadığı bilinmektedir. Fosil yakıtlarda dışa bağımlılık ve pahalı olması ayrıca yakılması sonucunda çevreye verdiği zarar göz önünde bulundurulacak olursa bu tip ısıtma ve soğutma sistemlerine alternatif yaratmak gereği doğmuştur. Bu çalışmada, bu alternatif üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Sera iklimlendirmesinde ekonomik ve çevre ile dost bir sistem seralara entegre edilmiştir. Bu sistem yeraltında termal enerji depolaması (UTES) olarak bilinen sistemlerden bir tanesi olan akiferde termal enerji depolama (ATED) teknolojisidir. Uygulama birbirinden bağımsız 360 m^2 lik iki farklı serada yapılmıştır. Bu seraların bir tanesinde ATED le iklimlendirme, diğerinde ise fosil yakıt ile ısıtma yapılmıştır. Sonuçlar enerji depolamasında ve kullanımında etkinlik, bitkisel verimlilik, işletme maliyeti ve çevresel faydalar yönünden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Eldeki literatür bilgilerine göre bu çalışma Akdeniz ikliminde yapılan ilk uygulamadır.

Uzun soluklu ve çok disiplinli olan bu projede bir çok değerli insanın katkısı bulunmaktadır. Öncelikle tezin başından beri birlikte çalıştığımız danışman hocam Doç. Dr. Şaziye Bozdağ'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tezin uygulama kısımlarında ve veri değerlendirmesinde hep yanımda olan, bu çalışmanın sonlanmasına çok büyük katkıda bulunan Prof. Dr. Hunay Evliya ve Prof. Dr. Halime Paksoy'a teşekkürü borç bilirim.

Projenin en önemli aşamalarından olan sera temin etme ve bitkisel yetiştiricilik konusunda büyük özveride bulunan, beni ekipten biri gibi görerek çalışan Doç. Dr. Yıldız Daşgan ve Prof. Dr. Kazım Abak'a teşekkürlerimi sunarım.

Isıtma ve Soğutma yükü hesaplamalarında, proje detay çizimlerinde yardımlarını esirgemeyen Mak. Yük. Mühendisi Zafer Gürbüz'e teşekkür ederim.

Projenin uygulama aşamasında otomasyon konusunda teknik desteklerini esirgemeyen iç ortam sıcaklığının 70 ^{0}C'ye ulaştığı zamanlarda bile benimle sera içerisinde çalışan Araştırma Görevlisi Barış Derici, Uzman Süleyman Konuklu ve doktora öğrencisi Metin Özer Yılmaz'a, sera içerisindeki bitki yetiştiriciliğinde çalışan yüksek lisans öğrencisi Nevin Özer'e ve Seda Cebeci'ye teşekkür ederim.

Ayrıca tez yazım ve basımı sırasında dizgi işlemindeki yardımlarından dolayı Araştıma Görevlisi Suna Çetin ve yüksek lisans öğrencisi Selma Yılmaza Teşekkür ederim.

Projenin çeşitli safhalarında çalışan DSİ-6. Sondaj şubesi müdürü ve çalışanlarına, Ç.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma seralarında çalışan personele ve Ç.Ü. Çevre Araştırma Merkezi personeline teşekkür ederim.

Bu projenin gerçekleşmesinde maddi olarak katkı sağlayan TÜBİTAK-ÇAYDAG grubuna ve Ç.Ü Araştırma Fonuna teşekkürü borç bilirim.

Ve son olarak bu güne kadar benden maddi manevi hiçbir desteklerini esirgemeyen eşim Ebru ve sevgisi ile bana destek olan kızım Derin, Annem Hatice ve babam Oğuz Turgut'a sonsuz minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ…….…….....I
ABSTRACT……...…….....III
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR……..……...V
İÇİNDEKİLER……..……..VII
ÇİZELGELER DİZİNİ……..…….....X
ŞEKİLLER DİZİNİ……..……...XII
KISALTMALAR……..…….XVII
1. GİRİŞ……..…….....1
1.1. Termal Enerji Depolaması Nedir?.....3
1.2. Termal Enerji Depolaması Teknikleri……...……...3
1.3. Yeraltında Termal Enerji Depolama Teknikleri (UTES)….……..…..4
1.4. Akiferde Termal Enerji Depolama (ATED)…….……..…...6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……...……..8
2.1. Yeraltında Termal Enerji Depolama Çalışmaları……..…….…..8
2.2. Seralarda İklimlendirme Çalışmaları……..…….....13
3. MATERYAL VE METOD……..…….……...18
3.1. Materyal……..……18
3.1.1. Hedef alanın belirlenmesi…….……...18
3.1.2 Araştırma Alanının Genel Jeolojisi…….……..20
3.1.2.1 Handere Formasyonu (Üst Miyosen-Pliosen)…….…....20
3.1.2.2. Taraça ve Kaliş……...….21
3.1.2.3. Alüvyon……...……22
3.2.Metod…….24
3.2.1. Pompaj Deneyleri……...……..……26
3.2.2. Bilgisayar simülasyonlarının uygulanması (Conflow)…..……..27
3.2.3. Elek analizi ve optimum çakıl boyutunun belirlenmesi……...…..27
3.2.4. Nihai Kuyuların Sondajı…….….29
3.2.5. Jeofizik ölçüm…….……..……...29
3.2.5.1. Doğal Gama Logu……..….30

3.2.5.2 Rezistivite Logu……...…30

3.2.5.3 SP Logu……31

3.2.6.Kuyu geliştirme…….32

3.2.6.1.Kuyu borulama……32

3.2.6.2. Kuyu çakıllama……...32

3.2.6.3. Kuyu yıkama……...33

3.2.6.4. Kuyu başı tasarımı ve dalgıç pompa montajı……..34

3.2.7. Sirkülasyon pompalarının (Dalgıç) boyutlarının ve derinliğinin belirlenmesi……35

3.2.8. Hafriyat, İzolasyon ve Borulama İşlemleri……..35

3.2.9. Sera İçi Isı Değiştiricilerin Montajı…….36

3.2.10. Sıcak Depolama-(Serinletme)……..…...38

3.2.11. Sıcak Geri Kazanım (Isıtma)……..……38

3.2.12. Ölçüm ve Otomasyon…….38

3.2.13. Seralarda Bitki Yetiştiriciliği…….41

3.2.14. Depolama Verimliliği ve COP Hesaplamaları……...……43

4.ARAŞTIRMA BULGULARI…….…….……...45

4.1 Araştırma Alanı Genel Hidrojeolojisi…….……...45

4.1.1. Taraça ve Kaliş…….……46

4.1.2. Alüvyon……46

4.1.3. Geçirimsiz Birimler…….……46

4.2. Pompaj deneyleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi……..…..47

4.2.1 DSİ-K1 Kuyusu Pompaj Deneyi……..……..48

4.2.2. Ç.Ü-K1 Kuyusu Pompaj Deneyi (2004)……..…....51

4.2.3 Ç.Ü-K1 kuyusu pompaj deneyi (1997)……..……..52

4.3. Hidrojeolojik Haritalar……..……54

4.4. Conflow Simulasyon Sonuçları…….…...58

4.5. Elek analizi ve optimum çakıl boyutunun belirlenmesi…….…..59

4.6.Soğuk Depolama Amaçlı Kuyunun Sondajı (TÜBİTAK-K1)……...…61

4.7. Sıcak Depolama Amaçlı Kuyunun Sondajı (TÜBİTAK-K2)…….…….62

4.7.1. Jeofizik Ölçümler…….....64

4.7.2. Nihai kuyularda aşırı pompaj deneyleri…….67

4.8. Sıcak Depolama…….……...69

4.9. Seranın Doğal Güneş Kollektörü Gibi Kullanılması.……77

4.10. Isıtma…..…….…..…..79

4.11 Isıtma sistemi çalışmıyor…….……94

4.12. Dış ünite ısı değiştirici ve soğuk depolama…….……...95

4.13. Soğutma……104

4.14. Aylık ortalama sıcakık verileri…….…….111

4.15. Bitkisel Üretim……..……113

5. SONUÇ VE ÖNERİLER……..……...122

5.1. Sıcak depolama ve geri kazanım……..…...122

5.2. Soğuk depolama ve geri kazanım…….……..125

5.3. Karşılaştırmalı İşletme Maliyetleri…….……128

5.4. Çevresel Faydalar ve Ekonomik Karşılaştırma…….……..……130

KAYNAKLAR……...……..133

ÖZGEÇMİŞ……...…..……138

EKLER

ÇİZELGE DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Çukurova Bölgesinde farklı iç sıcaklıklar için ısı gereksiniminin farklı yakıt cinsleri ile karşılaştırılması ve yıllık ısı enerjisi gereksinimi.....16
Çizelge 3.1. Elek açıklıkları ……..…… 28
Çizelge 4.1. DSİ-K2 Gözlem Kuyusundan deney sırasında alınan ölçümler…….....48
Çizelge 4.2. DSİ-K1 Çekim Kuyusundan deney sırasında alınan ölçümler……49
Çizelge 4.3. DSİ-K2 Gözlem kuyusu düşüm ve yükselim değerleri……...49
Çizelge 4.4. ÇÜ-K1 kuyusunda yapılan pompaj deneyi sırasında alınan ölçümler….52
Çizelge 4.5. Pompaj deneyi sonrası hesaplanan akifer hidrojeolojik özellikleri…....52
Çizelge 4.6. 1997 yılı pompaj deneyi sonuçları (Paksoy 2000)…….….53
Çizelge 4.7. Elek analizi sonuçları……...60
Çizelge 4.8. Sondaj boyunca kesilen jeolojik formasyon üyeleri……....62
Çizelge 4.9. Kesilen jeolojik formasyon üyelerinde tij ilerleme hızı……..62
Çizelge 4.10. Sondaj boyunca kesilen jeolojik formasyon üyeleri……..64
Çizelge 4.11. Kesilen jeolojik formasyon üyelerinde tij ilerleme hızı…….64
Çizelge 4.12. TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan ölçümler…….68
Çizelge 4.13. TÜBİTAK-K2 kuyusundan alınan ölçümler…….…68
Çizelge 4.14. 2005 yaz aylarında depolanan enerjinin günlük dağılımı……..75
Çizelge 4.15. 2005-2006 kış aylarında sıcak geri kazanılan enerjinin günlük dağılımı……..…90
Çizelge 4.16. 2005-2006 kış aylarında soğuk depolama günlük dağılımı……100
Çizelge 4.17. Soğuk geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı……....110
Çizelge 4.18. Projede yer alan her iki serada yetiştirilen domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 90 gün sonra (30/12/2005) ölçülen verileri……...114
Çizelge 4.19. Projede kullanılan seralarda domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 135 gün sonra (16 Şubat 2006) ölçülen büyüme verileri…….....115
Çizelge 4.20. Domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 180 gün sonra (06 Nisan 2006) kaydedilen büyüme verileri……..……116

Çizelge 4.21. Farklı yöntemlerle ısıtılan iki serada yetiştirilen patlıcan bitkilerinde dikimden yaklaşık 90 gün sonra (30 Aralık 2005) ölçülen bitki büyüme parametreleri…….116
Çizelge 4.22. Patlıcan bitkilerinde dikimden 135 gün sonra (16 Ocak 2006), kaydedilen bitki büyüme parametreleri……..…..117
Çizelge 4.23. Patlıcan bitkilerinde, dikimden 180 gün sonra (06 Nisan 2006), kaydedilen bitki büyüme ve gelişme parametreleri……..…117
Çizelge 4.24. Dikimden yaklaşık 90 gün sonra (03 Ocak 2006) Akifer ve Kontrol seralarından sökülen domates bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler……..118
Çizelge 4.25. Dikimden yaklaşık 90 gün sonra (03 Ocak 2006) Akifer ve Kontrol seralarından sökülen patlıcan bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler……119
Çizelge 4.26. Dikimden 175 gün sonra (03 Mart 2006), sökülen domates bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait veriler…….……..119
Çizelge 4.27. Dikimden 216 gün sonra (14 Nisan 2006), sökülen patlıcan bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait veriler……..…….120
Çizelge 5.1. 2005 Yaz ayları süresince yapılan depolamaya ilişkin veriler……..123
Çizelge 5.2. 2005-2006 Kış aylarınca sıcak geri kazanma işlemine ilişkin veriler……..123
Çizelge 5.3. Isıtma sistemine ilişkin depolama verimliliği ve performans veriler...124
Çizelge 5.4. 2005-2006 Kış aylarınca soğuk depolama işlemine ilişkin verileri…...126
Çizelge 5.5. 2006 bahar aylarınca soğuk geri kazanım işlemine ilişkin verileri...….127
Çizelge 5.6. Isıtma sistemine ilişkin depolama verimliliği ve performans veriler....128
Çizelge 5.7. ATED ile iklimlendirilen sera ile elde edilen emisyon azalmaları...….131
Çizelge 5.8. Her iki sistemin ekonomik karşılaştırmaları……..132

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. UTES teknikleri (Andersson, 1997)…….5
Şekil 1.2. ATED tekniği çalışma prensipi……..…7
Şekil 2.1. Türkiye'de UTES potansiyeli (Paksoy ve ark., 1997)…….…..9
Şekil 2.2. Isının ortama radyasyon ve konveksiyon ile verildiği sistemler……..…14
Şekil 2.3. Isının ortama aliminyum kanatlar ile verildiği sistem…….....14
Şekil 2.4. Isının ortama konveksiyonla verildiği sistemler……..…14
Şekil 2.5. Sera içi sıcakığın bitki büyümesi ile ilgilisini gösteren grafik……15
Şekil 2.6. 165.000 Kcal/h kapasitesinde fuel-oil yakıtlı sıcak su kazanı…….....17
Şekil 2.7. 32.000 Kcal/h kapasitesinde motorin yakıtlı direk ateşlemeli hava ısıtıcı..17
Şekil 3.1. Araştırma alanı yer bulduru haritası……....18
Şekil 3.2. Araştırma alanı 1/25000 ölçekli haritası……..……19
Şekil 3.3. Araştırma seralarından bir görünüm……..……...20
Şekil 3.4. Araştırma Alanı 1/25.000 Ölçekli Jeoloji Haritası…….….23
Şekil 3.5. Adana ve civarında son 20 yıldaki iklim verilerinden elde edilen ortalama ışınım ve sıcaklık değerleri (Baytorun 1995)…….....24
Şekil 3.6. Önerilen ATED sistemi.....25
Şekil 3.7. DSİ bakım onarım şube müdürlüğü arazisi içinde gerçekleştirilen pompaj deneyinden bir görünüm…….…….26
Şekil 3.8. DSİ bakım onarım şube müdürlüğü arazisi içinde gerçekleştirilen pompaj deneyinden bir görünüm……..…….…..….26
Şekil 3.9. ÇÜ-K1 Kuyusunda yapılan pompaj testinden bir görünüm.....26
Şekil 3.10. ÇÜ-K1 Kuyusunda yapılan pompaj testinden bir görünüm……..26
Şekil 3.11. Elek analizi için numune alınan kesiti……...27
Şekil 3.12. Elek analizi seti……..……27
Şekil 3.13. Alınan konglomera örnekleri……..……...27
Şekil 3.14. Alınan konglomera örnekleri……..……...27
Şekil 3.15. Numunelerin etüvde kurutulması……..….28
Şekil 3.16. TÜBİTAK-K1 kuyusu sondajı……..….29
Şekil 3.17. TÜBİTAK-K2 kuyusu sondajı……..….29

Şekil 3.18. TÜBİTAK-K1 kuyusu jeofizik ölçümü……..…….....31
Şekil 3.19. TÜBİTAK-K2 kuyusu jeofizik ölçümü……..…...31
Şekil 3.20: TÜBİTAK-K1 ve TÜBİTAK-K2 kuyusunda kullanılan borular…..……32
Şekil 3.21. TÜBİTAK-K1 ve TÜBİTAK-K2 kuyusunda kullanılan çakıl……..…...33
Şekil 3.22. Kuyu yıkaması işleminden bir görünüm……....33
Şekil 3.23. Her iki kuyuda da kullanılan kuyu başının şematik görünümü……..…...34
Şekil 3.24. TÜBİTAK-K1 kuyu başı……..….35
Şekil 3.25. TÜBİTAK-K2 kuyu başı……..….35
Şekil 3.26. Hafriyat, borulama ve izolasyon işlemlerinden bir görünüm……..……..36
Şekil 3.27. Hafriyat, borulama ve izolasyon işlemlerinden bir görünüm……..……..36
Şekil 3.28. Detay proje…….....36
Şekil 3.29. Sera içinde kullanılan havadan suya ısı değiştiricilerinin detay çizimi….37
Şekil 3.30. Sera içine monte edilen ısı değiştiricilerinin bir görünüm……...….37
Şekil 3.31. Sera içine monte edilen fanlardan genel bir görüntü…….....38
Şekil 3.32. Havadan suya ısı değiştiricilerin boru, vana ve
teknik malzeme ve teknik malzeme bağlantılarından bir görünüm…..….38
Şekil 3.33. İç ortam 1 sıcaklığını ölçen sensör(CS500)……..….39
Şekil 3.34. Dış ortam sıcaklıklarını ölçen sensörler (107)……..…….39
Şekil 3.35. Veri Kayıt ve Otomasyon Cihazı CR23X ten bir görünüm……..…….40
Şekil 3.36. Veri Kayıt ve Otomasyon Cihazı CR23X ten bir görünüm……..….40
Şekil 3.37. Otomasyon panosunun dışından bir görünüm……..….40
Şekil 3.38. Otomasyon panosunun içinden bir görünüm……..……...40
Şekil 3.39. TÜBİTAK-K2 kuyusundaki Druck PDRC 1930 basınçlı su seviye ölçer.41
Şekil 3.40. CR23X, diz üstü bilgisayar, otomasyon panosundan bir görünüm…..….41
Şekil 3.41. 04.10.2005 tarihinde seralara bitki dikimi……..……...43
Şekil 3.42. Bitki dikiminden 2 hafta sonraki durum (18.10.2005)…….…….43
Şekil 4.1. DSİ-K2 gözlem kuyusu düşüm değerlerinin logaritmik
zaman ile karşılaştırılması…….…….50
Şekil 4.2. Araştırma alanı yeraltı su tablası haritası……..……...55
Şekil 4.3. Araştırma alanı drenaj ağı haritası……..…….56
Şekil 4.4. Araştırma alanı EC haritası……..……57

Şekil 4.5. Conflow simulasyon ekranı……..……...58
Şekil 4.6. Sıcak enjeksiyon sonrası Conflow simulasyon sonucu…….……59
Şekil 4.7. Elekten geçen numunenin tane boyu dağılım grafiği……..……61
Şekil 4.8. TÜBİTAK-K1 sondaj……..……61
Şekil 4.9. TÜBİTAK-K2 sondaj……..……60
Şekil 4.10. TÜBİTAK-K2 sondajı……..…….63
Şekil 4.11. Sondaj çamuru ve çukuru……..……63
Şekil 4.12. TÜBİTAK-K2 kuyusu jeofizik ölçüm sonuçları……..…….66
Şekil 4.13. TÜBİTAK-K2 kuyusundan alınan jeofizik ölçüm sonuçları…..……...67
Şekil 4.14. Sıcak depolama sırasında alınan 24 saatlik (9.Ağustos.2005)
su sıcaklıkları ölçümü…….…...70
Şekil 4.15. Sıcak depolama sırasında alınan 24 saatlik (9.Ağustos.2005)
tüm ortam sıcaklıkları…….……...70
Şekil 4.16. TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan düşüm eğrileri (9.Ağustos.2005)
(24 saatlik ölçüm)……..……...….71
Şekil 4.17. Sıcak kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının
günlere göre dağılımı……..…...72
Şekil 4.18. 2005 yazı sistem depolama amaçlı çalışma
saatinin günlere göre dağılımı……..……...73
Şekil 4.19. Sıcak depolama amaçlı açılan kuyuya yapılan enjeksiyon
miktarının günlere göre dağılımı……..……..74
Şekil 4.20. Depolanan enerjinin günlere göre dağılımı……..……..74
Şekil 4.21. ATED ve kontrol serası karşılaştırmalı sıcaklık ölçümleri……..……..77
Şekil 4.22. ATED serası fanlar çalışırken ve çalışmazkenki iç
ortam sıcaklıkları karşılaştırmaları…….……78
Şekil 4.23. ATED Serası tabanına serilen siyah renki
jeo-memrandan bir görünümü ……...79
Şekil 4.24. Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan
poli-etilen bacalar ve patlıcan bitkilerinden bir görünüm…….80
Şekil 4.25. Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan
poli-etilen bacalar.....80

Şekil 4.26. Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan poli-etilen bacalar ve domates bitkilerinden bir görünüm……..…..81
Şekil 4.27. 30.Ocak.2006 tarihinde alınan ortam sıcaklıkları…….…..…82
Şekil 4.28. 22 Kasım 2005 tarihinde alınan tüm ortam sıcaklığı ölçümleri…….....83
Şekil 4.29. 30 Ocak 2006 tarihinde alınan su sıcaklıkları……..…..84
Şekil 4.30. ATED serası sıcaklık & bağıl nem ilişkisini gösteren grafik (30 Ocak 2006).....84
Şekil 4.31. TÜBİTAK –K1 kuyusu su seviyesi (30 Ocak 2006)……..……...85
Şekil 4.32. Kış aylarında sera içerisinde yetiştirilen domateslerden bir görünüm..…86
Şekil 4.33. Kış aylarında sera içerisinde yetiştirilen patlıcanlardan bir görünüm..…86
Şekil 4.34. Sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı…..……87
Şekil 4.35. 2005-2006 kışı ayları geri kazanım amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı ……88
Şekil 4.36. Sıcak geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı…….88
Şekil 4.37. 2005-2006 kış aylarında geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı…….…89
Şekil 4.38. ATED iklimlendirme sistemi çalışmaz iken tüm ortam sıcaklıkları (15 Şubat 2006)…….. 94
Şekil 4.39. ATES iklimlendirme sistemi çalışmaz iken tüm su sıcaklıkları (15 Şubat 2006)…….. 95
Şekil 4.40. Dış ortam havadan suya ısı değiştirici ……..95
Şekil 4.41. Dış ortam havadan suya ısı değiştiricinin başka bir açıdan görünümü ….96
Şekil 4.42. 30.Ocak.2006 tarihinde alınan su sıcaklıkları ……...96
Şekil 4.43. Sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı ……97
Şekil 4.44. 2005-2006 kışı ayları soğuk depolama amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı ……..98
Şekil 4.45. Sıcak geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı ……98

Şekil 4.46. 2005-2006 kış aylarında soğuk depolanan enerjinin günlere göre dağılımı……..……99
Şekil 4.47. 11 Haziran 2006 tarihli tüm su sıcaklıkları…….….104
Şekil 4.48. 11 Haziran 2006 tarihli tüm ortam sıcaklıkları……105
Şekil 4.49.11 Haziran 2006 Tarihli sıcaklık&bağıl nem grafiği……...105
Şekil 4.50. 11 Haziran 2006 tarihli soğuk kuyu seviye grafiği (çekim kuyusu)……106
Şekil 4.51. Soğuk kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, sıcak kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı……...107
Şekil 4.52. 2006 bahar ayları soğuk geri kazanım amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı……108
Şekil 4.53. Soğuk geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı ……...…108
Şekil 4.54. 2006 bahar aylarında geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı….109
Şekil 4.55. 23 Kasım -23 Aralık 2005 sıcaklık ortalamaları……..…111
Şekil 4.56. 24 Aralık 2005 -24 Ocak 2006 sıcaklık ortalamaları……...112
Şekil 4.57. 25 Ocak -25 Şubat 2006 sıcaklık ortalamaları…….…112
Şekil 4.58. 26 Şubat -26 Mart 2005 sıcaklık ortalamaları…….…113
Şekil 4.59. ATED serasının dikimden bir ay sonraki görünümü……..….114
Şekil 4.60. Sıcak hava dağıtımında kullanılan polietilen kanallar.....114
Şekil 4.61. ATED serasının dikimden 3 ay sonraki görünümü.....115
Şekil 4.62. Kontrol serası dikimden 3 ay sonraki görünüm.....115
Şekil 4.63. Tozlaşma için kullanılan boumbus arıları kovanı……120
Şekil 4.64. Domates seralarında hasadın başlangıcı Mart ayından itibaren kümülatif verim değerleri ve kontrol serasına göre Akiferde depolanan enerji ile ısıtılan serada % değişim miktarları.....121
Şekil 4.65. Patlıcan seralarında hasadın başlangıcı Mart ayından itibaren kümülatif verim değerleri ve kontrol serasına göre Akifer serasında % değişim.....121
Şekil 5.1. Sıcak depolama ve geri kazanım karşılaştırmalı grafiği ……...124
Şekil 5.2. Soğuk depolama ve geri kazanım karşılaştırmalı grafiği……...127
Şekil 5.3. Karşılaştırmalı enerji gideri tablosu.....133

KISALTMALAR

UTES	Yerlatında Termal Enerji Depolama (Underground Thermal Energy Sorage)
ATED	Akifer Termal Enerji Depolaması
BTES	Yeraltı Kuyularında Termal Enerji Depolama
CTES	Yeraltı Mağra ve Oyuklarında Termal Enerji Depolama
TES	Termal Enerji Depolama (Thermal Energy Storage)
PCM	Faz Değiştiren Maddeler (Phase Changes Materials)
FDM	Faz Değiştiren Madde
ÇÜ	Çukurova Üniversitesi
TÜBİTAK-K1	Araştırma Kuyusu 1 (Soğuk depolama amaçlı)
TÜBİTAK-K2	Araştıram Kuyusu 2 (Sıcak depolama amaçlı)
DSİ-K1	Devlet Su İşleri Kuyusu 1
DSİ-K2	Devlet Su İşleri Kuyusu 2
ÇÜ-K1	Çukurova Üniversitesi Gözlem Kuyusu 1
IEA ECES IA	Uluslar arası Enerji Ajansı Enerji Depolaması ile Enerji Verimliliğinin Arttırılması Uygulama Anlaşması (International Energy Agency Energy Conservation Through Energy Storage Implementing Agreement
EİEİ	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
CR23X	Campbell Veri Kayıt Edici
PT 100	Isı Ölçer Sensör
PT 107	Isı Ölçer Sensör
PDRC 1800	Kuyu Seviye Ölçer

1.GİRİŞ

Alternatif enerji kaynakları üzerindeki çalışmalar, 1970'li yılların ilk yarısında tüm dünyayı etkisi altına alan enerji krizi sonrası belirgin bir ivme kazanmıştır. Bu süreç içerisinde yapılan araştırmalar, alternatif enerji kaynaklarının çevre ile dost ve ekonomik olduğu gerçeğini ortaya koymuştur. İçinde bulunulan yüzyılda fosil yakıt rezervlerindeki azalma ve nükleer enerjinin getirdiği tehlikeler artık bilinen gerçeklerdir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarının önemi bir kat daha artmıştır. Alternatif enerji kaynaklarını kullanma teknolojisine ve kabiliyetine sahip olan ülkelerin, dışa bağımlılığı azalmıştır. Bu azalmayla birlikte çevreyi koruyup ülke ekonomisine sağlayacağı yararlar göz önünde bulundurulduğunda, bu tip teknolojilerin yakın gelecekte dahada önemli hale geleceği kaçınılmazdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları tükenmez oluşları ve süreklilik göstermeleri açısından önemlidir. Ancak, teknolojik gelişimlerinin yeniliği ve alışılagelmiş kaynaklarla şu an için ekonomik rekabetleri oldukça güçtür. Hidrolik enerji dışında yer alan ve "yenilenebilir kaynaklar" diye adlandırılan alternatif kaynakların kullanımının arzulanan düzeylerde yer almasını önlemiştir. Bununla birlikte birçok ülkede jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri ile ilgili üretim hızlı bir gelişme göstermiştir. Yeraltında termal enerji depolaması (UTES), özellikle gelişmiş ülkelerde (ABD, İsveç, Hollanda, Kanada v.b) hızlı bir yaygınlaşma sürecine girmiştir.

Türkiye'de hızla artan nüfus ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksiniminin ülkenin kısıtlı kaynaklarıyla karşılanamaması nedeniyle enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık da hızla büyümektedir. Bu enerji açığının ancak dış kaynaklarla kapatılabilmesi ülke ekonomisine büyük yük getirmektedir. 2020 yılında enerji ihtiyacının dörtte üçünün ithalat yoluyla sağlanacağı öngörülmektedir (E.İ.E.İ Enerji Raporu, 2000). Ekonomiye getirdiği yükün yanı sıra, bu durum enerji güvenilirliği kaygılarına da neden olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin kendi öz kaynaklarından daha etkin bir şekilde yararlanabileceği ve enerji tasarrufunu arttırabileceği teknolojilerin kullanımı önem kazanmaktadır. Enerji kullanımında, çevre üzerindeki olumsuz etkileri bilinen fosil yakıtların kullanılmasının çevre konusundaki uluslararası taahhütler nedeniyle de azaltılması gerekmektedir. Fosil

yakıtlar dışında Türkiye'nin öz kaynaklarından olan, doğal enerji kaynakları, toprak, yüzey ve yeraltı suları ve havada doğal olarak bulunan enerji ile sanayideki atık ısı ve güneş enerjisi de değerlendirilmelidir. Bu enerji kaynaklarının kullanımı ve elde edilmesi arasındaki zaman farkı enerji depolamasıyla kapatılabilir. Bu kaynaklardan etkin bir şekilde yararlanılabilmesi için termal enerji depolama teknolojilerinin Türkiye'de de yaygın olarak kullanılmaya başlanması gerekmektedir. Bu sistemlerin evsel, endüstriyel ve tarımsal uygulamaları mevcuttur.

Türkiye yüksek potansiyele sahip bir tarım ülkesi olma özelliğini halen korumaktadır. Avrupa Birliğine aday olan Türkiye'nin, gelişen ekonomik koşullar ve artan rekabet ortamında hak ettiği yeri bulabilmesi için minimum alanda en yüksek verimi elde edeceği yeni üretim tekniklerine yönelmek durumundadır. Birim alanda en yüksek gelir sağlayan bitkisel üretim dalı olan seracılık, Türkiye'nin sahip olduğu uygun ekolojik koşullar ile önem kazanmaktadır. Türkiye'deki seracılık sektörünün en büyük sorunu iklimlendirme olarak ön plana çıkmaktadır. Rakiplerine oranla düşük iş gücüne sahip olan Türkiye'nin, seraların iklimlendirme problemini de ekonomik bir yöntemle çözmesi durumunda pazardaki payını artırması kuvvetle muhtemeldir. Bu noktada UTES sistemlerinden olan ATED teknolojisi seracılık sektörüne entegre edilerek örnek bir çalışma yapılmıştır. Bu yöntemle ısıtma yapıldığı gibi soğutma da yapılmıştır. Sanıldığı gibi seraların en büyük ve tek sorunu ısıtma değildir. Bununla birlikte gerektiğinde soğutma yapılabilen seralarda verim ve özellikle ürün kalitesi beklenilen seviyelerin üzerine çıkmaktadır. Türkiye'deki seralar, geç ilk bahar, erken sonbahar ve yaz aylarında yüksek sıcaklık nedeniyle bitki yetiştirciliğinde kullanılamamaktadır.

Projede kullanılan iklimlendirme sisteminin temel prensibi söyledir; yaz ayları boyunca sera içinde biriken atık ısı akiferde depolanmış ve depolanan bu enerji bir sonraki kış aylarında ısıtma işleminde kullanılmıştır. Ayrıca kışın dış ortamda bulunan soğu da yine akiferde depolanmış ve yine bu depo bir sonraki bahar aylarında sera içi serinletme işleminde kullanılmıştır.

Deneysel amaçlı bu çalışma için Ç.Ü. Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Alanında bulunan 2 adet sera kullanılmıştır. Seralardan bir tanesinde fosil yakıt (6 numara fuel-oil) kullanarak ısıtma, diğerinde ise ATED sistemi kullanılarak ısıtma ve soğutma yapılmıştır. Böylece her iki sistem bitkisel verim, çevresel faydalar ve ekonomik yönden karşılaştırılmıştır.

1.1. Termal Enerji Depolaması Nedir?

Termal enerji depolaması (Thermal Energy Storage=TES), enerjinin elde edilmesiyle, talep arasındaki fark ve yer-zaman arasındaki uyumsuzluğu gideren, hem ısıtma hem de soğutma için çözümler veren bir sistemdir. Konut, sanayi, tarım ve ulaşım sektörlerinde uygulama şansı bulunan TES, elektrik enerjisi ve kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtlardan tasarruf sağlayarak enerji verimliliğini artırmaktadır. Doğal enerji kaynaklarından (hava, su, toprak ve güneş enerjisi) ve atık ısıdan yararlanmak için de TES gereklidir. Ayrıca Türkiye'de yeni uygulanması kararı alınan elektrik fiyatlarının değişken tarifesine göre, talebin fazla olduğu saatlerle az olduğu saatler arasında %50'ye ulaşan bir fark oluşmaktadır. Ucuz olan dönemde depolanan enerjinin pahalı saatlerde kullanılmasıyla da daha ekonomik enerji tüketimi sağlanabilir.

1.2. Termal Enerji Depolaması Teknikleri

TES tekniklerinde, duyulur ısı (yeraltında termal enerji depolama), faz değiştiren maddelerin ergime ısısı (FDM&PCM) veya kimyasal tepkimelerin ısısı şeklinde depolanabilir. Bu tekniklerle uzun süreli (yaz-kış) veya kısa süreli (gece-gündüz) depolama yapılabilir.

Kısa süreli amaçlarla daha çok istenilen sıcaklıkta faz değiştiren (katı-sıvı, katı-katı), çeşitli organik ve inorganik maddelerden yararlanılmaktadır. En çok kullanılan maddeler arasında; su-buz parafinler çeşitli tuz hidratları sayılabilir.

Uzun süreli depolama teknolojilerinde daha çok duyulur ısı tekniklerinden (yeraltında termal enerji depolama) yararlanır (Şekil 1.1). Bunlar; Akiferde Termal Enerji Depolama (ATED) (Şekil 1.2), Kanallarda Termal Enerji Depolama (BTES)

(Şekil 1.1), Yer altı mağaraları, Çukur ve Tanklarda Termal Enerji Depolama (CTES) olarak gruplandırılmaktadır (Şekil 1.1) (Bakema ve ark., 1993).

Termokimyasal tepkimelerden hem kısa süreli hem de uzun süreli olarak, özellikle yüksek sıcaklıklarda yararlanılabilmektedir. Bu sistemlerde kullanılan maddeler çok çeşitli olup, endüstriyel hammadde olarak zeolitlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Paksoy, 1998).

1.3.Yeraltında Termal Enerji Depolama Teknikleri (UTES)

Termal enerji depolaması (TES), enerjinin elde edilmesiyle talep arasındaki fark ile yer ve zaman arasındaki uyumsuzluğu gideren, hem ısıtma hem de soğutma için çözümler veren bir sistemdir. Konut, sanayi, tarım ve ulaşım sektörlerinde uygulama şansı bulunan TES, elektrik enerjisi ve kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtlardan tasarruf sağlayarak enerji verimliliğini artırmaktadır. Doğal enerji kaynaklarından (hava, su, toprak ve güneş enerjisi) ve atık ısıdan yararlanmak için de TES gereklidir.

Termal enerjinin yeraltında geniş bir hacimde, uzun süreli mevsimlik depolanma imkanı bulunmaktadır. Bu çerçevede yeraltında termal enerji depolaması, ısıtma amaçlı depolama, soğutma amaçlı depolama, hem ısıtma hem de soğutma amaçlı depolama olarak değerlendirilebilir.

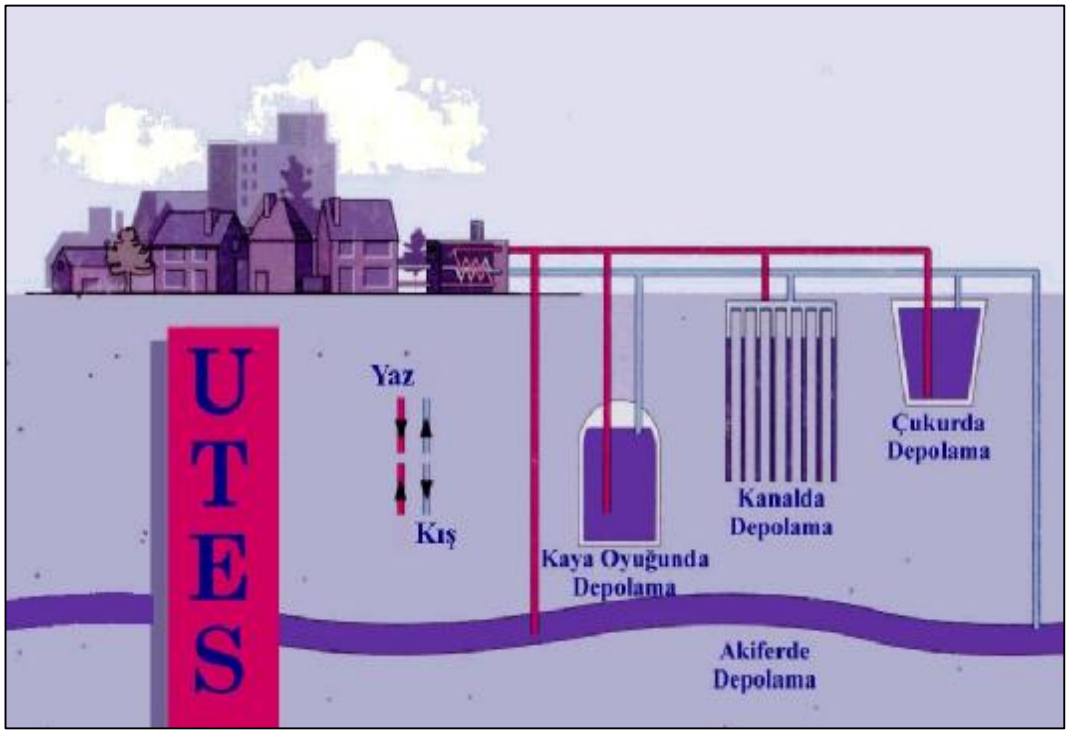
UTES tekniklerinin temel prensibi; yaz ayları boyunca yüzey ısısı ile yer altı ısısı arasındaki sıcaklık farkından yararlanmanın yanı sıra, yaz ayları boyunca mevcut olan sıcaklığı yeraltında depolayıp bir sonraki kış ısıtmada kullanmaktır. Kış ayları boyunca da yukarda anlatılan prensibin tam tersi geçerlidir. Kış ayları boyunca yüzey sıcaklığı ile yeraltı sıcaklığı arasındaki farktan yararlanılabildiği gibi kışın mevcut olan soğukluğu da yeraltında depolayıp bir sonraki yaz soğutmada kullanmaktır (Şekil 1.1) Aynı temel prensiple son yıllarda gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkını kullanarak daha çok telekomünikasyon istasyonlarının soğutulmasında kullanılmaya da başlanmıştır.

Sistem ısıtma amacıyla kullanıldığında, fosil yakıt kullanımında sağlanan tasarrufla, hem enerjinin etkin olarak kullanımını sağlamakta, hem de CO_2, SO_2 ve NO_x gibi çevreye olumsuz etkileri olan gazların emisyonunu azaltmaktadır. Soğutma

için kullanıldığında elektrik enerjisinde sağlanan tasarrufun yanı sıra ozon tabakasına zarar verdiği bilinen kloroflorokarbon (CFC) gazlarını kullanan soğutucu sistemlerin yerine geçmeleri bu gazların kullanımını da azaltmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği üzere yeraltında depolama teknikleri üç grupta incelenmektedir:

- Akiferde termal enerji depolama (ATED)
- Yeraltı kanallarda termal enerji depolama (BTES)
- Tank, çukur ve kaya oyuklarında depolama (CTES)



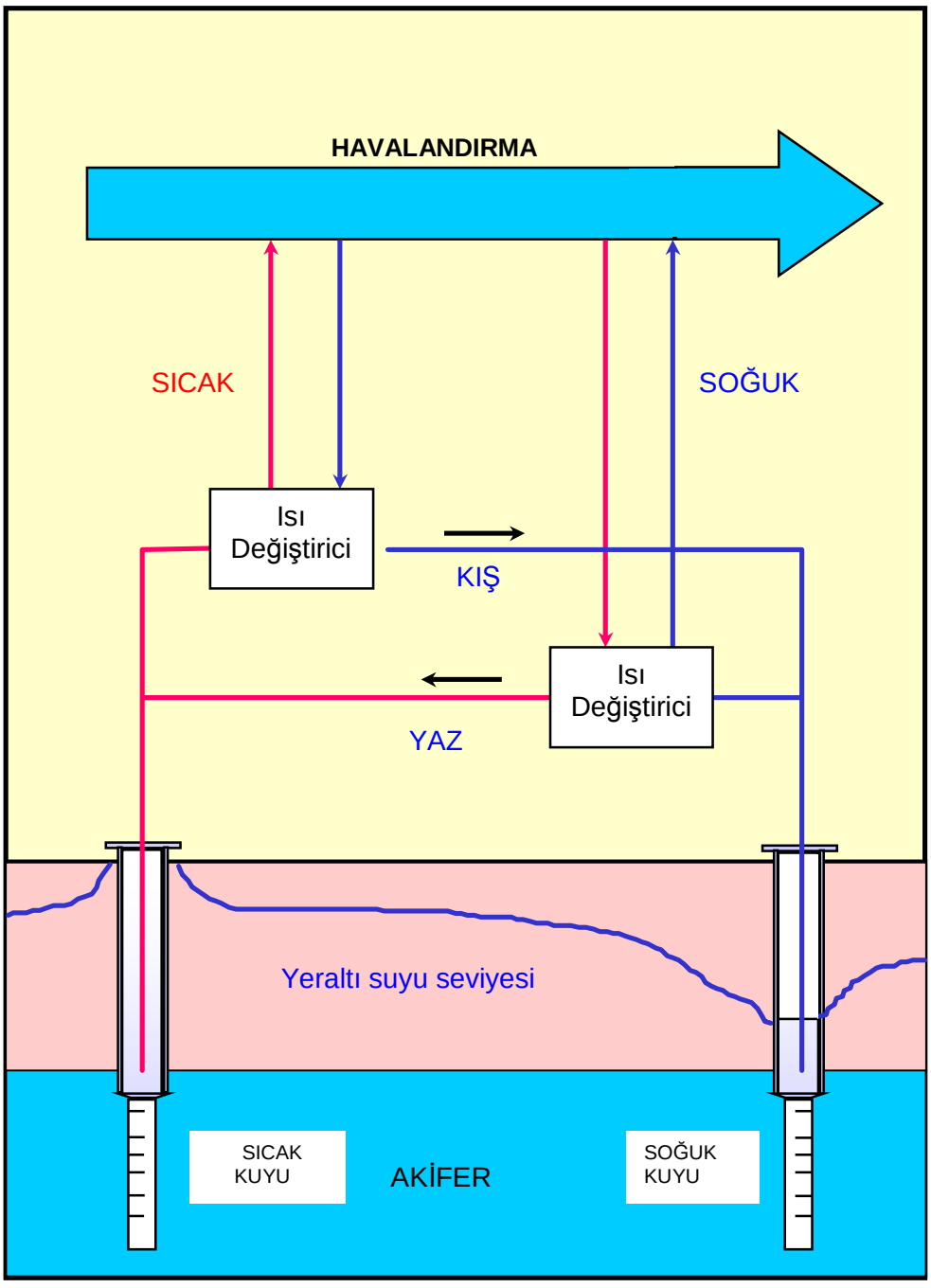
Şekil 1.1: UTES teknikleri (Andersson, 1997)

1.4. Akiferde Termal Enerji Depolama (ATED)

Akiferde termal enerji depolaması (ATED) hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilir. Soğuk depolama işleminde uygulanan proses genel olarak şu şekilde özetlenebilir; yeraltı suyu, açılan kuyu aracılığıyla kışın çekilir, soğutulup tekrar farklı bir kuyu aracılığı ile akifere verilir. Yer altı suyunun soğutulması için kışın soğuk dış ortam havasından veya yüzey sularından yararlanılır.

Yaz ayları boyunca soğutmaya gereksinim duyulduğunda, akiferde depolanan soğuk su tekrar çekilir ve soğutmada kullanılır. Bu kullanım, yine ısı değiştiriciler aracılığı ile yeraltı suyunun soğukluğunun bir bina yada başka herhangi bir tesisin mevcut soğutma sistemindeki akıma aktarılmasıyla gerçekleşir. Yazın soğutmada kullanım sonucunda ısınan yeraltı suyu, akifere başka bir kuyu aracılığıyla tekrar beslenir (Şekil 1.2). Bu aşamada, isteğe ve şartlara bağlı olarak atık ısı veya güneş enerjisi ile desteklenebilen sistemde, yüksek sıcaklıklara çıkmak mümkündür. ATED tekniğinde biri sıcak diğeri de soğuk olmak üzere aralarında ısıl etkileşimi önleyecek bir uzaklık bulunan en az iki kuyu bulunmalıdır. Yer altı su sıcaklığının doğrudan ısıtma ve soğutmaya yeterli olmadığı durumlarda ısı pompası ile çalışan sistemlerde tasarlamak mümkündür. Bu tip sistemlerde akiferden çekilen su, ısı pompasının verimini yükseltmekte de kullanılabilir.

ATED teknikleri dünyada başta Hollanda, İsveç, ABD, Kanada, Çin, Japonya ve Almanya gibi ülkelerde kullanılmaktadır. Özellikle Hollanda'da ATED tekniği ısıtma-soğutma pazarındaki payını her geçen gün artırmaktadır (Snijders 2000).



Şekil 1.2. ATED tekniği çalışma prensipi

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma çok yönlü olması nedeni ile konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar, yeraltında termal depolama ve seracılıkta iklimlendirme şeklinde iki ana başlık altında toplanmıştır.

2.1. Yeraltında Termal Enerji Depolama Çalışmaları

1973'ten bugüne Uluslararası Enerji Ajansı Enerji Depolaması ile Enerji Tasarrufu Uygulama Anlaşması (International Energy Agency Energy Conservation through Energy Storage Implementing Agreement) (IEA ECES-IA) kapsamında termal enerji depolama sistemleri ve özellikle yeraltında termal enerji depolama sistemleri üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmalar Annex adı altında gruplar oluşturularak yürütülmektedir. Annex'lerin çalışması, Uygulama Anlaşmasına üye ülkelerden konu ile ilgili uzmanlar katılımı ile olmaktadır. Aşağıda tez konusu ile ilgili Annex'lerin listesi ve kısaca çalışma konuları verilmiştir.

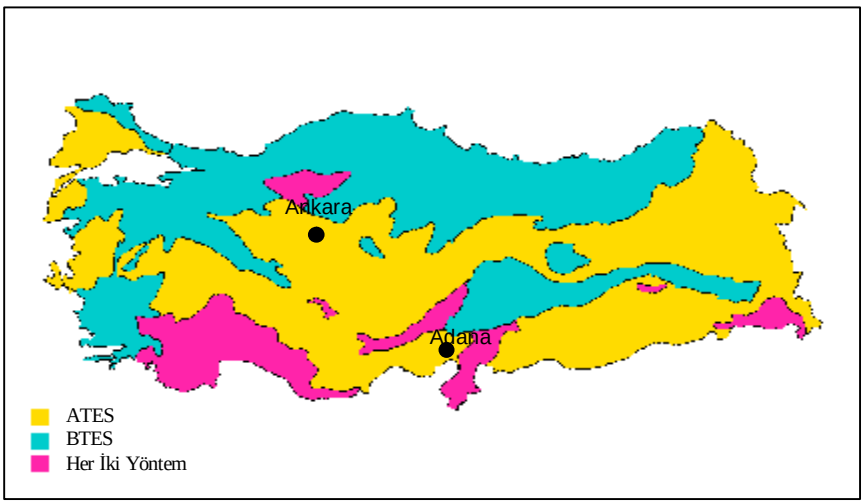
IEA ECES IA Annex 6 (1987-1996) "ATED sistemlerinde kimyasal ve çevresel durum ve su şartlandırma metotları üzerine araştırma geliştirme çalışmaları" konulu çalışma Hollanda'nın önderliğinde yürütülmüş olup Kanada, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İsveç, İsviçre ve ABD'den uzmanlar katılmışlardır. Bu çalışmanın amacı; ATED uygulamalarında karşılaşılabilecek kimyasal ve çevresel etkilerin ortaya konmasıdır. ATED sistemlerinde karşılaşılabilecek potansiyel problem kuyu borularında zamanla oluşacak paslanma ve tıkanmadır. Bu probleme çözüm aramak ve depolama alanı etrafındaki ekolojik çevrenin korunması amacı ile yer altı sularında kimyasal geliştirme ve testler üzerine bir çalışma grubu oluşturulmuştur.

IEA ECES IA Annex 8 (1994-2000) İsveç'in yürütücülüğünü üstlendiği "UTES uygulamaları" adlı annex'in amacı UTES sistemlerinin farklı sektörlerde (Sanayi, Konut, Tarım) uygulanabilirliğini hızlandırmaktır. Bu amaçla standart projelere UTES tekniklerinin adapte edilmesi ve bu adaptasyon için gerekli araştırma ve geliştirmenin yanı sıra bu çalışmaların dokümantasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu araştırmanın bir başka ürünü ise konu ile ilgili bilgisayar simülasyonları ve modellemeleridir. Üye ülkeler; Belçika, Kanada, Hollanda, Türkiye ve ABD'dir.

IEA ECES IA Annex 13 (1997-) "UTES uygulamalar için kuyu tasarım ve açım yöntemleri" çalışmasına İsveç'in yürütücülüğünde Hollanda, ABD, Türkiye, Belçika, Japonya, Almanya ve Kanada'dan uzmanların katılımıyla gerçekleşmiştir. Annex 13'ün amacı adından da anlaşılacağı gibi UTES uygulamaları için açılması gereken kuyuların tasarımını yapmak ve sondaj sırasında karşılaşılacak potansiyel problemleri önceden belirlemek ve uygun çözümler üretmektir. Annex 13 kendi içinde de 4 konu başlığı altında çalışmaktadır. Bunlar;

a) Üye ülkelerin UTES için açılan sondajlar üzerine standartlarını belirlemek, yok ise bu sistem için standart belirlemek.
b) UTES uygulamaları için açılması planlanan kuyu ve kanallarla ilgili uygulama sırasında karşılaşılabilecek problemlerin ortaya konması ve problemler üzerine araştırma geliştirme çalışmalarının yapılması.
c) Araştırma sondajları için bir kural kitapçığı geliştirme, kuyu, kanal tasarımı ve açımı ile ilgili kuralları toplandığı bir kaynak geliştirmektir.
d) UTES sistemlerinin çalışması esnasında kuyu/kanal nedeni ile meydana gelen veya gelebilecek hataların belirlenmesi ve meydana gelen veya gelebilecek hatalara çözüm üretilmesi, izlenmesi ve rehabilitasyonu.

Annex 13 kapsamında süren çalışmalar henüz tamamlanmamıştır. Araştırmanın tamamlanma tarihi 2002 yılının sonu olarak planlanmıştır. Ancak bazı yönetimsel sorunlar nedeni ile bu Annex henüz tamamlanmamıştır.



Şekil 2.1. Türkiye'de UTES potansiyeli (Paksoy ve ark., 1997)

Guiguer ve ark., (1995)'te ATED uygulamaları için açılan araştırma kuyularından elde edilen hidrojeolojik parametrelerin değerlendirilebildiği sayısal bir model geliştirmişlerdir (MODFLOW). Bu modelin kullanımı sonucu araştırma alanındaki kuyuların kapasitesinin ATED uygulamaları için uygun olup olmadığı saptanabilmektedir. Bunun yanında model yer altı suyunun kimyasal ve fizikler özelliklerinin belirlenmesi ve pompaj sonucu kuyulardaki statik ve dinamik seviyelerin izlenmesi imkanını da vermektedir.

Claesson ve ark., (1996) İsveç'li araştırmacının geliştirdiği bilgisayar simülasyon modeli (CONFLOW) ile ATED uygulamalarında araştırma kuyusundan elde edilen hidrojeolojik verileri kullanarak, yapılacak enerji depolaması sonucunda kuyular etrafındaki sıcaklık yayılımını takip etme imkanı olduğu saptanmıştır. Böylece optimum ve ekonomik bir sistem tasarlama imkanı doğmuştur.

Dikici, (1997) Yeraltında termal enerji depolama tekniklerinde kimyasal sorunlar adı altında yaptığı yüksek lisans çalışmasında akiferde termal enerji depolama tekniğinde karşılaşılabilecek kimyasal sorunlar ve bu sorunların çözümleri için öneriler getirmiştir.

Paksoy ve ark., **(1997)** Türkiye'deki yeraltında termal enerji depolama potansiyelinin belirlenmesi çalışmalarının ilk sonuçlara göre konut, sanayi ve tarım sektörlerinde bu sistemlerin uygulanabileceği yerler belirlenmiştir. Türkiye'de enerji tüketiminde ilk iki sırayı paylaşan konut (17630 BTEP) ve sanayi (17884 BTEP) sektöründe yeraltında ısıl enerji depolamasına uygun alanlar çok geniştir. Tarım sektöründe ise ısıtma ve soğutma gereksinimini karşılamak için özellikle seralarda, ürün kurutma ve balık üretme çiftliklerinde kullanılabilir. Bu sistemlerin yaygın olarak uygulanabilmeleri durumunda toplam enerji tüketiminde %10-%20 arası tasarruf sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Özellikle elektrik enerjisinden tasarruf sağlayan soğutma amaçlı depolamanın, elektrik kısıntılarının gündemde olduğu şu günlerde değerlendirilmesi gerekir. Bu potansiyel belirleme çalışması sırasında coğrafik bilgi sisteminden (GIS) yararlanarak nüfus, iklim, jeoloji, hidrojeoloji, sanayi bölgeleri, enerji kullanımı ve çevre etkileri, tarımsal üretim gibi konular analiz edilerek Türkiye'deki yeraltı termal enerji depolama potansiyeli yüksek olan alanları gösteren haritalar hazırlanmıştır (Şekil 2.1).

Diersch, (1998)'de geliştirdiği bilgisayar modeli ile (FEFLOW) hedef akifer'in pompaj ve besleme sonucu iki boyutlu geometrisini izleme imkanı bulunmaktadır. Bu simülasyon programının amacıda diğer programlar gibi optimum ve ekonomik tasarıma yardımcı olmaktır.

Andersson, (1999)'a göre dünyada çalışmakta olan UTES uygulamalarının %40'a yakınında kuyuların yanlış tasarımı sonucu meydana gelen hatalar olduğunu vurgulamıştır. Söz konusu tasarım hatalarının hemen tamamı hedef bölgedeki jeolojik ve hidrojeolojik yapının tam anlamı ile ortaya konmaması nedeni ile meydana gelmiştir. Bu problemlerin büyük bir kısmı basit ölçümler ile giderilmiştir. Meydana gelen hatalardan %15'i kuyu kapasitesinin yetersiz oluşu ve geri kalan büyük kısmının da filtreli kuyu borularında tıkanma ve demir çökmesinden kaynaklandığı vurgulanmışır.

Dupasquier ve ark., (2000)'de Diersch'in 1998 yılında geliştirdiği FEFLOW modelini kullanarak 180 gün boyunca yapılan pompaj ve besleme sonucunda elde edilen hidrojeolojik verileri kullanarak akiferdeki ve depolama alanındaki termal değişimleri saptamaya çalışmışlardır.

Andersson ve ark., (2000)'de yaptıkları çalışmada, UTES uygulamaları için açılan araştırma kuyularından jeolojik ve hidrojeolojik parametrelerin toplanmasına ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, alınacak ölçümleri sondaj sırasında ve sonrasında olmak üzere iki kısımda incelemişlerdir. Sondaj sırasında olan ölçümler ise kendi arasında 3'e ayrılırken sondaj sonrası ölçümler 4'e ayrılmıştır. Bunlar;

I) Sondaj sırasında örnek alınacak parametreler

1) Örnekleme a)kesilen formasyondan b)var ise kesilen formasyondan çıkan sudan c) ve sondaj çamurundan.

2) Sondaj süresince ölçülmesi gereken hidrolik parametreler ise a) sondaj sıvısındaki kayıplar b) statik seviye.

3) Takip edilmesi gereken sondaj parametreleri ise a)sondaj makinesinin torku b) sondaj sıvısı basıncı c) dönme hızı d)ve delme hızıdır.

II) Sondaj sonrası alınacak ölçümler ise

1)Jeofizik ölçümler a)Doğal Gama b) Yoğunluk c)Resistivite d) Akım logu v.s

2) Hidrojeolojik testler a) Kapasite testi b) Pompaj testi

3) Termal Test (BTES Kuyusu ise) a) Termal duyarlılık testi b)termal profil

4) Örnekleme a)Kesilen formasyonda çıka su olarak sıralanmıştır.

Yukarıda sıralanan söz konusu parametreler dikkatli bir şekilde toplandıktan sonra değerlendirilir ve veriler ışığında uygun UTES tasarımı yapılabilir.

Elswijk ve ark., (2000)'de yaptıkları ATED için en uygun kuyu konfigürasyonu ve optimizasyonu adlı çalışmada sistemin başarılı çalışması için hedef alanda izlenecek yolları madde, madde sıralamışlardır. Bunlar; a) Akifer seçimi b) Filtreli boruların seviyesinin belirlenmesi c) Sıcak ve soğuk depolama yapılan kuyular arasındaki uzaklık d) Kuyuların doğal yer altı akışı ile yaptıkları çizgisel bağlantı açısının saptanması e) Sıcak ve soğuk kuyuların birbirleri ile olan durumunun belirlenmesidir.

Paksoy ve ark.'nın (2000) yaptıkları Güneş Enerjisi Destekli Mevsimsel ATED Uygulaması ile Hastane İklimlendirmesi adlı çalışmada açılan bir araştırma kuyusunda yapılan deney sonuçları incelenmişir. Açılan araştırma kuyusunda yapılan pompaj testleri neticesinde hedef alandaki akiferin hidrojeolojik özellikleri ortaya konmuştur. Bu özelliklerden yola çıkılarak simülasyonlar yapılmış ve sıcak-soğuk depolama amaçlı kuyular arasındaki optimum mesafe belirlenmiştir. Ayrıca binanın ısıtma ve soğutma ihtiyacına göre kuyu çaplar ve sayıları belirlenmiştir. Uygulama sonucu elde edilecek çevresel ve ekonomik faydalar ortaya konmuştur.

Dirven ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada ATED uygulamalarının Belçika'daki gelişimi konusunda önemli bilgiler yer almaktadır. ATED teknolojisinin transferi ilk uygulaması ve bu uygulamadan elde edilen tecrübeler yayında verilmiştir.

Wu ve ark. 'nın (2000) yaptıkları "Çin'deki ATED Teknolojisi ve Gelecekteki Gelişmeler" adlı çalışmada söz konusu teknolojinin Çin'de yaptığı aşamalar ve mevcut projeler ile ilgili bilgiler vermektedir. Yapılan literatür taramalarında dünyada ATED sisteminin ilk uygulayıcılarının Çinliler olduğu vurgulanmaktadır.

Snijders ve ark.'nın (2002) yaptığı "ATED: Hollanda'daki Son Gelişmeler" başlıklı çalışmasında, Hollanda'da sayıları 200'ü aşan ATED uygulamalarından elde edilen tecrübeler yer almaktadır. Hollanda şu an ATED uygulamaları sayısı

bakımından dünya lideri konumundadır. Sahip olduğu iklim ve hidrojeolojik koşullar nedeni ile Hollanda'da uygulanan ATED sistemleri diğer konvansiyonel ısıtma ve soğutma sistemlerine göre daha ekonomik olduğu bildirilmektedir.

Paksoy (2003) Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Enerji Depolaması ile Enerji Tasarrufu (ECES) Annex 14 "Termal Enerji Depolaması ile Tüm İklimlerde Soğutma" konulu çalışma ve araştırma gurubunun termal enerji uygulamaları ile ilgili mevcut durumun ortaya konmasına yönelik raporunda, üye ülkelerde (Kanada, İsveç, ABD, Japonya ve Türkiye) ve tüm dünya genelinde yapılan literatür taramaları sonucu elde edilen ATED uygulamaları ile ilgili bilgiler içermektedir. Sistemin temel çalışma prensipleri ile sahip olduğu avantaj ve dezavantajlar başlıklar halinde verilmiştir.

Paksoy ve ark. (2003)' nın yılında yaptığı "Akiferde Termal Enerji Depolaması ile Süper Market İklimlendirmesi" adlı çalışma Akdeniz iklimine sahip ülkelerde uygulaması yapılan ilk ATED sistemi hakkında önemli bilgilere yer vermektedir. Yapılan uygulamada ATED sistemi ile konvansiyonel ısı pompasına entegre edilerek hibrit bir sistem elde edilmiştir. Ağustos 2001'den beri çalışan sistem ısıtma ve soğutma ihtiyacından kaynaklanan elektrik giderlerinde %40 lara varan bir tasarruf sağlamış ve daha küçük ve sesiz çalışan bir sistem ile daha büyük alanlar ısıtılıp soğutulmuştur.

2.2. Seralarda İklimlendirme Çalışmaları

Tantau, Zabeltitz (1983) de yaptığı çalışmaya göre seralarda kullanılan ısıtma sistemleri ısı iletimine göre üç ana gruba ayrılır.

a- Isının ortama radyasyon ve konveksiyon ile verildiği sistemler (Borulu ısıtma sistemleri). Isı tüketim katsayısı: 9.75 W/m^2 K (Şekil 2.2)
b- Isının ortama aliminyum kanatlar ile verildiği sistem. Isı tüketim katsayısı: 5.68 W/m^2 K (Şekil 2.3)
c- Isının ortama konveksiyonla verildiği sistemler (Üfleyici ısıtma sistemleri). Isı tüketim katsayısı: 6.35 W/m^2 K (Şekil 2.4)



Şekil 2.2: Isının ortama radyasyon ve konveksiyon ile verildiği sistemler (Baytorun ve Abak)



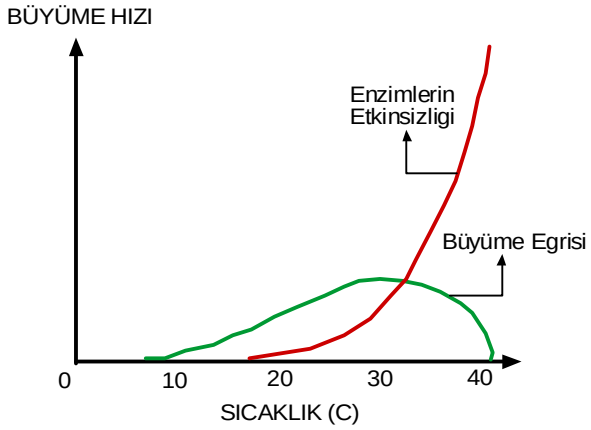
Şekil 2.3: Isının ortama aliminyum kanatlar ile verildiği sistem (Baytorun ve Abak)



Şekil 2.4: Isının ortama konveksiyonla verildiği sistemler (Baytorun ve Abak)

Sirjacobs, (1989) Akdeniz iklim kuşağında kışın sera yetiştiriciliğinde kaliteli ve bol ürün elde edebilmek için sera sıcaklığının 12 ^{0}C'nin altına düşmesi halinde ısıtma ihtiyacı doğmaktadır Ortalama sıcaklığın 12 ^{0}C nin altına düştüğü yerlerde gece sera ısıtılmalıdır. Ortalama günlük sıcaklığın 22 ^{0}C'nin üzerine çıktığı hallerde ise sera serinletilmeli yada serada yetiştiricilik durdurulmalıdır. Günlük maksimum sıcaklık 35-40 ^{0}C yi geçmemelidir. 12-22 ^{0}C sıcaklıkları arasında ise doğal havalandırma yeterli olmaktadır.Kış aylarında sözü edilen ortam şartları sağlandığı taktirde üretim en yüksek seviyelerde olmaktadır. Ancak Kış aylarında sera ortamının istenilen şartlarda tutulması maliyeti yüksek bir iştir. Isıtma için fosil yakıtların kullanılması işletme maliyetlerini artırmaktadır. Böylece Türk çiftçisinin dış pazarlardaki rekabet gücü azalmaktadır. Bu sorun, ATED uygulamalarını seracılık sektörü ile entegre hale getirerek çözmek mümkün olacaktır.

Başçetinçelik (1989) 7-12 Ağustos 1989 tarihinde yapılan ölçümlerde Adana ili sınırları içerisinde bulunan bir serada yapılan ölçümlerde dış ortam sıcaklığı saat 14:00 te ortalama 30.6 ^{0}C iken sera içi sıcaklık 50 ^{0}C ye yükselmiştir. Bu duruma paralel olarak Şekil 2.5'de sıcaklığın bitki büyümesi ile olan ilişkisini vermektedir. Görüldüğü üzere 30 ^{0}C'den sonra bitki büyümesinde durulma ve daha yüksek sıcaklıklarda ise azalma hatta durma görülmektedir.



Şekil 2.5: Sera içi sıcakığın bitki büyümesi ile ilgilisini gösteren grafik (Başçetinçelik 1989)

Üstün (1990) yılında yaptığı çalışmada ise seraların ısıtılması için kurulan ısıtma sistemlerinin kapasitelerinin belirlenmesinde ısı gereksinim değerlerine ihtiyaç olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada ihtiyaç duyulan ısı gereksinim değerleri, günün her bir saati için cam ve plastik seralarda, gece ve gündüz olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmıştır. Saatlik olarak hesaplanan değerler, bir hafta 7 gün kabul edilerek haftalık olarak toplanmış ve haftalık ortalama değerler bulunmuştur. Böylece cam ve plastik seralar için gündüz ve gece olmak üzere 52 haftalık ısı gereksinim değerleri hesaplanarak elde edilmiştir.

Alınan tüm ölçümler sonucunda Çukurova Bölgesinde farklı iç sıcaklıklar için ısı gereksiniminin farklı yakıt cinsleri ile karşılaştırılması ilişkin çizelge aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1: Çukurova Bölgesinde farklı iç sıcaklıklar için ısı gereksiniminin farklı yakıt cinsleri ile karşılaştırılması ve yıllık ısı enerjisi gereksinimi.

İç Sıcaklık (^{0}C)	Isı Gereksinimi kWhm^2	Yakıt Cinsi				Artış (%)
		Fueloil L/m^2	Kömür kg/m^2	Odun kg/m^2	Elektrik kWhm^2	
10	23,60	2,61	3,39	7,18	23,60	-
11	33,54	3,70	4,81	10,20	33,54	42,12
12	45,39	5,01	6,51	13,8	45,39	35,33
13	59,27	6,54	8,50	18,01	59,25	30,54
14	75,15	8,30	10,78	22,85	75,15	26,84
15	92,98	10,27	13,34	28,27	92,98	23,73
16	112,63	12,44	16,16	34,24	112,63	21,13
17	134,27	14,83	19,26	40,82	134,27	19,21
18	157,88	17,44	22,65	48,00	157,88	17,58
19	183.55	20,27	26,33	55,81	183,55	16,26
20	211,32	23,34	30,32	64,25	211,32	15,13

Erdoğan F., (1990) yılında tamamladığı yüksek lisans tezinde Çukurova'da bulunan seralarda serinletme potansiyeli üzerine bir çalışma yapmıştır. Yaz ayları boyunca sera içindeki sıcaklık değişimlerini incelemiş ve iç sıcaklığı 30 ^{0}C'nin altında tutabilmek için farklı yöntemler deneyerek sonuçlarını gözlemlemiştir.

Baytorun ve Abak (1995) Seraların Kışın İklimlendirilmesi ve Denetimi Üzerinde Araştırmalar adlı çalışmalarında Akdeniz iklim kuşağında bulunan seralarda ısıtma ihtiyacının belirlenmesi ve bu ihtiyacın ortama iletilmesinin farklı yöntemleri üzerine karşılaştırmalı bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca iklimlendirilen bir sera ile iklimlendirilmeyen bir sera içinde domates yetiştiriciliği yapılarak bu durumun bitkilerin fizyolojik gelişimlerine, verim ve meyve özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Baytorun (1995) Ç.Ü Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde deneme alanına kurulan seralarda farklı ısıtma sistemleri ile ısıtılan ve ısıtma yapılmayan seralarda sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Araştırma alanına bir merkezi ısıtma sistemi kurulmuş, gözleme alınacak seralarda farklı dağıtım sistemleri kurulmuştur. Enerji kaynağı olarak fuel-oil kullanılmıştır

Tokgöz H., (1995) yaptığı doktora çalışmasında Doğu Akdeniz bölgesindeki farklı örtü malzemesine sahip seralarda ısıtma yüklerini tespit etmiştir. Sera içindeki bitkiler için gerekli olan optimum sıcaklık değerlerinin de belirlendiği çalışmada ihtiyaç duyulan ısıtma yükünü karşılayacak fosil yakıtlar cinslerine göre belirlenmiştir. Araştırma alanı içerisinde bulunan 137 sera işletmesinde yaptığı anket sonucu yalnız 1 üretici üretim için gerekli ısıtmayı yaptığını beyan etmiştir. Diğer işletmelerde ise sadece ürünü dondan korumak için ısıtma yapıldığı gözlemlemiştir. Ancak bu işletmelerde emsallerine göre %40 daha az ürün elde edilmektedir. Ürün için gerekli ısıtmayı yapan 2500 m^2 plastik sera için sıcak hava üfleyen ve motorinle çalışan 150000 kcal/saat ısıl değeri olan ısıtma sistemi kullanıldığı tespit edilmiştir. Isı kaynağından alınan sıcak hava plastik borular yardımı ile sera içine dağıtılmaktadır. Ancak üretici ile yapılan görüşmede yakıt giderlerinin yüksek olması nedeni ile sürekli ısıtma sisteminin çalışmadığını belirtmiştir.

Aşağıda Akdeniz yöresinde bulunan seralarda kullanılan ve fosil yakıt ile çalışan iki farklı ısıtma sistemi bulunmaktadır Şekil (2.6, 2.7). Şekil 2.6'de 165.000 Kcal/h kapasitesinde Fuel-oil ile çalışan sıcak su kazanı Şekil 2.7'de ise 32.000 Kcal/h kapasitesinde motorin ile çalışan direk ateşlemeli hava ısıtıcısı yer almaktadır.



Şekil 2.6: 165.000 Kcal/h kapasitesinde fuel-oil yakıtlı sıcak su kazanı (Tokgöz 1995)



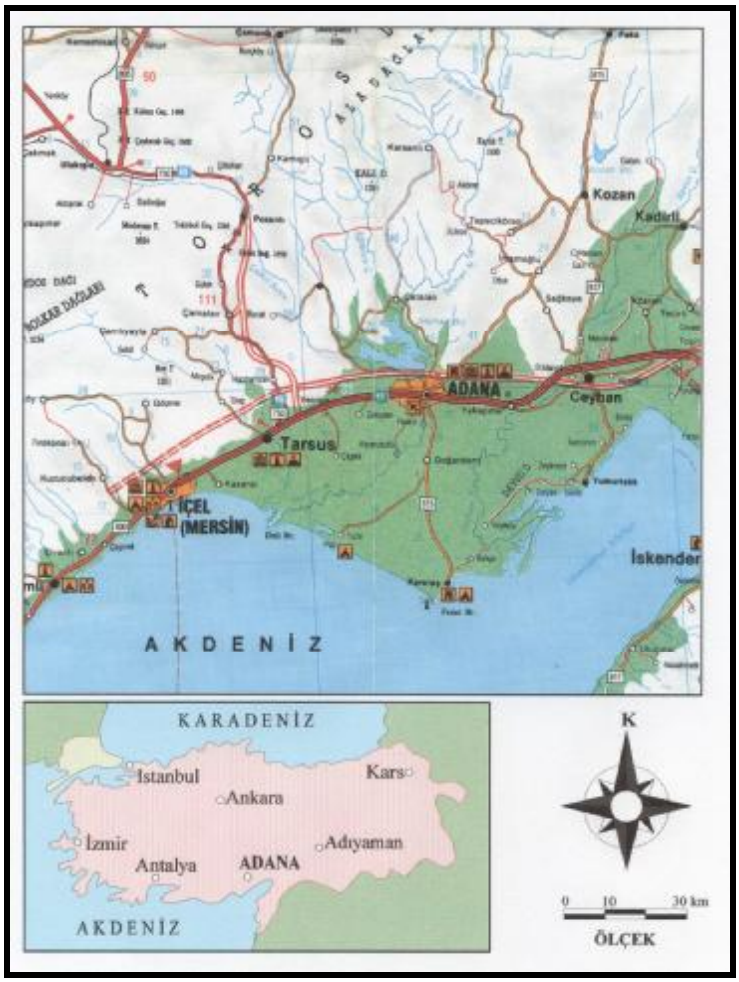
Şekil 2.7.: 32.000 Kcal/h kapasitesinde motorin yakıtlı direk ateşlemeli hava ısıtıcı (Tokgöz 1995)

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Hedef alanın belirlenmesi

Araştırma alanı yer bulduru haritası Şekil 3.1'de ve 1/25000 ölçekli detay yer bulduru haritası Şekil 3.2'de verilmiştir. 1/25000 ölçekli harita üzerinde deney yapılan araştırma kuyuları, sondajı yapılan araştırma kuyusu ve karşılaştırmalı olarak iklimlendirilmesi planlanan seraların konumları belirlenmiştir.



Şekil 3.1: Araştırma alanı yer bulduru haritası



Şekil 3.2: Araştırma alanı 1/25000 ölçekli haritası

Araştırma alanı olarak Adana'da bulunan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma seraları seçilmiştir. Seraların kurulu olduğu alanın konumu 36°59'N, 35°18'E'dır ve arazi deniz seviyesinden yaklaşık 50 m. yüksekliktedir. Projede kullanılan seralar 30m x12 m boyutlarında 360m^2 taban

alanına sahiptir. Seralar UV+IR+AF katkı malzemeli plastik örtü (Polyethylene) ile kaplıdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Araştırma seralarından bir görünüm

3.1.2 Araştırma Alanının Genel Jeolojisi

İnceleme alanının da içinde bulunduğu, Adana baseninin büyük bir kesimi Tersiyer birimleri ve havzanın Güney kesimi yaygın olarak Kuvaterner birimleri ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının dışındaki Güvenç Formasyonu üzerine ortamın sığlaşıp karasal fasiyese geçtiği Üst Serravaliyen-Messiniyen yaşlı Kuzgun Formasyonu, Kuzgun üyesi ve Memişli Üyesi gelmektedir. Memişli Üyesinin tabanını bölgede yaygın mostralara sahip bulunan Salbaş Tüfit Üyesi oluşturur. Daha üstte Messiniyen-Pliyosen yaşlı Handere Formasyonu ve Gökkuyu alçıtaşı üyesi bulunmaktadır. Adana havzasının güney kesimlerinde yaygın yüzleklere sahip Kuvaterner yaşlı taraça ve kaliş birimleri görülmektedir.

İnceleme alanında yeralan birimler ise Handere Formasyonu, Taraça ve Kaliçi ile Alüvyondur.

3.1.2.1 Handere Formasyonu (Üst Miyosen-Pliosen)

Üst Miyosen (Messiniyen)-Pliyosen döneminde çökelen Handere formasyonu (Tha) ilk defa tarafından Schmidt (1961) adlandırılmıştır. Birim özellikle Adana-

Misis'in kuzeyinde yüzlek vermektedir. Birim, akarsu-sığ deniz ortamında çökelmiş olan boz renkli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı marn yapılışlı olup yer yer alçıtaşı mercekleri birimi oluşturmaktadır. Formasyon aynı yaşta değişik ortamda çökelmiş konglomera, kum taşı, silttaşı, kiltaşı/şeyl, fosilli kiltaşı-kumtaşı gibi litolojik birimleri içermesi nedeniyle akarsu çökelleri, sığ deniz çökelleri ve kıyı delta çökelleri olarak üç kısımda incelenmektedir. Altta Kuzgun formasyonu üzerinde geçişli bir dokanağa sahip olan birim, üstte Adana baseninin yaygın taraça oluşumları, kalişleri ve yer yer de genç alüvyonları ile örtülü bulunmaktadır.

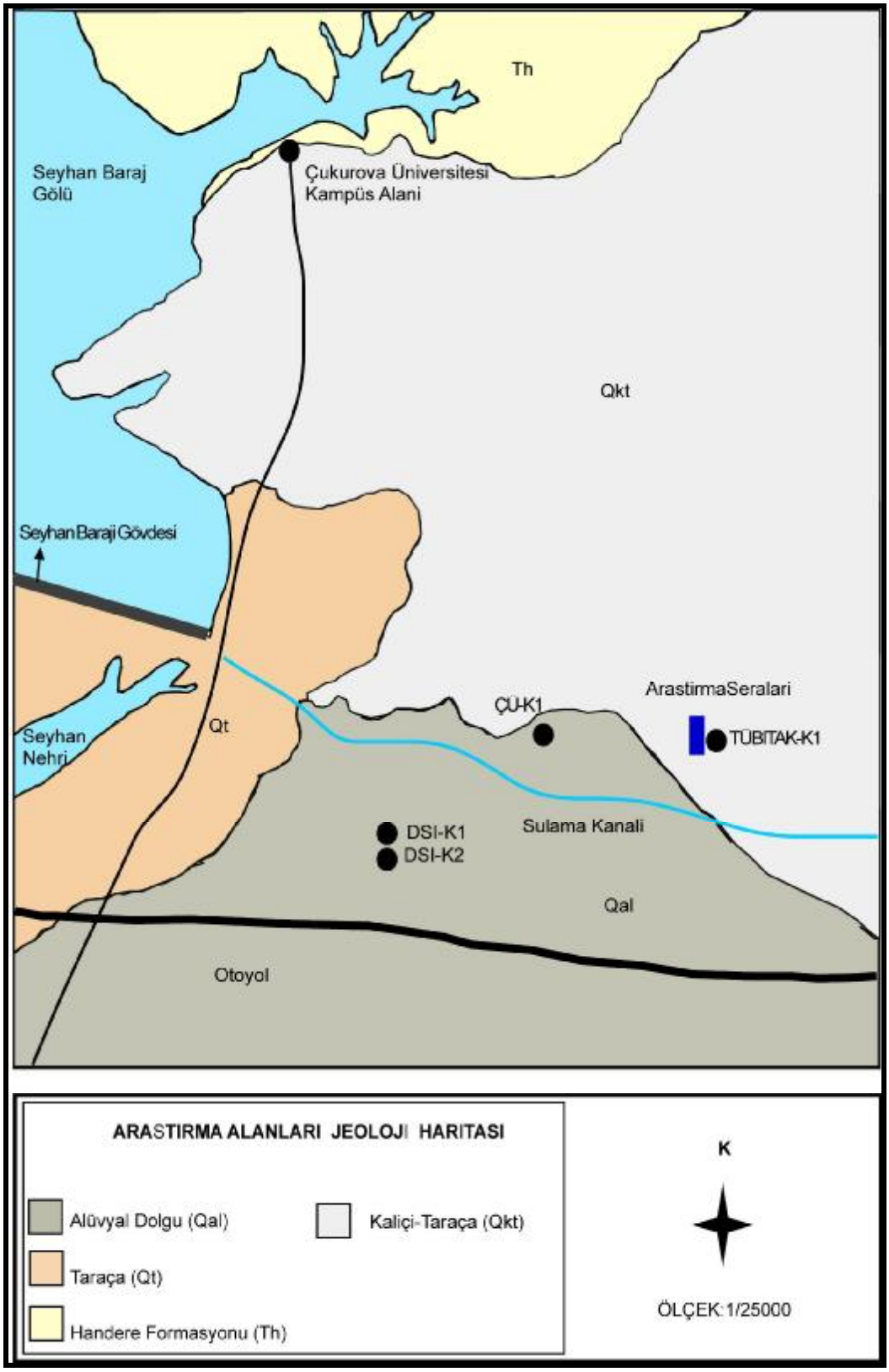
3.1.2.2. Taraça ve Kaliş

Adana baseninde temelde iki tür taraça malzemesi bulunmaktadır. Birincisi, havzanın güneyinde Handere Formasyonunun üzerine gelip, güneye doğru Adana ovasının eski ve yeni alüvyonları ile örtülü olan taraçadır. Bu taraçalar tamamıyla kaliş görünümünde olup yer yer kaliş-taraça ardalanması şeklindedir. İkinci ise Çakıt çayı ve Seyhan nehri kenarlarında az çok paralel olarak yüzeyleyen taraçalardır.

Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kalişler çalışma alanı ve yakın civarında nispeten küçük alanlarda yüzlekler vermektedirler. Handere Formasyonu üzerinde yer alan taraçalarla birlikte bulunmaktadır. Genelde üst seviyeleri sert (hardpan), alt seviyeleri ise yumuşak (softpan) olan bu kaliş birimin oluşumu iki farklı yaklaşımla açıklanmaktadır. Bunlardan ilki yer altı sularının yüzeye doğru yükselirken buharlaşarak içindeki karbonatın çökelmesi şeklindedir. İkinci yaklaşım ise yüzeyden sızan sulardaki karbonatın çökelmesi şeklindeki oluşumdur. Üstteki sert kısım yaklaşık 1-2.5 m kalınlığındadır. Bu seviye sarımsı beyaz renklidir. Büyük oranda $CaCO_3$'dan oluşan sert kısım orta sertlik ve dayanımdaki kayaç özelliği taşımaktadır. Alta doğru ise kalınlığı birkaç metreden 5-15 metreye kadar değişen çok katı-sert zemin özelliğinde, yüksek plastisiteli, kalker yumrulu seviyeler içeren ve su ile temasında şişebilen zemin özelliğindedirler. Adana'nın kuzeyinde özellikle taraça malzemelerinin üzerinde yaygın kaliş oluşumları gözlenmektedir. Güneyde ise Ceyhan nehrinin Karataş'a doğru olan kısımlarında kalişler bulunmaktadır. Kalınlıkları Adana il merkezinde 15-20 metreyi bulmaktadır.

3.1.2.3. Alüvyon

Adana baseninde, Tarsus-Ceyhan E5 karayolunun kuzeyinden başlayarak Akdeniz'e kadar ulaşır. Adana ovasını oluşturan eski alüvyonlar ile dere boylarında gelişmiş genç alüvyonlar (Qa) birlikte bulunmaktadır. Eski alüvyonlar genellikle bitkisel toprak ile örtülü bulunmaktadır. Yeni alüvyonlar ise dere boylarında gelişmiş olup genelde kötü boylanmış, tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil malzemesinden oluşmaktadır. Seyhan ve Ceyhan Nehirlerinin menderesli yapıları, çok iri taneli malzemeden ziyade iri-ince taneli (kum-silt-kil) malzemelerin çökelmelerine imkan vermektedir. Şehir merkezinden geçen Seyhan nehrinin güney kısımlarında kalın kum, çakıl ve kil malzemeleri bulunmaktadır. Bununla birlikte bu birim nehrin her iki yakasında da oldukça büyük derinlik ve yayılım göstermektedir. DSİ tarafından yapılmış sondajlarda birimin kalınlığı bazı yerlerde 350-400 metreyi bulduğu görülmüştür.

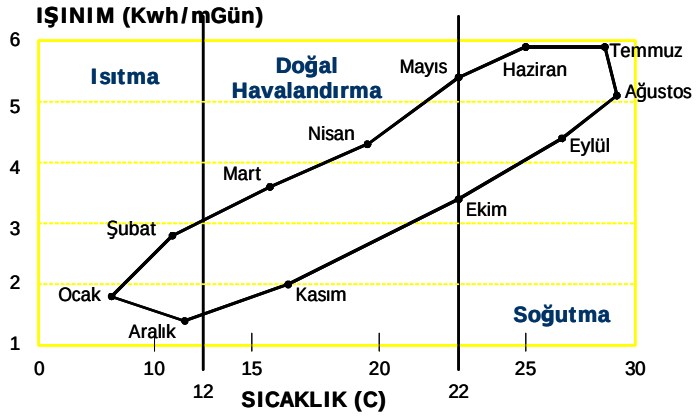


Şekil 3.4: Araştırma Alanı 1/25.000 Ölçekli Jeoloji Haritası

3.2. Metod

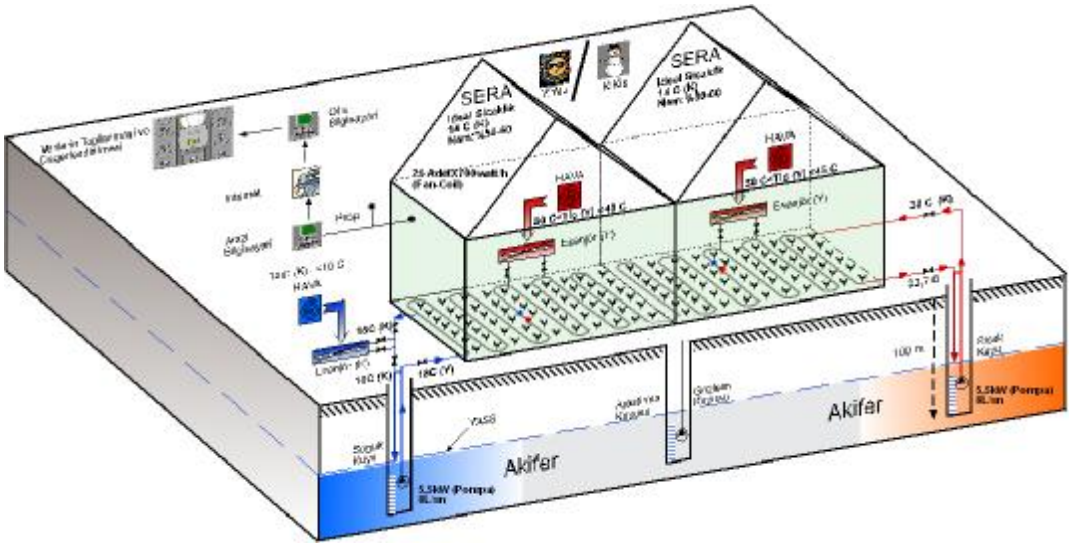
Türkiye'nin örtü altı yetiştiricilik alanı 44.000 hektara ulaşmıştır. Bu alanların yarıya yakın bir kısmında seracılık yapılmaktadır. Diğer yarısında ise yüksek ve alçak tünel yetiştiriciliği gerçekleştirilmektedir. Seralardan yüksek verim ve kaliteli ürün alabilmek için kış ayları boyunca dış sıcaklık ne olursa olsun iç sıcaklığın türlere göre değişen kritik bir sıcaklığın altına düşürülmemesi gerekmektedir. Örneğin domates yetiştiriciliğinde sera içi sıcaklık değerinin geceleri en az 12-13^{0}C'de, mümkün olduğu taktirde 16-17 ^{0}C'de tutulması gerekmektedir. Bu verilerin ışığında son 20 yıllık iklim verileri de göz önünde bulundurulduğunda Akdeniz bölgesinde bulunan seraların ortalama 90 gün, günde yaklaşık 8 saat, 150 kW'lık ısıtma ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için yaklaşık 5 L/m^2 6 numara Fuel-Oil veya 5000 kcal/h ısıl değerinde 9kg/m^2 kömür gerekmektedir (Baytorun 1995). Fosil yakıt kullanımının işletme maliyetine getirdiği yük ve yakılması sonucu meydana gelen kül ve atmosfere salınan zararlı gazlar seracılığın önündeki en büyük engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların yanında ilkbahar ve sonbahar ayları boyunca Akdeniz iklimindeki plastik kaplı seralarda serinletme ihtiyacı bulunduğu da bir gerçektir.

Şekil 3.5. incelendiğinde seracılığın yoğun olarak yapıldığı Akdeniz iklim kuşağında bulunan Adana'da Aralık-Ocak-Şubat aylarında seralarda ısıtma yapılması gerektiği görülmektedir. Ayrıca Mayıs'tan Ekim'e kadar serinletme ihtiyacı kaçınılmazdır.



Şekil 3.5: Adana ve civarında son 20 yıldaki iklim verilerinden elde edilen ortalama ışınım ve sıcaklık değerleri (Baytorun 1995).

Bu çalışmanın amacı; yeraltında termal enerji depolama (UTES) teknolojilerinden bir tanesi olan akifer termal enerji depolama (ATES) tekniğinin Akdeniz iklim kuşağında bulunan seralarda ısıtma ve serinletme amaçlı kullanım potansiyelinin ortaya konmasıdır. Bu potansiyelin belirlenmesi amacı ile kullanılan ATES sisteminin temel çalışma prensibi şöyledir: Akdeniz iklimindeki plastik kaplı seralarda iç sıcaklık 5 ay boyunca günde yaklaşık 6 saat 40 ^{0}C'nin üzerine çıkmaktadır. Sera içinde biriken bu enerjiyi 4 adet 500 watt gücündeki sudan havaya ısı değiştirici ile yer alt suyuna transfer edilmiş ve yer altı suyunun sıcaklığını 18 ^{0}C'den 34 ^{0}C'ye çıkarılmıştır. Daha sonra ısınan su, sıcak kuyu vasıtası ile akifere geri besleme yolu ile depolanmıştır. Depolanan sıcak su bir sonraki kış ayları boyunca geri çekilip aynı ısı değiştiriciler aracılığı ile ayni seraların ısıtmasında kullanılmıştır. Kış ayları boyunca ısıtmada kullanılan yer altı suyu dış ortam sıcaklığının 10 ^{0}C'den az olduğu saatlerde sera dışında bulunan bir başka ısı değiştirici ile soğutulup soğuk kuyu ile yine akifere geri besleme yolu ile depolanmıştır. Soğuk depoda depolanan su ise bir sonraki ilkbahar ve yaz aylarında bu seraların serinletilmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.6). Şekil 3.6'da sistemin basit bir çalışma prensibi yer almaktadır. Böylece ısıtma yönünden fosil yakıtlardan bağımsız, soğutma yönünden ise CFC gazlarından bağımsız, verimli, ekonomik ve çevre ile dost bir sistem seralara entegre edilmiştir.



Şekil 3.6: Önerilen ATES sistemi

3.2.1. Pompaj Deneyleri

Hedef alandaki hidrojeolojik yapının daha iyi belirlenmesi, alandaki varlığı bilinen akiferin mühendislik özelliklerinin (transmisibilite, permeabilite, porozite v.s). ön çalışma amaçlı olarak ortaya konması amacı ile araştırma alanına 800 m. mesafede bulunan ve DSİ 'ye ait olan birbirine çok yakın iki kuyuda yapılmış ve nihai kuyu sondajından önce sağlıklı ön bilgi edinilmiştir (Şekil 3.7 – 3.8). Bir diğer pompaj deneyi ise 1997 yılında Çukurova Üniversitesi Balcalı Hastanesi Ek Binasının Akifer Termal enerji depolaması ile ısıtılması soğutulması fizibilite çalışması kapsamında, DPT desteği ile açılan araştırma kuyusunda uzun süreli pompaj deneyi yapılmıştır (Şekil 3.9– 3.10). Deney sonuçları araştırma bulgularında detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca pompajla çekilen sudan örnekler alınıp çeşitli kimyasal ölçümler yapılmıştır. (Fe, pH, T, O_2, EC, v.s)





Şekil 3.7 – 3.8: DSİ bakım onarım şube müdürlüğü arazisi içinde gerçekleştirilen pompaj deneyinden bir görünüm





Şekil 3.9-3.10: ÇÜ-K1 Kuyusunda yapılan pompaj testinden bir görünüm

3.2.2.Bilgisayar simülasyonlarının uygulanması (Conflow)

Tüm ön araştırmalar ve uzu süreli pompaj testlerinden elde edilen veriler ile bilgisayarda simülasyonlar yapılmıştır. Böylece kuyular arası mesafe, kuyu kapasiteleri, depolama seviyesi gibi tasarım detayları belirlenmiştir.

3.2.3.Elek analizi ve optimum çakıl boyutunun belirlenmesi

Elek analizi için araştırma alanına yakın bir yardan numune alınarak elek analizi yapılmıştır. Şekil 3.11'de bahsi geçen yarın bir görüntüsü bulunmaktadır. Böylece optimum çakıl boyutu belirlenmiştir. Sonuç olarak akifer ile kuyu arasındaki etkileşimi en üst seviyeye çıkarıldığı düşünülmektedir. Elek analizinin yapıldığı analiz seti ise Şekil 3.12'de görülmektedir. Numune homojen olması bakımından çeyrekleme yöntemi ile 4 eşit parçaya ayrılmış (Şekil 3.13-3.14) ve en uygun olan iki tanesi taratılarak etüvde kuruması için 24 saat boyunca bırakılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.11: Elek analizi için numune alınan kesit



Şekil 3.12: Elek analizi seti





Şekil: 3.13, 3.14: Alınan konglomera örnekleri

1. Numune 2976 gr. (kuru ağırlık)
2. Numune 3032 gr. (kuru ağırlık)

Numuneler etüve 24 saat kalacak şekilde konmuştur. Etüv sıcaklığı 110 ^{0}C olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.15: Numunelerin etüvde kurutulması

Elek analizi uygulamasında kullanılan elek açıklıkları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1);

Çizelge 3.1: Elek açıklıkları;

No	**Elek Açıklığı (‘)**	**Elek Açıklığı (mm)**
1	2	50
2	1	25
3	¾	19,05
4	3/8	9,53
5	4	4,76
6	10	2
7	40	0,425
8	60	0,250
9	200	0,075

3.2.4. Nihai Kuyuların Sondajı

Tasarlanan sistemin çalışma presibinde de görüldüğü gibi, biri sıcak depolama diğeri soğuk depolama amaçlı iki adet kuyu sondajı yapılmıştır. Sondajlar simülasyonlar sonucunda belirlenen mesafelerde ve çaplarda yapılmıştır. Bu kuyulardan soğuk depolama amaçlı olana TÜBİTAK-K1 (Şekil 3.16) diğerine ise TÜBİTAK-K2 (Şekil 3.17) adı verilmiştir. Her iki kuyunun da yeri 1/25.000 (Şekil 3.3) ölçekli yer bulduru haritasında ve yine 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasında verilmişti (Şekil 3.4). Sondaj için Türkiye'de sık kullanılan düz dolaşımlı döner sondaj makinesi kullanılmıştır. Sondaj çamuru olarak bentonit ve kil karışımı bir sıvı kullanılmıştır. Sondaj ayrıntıları ve alınan ölçümler Araştırma Bulgularında verilmiştir.



Şekil3.16:TÜBİTAK-K1 kuyusu sondajı



Şekil 3.17: TÜBİTAK-K2 kuyusu sondajı

3.2.5. Jeofizik ölçüm

Kuyu logları, ATES uygulamalarında, hedef akifer seviyesinin ve akifer kalınlığının tam olarak belirlenmesi için çok büyük önem taşımaktadır. Böylece sağlıklı bir borulama yapılıp başarılı bir ATES sistemi tasarlama imkanı bulunacaktır. Bu amaçla sondaj işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen jeolojik ve hidrojeolojik bulguların denetlenmesi amacı ile her iki kuyudan da 3 tip kuyu logu alınmıştır. Bunlar doğal – gama, rezistivite ve SP olarak sıralanabilir. Şekil 3.18'de

TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan jeofizik ölçüm sırasından bir görünüm, Şekil 3.19'te ise TÜBİTAK-K2 den alınan jeofizik ölçüm sırasından bir görünüm verilmektedir.

3.2.5.1. Doğal Gama Logu

Bu loglardan doğal-gama litolojileri ayırt etmekte ve killi seviyeleri belirlemekte kullanılmıştır. Yeraltındaki faklı kayaçlar, gama ışını yayan değişen miktarlarda radyoaktif madde içerir. Nötron bombardımanı ile yapay bir radyoaktivitede oluşturmak mümkündür. Radyo aktivite, artış sırasına göre en az kömürde sonra tuz, dolomit, kireçtaşı, kum-kumtaşı gibi kayaçlarda zayıf; kil marn, karbonlu bitümlü şistler, bentonit ve organik kilde kuvvetlidir. Sondaj kuyularında kesilen kayaçların, farklı olan radyasyon miktarlarının ölçülmesi ile bunların birbirinden ayırt edilmesi bu yöntemle yapılır. Ölçüler donanımlı veya donanımsız her türlü kuyudan alınabilir. Radyoaktivite logları ölçülen radyasyonun cinsine göre a) Gama ışını logları b) Nörton logları olmak üzere ikiye ayrılır. Yeraltı suyu aramalarında en çok gama ışını logları kullanılmaktadır. Bu loglarda kil, kum, marn ve çakıl taşı seviyeleri kolaylıkla ayırt edilir. Ancak sudaki tuzluluk ve kalite ilgili diğer özellikler gama ışını ile anlaşılmamaktadır. Gama ışını logları, kuyunun litoloji, rezistivite ve SP logları incelendiğinde daha iyi anlaşılır.

3.2.5.2 Rezistivite Logu

Rezistivite logu ise yine litolojileri ayırmada ve tuz oranını belirlemede kullanılmıştır. Resiztivite logu alımı sırasında yer içine en fazla 1500 mA gücünde akım verilmiştir. Gözenekli ve kırıklı bir kayacın iletkenliği, sistemlerin, boyutlarına, şekillerine ve en önemlisi de içerdikleri suyun miktarına ve bu suyun iletkenliği ile değişir. Yeryüzüne yakın bir çok kayaçlarda iletim, çözeltiler yolu ile olur. Böyle durumlarda ileten ortam; kayaç içinde gözenekler çatlaklar, kırıklar ve düzensiz bir biçimde dağılmış olan yalın tuz çözeltisidir. Su tutan kayacın özdirenci, içerilen suyun miktarı, tuzluluğu ve ortamdaki dağılış biçimine göre değişir. Kayaçların

özdirenci tuttukları suyun miktarı arttıkça azalır. Kayacın suya doygun olması durumunda içerilen su gözenek hacmine denk olabilir. Ancak doygunluğu sınırlı olduğu durumlarda, kuruluğun özdirenç üzerinde etkisi dikkate alınmamıştır.

3.2.5.3 SP Logu

SP logu ise sondaj boyunca kesilen geçirimli tabakaların belirlenmesi doğrultusunda kullanılmıştır. Sondaj kuyularında çamur bulunması koşulu ile, geçirgen akifer tabaka ile bunu alttan ve üsten sınırlayan kil ve marn gibi plastik özellik taşıyan diğer bir formasyonun bulunduğu ortamda tabii bir elektrik akımı oluşur. SP olarak ölçülen borulanmamış kuyularda ölçülen bu elektrikli potansiyel değişiminin, milivolt olarak miktarıdır. SP logu akiferin yerinin ve özelliklerinin saptanmasında çok kullanılan bir yöntemdir. Kuyularda killi seviyelerin saptanmasında çok iyi sonuç verir. Bu loglarda bir baz çizgisinden (örneğin kile ait SP değeri) itibaren (-) ve (+) kaymalar işaretlenir. Bu çizgi, belirli kalınlıklardaki geçirimli ve geçirimsiz formasyona ait olabilir. Böylece sağlıklı bir kuyu borulama işlemi yapmak için zemin hazırlanmıştır.





Şekil 3.18: TÜBİTAK-K1 kuyusu jeofizik ölçümü, Şekil 3.19: TÜBİTAK-K2 kuyusu jeofizik ölçümü

3.2.6.Kuyu geliştirme

Açılan kuyuda yapılan kuyu inkişafı işlemleri sonucunda yine akifer ile kuyunun etkileşimi en üst seviyeye çıkarılmıştır. Bu işlemler aşağıda sıralanmıştır.

3.2.6.1.Kuyu borulama

Sondaj sırasında alınan örnekler ve yapılacak jeofizik ölçümler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Böylece depolama yapılması tasarlanan seviyeler belirlenmiş ve bu tasarım çerçevesinde uygun çaplı techizat boruları ile kuyu filtreli ve filtresiz seviyeler olmak üzere borulanmıştır. Şekil 3.20'de her iki kuyuda kullanılan galvaniz borular görülmektedir.



Şekil 3.20: TÜBİTAK-K1 ve TÜBİTAK-K2 kuyusunda kullanılan borular

3.2.6.2. Kuyu çakıllama

Açılan kuyunun verimine etki eden en önemli faktörlerden bir tanesi de çakıl boyutudur. Yapılan elek analizi sonucu belirlenen boyuttaki çakıl kuyu cidarı ile sondaj borusu arasında yerleştirilmiştir. Kuyunun yüzeye yakın 3-5 m'si beton dökülerek sabitlenmiştir. Şekil 3.21'da her iki kuyununda çakıllanmasında kullanılan 5-15 mm çapındaki çakıl malzeme görülmektedir. .



Şekil 3.21: TÜBİTAK-K1 ve TÜBİTAK-K2 kuyusunda kullanılan çakıl

3.2.6.3.Kuyu yıkama

Sondaj sırasında kullanılan bentonit ve kil karışımı sondaj sıvısı akiferin içlerine kadar girmektedir. Bu malzemenin tahliye edilmemesi durumunda akiferden su alımında verim düşüklükleri hatta durmalar yaşanabilir. Bu nedenle borulama ve çakıllama işlemleri bittikten sonra yüksek debi ile kuyudan su çekilmiştir. Çekilen su yine yüksek basınç ile kuyu içerisine enjekte edilmiş ve ters yıkama işlemeleri de gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.22). Böylece sondaj çamuru kuyudan tahliye edilmiştir. Bu işlem her iki kuyuda da yapılmıştır.

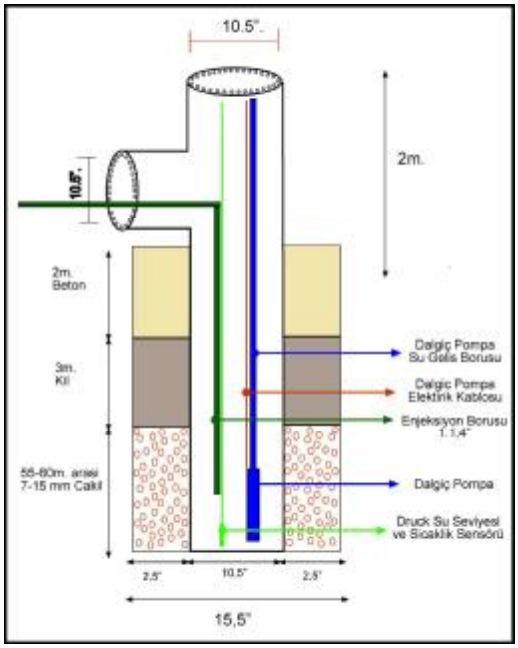


Şekil 3.22: Kuyu yıkaması işleminden bir görünüm

3.2.6.4. Kuyu başı tasarımı ve dalgıç pompa montajı

Açılan iki kuyu depolama amaçlı kullanılacağından kuyu başı tasarlanırken su kuyusu mantığından uzak durulmuştur. Kuyu başının hava geçirmez olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca su çekimi ve basımı için gerekli genişlik sağlanmıştır. Sondaj ve kuyu geliştirme işlemleri tamamlandıktan sonra kuyu başı tasarlanmış (Şekil 3.23) ve inşası bu tasarıma göre yapılmıştır. Yapılan kısa süreli pompaj deneyi sonucunda kuyunun kapasitesi kaba olarak belirlenmiş ve 1.3 L/sn (TÜBİTAK-K1) 0.8 L/sn (TÜBİTAK-K2) debili dalgıç pompa (Model no: Alarko 4003-15) her iki kuyuda da 35. metreye indirilmiştir. Böylece filtreli boru ile geçilen seviyenin üzerinde dinamik seviyenin ise altında güvenilir bir seviyeye pompa indirilmiştir.

Şekil 3.23'de de görüleceği üzere yüzeyden itibaren son 2 m. ye beton dökülmüş ve 2-5. metreler arası ise kil tampon ile tıkanmıştır. Böylece ilerde yapılacak su enjeksiyonu sonrasında enjekte edilen suyun buradan geri gelmesinin önlenmiştir. Ayrıca su çekim ve su enjeksiyon işleminin yapılacağı kuyu başları contalı flanşlar ile hava ve su geçirmez hale getirilmiştir (Şekil Şekil 3.24 ve Şekil 3.25). Şekil 3.24'da TÜBİTAK-K1 kuyusuna ait kuyu başı ve Şekil 3.25'de TÜBİTAK-K2 kuyusuna ait kuyu başı görülmektedir



Şekil 3.23: Her iki kuyuda da kullanılan kuyu başının şematik görünümü



Şekil 3.24:TÜBİTAK-K1 kuyu başı



Şekil 3.25:TÜBİTAK-K2 kuyu başı

3.2.7.Sirkülasyon pompalarının (Dalgıç) boyutlarının ve derinliğinin belirlenmesi

Seraların ısıtma ve soğutma yüküne göre depolanması gereken enerji ihtiyacı hesaplanmıştır. Bu enerji ihtiyacı için gerekli su miktarı belirlenmiş ve gerekli olan suyu sağlayacak pompa ebadı saptanmıştır. Daha sonra bu pompa depolama için seçilen seviyeye uygun olarak yerleştirilmiştir.

3.2.8. Hafriyat, İzolasyon ve Borulama İşlemleri

Sıcak ve soğuk enerji depolama amaçlı kuyuların sondajı tamamlandıktan sonra her iki kuyu arasındaki su bağlantısında kullanılacak borulama işlemine geçilmiştir. Toprak üstü tarım ve insan aktivitelerinden etkilenmemesi için yüzeyin yaklaşık 1,5 metre derininiden geçirilen poli-etilen boru ayrıca izolasyon malzemesi ile izole edilmiştir. Böylece su transferi sırasında doğacak termal kayıplar minimuma indirilmiştir (Şekil 3.26, 3.27).

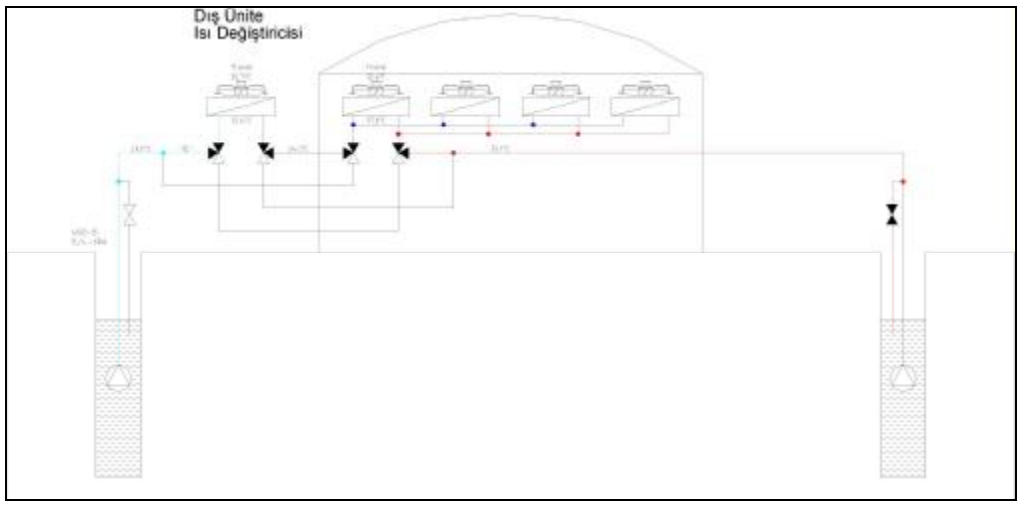




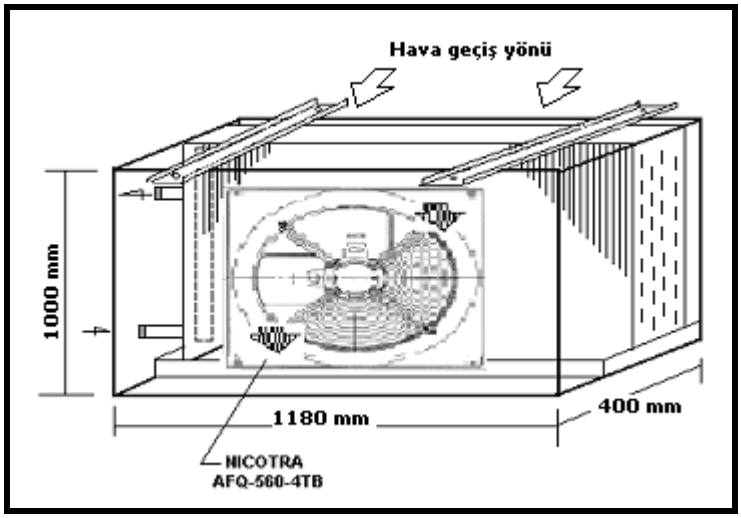
Şekil 3.26 - 3.27: Hafriyat, borulama ve izolasyon işlemlerinden bir görünüm

3.2.9. Sera İçi Isı Değiştiricilerin Montajı

Yapılan ısıtma ve soğutma yükü hesapları ve son 20 yıllık iklim verileri göz önünde bulundurularak tasarlanan similasyon sonuclarına göre ısı değiştiricilerin çapı belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında detay proje çizilmiştir. Projede belirtildiği gibi (Şekil 3.28) 4 adet havadan suya ısı değiştirici sera içerisine monte edilmiştir. Bu ısı değiştiricilerin amacı sera içinde yaz aylarında biriken atık ısıyı yer altı suyuna transfer etmektir. İçi bakır boru olan ısı değiştiricilerin fanları 8300 m^3 / saat hava debisini 350 watt lık bir elektrik enerjisi ile sağlamaktadır. Isı değiştirici detay çizim Şekil 3.24'te verilmiştir.



Şekil 3.28: Detay proje



Şekil 3.29: Sera içinde kullanılan havadan suya ısı bataryalarının detay çizimi (IMAS)

Yukarıda detay çizimi aşağıda fotoğrafları verilen havadan suya ısı değiştiriciler 18-20 ^{0}C sıcaklığındaki yer altı su sıcaklığını 30-35 ^{0}C ye çıkartmaktadır. Bu arada 18-20 ^{0}C lik havayıda fanlar aracılığı ile iç ortama vermektedir (Şekil 3.30, 3.31 ve 3.32). Şekil 3.32'de Havadan suya ısı değiştiricilerin boru, vana ve teknik malzeme bağlantılarından bir görünüm verilmiştir.



Şekil 3.30: Sera içine monte edilen ısı değiştiricilerinden bir görünüm





Şekil 3.31: Sera içine monte edilen fanlardan genel bir görüntü, Şekil 3.32: Havadan suya ısı değiştiricilerin boru, vana ve teknik malzeme bağlantılarından bir görünüm

3.2.10. Sıcak Depolama-(Serinletme)

Sera içerisinde yazın biriken ısı enerjisini sıcak kuyu aracılığı ile akifere depolarken bir önceki kıştan depolanan soğuk enerji ile ile sera serinletilmiştir.

3.2.11.Sıcak Geri Kazanım (Soğuk Depolama)

Yaz ayları boyunca depolanan enerji ile kış ayları boyunca sera ısıtılmıştır. Isısını sera içine bırakan su soğuyarak soğuk kuyuya geri beslenmiştir. Böylece kış aylarının soğuk enerjisi de soğuk kuyu aracılığı ile akiferde depolanmıştır. Depolanan bu soğuk enerji ile bahar aylarında serada doğan soğutma ihtiyacı karşılanmıştır.

3.2.12. Ölçümler ve Otomasyon

Deneme süresince alınan ölçümler ve otomasyon için aşağıda sıralanan sensör ve veri kayıt edici cihazlar kullanılmıştır;

- CS500 Hava Sıcaklığı ve Nem sensörü: Isıtılması ve soğutulması düşünülen sera içerisinde sıcaklık ve buna bağlı bağıl nem oranını ölçen sensör alınmıştır. Bu sensör CR23X ile uyumlu çalışmaktadır (Şekil 3.33).
- PT 100 Hava sıcaklığı sensörü: Karşılaştırma yapılacak diğer seradaki ve dış ortam sıcaklığını ölçecek uygun kablo uzunluğunda 2 adet sensör alınmıştır. CR23X'e uyumlu hale getirilmiştir

- PT 107 Su sıcaklığı sensörü: Borular içinde akan suyun sıcaklığının çok noktada ölçülmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle 5 noktadan su sıcaklık ölçerek CR23X'e iletecek sensörler kullanılmıştır (Şekil 3.34).
- Campbell CR23X veri kayıt cihazı: Alınan tüm veriler 24 kanallı ve 8 adet I/O (in/out) özelliği olan kendinden bataryalı ve 1.000.000 veri kayıt özelliği bulunan cihaz üzerinde otomasyon çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3.35). Ölçümler 15 dakikada bir kayıt edilmiştir.
- Druck PDRC 1930 kuyuda seviye ölçer: Her iki kuyuda da kullanılan sensör, basınç farkı esasına dayanarak ölçüm yapmaktadır. Kullanılan 2 sensörden soğuk depolama kuyusunda olan, Campbell CR23X'e yakın olduğu için ölçümleri bu cihaz aracılığı ile okunmuşur. Ancak sıcak depolama kuyusu yaklaşık 120 metre uzakta olduğu için kuyu başına bağımsız başka bir veri kayıt edici cihaz konulmuştur. Böylece hem su çekimi hemde enjeksiyon sırasında kuyularda oluşan düşüm ve yükselimler kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.36).

Gözlem kuyusu ve diğer kuyulardan devamlı sıcaklık ve seviye ölçümleri yapılmıştır. Böylece kuyular arası bir etkileşim olup olmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra sera içerisinde devamlı olarak sıcaklık, nem ölçümleri alınmıştır. Kuyu giriş ve çıkışlarında, ısı değiştiricilerin giriş ve çıkışlarından sıcaklık ölçümleri alınarak sistemin verimi gözlemlenmiştir.





Şekil 3.33-3.34: İç ortam 1 ve dış sıcaklıklarını ölçen sensörler (107, CS500)





Şekil 3.35 – 3.36: Veri Kayıt ve Otomasyon Cihazı CR23X ten bir görünüm





Şekil 3.37 – 3.38: Otomasyon panosunun içi ve dışından bir görünüm

Otomasyon için yapılan panodaki röle ve kontaktörler aracılığı ile pompalar ve fanlar birbirinden bağımsız olarak kontrol edilmektedir. Pano üzerinde kontrol edilen her cihazın bir uyarı ışığıda yerleştirilmiştir. Böylece sistemde hangi cihazın çalıştığı hangisinin çalışmadığı gözlemlenmiştir. (Şekil 30-Şekil 33).

TÜBİTAK-K1 kuyusuna monte edilen druck PDRC 1930 sensörü CR23X'e bağlanmış ve ölçümler alınmıştır. Çünkü bu sensör CR23X'e yakın olduğundan dolayı yeni bir veri kayıt edici almaktansa düşük bir kablo maliyeti ile veri alımı gerçekleştirilmiştir.

TÜBİTAK-K2 kuyusu CR23X'ten yaklaşık 100 metre uzaktadır. Bu nedenle kablo maliyeti ve verilerin sağlıksız olacağı göz önünde bulundurulmuş ve kuyu başına bir veri kayıt edici konulması uygun görülmüştür (Şekil 3.39)



Şekil 3.39: TÜBİTAK-K2 kuyusundaki Druck PDRC 1930 basınçlı su seviye ölçer

Veriler bir diz üstü bilgisayar aracılığı ile günlük olarak CR23X'ten alınmış ve değerlendirilmiştir. (Şekil 3.40).



Şekil 3.40: CR23X, diz üstü bilgisayar, otomasyon panosundan bir görünüm

3.2.13.Seralarda Bitki Yetiştiriciliği

Projenin bitkili denemeleri için kullanılan seralarda bitki türü olarak domates ve patlıcan seçilmiştir. Seralardan birinde ATES sistemi ile ısıtma ve soğutma, ikincisinde ise konvansiyonel sistemlerle ısıtma uygulanmıştır. Domates, seralarda en fazla yetiştirilen ve ekonomik önemi en yüksek ürün olduğu için seçilirken,

patlıcan da yetiştiriciliği sırasında yüksek sıcaklık gereksinimi duyan türlerden olduğu için tercih edilmiştir. Seraların her ikisi, tam ortalarından Kuzey-Güney yönünde ikiye bölünmüş ve Doğu kısmına domates, Batı kısmına Patlıcan türü yerleştirilmiştir. Üretim takvimi, yetiştiriciler tarafından yaygın uygulanan ve ısı gereksiniminin de daha yüksek olduğu, tek ürün yetiştiriciliği modeline uygun olacak şekilde planlanmış ve uygulanmıştır.

Domateste Terminatör F_1 ve Patlıcanda Faselis F1 hibrit çeşitleri kullanılmış ve bir özel fide firmasında hazırlatılan fideler 4 Ekim 2005 tarihinde seradaki yerlerine dikilmiştir. Her iki türe ait fideler çift sıralı olarak "100-50 x 50" cm aralılarla ve 2666 bitki da^{-1} yoğunluğu ile dikilmiştir. Denemeler "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre 6 tekrarlamalı ve her tekrarda 40 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Parsel büyüklükleri 15 m^2 olarak belirlenmiştir. Dokuz buçuk aylık deneme süresince (4 Ekim 2005-20 Haziran 2006) domates ve patlıcan bitkilerinin sulama, gübreleme, budama, yabancı ot savaşı, hastalık ve zararlılara karşı mücadele gibi rutin bakım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Denemedeki bitki dikimlerinin yapılışı ve dikimden iki hafta sonra seradaki bitkilerin durumu Şekil 3.41 ve 3.42'de görülmektedir.

Domates ve patlıcan fideleri seraya dikildikten 90 gün, 135 gün ve 180 gün sonra bitkilerde büyüme parametrelerine ilişkin gözlem, sayım ve ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla, bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), gövde çapı (mm), salkım sayısı (yalnızca domateste, adet/bitki) ve meyve sayısı (adet/bitki) saptanmıştır. Ölçümler, farklı biçimlerde ısıtılan her iki seradaki iki türün bitkilerinden 6 tekrarlamalı ve her tekrarda tesadüfen seçilen 10'ar bitki olmak üzere, toplamda her türden her bir serada 60'ar bitki üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitki boyu ölçerken, toprak seviyesindeki kök boğazından itibaren büyüme ucuna kadar ana gövdenin uzunluğu esas alınmıştır. Ana gövde üzerinde toprak seviyesinden itibaren 5. ve 6. yaprakların arasında gövde çapı ölçümü kompas yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Tek gövdeli yetiştirilen domates ve çok gövdeli (3-4 ana gövde) yetiştirilen patlıcan bitkilerinde üç ölçüm tarihinde gelişen tüm yapraklar sayılarak kaydedilmiştir. Ayrıca, bitkilerin üzerindeki meyve ve çiçekli salkımlar da sayılarak kaydedilmiştir.

Yukarıdaki ölçüm ve sayımların dışında, proje süresince her iki türe ait bitkilerin bulunduğu seralardan ikişer defa bitki sökümleri yapılmıştır. Domates'te dikimden 90 gün ve 175 gün sonra, patlıcan da ise dikimden 90 gün ve 216 gün sonra bitkiler sökülmüştür. Sökülen bitkiler üzerindeki tüm yaprakların ve gövdenin ağırlıkları ölçülmüş; ayrıca fotosentez alanı olarak görev yapan yaprak alanları da farklı seralarda yetiştirilen domates ve patlıcan bitkileri için belirlenmiştir.

Ürün hasatları haftalık olarak gerçekleştirilmiş ve toplanan meyvelerin ağırlıkları düzenli olarak kaydedilmiş; her ay sonunda toplanarak iki farklı seradaki iki sebzenin aylık yığışımlı (kümülatif) verimleri saptanmıştır.

Proje bitkilerinin gelişme aşamaları Şekil 3.41-3.42 'de gösterilmektedir.





Şekil 3.41-3.42: 04.10.2005 tarihinde seralara bitki dikimi (solda) ve iki hafta sonra bitkilerdeki gelişme durumu (sağda).

3.2.14. Sıcak & Soğuk Depolama Verimliliği ve COP Hesaplamaları

ATED sisteminin depolama verimliliği [1] ve COP'si (Co-efficiency of Performance) [2] hem ısıtma hem de soğutma yönünden aşağıdaki formüller ile hesaplanmış ve elde edilen rakamlar sonuçlar ve öneriler kısmında verilmiştir.

Depolama Verimliliği (%) $= \frac{Qgk}{Qdep} x100$ [1] COP= $\frac{Qgk}{Qfp}$ [2]

[1] Q_{gk} = Geri Kazanılan Toplam Enerji (kJ)

[1] Q_{dep} = Depolanan Toplam Enerji (kJ)

[2] Q_{fp} = Depolama ve geri kazanım işlemi için kullanılan konvansiyonel (elektrik) enerji miktarı (Her biri 350 W gücünde mevsimlere göre 4 veya 5 adet sera içi ve dışı ısı değiştiricinin fanları, her biri 1 kW gücünde sıcak ve soğuk kuyuda bulunan 2 adet dalgıç pompa)

Geri kazanılan toplam sıcak enerji miktarı, sistemin çalıştığı 138 gün boyunca sıcak kuyudan gelen su sıcaklığı ile dış ısı değiştiriciye girmeden önceki su sıcaklık farkı (Δt) alınarak hesaplanmıştır. Günlük olarak, sıcak kuyudan alınıp soğuk kuyuya depolanan su miktarlarıda, kuyu başlarında bulunan su sayaçları yardımı ile ölçülmüştür. Bu veriler ile yola çıkılarak, [$Q= m \times c \times \Delta t$] bağantısı ile günlük olarak geri kazanılan enerji miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 4.15). Hesaplanan geri kazanılan enerji alt alta toplanmış ve 138 gün boyunca geri kazanılan enerji miktarı bulunmuştur. Aynı işlem sıcak depolama içinde yapılmıştır (Çizelge 4.14). Sıcak depolama için (Δt) ise yaz ayları boyunca soğuk kuyudan gelen su ile sera içi ısı değiştiricilerden çıkıp sıcak kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklık farkı alınmıştır.

Soğuk depolama işleminde ki (Δt), sıcak kuyudan gelen su sıcaklığı ile dış ısı değiştiriciden çıkan ve soğuk kuyuya enjekte edilen su sıcaklığı farkı alınarak hesaplanmıştır. Soğuk geri kazanım işlemindeki (Δt) ise soğuk kuyudan gelen suyun sıcaklığı ile sera içi ısı değiştiricilerden çıkıp sıcak kuyuya enjekte edilen su sıcaklık farkı alınarak hesaplanmıştır. Her işlemde kullanılan günlük su miktarı yine su sayaçları okuması ile sağlanmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Depolama alanı olarak kullanılan akifeler hidrojeolojik oluşumlardır. Bu nedenle sistemin eksiksiz tasarlanması ve sorunsuz çalışması için depolama yapılacak alandaki hidrojeolojik parametrelerin tüm detayı ile ortaya konması gerekmektedir. Bu amaca yönelik araştırma alanı hakkın da detaylı hidrojeolojik çalışmalar ve testler yapılmıştır.

4.1 Araştırma Alanı Genel Hidrojeolojisi

Araştırma seralarının içinde bulunduğu Adana ili iklimi, dağlık ve ovalık alanlarda farklılık göstermekle beraber Akdeniz ikliminin tipik özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Yüksek bölgelerde yağışlar genellikle kar şeklindedir. Ortalama sıcaklık 18.71 ^{0}C, ortalama yağış metrekareye 663.24 mm.'dir. Yılın en sıcak ayı Ağustos ve en soğuk ayları Aralık ve Ocak'tır. Yılın ortalama 76 günü yağışlı geçer ve mevsim dağılımı oldukça düzensizdir. Ancak çoğu zaman Ocak ve Aralık aylarında yağış miktarında fazlalaşma gözlenmektedir.

Çalışma alanı Yüreğir ovası içinde yer almaktadır. Akdeniz Bölgesinin önemli akarsularından olan 560 km. uzunluğundaki Seyhan nehri ilçe sınırları içinden geçmektedir. Araştırma alanı içinde Seyhan baraj gölü dışında başka bir göl bulunmamaktadır.

Adana Baseninde akiferler genellikle alüvyon içeren formasyonlardadır. Adana il merkezi içersinde konglomera ve çakıl çok iyi akiferlerdir. Ovanın güneyine doğru alüvyon kalınlaşır. Su veren tabakalar kum ve çakıldan ibarettir. Doğu - Batı istikametinde İncirlik kasabasından Tarsus ilçesine kadar su veren formasyonlar alüvyon ve konglomera bantlarıdır. İncirlikten Misis'e kadar ise su veren formasyonlar mevcut değildir. Ovanın doğu ve güneydoğusu killi formasyonlardan oluştuğu için akiferlere rastlanmaz. Ovanın kuzeyinde kaliçi, Handere, Kuzgun Güvenç formasyonları su veren formasyonlar değildir. Ovanın güneyinde Eosen Karataş klastik fasiyesi olarak anılan filişlerde yeraltı suyu yönünden olumsuzdur. Akiferlerin beslenimi genellikle Adana yerleşim merkezi çevresindeki kumlu çakıllı ve konglomeratik kısımlarda yağıştan, sulama suyundan ve büyük çapta Seyhan Nehrinden süzülme ile olmaktadır. Yeraltı suyu boşalımı ise

sondaj kuyuları ile suni çekim drenaj kanallarına ve Seyhan Nehrine, buharlaşma – terleme ile ve deniz akış şeklinde olmaktadır.

4.1.1. Taraça ve Kaliş

İnceleme alanının tamamını kaplayan taraçaların bir kısmı tamamen kalişleşmiş durumda bulunmaktadır. Yeraltı sularının bu birim içinde yüzeye doğru yükselmesi ve buharlaşması ile içindeki karbonat çökerek bu birimi oluşturmuştur. Yüzeyde yer alan kaliş birimleri daha çok çakıl, kum, kil birikintisi görünümü sunmaktadır. Adana ovasının kuzey kesiminde bulunan taraça ve kaliş birimleri kuzeye doğru azalırken, güneye doğru artmaktadır. Handere Formasyonu üzerine aşınmalı bir yüzeyle gelen taraçaların üzerinde yer alan eski ve yeni alüvyonlar da geçirimli birimleri oluşturmaktadır.

İnceleme alanında yer alan taraça birimini oluşturan çakıllar polijenik yani çok kökenlidir. Yapı içinde kireçtaşı, ofiyolit ve volkanik kayaçlardan türemiş çakıllar rastlamak mümkündür. Tane boyu ve boylanma çoğu kez düzensizdir.

4.1.2. Alüvyon

İnceleme alanında, üzerine düşerek süzülen yağış suları dışında Handere Formasyonundan gelen sularla beslenen en önemli akiferdir. Yer yer 200 m. kalınlığa sahip birimde açılan kuyularla, alüvyon özellikle çakıllı ve kumlu düzeylerinde bol miktarda su alınabilmektedir. Şehrin merkezinden geçen Seyhan Nehrinin hem doğusunda hem batısında nehir boyunca gelişmiş kötü boylanmalı tutturulmuş çakıl, kum ve kil malzemeler bulunmaktadır.

4.1.3. Geçirimsiz Birimler

Kuvaterner yaşlı Taraça çökelleri içinde kalınlığı 5 metreye kadar olabilen kil seviyeleri bulunmaktadır. Tarça birimi altında yer alan ancak çalışma alanı dışında mostra veren Handere Formasyonu çamurtaşı ve kiltaşı içeren seviyelerinde de geçirimsiz birimler oluşturmaktadır. Bu birimlerin formasyon içinde dağılımları düzensizdir.

4.2. Pompaj deneyleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi

Araştırma alanındaki hidrojeolojik yapının daha iyi anlaşılabilmesi amacı ile alan içerisinde yer alan 3 farklı sondaj kuyusunda pompaj deneyleri yapılmış ve sonuçları Jacob Yaklaşım Metodu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Deney kuyularından iki tanesi Devlet Su İşleri (DSİ) Bakım Onarım Şube Müdürlüğü Arazisi içerisinde yer almakta olup kuyulardan birisine DSİ-K1 diğerine ise DSİ-K2 adı verilmiştir (Şekil 3.5-3.6). Bir diğer deney kuyusu ise Çukurova Üniversitesi (Ç.Ü) Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi içerisinde yer almaktadır. Bu kuyu ise ÇÜ-K1 (Şekil 3.7-3.8) olarak adlandırılmıştır. Sıcak depolama amaçlı TÜBİTAK desteği ile açılan kuyuya ise TÜBİTAK-K1 adı verilmiştir.

Kuyuların coğrafik konumları 1/25.000 ölçekli topografik haritada gösterilmişti (Şekil 3.3). Adı geçen kuyularda farklı özellikte pompaj deneyleri yapılarak hedef alanda bulunan akifer'in aşağıda sıralanan hidrojeolojik özellikleri hesaplanmıştır;

- Transmisibilite (T)
- Permeabilite (K)
- Depolama Katsayısı (S)
- Etki Yarıçapı (R)
- Hidrolik Eğim

Ayrıca ÇÜ-K1 adlı kuyuda 1997 yılında yapılan pompaj deneyinin sonuçları tekrar değerlendirilmiş ve sonuçları yeni elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Yukarıda sıralanan değerlerden bir kısmı Conflow Simülasyon programında kullanılarak sıcak ve soğuk depolama amaçlı nihai kuyuların birbirlerine olan optimum uzaklıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte kuyuların derinlikleri, çapları, ayrıca ısıtma ve soğutma ihtiyacı için gerekli debinin hangi seviyelerden alınacağı gibi önemli sorulara cevaplar bulunmuştur.

Şekil 3.5'de gösterilen noktalarda yapılan ölçümler sonucu DSİ kuyuları (DSİ-K1, DSİ-K2) arasındaki mesafe 10 m. DSİ kuyuları ve araştırma kuyusu (ÇÜ-K1) alanı arasındaki mesafe 830m. Araştırma kuyusu (ÇÜ-K1) ve araştırma alanı arasındaki mesafe ise 480 m. ölçülmüştür. DSİ kuyuları ve araştırma alanı arasındaki mesafe ise yaklaşık 1400 m. olarak belirlenmiştir.

4.2.1 DSİ-K1 Kuyusu Pompaj Deneyi

Bilindiği üzere Jacob Yaklaşım Metodunun başarısı, çekim kuyusu ile gözlem kuyusunun arasındaki mesafenin az olması ile doğru orantılıdır. Bu nedenle yapılan araştırmalar sonucu deney alanı sınırları içerisinde yer alan ve birbirlerine uzaklıkları 10 m. olan iki kuyu tespit edilmiştir. DSİ Bakım Onarım Şube Müdürlüğü Arazisi içerisinde yer alan bu kuyularda 15.09.2004 tarihinde pompaj testi yapılmıştır.

Çekim sırasında her iki kuyudan da coğrafik konum, denizden yükseklik, statik seviye, dinamik seviye, pH, sıcaklık, oksijen ve elektriksel iletkenlik gibi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1 ve 4.2'te verilmiştir.

Deney süresince DSİ-K1 kuyusundan 25 L/sn debi ile su çekilerek, DSİ-K2 gözlem kuyusunda meydana gelen düşüm değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.3). Bununla birlikte DSİ-K1 çekim kuyusundan da düşüm değerleri alınmıştır (Çizelge 4.3). Su çekimi tamamlandığında yine her iki kuyudan zamana bağlı yükselim değerleri de alınmıştır.

Çizelge 4.1 : DSİ-K2 Gözlem Kuyusundan Deney Sırasında Alınan Ölçümler

Sıcaklık	**Elektriksel İletkenlik**	**Oksijen**	**pH**	**Coğrafik Konum**	**Denizden Yükseklik**
20,7 ^{0}C	483 μs/cm	5.5mg/L	6,94	36G0709107 UTM4100424	44m
Statik Seviye (m)	**Dinamik Seviye (m)**	**Kuyu Derinliği (m)**	**Pompa Derinliği (m)**	**Kuyu Çapı**	**Deney Debisi**
19.7	21	60	45	12"	25L/sn

Çizelge 4.2: DSİ-K1 Çekim Kuyusundan Deney Sırasında Alınan Ölçümler

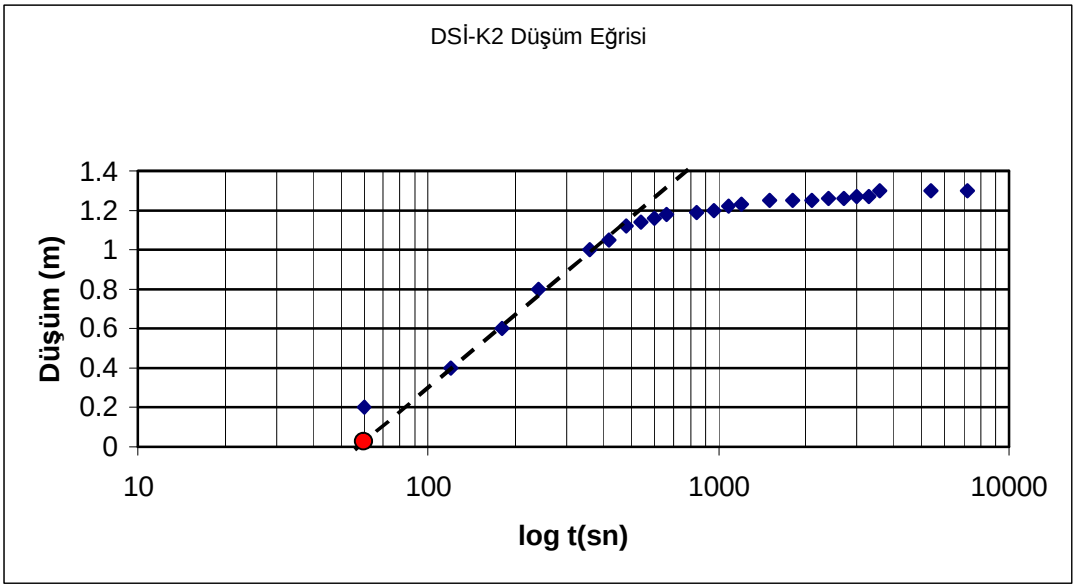
Sıcaklık	**Elektriksel İletkenlik**	**Oksijen**	**pH**	**Coğrafik Konum**	**Denizden Yükseklik**
20,0 ^{0}C	467 µs/cm	5.5mg/L	6,52	36G0709100 UTM4100426	44m
Statik Seviye (m)	**Dinamik Seviye (m)**	**Kuyu Derinliği (m)**	**Pompa Derinliği (m)**	**Kuyu Çapı**	**Deney Debisi**
19.7	34,26	60	39	12”	25L/sn

Çizelge 4.3: DSİ-K2 Gözlem kuyusu düşüm ve yükselim değerleri

Zaman (sn)	**Kot (m)**	**Düşüm (m)**
0	19,7	0
60	19,9	0,2
120	20,1	0,4
180	20,3	0,6
240	20,5	0,8
300	20,7	1
360	20,75	1,05
420	20,82	1,12
480	20,84	1,14
540	20,86	1,16
600	20,88	1,18
660	20,89	1,19
840	20,9	1,2
960	20,9	1,2
1080	20,92	1,22
1200	20,93	1,23
1500	20,95	1,25
1800	20,95	1,25
2100	20,95	1,25
2400	20,96	1,26
2700	20,96	1,26
3000	20,97	1,27
3300	20,97	1,27
3600	21	1,3
5400	21	1,3
7200	21	1,3
10800	21	1,3

Zaman (sn)	**Kot (m)**	**Yükselim (m)**
0	21	0
60	20,9	0,1
120	20,6	0,4
180	20,4	0,6
240	20,3	0,7
300	20,1	0,9
360	19,99	1,01
420	19,97	1,03
480	19,94	1,06
540	19,93	1,07
600	19,9	1,1
660	19,89	1,11
840	19,88	1,12
960	19,87	1,13
1080	19,83	1,17
1200	19,8	1,2
1500	19,8	1,2
1800	19,75	1,25
2100	19,75	1,25
2400	19,75	1,25
2700	19,7	1,3
3000	19,7	1,3
3300	19,7	1,3
3600	19,7	1,3
5400	19,7	1,3
7200	19,7	1,3
10800	19,7	1,3

DSİ-K2 gözlem kuyusu düşüm değerlerinin logaritmik zaman ile karşılaştırılması Şekil 4.1'de verilmiştir. Burdan yola çıkarak akiferin mühendislik özellikleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.1: DSİ-K2 gözlem kuyusu düşüm değerlerinin logaritmik zaman ile karşılaştırılması

$t_0 = 54$

Q = 25L/sn= 0,025 m^3 / sn

Δt =1,16

T = Transmisibilite

K= Permeabilite

H = Akifer Toplam Kalınlık (20 m)

S=Depolama Katsayısı

R = Etki Yarı Çapı

$$T = \frac{0{,}183xQ}{\Delta t} = \frac{0{,}183x0{,}025}{1{,}16} = 3{,}94 \times 10^{-3}\ m^2/sn$$

$$K = \frac{T}{H} = 1{,}97 \times 10^{-4}\ m/sn$$

$$S = \frac{2,25xTxt_0}{r^2} = \frac{2,25x3,94.10^{-3}x54}{10^2} = 4,78 \,.\, 10^{-3}$$

$$R = 1,5 \text{ x } \sqrt{\frac{Txt_0}{S}}$$ t_0 = Düşümün sabitlendiği an (saniye)

$$R = 1,5 \text{ x } \sqrt{\frac{3,94.10^{-4}x3600}{4,78.10^{-3}}} = R=81 \text{ m.}$$

$$98 = 1,5 \text{ x } \sqrt{\frac{3,81x10^{-4}x660}{S}} = S= 5,7x10^{-5}$$

4.2.2. Ç.Ü-K1 Kuyusu Pompaj Deneyi (2004)

Hedef alan da bulunan akiferin hidrojeolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılması amacı ile bir diğer pompaj deneyi 16-18 Eylül 2004 tarihleri arasında ÇÜ-K1 (Şekil 2) adlı kuyuda farklı debilerde yapılmıştır (Şekil 3.7-3.8). Sırası ile 10L/sn, 15L/sn ve 18L/sn debileri ile su çekimi yapılarak kuyuda düşüm ve yükselim alınmıştır. Tarım arazisi içerisinde yer alan araştırma kuyusundan alınan suyun tekrar akifere dönerek yanlış ölçümlere sebep olmasını önlemek amacı ile kuyunun hemen yanına bir toplama havuzu ve membran yapılmıştır. Daha sonra toplama havuzunda biriken su, boruları aracılığı ile yaklaşık 120 m. uzakta bulunan bir drenaj kanalına tahliye edilmiştir. Alınan ölçümler kullanılarak T ve K değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler 1997 yılında yapılan deney sonuçları ile kıyaslanmıştır. Ayrıca aynı anda DSİ-K2 kuyusundan da seviye ölçümleri alınarak çekim kuyusunun etki alanı yarı çapı içerisinde olup olmadığı gözlemlenmiştir.

Deney sırasında aşağıda sıralanan ölçümle alınmıştır (Çizelge 4.4); Çizelge 4.5'te ise farklı debilerde elde edilen düşüm değerlerine göre Transmisibilite ve Permeabilite sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4.4: ÇÜ-K1 kuyusunda yapılan pompaj deneyi sırasında alınan ölçümler

Sıcaklık	**Elektriksel İletkenlik**	**Oksijen**	**pH**	**Coğrafik Konum**	**Denizden Yükseklik**
20,0 ^{0}C	540µs/cm	7.2 mg/L	6,68	36 G 0710135 UTM 4100881	50m
Statik Seviye (m)	**Dinamik Seviye (m)**	**Kuyu Derinliği (m)**	**Pompa Derinliği (m)**	**Kuyu Çapı**	**Deney Debisi (L/sn)**
19.73	28, 32, 35	80	40	6"	10, 15, 18

Çizelge 4.5: Pompaj deneyi sonrası hesaplanan akifer hidrojeolojik özellikleri

Deney No	Debi (lt/sn)	Statik-Dinamik Seviye (m)	Transmisibilite (T) m^2/sn	Permeabilite (K) m/sn
1	10	19,73 - 28	$0,6X10^{-3}$	$4,35X10^{-4}$
2	15	19,72 - 32	$0,29X10^{-3}$	$2,1X10^{-4}$
3	18	19,8 – 35,2	$0,32X10^{-3}$	$2,3X10^{-4}$

4.2.3 Ç.Ü-K1 kuyusu pompaj deneyi (1997)

1997 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından desteklenen Çukurova Üniversitesi Balcalı Hastanesi Ek Binasının akiferde termal enerji depolama ile ısıtılması ve soğutulması fizibilite çalışmaları kapsamında açılan kuyudan alınan düşüm ve yükselim değerleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.6). 2004 yılında yapılan pompaj deney sonuçları ile 1997 yılında elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Her iki deney sonuçları birbirine paralellik göstermektedir. Bu durum hedef alandaki akiferin hidrojeolojik mühendislik özelliklerini tam olarak ortaya konması bakımından önemlidir.

Bu veriler ışığında açılacak nihai kuyular dada aşırı pompaj işlemi sırasında pompaj deneyleri yapılmıştır. Sonuçlar ve değerlendirmeler ilerleyen başlıklar altında verilmiştir.

Çizelge 4.6: 1997 yılı pompaj deneyi sonuçları (Paksoy 2000)

Akiferin toplam kalınlığı	14 m.
Üst Akifer	34-45 m ler arası
Orta Akifer	46-50 m ler arası
Alt Akifer	57-60 m ler arası
Çaklıllama boyutu	5-10 mm
Porozite	%20
Transmisibilite (T)	$2x10^{-3}$ m^2 /sn
Hidrolik İletkenlik (K)	$1.5.x10^{-4}$ m/s
Hidrolik Eğim	0.003 Güneye
Termal Kondaktivite	2.0 W/m K

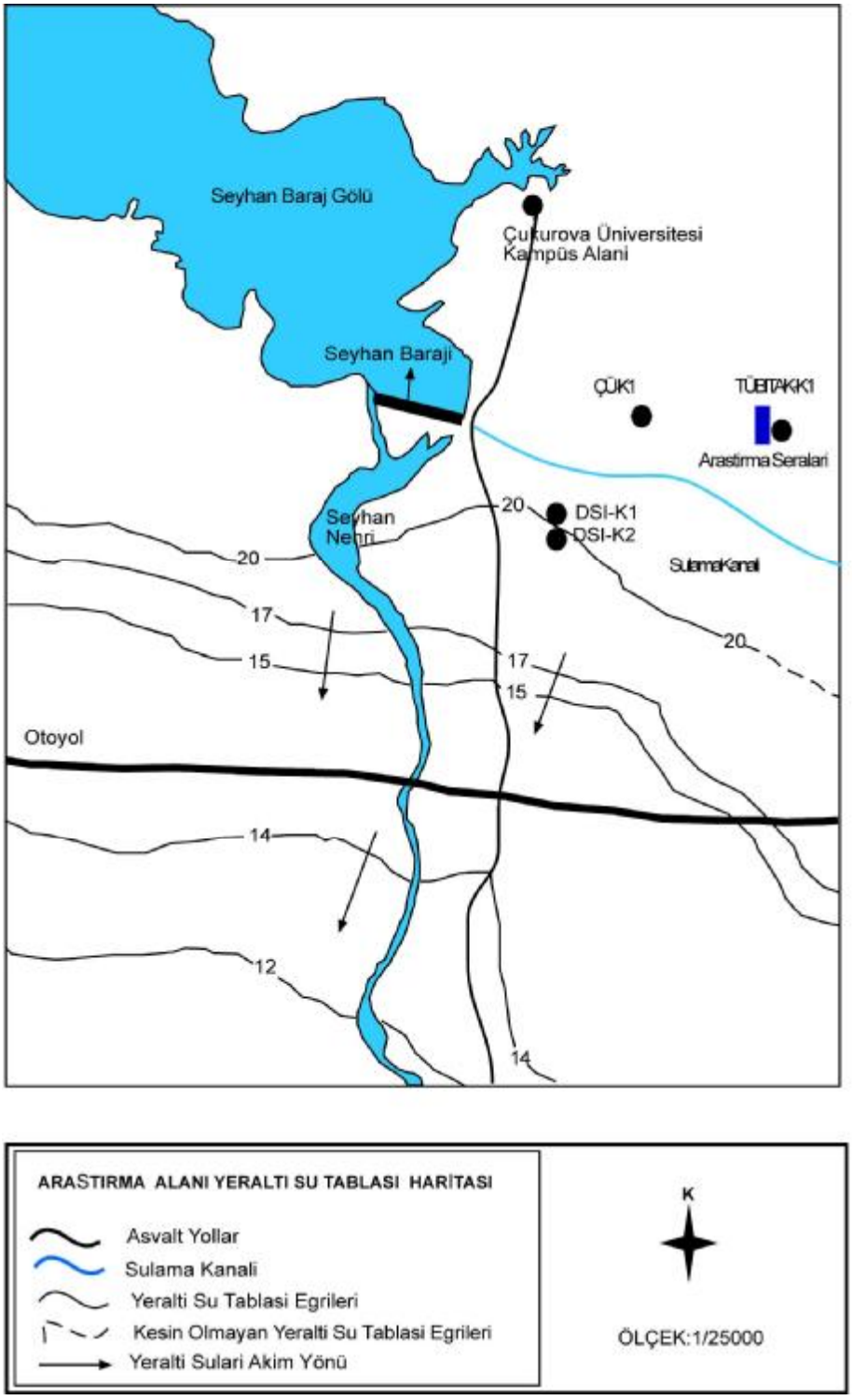
4.3. Hidrojeolojik Haritalar

Yapılan tüm hidrojeolojik etüdler ve deneyler sonrasında Şekil 4.2'de araştırma alanı yeraltı su tablası haritası verilmiştir. Harita'dan da anlaşılacağı gibi yeraltı su tablası hemen hemen araştırma alanından başlamaktadır ve akım yönü güneye doğrudur.

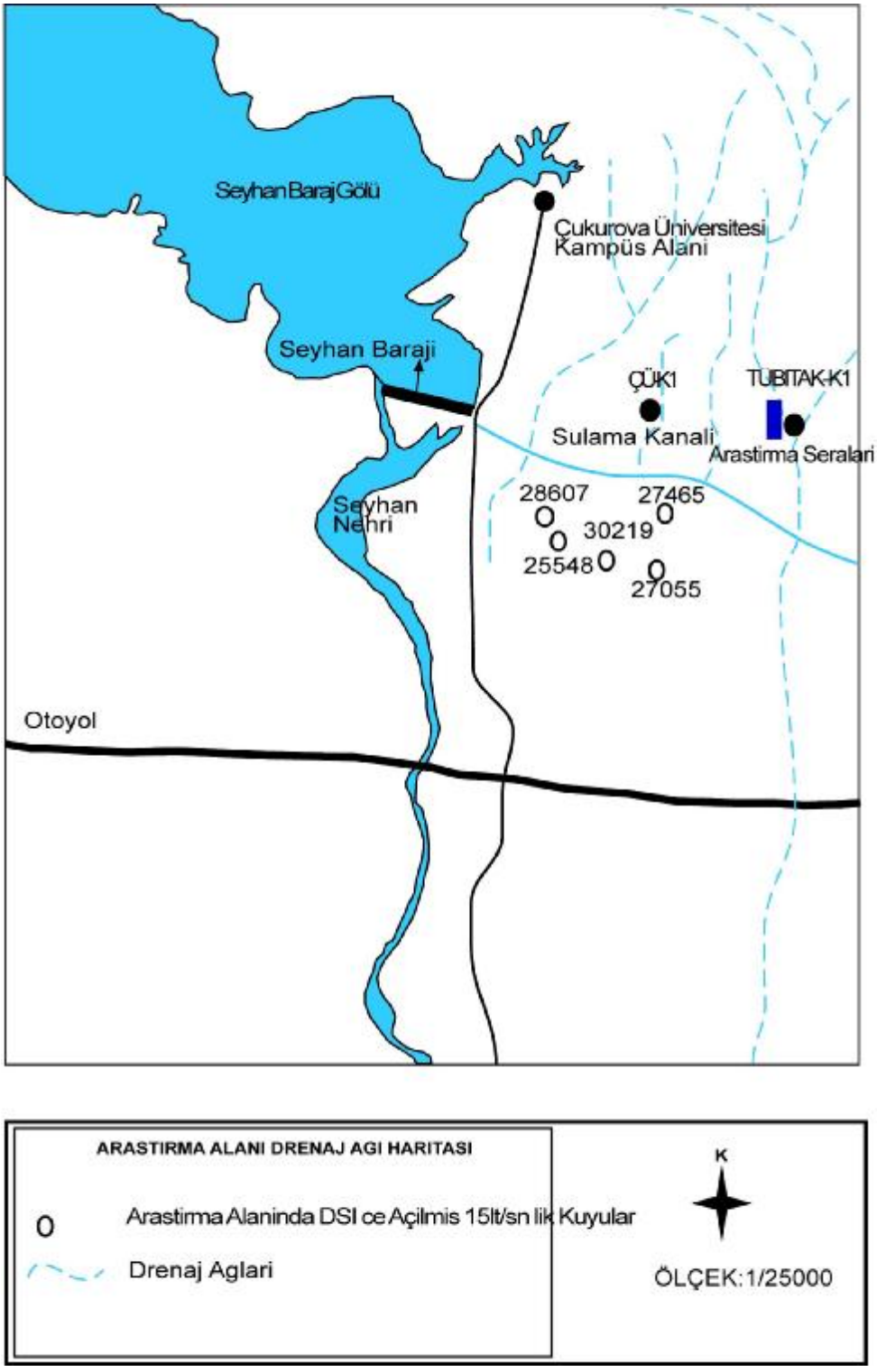
Şekil 4.3.'de ise araştırma alanı drenaj ağı haritası, araştırma alanının hemen güneyinde DSİ tarafından daha önce açılan kuyular ve kapasitelerinin yanı sıra alınan jeofizik ölçümlerin yerini gösteren harita bulunmaktadır.

Şekil 4.4.'te ise araştırma alanı EC (mikromho/cm) haritası bulunmaktadır. Bu haritadan da anlaşılacağı gibi Seyhan nehri boyunca EC değerlerinin düşük olduğu, buna karşılık nehirden İncirlik batısına doğru gidildikçe değerlerde artış olduğu görülmektedir. EC değeri, su içinde çözünmüş katı madde miktarı ile orantılıdır. Bu yüzden su içindeki çözünmüş katı madde miktarının İncirlik kasabasına doğru daha yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Bunun nedeni suyun hareketi sırasında çözündürdüğü madde miktarındaki artışa bağlı olabilir.

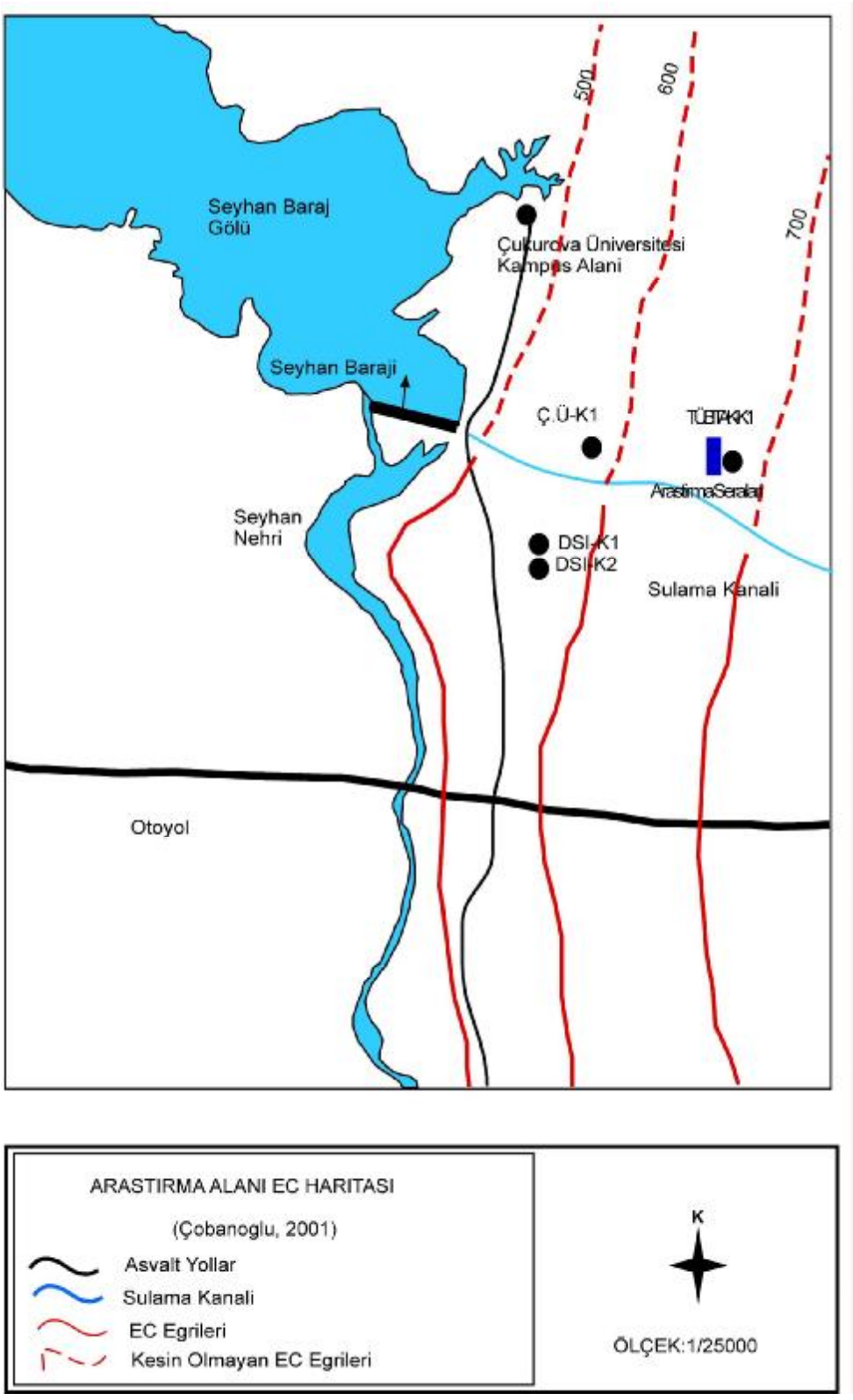
EC değerleri, ATED uygulamaları sırasında oluşabilecek muhtemel kimyasal ve fiziksel problemler hakkında bir ön fikir verebilir. Hedef akiferde EC değeri yükseldikçe, kuyu içindeki filtreli borularda kimyasal ve fiziksel tıkanma riski artar.



Şekil 4.2: Araştırma alanı yeraltı su tablası haritası



Şekil 4.3: Araştırma alanı drenaj ağı haritası

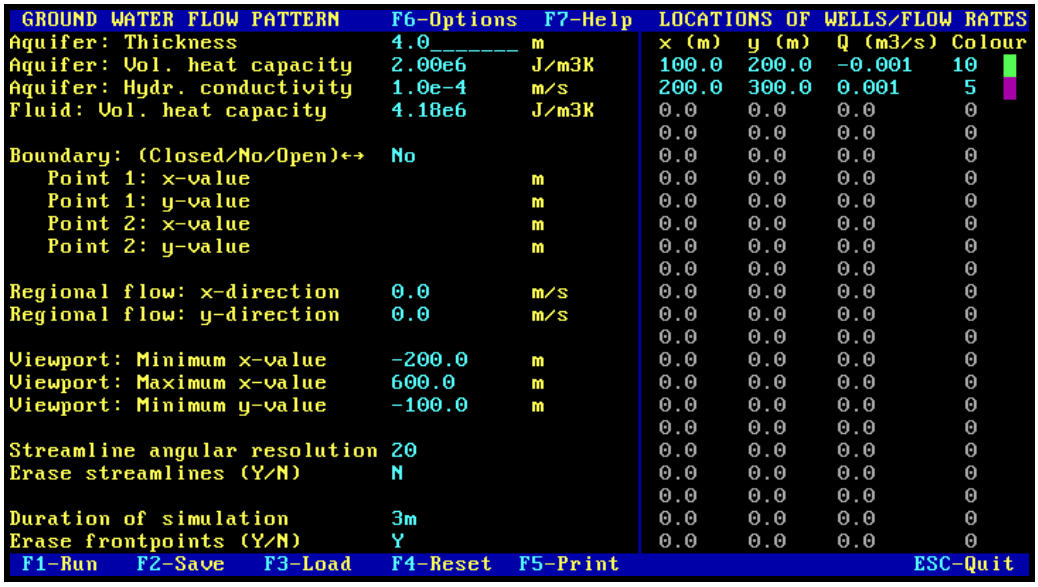


Şekil 4.4: Araştırma alanı EC haritası

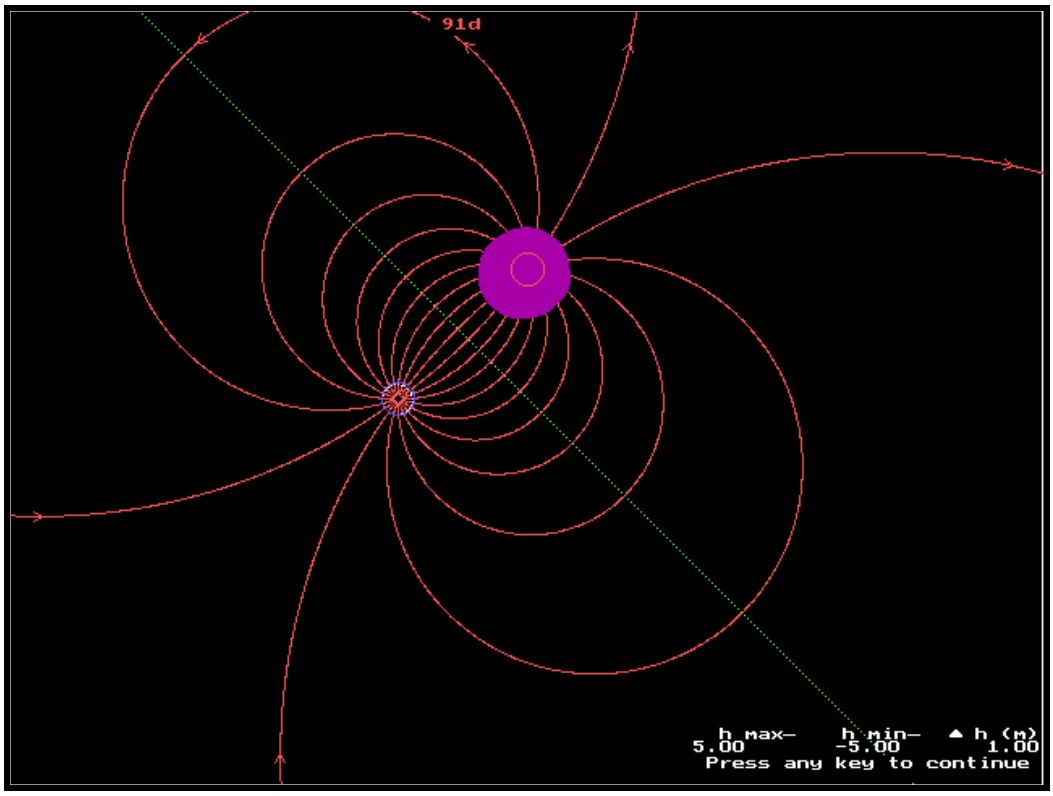
4.4. Conflow Simulasyon Sonuçları

Pompaj deneyleri sonucu elde edilen akiferin mühendislik özellikleri kullanılarak Conflow (CLAESSON, J 1996) adlı program ile similasyonlar yapılmıştır. Sonuçları Şekil 4.5 ve 4.6'te verilmiştir. Şekil 4.6'da da görüldüğü üzere yaz ayları boyunca yapılacak sıcak su enjeksiyonu sonucu sıcak yayılım tayfları akiferde aşağıdaki gibi olacağı öngörülmektedir. Bu simulasyonda iki kuyu arasındaki mesafe 140 m. alınmıştır. Akifer kalınlığı 4 m., volumetrik ısı kapasitesi 2.10^6, transmisibilitesi (T) 1.10^{-4} olarak alınmıştır.

Simulasyon sonuç ekranından da görüleceği üzere 140 m hem sıcak enjeksiyon sonrası hem de soğuk enjeksiyon sonrası güvenilir bir mesafe olarak görülmektedir. Bu veriler ışığında nihai sondaj yerleri belirlenmiştir.



Şekil 4.5: Conflow simulasyon ekranı

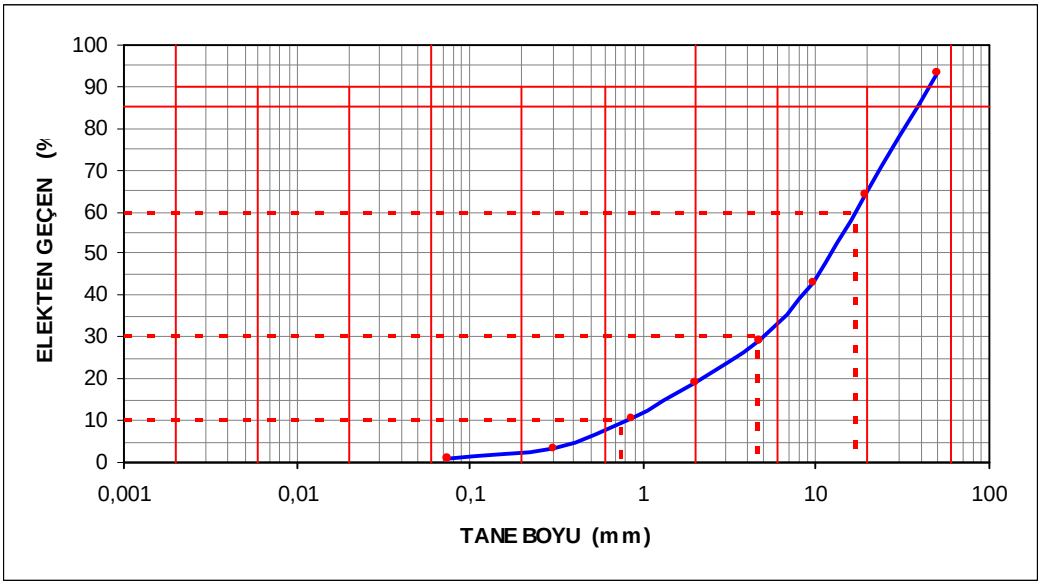


Şekil 4.6: Sıcak enjeksiyon sonrası Conflow simulasyon sonucu

4.5. Elek analizi ve optimum çakıl boyutunun belirlenmesi

ATED sisteminde depolama alanı ile yüzey arasındaki bağlantıyı su kuyuları yapmaktadır. Bu nedenle sistemin verimliliği kuyulardaki hidrolik verimlilikle doğru orantılıdır. Yanlış tasarım sonucu işletme sırasında olabilecek hataları en aza indirme iyi bir kuyu tasarımı sayesinde olacaktır. Bu başlık altında yanlış tasarımdan kasıt, hatalı çakıl boyutu ve kullanılan filtre açıklığının hatalı seçilmesi olarak sıralanabilir. Gereğinden büyük çakıl ve filtre açıklığı seçimi özellikle sedimanter kökenli akiferlerde ince taneli malzemenin su çekimi ile gelmesine neden olacaktır. Bu durum dalgıç pompaların ve sistemin tamamının (Vanalar, ısı değiştiriciler) bozulmasına sebebiyet verebilir. Bu durumun tam tersi olan küçük filtre açıklığı ve çakıl boyutu seçimi ise kuyunun hidrolik verimini oldukça düşmesine hatta tıkanmasına neden olabilir. Doğru filtre açıklığı ve çakıl boyutunun seçimi yapılacak elek analizi ile belirlenebilir.

Elekten geçen numune tane boyu dağılım grafiği Şekil 4.7'da, elek analizi sonuçları (Efektif çap, tane oranları, ağırlık v.s) çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu tablo yorumlandığı zaman akiferin bulunduğu düşünülen konglomera *çok az siltli killi az kumlu iyi derecelenmiş çakıl olarak sınıflandırılmıştır*. Bu sonuçlar değerlendirilerek nihai kuyularda kullanılan boru çapının 4mm. kullanılacak çakıl boyutunun ise 5-15 mm olması gerektiği saptanmıştır.



Şekil 4.7: Elekten geçen numunenin tane boyu dağılım grafiği

Çizelge 4.7: Elek analizi sonuçları

Efektif Çap	D_{10}	0,750
%30'a göre tane boyutu	D_{30}	4,600
%60'a göre tane boyutu	D_{60}	17,000
Üniformluluk Katsayısı	C_U	22,667
Eğrilik Katsayısı	C_C	1,660

Tane Oranları		
Çakıl	%	80,9
Kum	%	17,1
Silt	%	2
Kil	%	

Ağırlık	
Deney öncesi (gr)	2849,90
Deney sonrası (gr)	2843,30
Kayıp (gr)	6,60
Kayıp (%)	0,002

4.6.Soğuk Depolama Amaçlı Kuyunun Sondajı (TÜBİTAK-K1)

Yukarıda ayrıntıları verilen jeolojik ve hidrojeolojik ön araştırmalardan sonra soğuk depolama amaçlı kuyunun sondaj işlemine başlanmıştır. Sondaj tekniği olarak düz dolaşımlı döner sondaj mekanizması kullanılmıştır (Şekil 4.8). Sondaj çamuru 2-3 bar basınç üreten bir kompresör sayesinde sirküle edilmiştir (Şekil 4.9). Sondaj çapı 15.5" olup. Sondaj çamuru olarak bentonit, kil ve sudan oluşan bir karışım hazırlanmıştır.



Şekil 4.8: TÜBİTAK-K1 sondajı



Şekil 4.9:Sondaj çamuru ve çukuru

Sondaj işlemi mavi kil olarak adlandırılan Handere formasyonuna girdikten yaklaşık 12 m. sonra 60 m.'de son bulmuştur. Yapılan ön jeolojik araştırmalar Handere formasyonun Çukurova basenindeki kalınlığının 100m yi bulabileceğini göstermiştir. Su tutamayan bu formasyonda ilerlemenin bir faydası olmayacağından delme işlemine 60. m.de son verilmiştir. Ayrıca 6 m. sipariş edilen filtreli boru içinde ÇÜ-K1 kuyusu sondajından elde edilen tecrübeler kullanılmıştır. Sondaj işlemi boyunca kesilen her metrede örnekler alınmış ve bu örnekler ölçekli bir skala içerisine yerleştirilmiştir. Çizelge 4.8'de ise derinliğine göre kesilen jeolojik formasyonlar verilmiştir. Çizelge 4.9'da sondaj sırasında kesilen formasyonlarda tij ilerleme hızı verilmiştir. Sondaj hızı killi konglomeratik seviyelerde en yavaş seyrinde giderken mavi killi seviyelerde en hızlı seviyesine ulaşmıştır.

Kuyu açım işlemi tamamlandıktan sonra jeofizik ölçümler alınmış ve kuyu geliştirme aşamalarına başlanmıştır.

Çizelge 4.8: Sondaj boyunca kesilen jeolojik formasyon üyeleri

Derinlik	**Formasyon**
0 – 1 m.	Organik Toprak
1 - 2 m.	Konglomera
2 - 3 m.	Killi Konglomera
4 - 5 m.	Kil
5 - 7 m.	Kumlu Kil
7 - 11 m.	Kil
11 -12 m.	Konglomera
12 -16 m.	Kil
16 - 27 m.	Konglomera
27 - 35 m.	Kil
35 - 44 m.	Kumlu Kil
44 – 48 m.	Konglomera
48 - 60	Mavi Kil (Handere Formasyonu)

Çizelge 4.9: Kesilen jeolojik formasyon üyelerinde tij ilerleme hızı

Litoloji	**Delme Hızı (m/saat)**
Organik Toprak	1.5
Kil	0.7
Konglomera	1
Killi Konglomera	1.2
Mavi Kil	0.6

4.7. Sıcak Depolama Amaçlı Kuyunun Sondajı (TÜBİTAK-K2)

Proje kapsamında açılan ikinci kuyuda da sondaj tekniği olarak düz dolaşımlı döner sondaj mekanizması kullanılmıştır (Şekil 4.10). Sondaj çamuru 2-3 bar basınç üreten bir kompresör sayesinde sirkülasyon sağlanmıştır. Sondaj çapı 15.5” olup. Sondaj çamuru olarak bentonit ve sudan oluşan bir karışım hazırlanmıştır (Şekil 4.11).

Sondaj işlemi TÜBİTAK K1 kuyusunda olduğu gibi 60 m.'de son bulmuştur. Üst başlıklarda sonuçları verilen Conflow similasyon programı sonuçlarına göre TÜBİTAK-K1 kuyusu ile TÜBİTAK-K2 kuyu arasındaki mesafe yaklaşık 140 m.olarak belirlenmiştir. Bu veriler ışığında TÜBİTAK-K2 kuyusunun yeri saptanmış ve sondaja başlanmıştır. Her iki kuyu arasındaki mesafenin çok fazla olmaması ve sondaj yapılan lokasyonun nehir çökellerinden oluşması nedeni ile sondaj işlemi boyunca jeolojik formasyonda çok önemli bir değişikliğe rastlanmamıştır. Ancak her ihtimale karşı sondaj işlemi boyunca kesilen her metrede örnekler alınmış ve bu örnekler ölçekli bir skala içerisine yerleştirilmiştir. Çizelge 4.10'da ise derinliğine göre kesilen jeolojik formasyonlar verilmiştir. Çizelge 4.11'da sondaj sırasında kesilen formasyonlarda tij ilerleme hızı verilmiştir. Sondaj hızı killi konglomeratik seviyelerde en yavaş seyrinde giderken mavi killi seviyelerde en hızlı seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 4.10: TÜBİTAK-K2 sondajı



Şekil 4.11: Sondaj çamuru ve çukuru

Kuyu açım işlemi tamamlandıktan sonra jeofizik ölçümler (Şekil 4.12 ve 4.13) alınmış ve kuyu geliştirme aşamalarına başlanmıştır.

Çizelge 4.10: Sondaj boyunca kesilen jeolojik formasyon üyeleri

Derinlik	**Formasyon**
0 – 1 m.	Organik Toprak
1 - 2 m.	Konglomera
2 - 3 m.	Killi Konglomera
4 - 5 m.	Kil
5 - 7 m.	Kumlu Kil
7 - 11 m.	Kil
11 -12 m.	Konglomera
12 -16 m.	Kil
16 - 27 m.	Konglomera
27 - 37 m.	Kil
37 - 43 m.	Kumlu Konglomera
43 – 48 m.	Konglomera
48 – 60	Mavi Kil (Handere Formasyonu)

Çizelge 4.11: Kesilen jeolojik formasyon üyelerinde tij ilerleme hızı

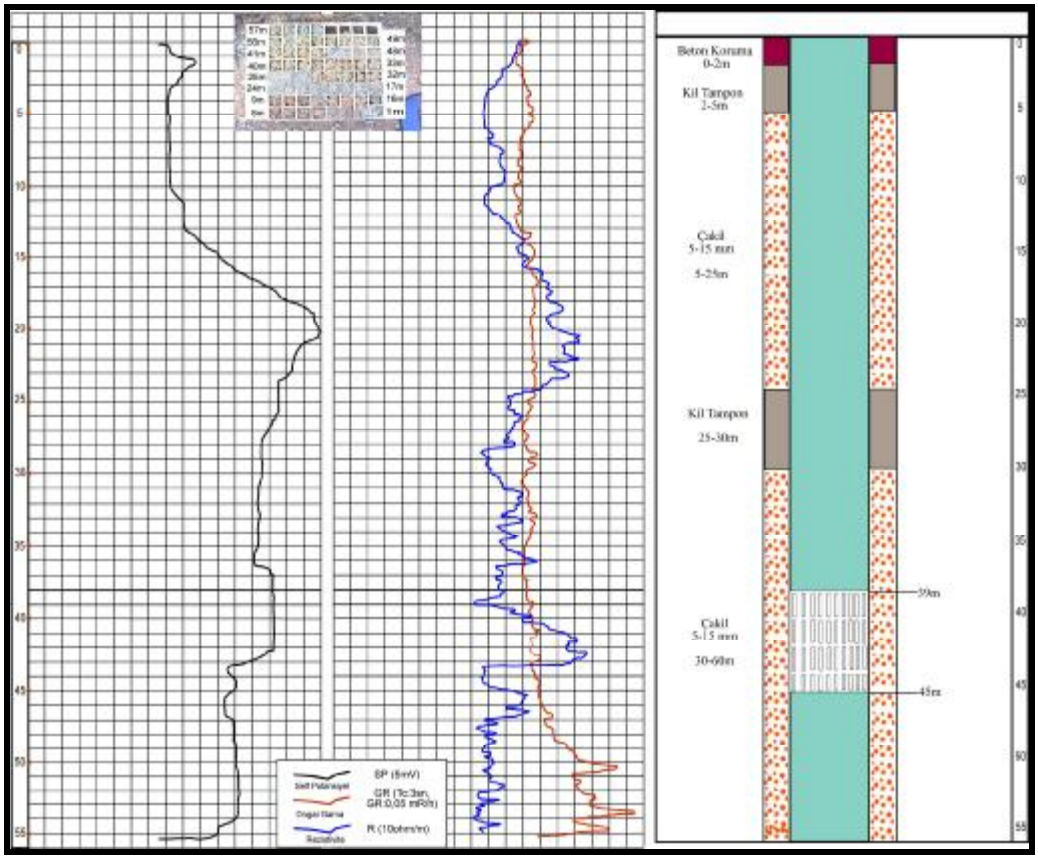
Litoloji	**Delme Hızı (m/saat)**
Organik Toprak	1.5
Kil	0.7
Konglomera	1
Killi Konglomera	1.2
Mavi Kil	0.6

4.7.1. Jeofizik ölçümler

Jeofizik ölçümler sistemin başarıya ulaşması için çok önemli bir konuyu aydınlatmıştır. Enerji depolama amaçlı kuyularda depolama ortamı olarak akiferin bir seviyesi kullanıldığından bu seviyenin alt ve üst sınırlarının çok iyi saptanması gerekmektedir. Sondaj sırasında kesilen her metreden alınan numunelere göre borulama işlemi yapılsaydı 6 m. olan filtreli borunun 43-49 metreler arasına yerleştirilmesi düşünülürdü. Çünkü su alınması düşünülen nispeten iyi derecelenmiş ve az killi konglomera, alınan numunelere göre bu seviyelerde görülmekteydi. Ancak

alınan jeofizik ölçümlerin sonuçları (Şekil 4.12) yorumlandığında filtreli boruların 39-44 metreler arasına konulması gerekliliğini göstermiştir. Bunun nedeni kesilen numunenin sondaj sıvısı ile yolda geçirdiği zaman olarak yorumlanmıştır (Andersson 2000). Kısaca 44. metre kesilirken sondaj sıvısından alınan numune aslında 39. metreye aittir. Ancak numune sondaj sıvısı ile yüzeye çıkarken tij 44. metreye inmiştir. Sondör ise tij boyunu hesaba alarak numuneyi skalada 44. metreye koymuştur. Bu nedenle ATED uygulamalarında borulama işlemi sondaj sırasında alınan numunelere göre yapılmamalıdır. Ancak jeofizik ölçümlerin sonuçları dikkate alınarak yapılacak bir borulama işleminin sağlıklı olacağı bir gerçektir.

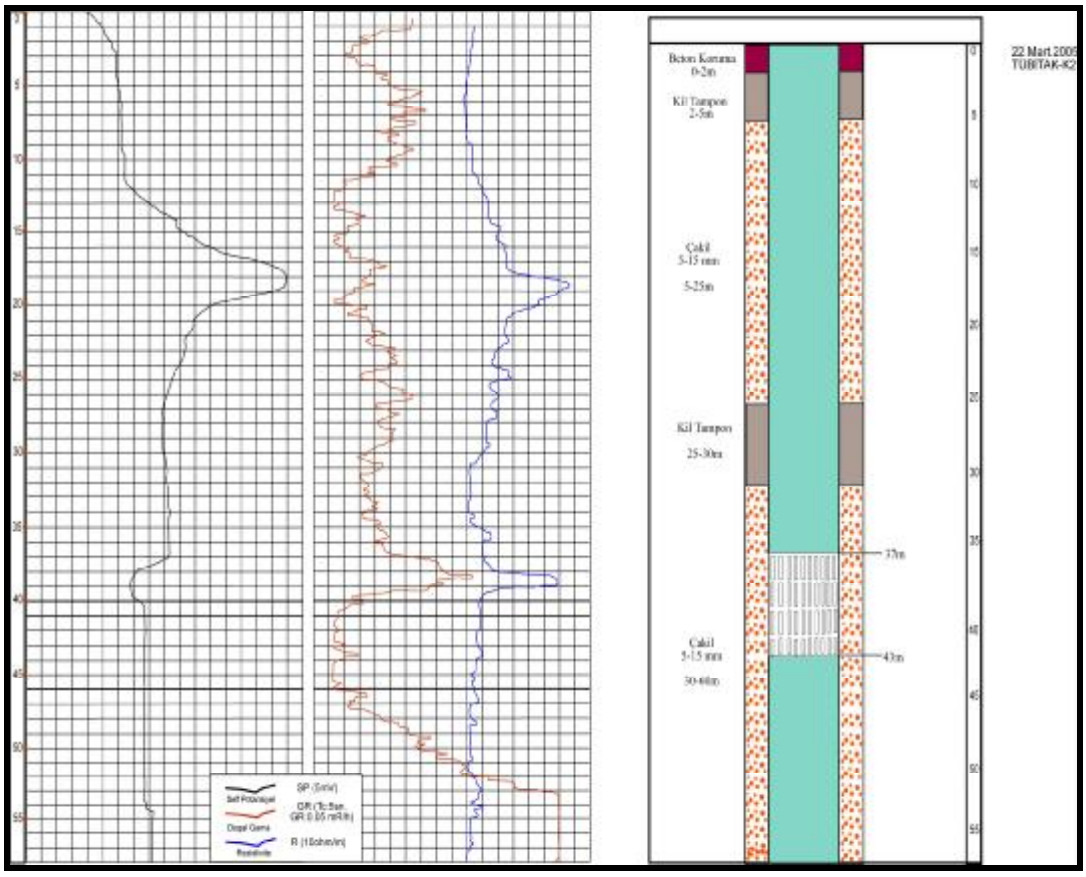
Jeofizik ölçümler ve sondaj işlemi sırasında alınan numuneler yorumlandığında 12-23 metreler arası kil oranı yüksek konglomeraya rastlanmıştır. Bu tabakanın su alınabilecek iyi bir tabaka olduğu gözlemlenmiştir. Sıcak depolama amaçlı açılan bu kuyuda su veren bir tabaka kullanımı söz konusu olduğundan 39-44 metreler arasında bulunan hedef depolama alanı ile yukarıda bulunan söz konusu kısmın bağlantısını, 25-30 metreler arasında kalan bölüme kil tampon yapılarak kesilmiştir.



Şekil 4.12:TÜBİTAK-K2 kuyusu jeofizik ölçüm sonuçları

Şekil 4.13'de bulunan jeofizik ölçüm sonuçları yorumlanacak olduğunda 12-25 metreler ve 37-43 metreler arasında su içeren tabakalar bulunduğu görülmektedir. ATED sisteminde hedef akiferin belirli bir kısmını depolama işleminde kullanmak olduğundan hedef seviye olarak 37-43 metreler arasında filtreli boru indirilmiş diğer seviyeler filtresiz boru ile geçilmiştir. Yine diğer kuyuda olduğu gibi su içeren iki formasyonu birbirinden ayırmak için 26-32 metreler arasında kil bant yerleştirilmiştir.

TÜBİTAK-K2 kuyusundan alınan jeofizik ölçümlerdeki sapmalar TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan ölçümdeki sapmalara oranla daha fazla olduğu görülecektir. Bunun nedeni Gama ölçümü alınırken TÜBİTAK-K2 kuyusunda Tc= 5sn TÜBİTAK-K1 kuyusunda ise Tc= 3sn olarak alınmasıdır.



Şekil 4.13: TÜBİTAK-K2 kuyusundan alınan jeofizik ölçüm sonuçları

Tamamlanan sondaj ve jeofizik işlemleri sonrasında her iki kuyuda da Materyal Metod başlığı altında detayları anlatılan kuyu geliştirme işlemleri yapılmıştır. Bunlar sırası ile kuyu borulama, çakıllama, yıkama ve aşırı pompaj olarak tekrar sıralanabilir.

4.7.2. Nihai kuyularda aşırı pompaj deneyleri

Aşırı pompaj işlemi hem kuyu geliştirme aşamalarından birisi olarak hemde mevcut akiferin özelliklerinin belirlenmesi açısından önemli bir işlemdir. Sondajı yapılan her iki kuyuda bu işlem yapılmış ve bulgular aşağıda verilmiştir.

Her iki kuyuda da (TÜBİTAK K1 ve K2) kuyu yıkama işlemi tamamlandıktan sonra 16 lt/sn debi ile su çekilerek yıkama ile atılamayan kilin tahliyesi sağlanmıştır. Suyun rengi berraklaşıncaya kadar çekime devam edilmiştir. 240 dakika sonra suyun rengi berraklaşmış ve çekim bırakılmıştır. Bu işlem sırasında sudan belirli aralıklarla örnekler alınarak, pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik

ölçümleri alınmıştır ve sonuçlar çizelge halinde sunulmuştur (Çizeleg 4.12 ve Çizelge 4.13).

Su çekimi sırasında kısa da olsa bir pompaj deneyi yapılmıştır. Statik seviye 21.20 m'de iken 16 lt/sn debi ile çekime başlanmıştır. Seviye 29 m.'ye geldiketen sonra sabitlenmiştir. Dolayısı ile dinamik seviye 29m. olarak tespit edilmiştir. Su çekimi sırasında alınan ölçüm sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Elektriksel iletkenlik Şekil 4.7'de verilen EC haritası ile örtüşmektedir. Ayrıca alınan ölçümler Şekil 4.5'te verilen yer altı su tablasını gösteren haritayı da doğrulamaktadır.

Çizelge 4.12:TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan ölçümler

Sıcaklık	**Elektriksel İletkenlik**	**Oksijen**	**pH**	**Coğrafik Konum**	**Denizden Yükseklik**
19,7 ^{0}C	670µs/cm	5,4 mg/L	6,72	36G 0710595 UTM 4100759	55m
Statik Seviye (m)	**Dinamik Seviye (m)**	**Kuyu Derinliği (m)**	**Pompa Derinliği (m)**	**Borulama Çapı**	**Deney Debisi (L/sn)**
19.73	29, 21	60	35	10"	16

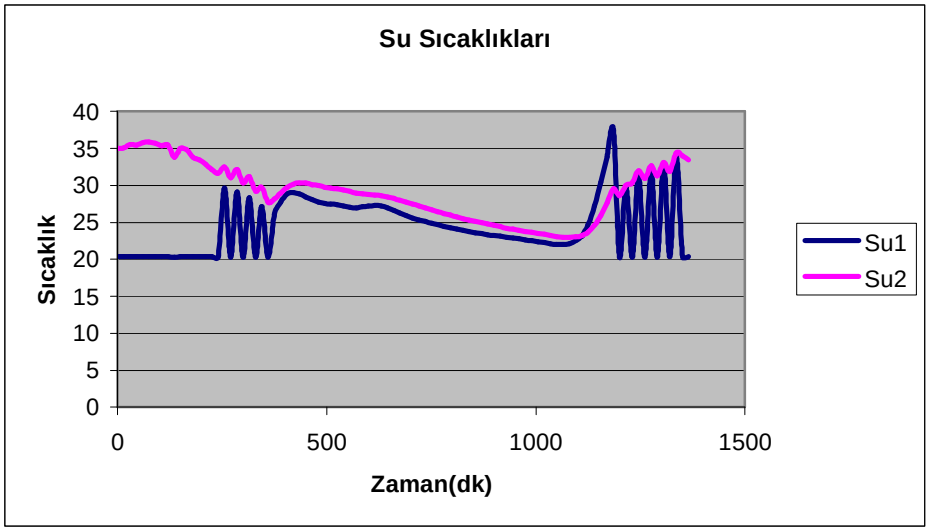
TÜBİTAK-K2 kuyusunda da su çekimi sırasında pompaj deneyi yapılmıştır. Statik seviye 21.20 m'de iken 16 lt/sn debi ile çekime başlanmıştır. Seviye 29 m.'ye geldiketen sonra sabitlenmiştir. Dolayısı ile dinamik seviye 29m. olarak tespit edilmiştir. Su çekimi sırasında alınan ölçüm sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13:TÜBİTAK-K2 kuyusundan alınan ölçümler

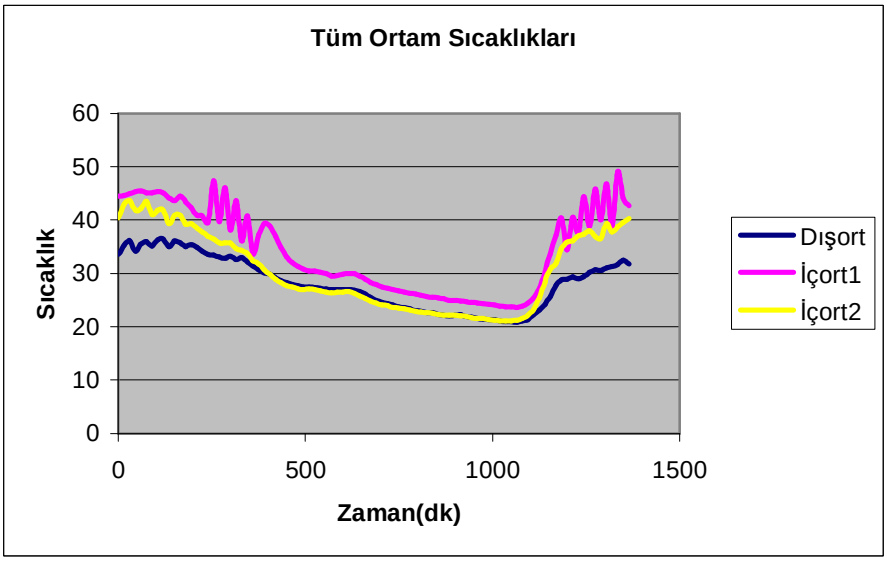
Sıcaklık	**Elektriksel İletkenlik**	**Oksijen**	**pH**	**Coğrafik Konum**	**Denizden Yükseklik**
20 ^{0}C	665µs/cm	5,4 mg/L	6,7	36 G 0710563 UTM 4100897	56m
Statik Seviye (m)	**Dinamik Seviye (m)**	**Kuyu Derinliği (m)**	**Pompa Derinliği (m)**	**Borulama Çapı**	**Deney Debisi (L/sn)**
21.20	29, 21	60	35	10"	16

4.8. Sıcak Depolama

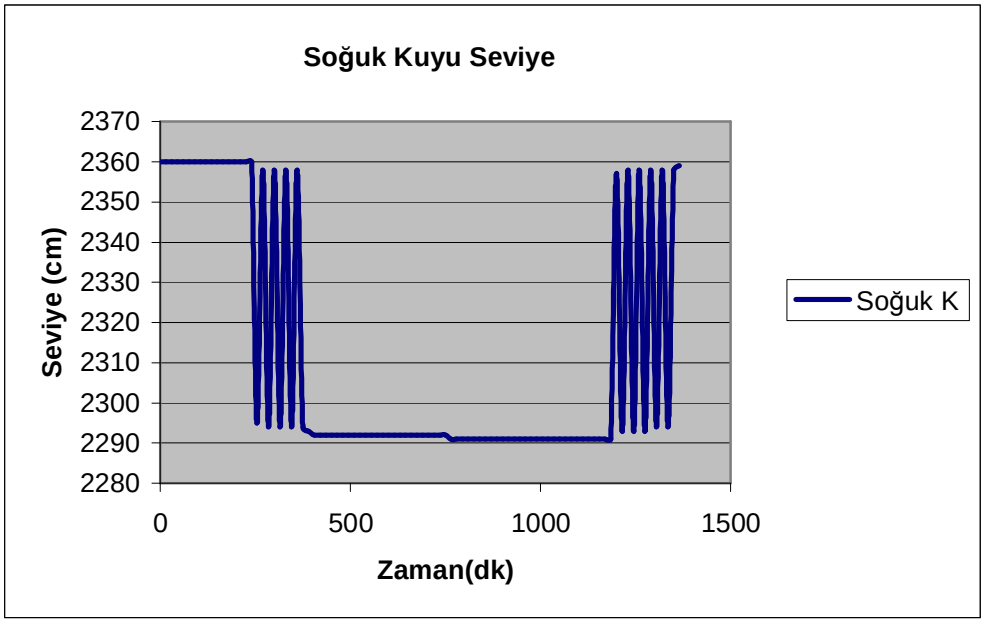
Materyal ve Metod başlığı altında da belirtildiği üzere soğuk ve sıcak depolama amaçlı 2 adet kuyu sondajı (TÜBİTAK-K1 ve TÜBİTAK-K2), ısı transferi amaçlı 4 adet iç ve 1 adet dış ünite sudan havaya ısı değiştirici montajı, kuyu ve ısı değiştiricilerin bağlantıları tamamlandıktan sonra otomasyon sistemi kontrolünde 27 Temmuz 2005'te başlayan sıcak depolama işlemi 70 gün sürmüş ve 3 Ekim 2005'te tamamlanmıştır. Şekil 4.14'de 9 Ağustos 2005 tarihinde alınan 24 saatlik bir ölçüme ait grafikler bulunmaktadır. Ölçüm sabah 9.00 ile bir sonraki sabah 9.00 aralığını içermektedir. Su 1 olarak adlandırılan eğri soğuk kuyudan gelen su sıcaklığını vermektedir. Su 2 adı verilen eğri ise fanlardan çıkan sıcak kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklığını vermektedir. Otomasyon sistemi yardımı ile iç ortam 1 sıcaklığı 40 ^{0}C nin üzerine çıkması durumunda çalışmaya başlayan sistem soğuk kuyudan su çekip fanlarda dolaştırmak kaydı ile hem sera içinde serinletme yapılmış hemde aynı zamanda sıcak depolama yapılmıştır. Grafikten de görüleceği üzere soğuk kuyudan 19-20 ^{0}C gelen su sera içerisinde biriken atık ısıyı fanlar aracılığı ile alarak 30-35 ^{0}C çıkarılmıştır. Sıcaklığı atık ısı ile arttırılan su sıcak kuyuya enjekte edilmiştir. Bu işlem yaklaşık günde 6 saat ve 70 gün boyunca yapılmıştır. Bu ölçümlere paralel olarak her iki seradan ve dış ortamdan da sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Bahsi edilen ölçüm grafiği Şekil 4.15'de verilmiştir. ATED serasının havalandırma kapakları kapalı olmasına rağmen sistemin çalıştığı zamanlarda içortam 1 deki sıcaklık düşümleri gözlemlenmiştir.



Şekil 4.14:Sıcak depolama sırasında alınan 24 saatlik (9.Ağustos.2005) su sıcaklıkları ölçümü



Şekil 4.15: Sıcak depolama sırasında alınan 24 saatlik (9.Ağustos.2005) tüm ortam sıcaklıkları



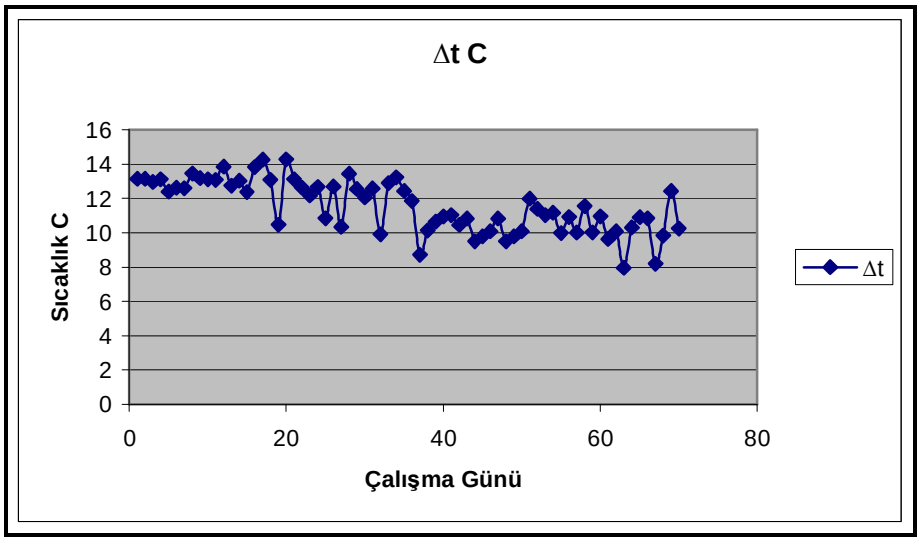
Şekil 4.16: TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan düşüm eğrileri (9.Ağustos.2005) (24 saatlik ölçüm)

Şekil 4.16 da ise TÜBİTAK-K1 kuyusunda sıcak depolama süresince alınan düşüm eğrileri verilmektedir. Grafiktende görüldüğü üzere 23.60 cm olan statik seviye sistemin çalışması ile birlikte 22.90 cm seviyesine düşmektedir. Bu da yaklaşık 70 cm lik bir düşüm yakalandığını göstermektedir.

2005 yaz ayları boyunca yapılan depolama işlemi sonucu 2.110.901 kg su soğuk kuyudan çekilmiş (TÜBİTAK-K1) ve sıcak kuyuya enjeksiyonu yapılmıştır (TÜBİTAK-K2).

2.110.901 kg suyun sıcaklığı 20 ^{0}C den 30-35 ^{0}C'ye çıkarılmıştır. Çizelge 4.13'te verilen çizelgede günlük sıcak depoya atılan suyun miktarı, elde edilen sıcaklık farkı ortalaması ve günlük depolanan enerji miktarı görülmektedir. Elde edilen veriler sonucunda yapılan hesaplamalar 70 gün sonunda depolanan enerji miktarını 103.877.123 kJ olarak göstermiştir.

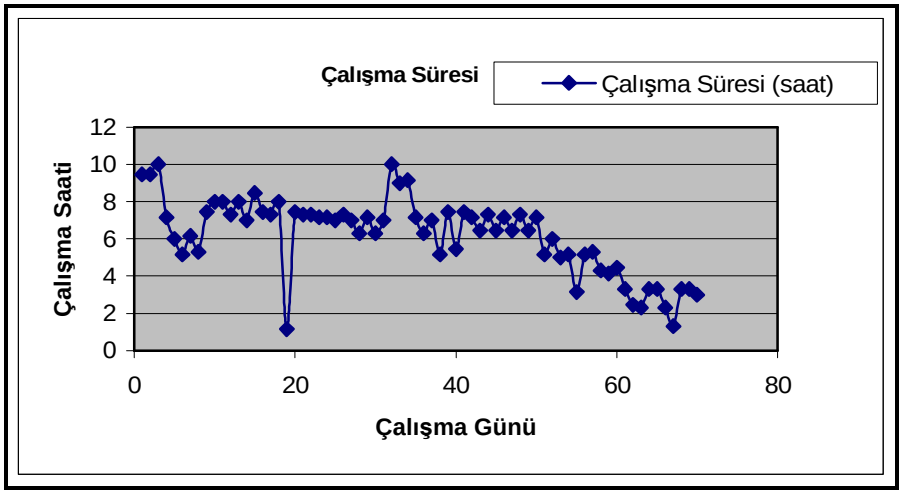
Şekil 4.17'de sıcak depolama amaçlı kuyuya enjeksiyonu yapılan suyun ortalama sıcaklığının günlere göre dağılımı bulunmaktadır.



Şekil 4.17: Sıcak kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı

Şekil 4.17'den de görüldüğü gibi yaz mevsimi ilerledikçe sıcaklık farkının azaldığı gözlemlenmiştir. Fark 10 ^{0}C kadar düşünce depolama işlemine son verilmiştir.

Sistem, iç ortam sıcaklığın 40 ^{0}C nin üzerinde çıktığı zamanlarda depolama yapmak üzere çalışmaya ayarlanmıştır. Şekil 4.18 'de 2005 yaz aylarında günlük çalışma saatleri verilmiştir. Bu şekilden de görüleceği üzere, yaz ayları ilerledikçe sistemin çalışma saatleri de düşme eğilimine girmiştir. Eylül 2005 sonlarına doğru günlük çalışma saatleri 2-4 saate kadar gerilediği gözlemlenmiştir.

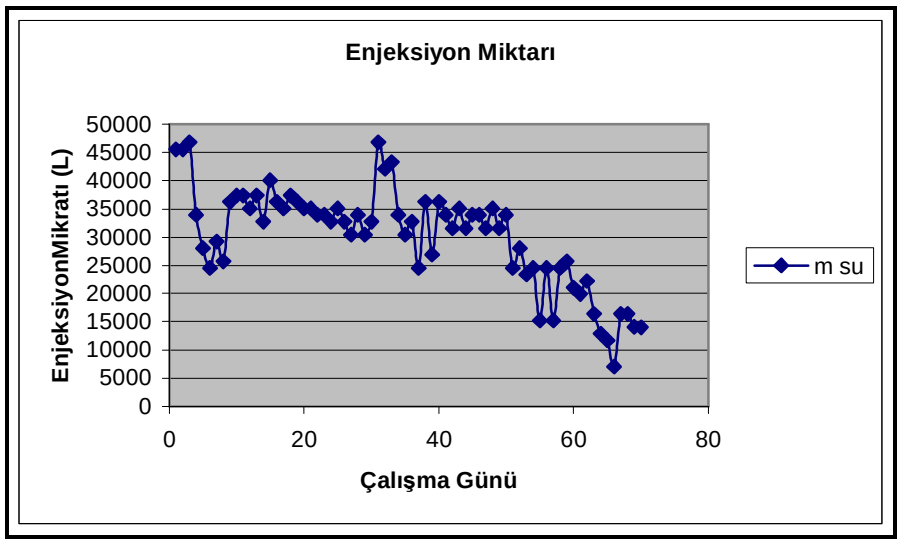


Şekil 4.18: 2005 yazı sistem depolama amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı

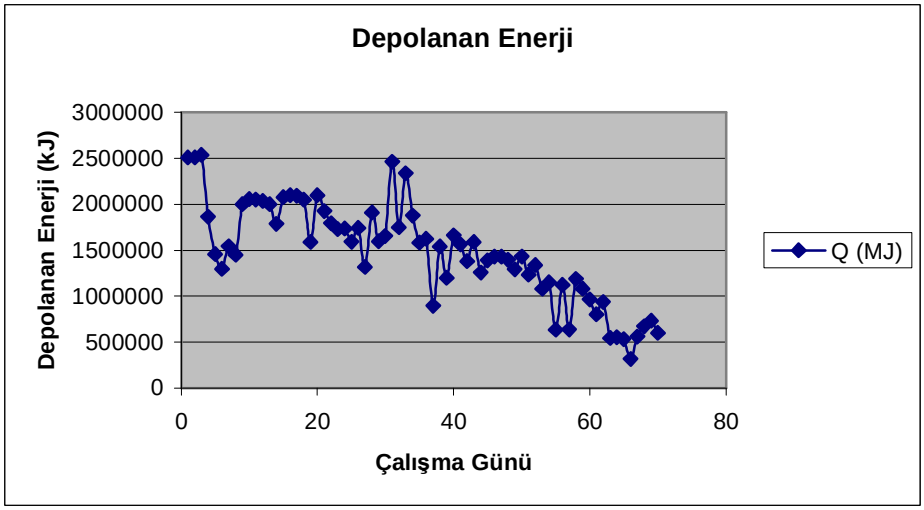
Şekil 4.18'de sıcak depolamanın 19. güne ait anomali gözlenmektedir. Bu güne ait verilerde sistemin çalışma süresi 1 saat kadar görülmektedir. Bunun nedeni veri kayıt edici cihazın pilinin bitmesi nedeni ile otomasyonun durmasıdır. Ertesi gün otomasyon sistemine şarj cihazı eklenerek sistemin kesintisiz çalışması sağlanmıştır

Ayrıca Şekil 4.19'te 2005 yaz aylarında sıcak kuyuya atılan su miktarlarının günlük dağılımı verilmiştir. Şekil 4.20 de ise depolanan enerjinin günlere göre dağılımı bulunmaktadır.

Şekil 4.20'te verilen grafikte de görüleceği üzere depolama işlemi için 40 ^{0}C'ye ayarlanan otomasyon, mevsim ilerledikçe sistemin çalışma saat ortalamasının ve buna bağlı olarak depolanan enerji miktarında düzenli bir azalma trendi gözlemlenmiştir.



Şekil 4.19: Sıcak depolama amaçlı açılan kuyuya yapılan enjeksiyon miktarının günlere göre dağılımı



Şekil 4.20: Depolanan enerjinin günlere göre dağılımı

2005 yaz ayları boyunca depolama işlemi süresince alınan tüm ölçümlere ait grafikler günlere göre ayrılmış şekli ile Ek 1'de verilmiştir. Çizelge 4.14 te ise 2005 yaz aylarında depolanan enerjinin günlük dağılımı sayısal olarak tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 4.14: 2005 yaz aylarında depolanan enerjinin günlük dağılımı

Çalışma Günü	Tarih	Çalışma Süresi (dk)	Çalışma Süresi (saat)	m_{su} (kg)	$T_{enjeksiyon}$ (^{0}C)	Δt (^{0}C) Ort.	Q (kJ)
1	26.07.05						
2	27.07.05	585	9.45	45.630	33.14	13.14	2.507.150
3	28.07.05	585	9.45	45.630	33.15	13.15	2.505.058
4	29.07.05	600	10	46.800	32.96	12.96	2.537.700
5	30.07.05	435	7.15	33.930	33.12	13.12	1.862.500
6	31.07.05	360	6	28.080	32.39	12.39	1.455.600
7	01.08.05	315	5,15	24.570	32.62	12.62	1.297.300
8	02.08.05	375	6,15	29.250	32.61	12.61	1.543.224
9	03.08.05	330	5,30	25.740	33.47	13,47	1.450.660
10	04.08.05	465	7,45	36.270	33.18	13.18	2.000.100
11	05.08.05	480	8	37.440	33.12	13.12	2.055.234
12	06.08.05	480	8	37.440	33.09	13.09	2.050.534
13	07.08.05	450	7,30	35.100	33.85	13.85	2.033.900
14	08.08.05	480	8	37.440	32.76	12.76	1.998.840
15	09.08.05	420	7	32.760	33.04	13.04	1.787.300
16	10.08.05	525	8,45	40.095	32.37	12.37	2.075.100
17	11.08.05	465	7,45	36.270	33.83	13.83	2.098.700
18	12.08.05	450	7,30	35.100	34.27	14.27	2.095.600
19	13.08.05	480	8	37.440	33.08	13.08	2.048.900
20	14.08.05	75	1,15		30.47	10.47	0.158
21	15.08.05	Pil Bitti!	Pil Bitti!	-	-	-	-
22	16.08.05	Pil Bitti!	Pil Bitti!	-	-	-	-
23	17.08.05	Pil Bitti!	Pil Bitti!	-	-	-	-
24	18.08.05	465	7,45	36.270	34.29	14.29	2.098.600
25	19.08.05	450	7,30	35.100	33.13	13.13	1.928.200
26	20.08.05	450	7,30	35.100	32.64	12.64	1.794.400
27	21.08.05	435	7,15	33.930	32.18	12.18	1.729.200
28	22.08.05	435	7,15	33.930	32.67	12.67	1.736.600
29	23.08.05	420	7	32.760	30.84	10.84	1.591.900
30	24.08.05	450	7,30	35.100	32.7	12.7	1.740.700
31	25.08.05	420	7	32.760	30.34	10.34	1.316.000
32	26.08.05	390	6,30	30.420	33.45	13.45	1.909.400
33	27.08.05	435	7,15	33.930	32.55	12.55	1.597.300
34	28.08.05	390	6,30	30.420	32.07	12.07	1.654.400
35	29.08.05	420	7	32.760	32.58	12.58	2.463.300
36	30.08.05	600	10	46.800	29.92	9.92	1.748.200
37	31.08.05	540	9	42.120	32.9	12.9	2.336.100
38	01.09.05	555	9,15	43.290	33.24	13.24	1.879.500
39	02.09.05	435	7,15	33.930	32.43	12.43	1.582.000
40	03.09.05	390	6,30	30.420	31.85	11.85	1.624.200

41	04.09.05	420	7	32.760	28.72	8.72	896.400
42	05.09.05	315	5,15	24.570	30.14	10.14	1.538.700
43	06.09.05	465	7,45	36.270	30.64	10.64	1.197.900
44	07.09.05	345	5,45	26.910	30.95	10.95	1.661.700
45	08.09.05	465	7,45	36.270	31.03	11.03	1.565.800
46	09.09.05	435	7,15	33.930	30.45	10.45	1.381.200
47	10.09.05	405	6,45	31.590	30.82	10.82	1.589.000
48	11.09.05	450	7,30	35.100	29.51	9.51	1.256.900
49	12.09.05	405	6,45	31.590	29.79	9.79	1.389.800
50	13.09.05	435	7,15	33.930	30.09	10.09	1.432.400
51	14.09.05	315	5,15	24.570	31.99	11.99	1.232.500
52	15.09.05	360	6	28.080	31.38	11.38	1.336.900
53	16.09.05	300	5	23.400	31.03	11.03	1.079.800
54	17.09.05	315	5,15	24.570	31.17	11.17	1.148.200
55	18.09.05	195	3,15	15.210	29.99	9.99	635.700
56	19.09.05	315	5,15	24.570	30.93	10.93	1.120.600
57	20.09.05	330	5,30	25.740	30	10.00	1.076.900
58	21.09.05	270	4,30	21.060	31.56	11.56	973.800
59	22.09.05	255	4,15	19.890	30.3	10,03	797.900
60	23.09.05	285	4,45	22.230	30.95	10,95	978.100
61	24.09.05	210	3,30	16.380	29.64	9,64	631.600
62	25.09.05	165	2,45	12.870	30.9	10,09	519.400
63	26.09.05	150	2,30	11.700	27.95	7,95	374.400
64	27.09.05	210	3,30	16.380	30.30	10,30	674.800
65	28.09.05	210	3,30	16.380	30.91	10,91	714.800
0066	29.09.05	150	2,30	11.700	30.85	10,85	507.700
67	30.09.05	90	1,30	7.020	28.2	8,2	230.200
68	01.10.05	210	3,30	16.380	29.83	9,83	644.000
69	02.10.05	210	3,30	16.380	32.43	12,43	814.100
70	03.10.05	180	3	14.040	30.25	10,25	575.600

Pompa Debisi: 1.3 L/sn

Çekim Suyu Sıcaklığı (soğuk kuyudan ilk yıl) :20 ^{0}C

Csu: 4,186 kJ/kg ^{0}C

Kullanılan bağıntı Q= m x c x Δt

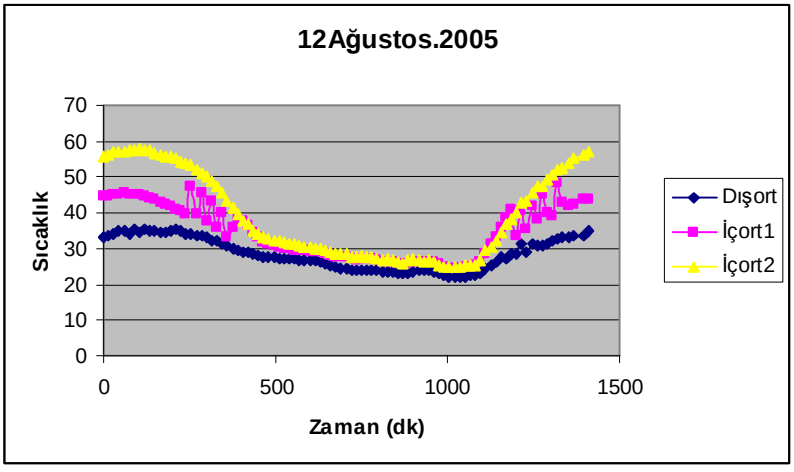
Soğuk kuyudan sıcak kuyuya yer değiştiren su miktarı:2.110.901 kg

Depolanan toplam enerji miktarı: 103.877.123 kJ

(Δt) olarak soğuk kuyudan gelen su sıcaklığı ile sera içi ısı değiştiricelerden çıkıp sıcak kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklık farkı alınmıştır.

4.9. Seranın doğal güneş kollektörü gibi kullanılması

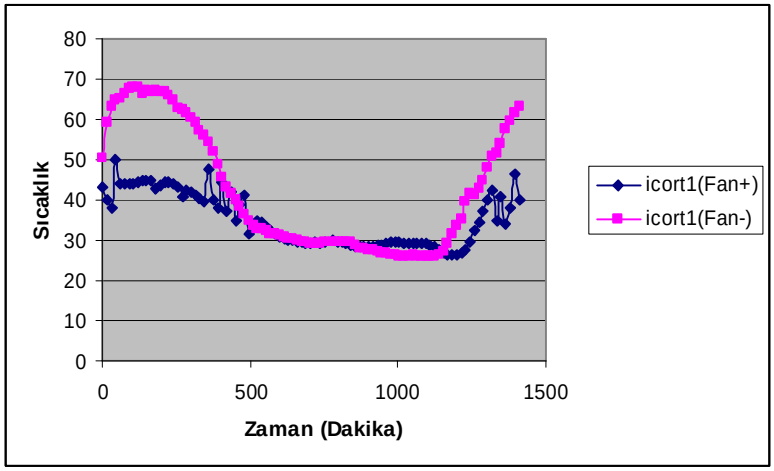
Tasarlanan sitemin temel özelliği seranın bir güneş kollektörü gibi kullanılması prensibine dayanmaktadır. Sera içerisinde biriken atık ısı akiferde depolanmıştır. Bu düşünceyi kanıtlamak adınada iki deney yapılmıştır. Bunlardan birtanesinde 12 Ağustos 2005 tarihinde kontrol serasının ve ATED serasının havalandırma kapakları kapatılmış ve sıcak depolama işlemine başlanmıştır. Yapılan ölçümlerde ATED serası ve kontrol serası sıcaklıkları farkı aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 4.21). İçort 1 ile adlandırılan eğri ATED serası iç ortam sıcaklığını içort 2 isimli eğri, kontrol serası iç ortam sıcaklığını ve Dışort adlı eğri ise dış ortam sıcaklığını vermektedir. Deney 12 Ağustos 2005 sabah 9.$^{\underline{00}}$ ile 13. Ağustos 2005 sabah 9.$^{\underline{00}}$ aralığınıdaki 24 saatlik zaman dilimini kapsamaktadır. Grafiktende anlaşılacağı üzere gündüz saatlerinde kontrol serasındaki sıcaklık 60 ^{0}C civarlarına kadar yükselirken ATED serasındaki sıcaklık 45 ^{0}C derece civarlarında kalmıştır. Yaklaşık 15 ^{0}C lik br fark oluşmuştur. Bu sıcaklık farkı depolama işleminden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.21: ATED ve kontrol serası karşılaştırmalı sıcaklık ölçümleri

Yapılan bir diğer deneyde havalandırma kapakları ve fanlar, ATED serasında da kapatılmış ve aynı koşullarda fanların çalıştığı benzer bir gün ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.22). Şekil 4.22'de bu karşılaştırmayı gösteren bir grafik bulunmaktadır. İçort (fan+) ile adlandırılmış eğri ATED serası içerisinde fanların çalıştığı 23 Temmuz

2005 tarihine ait olup, içort (fan-) ile isimlendirilen eğri 27 Temmuz 2005 tarihine ait olup bu tarihte sistem çalıştırılmamıştır. Fanların çalıştığı tarihte gün içerisindeki iç ortam sıcaklığı 45 ^{0}C seviyelerine tırmanırken fanların çalışmadığı tarihteki iç ortam sıcaklığı 70 ^{0}C seviyelerine kadar çıkmıştır. Aradaki fark 25 ^{0}C civarındadır. İç ortam sıcaklıkları ATED serasında havalandırma kapakları kapalı iken 70 ^{0}C ye, konrol serasında ise aynı şartlarda iç ortam sıcaklığı 60 ^{0}C ye çıkmıştır. Bu 10 ^{0}C lik sıcaklık farkı ATED serasının tabanına serilen siyah jeo-membran nedeni ile oluştuğu düşünülmektedir. Şekil 4.23'te ATED serasının tabanına serilen jeo-membrandan bir görünüm bulunmaktadır.



Şekil 4.22: ATED serası fanlar çalışırken ve çalışmazkenki iç ortam sıcaklıkları karşılaştırmaları



Şekil 4.23: ATED Serası tabanına serilen siyah renki jeo-memrandan bir görünüm

4.10. Isıtma

Sıcaklıkların düşmesi ile birlikte 23 Kasım 2005 tarihinde ısıtma ihtiyacı doğan sera, yaz ayları boyunca sıcak enerji depolanan kuyudan (TÜBİTAK-K2) su çekilerek ısıtılmaya başlanmıştır. Sıcak depodan 24-25 ^{o}C de gelen su, sudan havaya ısı değiştiriciler aracılığı ile sera ortamına iletilmiştir. Sıcak havanın sera içerisinde homojen dağılması için fan ağızlarına poli-etilenden kanallar yerleştirilmiştir. Bu bacalar sera boyunca gerilmiştir. Baca üzerine belirli aralıkta delikler açılmış ve fan aracılığı ile kanal içerisine dolan havanın iç ortam içerisinde eşit bir şekilde yayılması sağlanmıştır (Şekil 4.24, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26). Ayrıca deliklerden ortama geçen havanın etkisi ile bitkiler arasında bir hava haraketi sağlanmıştır. Bu salınımın tozlaşma işlemine bombus arıları kulanımına rağmen tozlaşmaya olumlu yönde katkı sağladığı düşünülmektedir.



Şekil 4.24: Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan poli-etilen bacalar ve patlıcan bitkilerinden bir görünüm



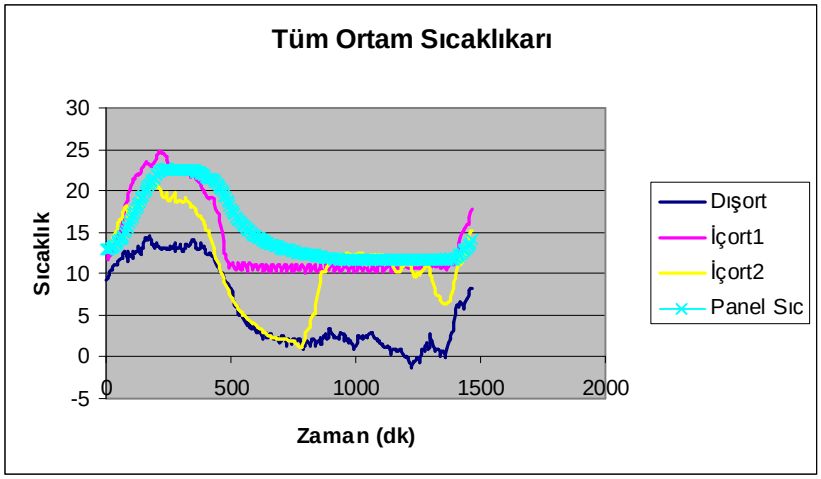
Şekil 4.25: Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan poli-etilen bacalar



Şekil 4.26: Depolanan ısının sera içerisinde homojen dağılımını sağlayan poli-etilen bacalar ve domates bitkilerinden bir görünüm

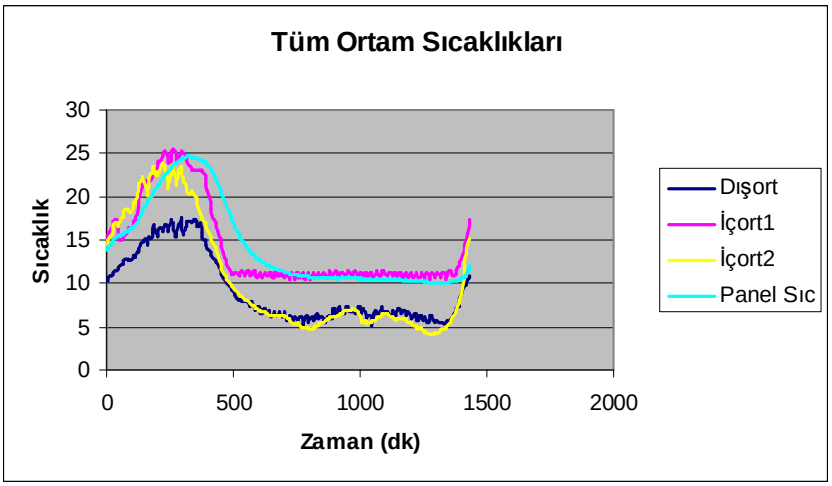
4 farklı noktadan alınan sıcaklık ölçümleri 5 dakika ara ile kayıt edilmiştir. Alınan ölçümler, dış ortam sıcaklığı (dışort), ATED ile ısıtılan sera sıcaklığı (içort1), Fosil yakıt ile ısıtılan sera sıcaklığı (içort2) ve bitki hizasında bulunan veri kayıt edici cihazın sıcaklığıdır (panel sıc). Şekil 4.27'te görülen grafik 30 Ocak 2006 tarihinde alınmış veriler ile elde edilmiştir. Ölçüm aralığı 29 Ocak 2006 sabah saat 9:$\underline{00}$ ile 30 Ocak 2006 sabah saat 9:$\underline{00}$ arasını kapsayan 24 saatlik zaman dilimini içermektedir. Bu rapor içerisinde verilen tüm grafikler anılan zaman dilimine dayandırılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu gece şimdiye kadar rastlanılan en soğuk gecedir. Dış ortam sıcaklığı 0 ^{0}C'ın altına düşmesine rağmen içort1 ile adlandırılan ATED serasında sıcaklık optimum sıcaklık olan 11 ^{0}C nin altına düşmemiştir. Fosil yakıt ile ısıtılan sera da ise saat 17.00 ile 21.00 arasındaki 4 saat, gece vardiyasının geç gelmesi ve ısıtma sisteminin hazırlanmasının zaman alması nedeni ile iç ortam sıcaklığı optimum sıcaklık değerlerinin altına düşmüştür. Saat

21:00'dan sonra ısıtılmaya başlayan kontrol serası istenilen iç sıcaklık değerlerine ulaşmıştır.



Şekil 4.27: 30.Ocak.2006 tarihinde alınan ortam sıcaklıkları

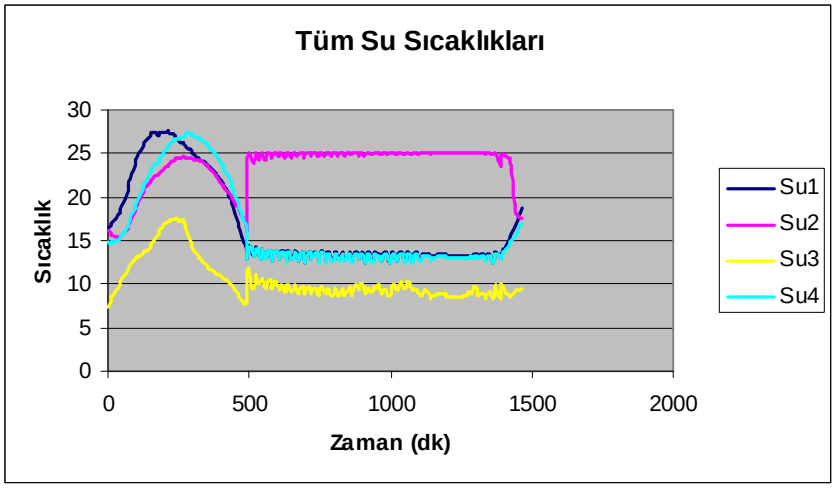
Kontrol serası fosil yakıt olarak 6 numara fuel-oil kullanmaktadır. Havaların soğuması ile ısıtma işlemi ATED serasında 22 Kasım 2005 de başlamıştı ancak kontrol serasına yakıtı bazı yönetimsel gecikmelerden dolayı ancak 24 Aralık 2005 verilebilmiştir. Bu nedenle kontrol serasında fosil yakıt ile ısıtma işlemi anılan tarihte yaklaşık 1 ay gecikmeli olarak başlamıştır. Aşağıda verilen Şekil 4.28'te kontrol serası ısıtılamazken alına 22 Kasım 2006 tarihli ölçümler verilmiştir. Şekil 4.28'ten de görüldüğü üzere dış ortam sıcaklığının optimum seviyenin altına düşmesi ile birlikte ısıtılmayan sera sıcaklığının da paralel olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca ısıtılmayan sera iç sıcaklığın dış ortam sıcaklığının da yaklaşık 1 ^{0}C altına kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Buna neden olarak ısıtılmayan sera ortamı kapalı bir ortam olduğundan her hangi bir hava sirkülasyonu olmamaktadır. Sonuç olarak hava sirkülasyonu olan dış ortam a göre 1 ^{0}C daha düşük sıcaklık değerleri kayıt edildiği düşünülmektedir. Buna karşılık otomasyon ile 12 ^{0}C ye ayarlanan ATES serasında sıcaklık hiç bir zaman belirlenen sıcaklığın altına düşmemiştir.



Şekil 4.28: 22 Kasım 2005 tarihinde alınan tüm ortam sıcaklığı ölçümleri

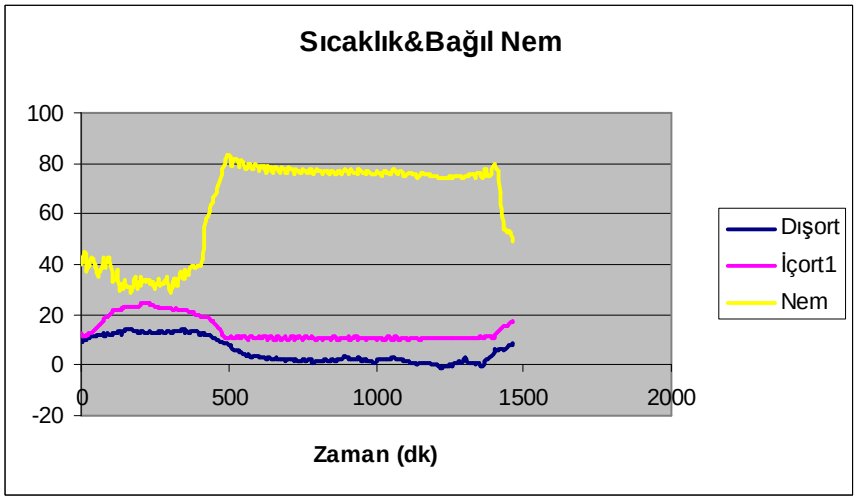
Sıcak geri kazanım&soğuk depolama işlemi sırasında ortam sıcaklıklarının yanı sıra 4 farklı noktadan da su sıcaklığı ölçümleri alınmıştır (Şekil 4.29). 5 dakika aralıklarla alınan ölçümler diğer tüm grafiklerde olduğu gibi sabah saat 9:^{00} ile bir sonraki sabah 9:^{00} arasını içeren 24 saatlik zaman dilimini içermektedir. Su 2 ile adlandırılan sıcak depolama amaçlı kuyudan (TÜBİTAK-K2) gelen su sıcaklığını göstermektedir. Su 3 adı ile adlandırılan sarı çizgi ise dış ısı değiştiriciden çıkan ve soğuk depolama amaçlı kuyuya (TÜBİTAK-K1) giden su sıcaklığını vermektedir. Su 1 ve Su 4 ise sisteme giriş çıkış arasında kalan 2 noktadan alınan ölçümleri göstermektedir. Grafikten de görüleceği üzere iç ortam 1 (ATES serası) sıcaklığının optimum değerin altına düşmesi ile çalışmaya başlayan sisteme 24-25 ^{0}C sıcaklığında su girişi başlamıştır. Isı değiştiriciler aracılığı ile bu sıcaklık ortama iletilmiş ve iç ortam sıcaklığının istenilen değerlerde kalması sağlanmıştır. İç ortam ısı değiştiricilerinden 12-13 ^{0}C çıkan su dış ortam ısı değiştiricisine gelmektedir. Bu cihaz aracılığı ile dış ortam soğusunu alan su 9-11 ^{o}C seviyelerine gelerek soğuk depolama amaçlı TÜBİTAK-K1 kuyusuna enjekte edilmektedir.

15 Şubat 2006 tarihli TÜBİTAK-K2 kuyusu üzerinde bulunan su sayacından alınan ölçüm 1.500.000 kg suyun sıcak kuyudan alınıp soğuk kuyuya atıldığını göstermektedir.



Şekil 4.29: 30.Ocak.2006 tarihinde alınan su sıcaklıkları

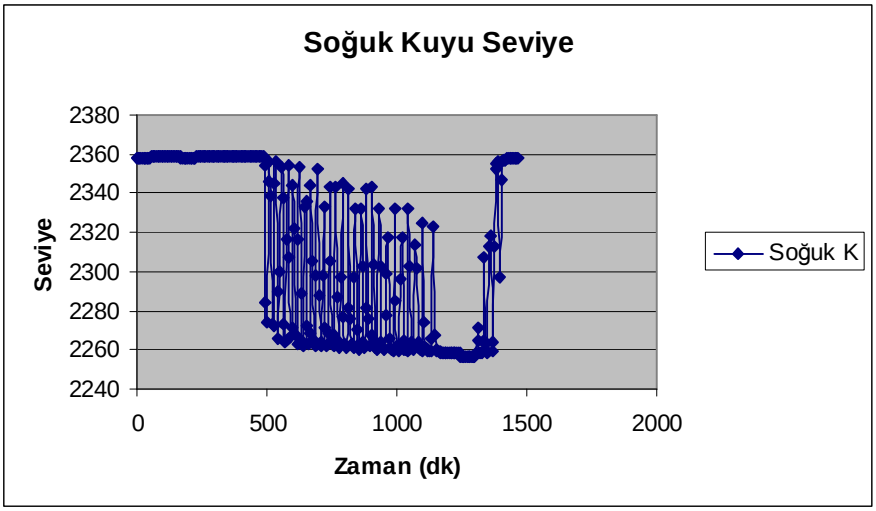
ATES serasında Campbell CS 500 sensörü ile sıcaklık vem bağıl nem ölçümleri alınmıştır (Şekil 4.30). Bu grafikte de diğer grafiklerde olduğu gibi ölçüm aralığı sabah saat 9:00 ile diğer sabah saat 9:00 aralığını kapsayan 24 saati içermektedir. Nem ile adlandırılan eğri % nemi değerini, Dışor ile adlandırılan eğri dış ortam sıcaklığını ve içort1 ile adlandırılan çizgi ise iç ortam sıcaklığını vermektedir.



Şekil 4.30: ATES serası sıcaklık & bağıl nem ilişkisini gösteren grafik (30 Ocak 2006)

Grafikten de görüleceği üzere güneşin batması ile düşen dış ve iç ortam sıcaklıklarına paralel olarak nem oranı %80 seviyesine çıkmaktadır. Ancak güneşin

doğması ile yükselen dış ve iç ortam sıcaklıklara bağlı olarak iç ortam nemi %30-40 seviyelerine gerilemektedir.



Şekil 4.31: TÜBİTAK –K1 kuyusu su seviyesi (30 Ocak 2006)

Şekil 4.31'de verilen grafik 30 Ocak 2006 tarihinde soğuk enjeksiyon sırasında kullanılan TÜBİTAK-K1 kuyusundan alınan seviye ölçümünü vermektedir. Diğer grafiklerde de olduğu gibi 0 noktası 29 Ocak 2006 tarihi sabah $9.\overline{00}$ unu göstermektedir. 1480 dakika ise bir sonraki sabahın $9.\overline{00}$ unu içeren 24 saatlik dilimdir.

ATED serasındaki iç ortam sıcaklığı optimum seviyenin altına düştüğü zaman çalışmaya başlayan sistem TÜBİTAK-K2 kuyusundan aldığı suyu TÜBİTAK-K1 kuyusuna yollamaktadır. Şekil 4.31'den de görüleceği üzere enjeksiyon zaman aralığında TÜBİTAK-K1 kuyusundaki dinamik seviye 22.80 m den 23.60 m'ye yükselerek yaklaşık 0.80 metrelik yükselim sağlamıştır. Aynı esnada TÜBİTAK-K2 kuyusu dinamik seviyede yaklaşık 0.80-1 m düşüm yaptığı gözlemlenmiştir. Ayna prensibi adı verilen bu durumun deneyler sırasında gözlenmesi önem arz etmektedir. Statik seviyesi yüksek olan yerlerdeki ATED uygulamalarında bu durumun bilinerek tasarım yapılması, enjeksiyon esnasında kuyuda taşmayı önlemek adına çok önemlidir.



Şekil 4.32: Kış aylarında sera içerisinde yetiştirilen domateslerden bir görünüm

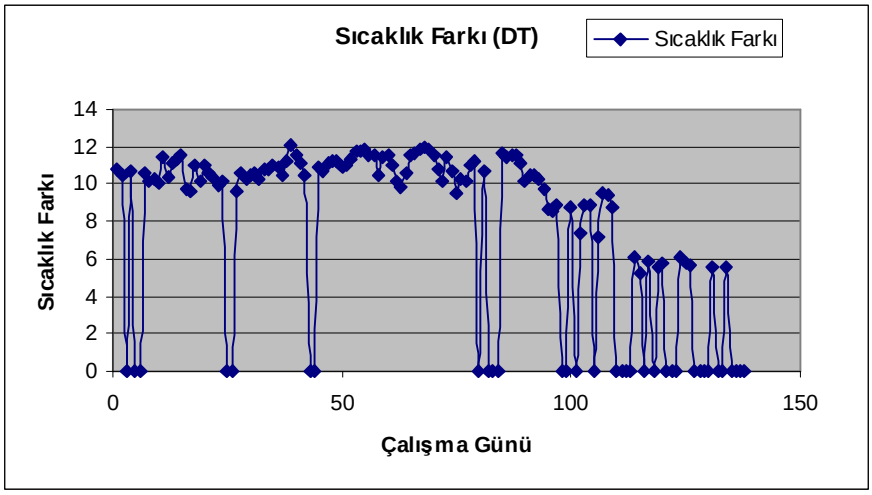


Şekil 4.33: Kış aylarında sera içerisinde yetiştirilen patlıcanlardan bir görünüm

Şekil 4.32'de ATED serasında yetiştiriciliği yapılan domateslerden bir görünüm verilmiştir. Şekil 4.33'te ise yine aynı serada yetiştiriciliği yapılan patlıcan bitkisinden ir görünüm yer almaktadır.

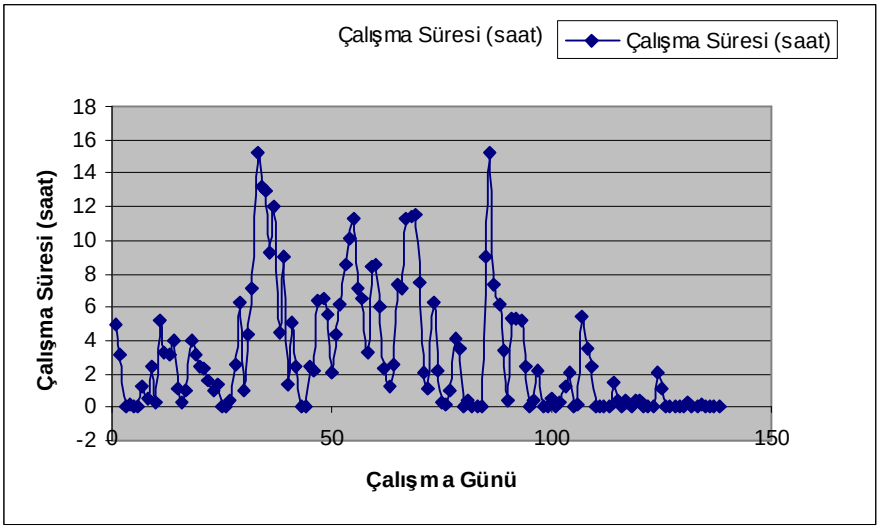
24 Kasım 2005 tarihinde başlayan ısıtma ihtiyacı 138 gün sürerek 10 Nisan 2006 tarihinde sonlanmıştır. Çizelge 4.14 de bahsi geçen tarihler arasında yapılan ısı geri kazanımı işleminin günlük dağılımları verilmektedir. Geri kazanım işlemi

süresince sistem 23.835 dakika çalışmıştır. Bu süre boyunca 1.282.320 L su sıcak depolama amaçlı kuyudan alınıp soğuk depolama amaçlı kuyuya yollanmıştır. Geri kazanıla toplam enerji mikratı 58.711.482 kJ olmuştur.

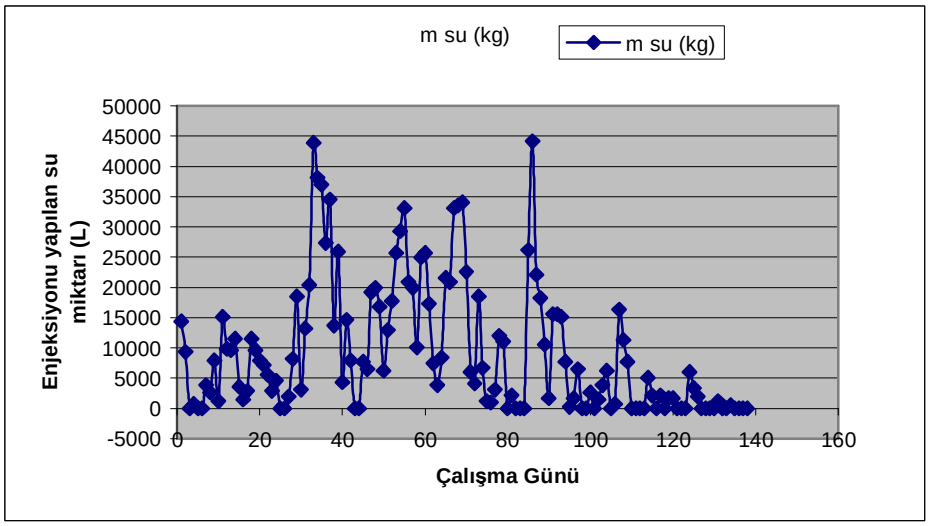


Şekil 4.34: Sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı

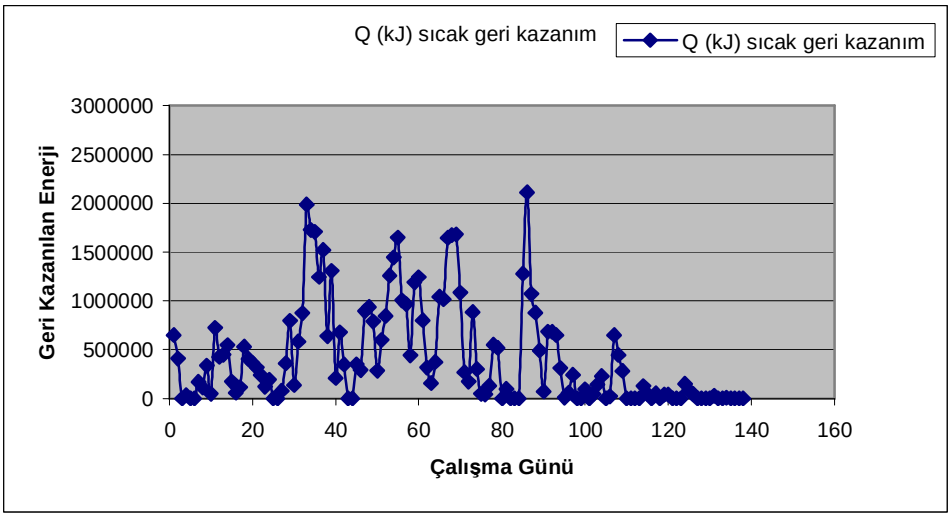
Şekil 4.34'de Sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımını gösteren grafik bulunmaktadır. Elde edilen ortalama sıcaklık farkı kış ayları boyunca 10.82 ^{0}C olmuştur. Şekil 4.35 de ise Sıcak geri kazanım sisteminin 138 gün boyunca günlere bağlı çalışma sürelerini gösteren grafik verilmişir. Sistem soğuk günlerde daha çok çalışmış bazı günlerde ATED serası iç ortam sıcaklığı kritik nokta olan 11 ^{0}C nin altına düşmediği için hiç çalışmamıştır. Şekil 4.36'da ise 2005-2006 kışı geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımını gösteren grafik bulunmaktadır. Toplam çekilen su miktarı 1.282.320 L olup grafikte hangi gün ne kadar su çekildiği detaylı bir şekilde verilmektedir. Şekil 4.37'da ise geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımını gösteren bir eğri bulunmaktadır. Çekilen su miktarı ile doğru orantılı olan günlük geri kazanılan enerji miktarları sayısal olarakta Çizelge 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.35: 2005-2006 kışı ayları geri kazanım amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı



Şekil 4.36: Sıcak geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı



Şekil 4.37: 2005-2006 kış aylarında geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı

Ek 2'de sıcak geri kazanım işleminin yapıldığı 24 Kasım 2005 tarihi ile 10 Nisan 2006 tarihleri arasındaki 138 günlük ölçüm grafikleri günlere bağlı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.15: 2005-2006 kış aylarında sıcak geri kazanılan enerjinin günlük dağılımı

Çalışma Günü	Tarih	Çalışma Süresi (dk)	Çalışma Süresi (saat)	m_{su} (kg)	$T_{Çekim}$ (^{0}C)	Δt (^{0}C) Ort.	Q (kJ) Sıcak Geri Kazanım
1	24.11.2005	300	5	14400	24.77	10.77	649.198
2	25.11.2005	195	3.15	9360	24.45	10.42	408.200
3	26.11.2005	0	0	0	0	0	0
4	27.11.2005	15	0.15	720	24.76	10.7	32.248
5	28.11.2005	0	0	0	0	0	0
6	29.11.2005	0	0	0	0	0	0
7	30.11.2005	80	1.2	3840	24.85	10.62	170.708
8	01.12.2005	55	0.55	2640	24.22	10.1	111.600
9	02.12.2005	165	2.45	7920	24.55	10.22	338.800
10	03.12.2005	25	0.25	1200	24.16	10.01	50.282
11	04.12.2005	315	5.15	15120	24.85	11.46	725.300
12	05.12.2005	205	3.25	9840	24.45	10.34	425.900
13	06.12.2005	200	3.2	9600	24.91	11.13	447.200
14	07.12.2005	240	4	11520	24.33	11.31	545.300
15	08.12.2005	75	1.15	3600	24.56	11.53	173.700
16	09.12.2005	30	0.3	1440	24.11	9.74	58.700
17	10.12.2005	60	1	2880	24.42	9.59	115.600
18	11.12.2005	240	4	11520	24.98	10.99	529.900
19	12.12.2005	200	3.2	9600	24.54	10.14	407.400
20	13.12.2005	165	2.45	7920	24.98	10.96	363.300
21	14.12.2005	150	2.3	7200	24.72	10.56	318.200
22	15.12.2005	115	1.55	5520	24.83	10.33	238.600
23	16.12.2005	60	1	2880	24.28	9.95	119.900
24	17.12.2005	95	1.35	4560	24.82	10.1	192.700
25	18.12.2005	0	0	0	0	0	0
26	19.12.2005	0	0	0	0	0	0
27	20.12.2005	40	0.4	1920	24.08	9.66	77.600
28	21.12.2005	170	2.5	8160	24.86	10.55	360.300
29	22.12.2005	385	6.25	18480	24.72	10.29	796.000
30	23.12.2005	65	1.05	3120	24.57	10.49	137.000
31	24.12.2005	275	4.35	13200	24.42	10.54	582.300
32	25.12.2005	425	7.05	20400	24.21	10.25	875.200
33	26.12.2005	915	15.25	43920	24.83	10.82	1.989.200
34	27.12.2005	795	13.15	38160	24.93	10.82	1.728.300
35	28.12.2005	770	13	36960	24.88	11.04	1.708.000
36	29.12.2005	570	9.3	27360	24.58	10.86	1.243.700
37	30.12.2005	720	12	34560	24.42	10.52	1.521.900
38	31.12.2005	285	4.45	13680	24.97	11.17	639.600
39	01.01.2006	540	9	25920	24.95	12.07	1.309.600
40	02.01.2006	90	1.3	4320	24.26	11.58	209.400
41	03.01.2006	305	5.05	14640	24.53	11.08	679.000

42	04.01.2006	165	2.45	7920	24.01	10.46	346.781
43	05.01.2006	0	0	0	0	0	0
44	06.01.2006	0	0	0	0	0	0
45	07.01.2006	160	2.4	7680	24.49	10.89	350.000
46	08.01.2006	135	2.15	6480	24.2	10.72	290.700
47	09.01.2006	400	6.4	19200	24.62	11.14	895.300
48	10.01.2006	415	6.55	19920	24.76	11.24	937.200
49	11.01.2006	350	5.5	16800	24.74	11.23	789.700
50	12.01.2006	130	2.1	6240	24.52	10.93	285.400
51	13.01.2006	270	4.3	12960	24.63	11.03	598.300
52	14.01.2006	370	6.1	17760	24.81	11.38	846.000
53	15.01.2006	535	8.55	25680	24.98	11.73	1.260.900
54	16.01.2006	610	10.1	29280	25.04	11.8	1.446.200
55	17.01.2006	690	11.3	33120	25	11.9	1.649.800
56	18.01.2006	435	7.15	20880	24.7	11.49	1.004.200
57	19.01.2006	415	6.55	19920	24.86	11.58	965.500
58	20.01.2006	210	3.3	10080	24.02	10.5	443.000
59	21.01.2006	520	8.4	24960	24.86	11.39	1.190.000
60	22.01.2006	535	8.55	25680	24.97	11.57	1.243.700
61	23.01.2006	360	6	17280	24.62	11.04	798.500
62	24.01.2006	155	2.35	7440	23.77	10.17	316.700
63	25.01.2006	80	1.2	3840	23.22	9.84	158.100
64	26.01.2006	175	2.55	8400	24.09	10.58	372.000
65	27.01.2006	450	7.3	21600	24.93	11.51	1.040.700
66	28.01.2006	435	7.15	20880	24.86	11.61	1.014.700
67	29.01.2006	690	11.3	33120	25.04	11.88	1.647.000
68	30.01.2006	700	11.4	33600	25.04	11.93	1.677.900
69	31.01.2006	710	11.5	34080	25	11.81	1.684.800
70	01.02.2006	470	7.5	22560	24.81	11.49	1.085.000
71	02.02.2006	125	2.05	6000	24.18	10.75	269.900
72	03.02.2006	85	1.15	4080	23.41	10.11	172.600
73	04.02.2006	385	6.25	18480	24.78	11.42	883.400
74	05.02.2006	140	2.2	6720	24.08	10.71	301.200
75	06.02.2006	25	0.25	1200	22.12	9.5	47.700
76	07.02.2006	20	0.2	960	23.1	10.27	41.200
77	08.02.2006	65	1.05	3120	23.32	10.11	132.000
78	09.02.2006	250	4.1	12000	24.44	10.98	551.500
79	10.02.2006	230	3.5	11040	24.6	11.19	517.100
80	11.02.2006	0	0	0	0	0	0
81	12.02.2006	45	0.45	2160	23.77	10.72	96.900
82	13.02.2006	0	0	0	0	0	0
83	14.02.2006	0	0	0	0	0	0
84	15.02.2006	0	0	0	0	0	0

85	16.02.2006	545	9.05	26160	24.94	11.68	12.790
86	17.02.2006	920	15.2	44160	24.44	11.43	2.112.800
87	18.02.2006	460	7.4	22080	24.77	11.57	1.069.300
88	19.02.2006	380	6.2	18240	24.77	11.51	878.800
89	20.02.2006	220	3.4	10560	24.48	11.14	492.400
90	21.02.2006	35	0.35	1680	23.38	10.2	71.700
91	22.02.2006	325	5.25	15600	23.7	10.46	683.000
92	23.02.2006	325	5.25	15600	23.74	10.43	681.000
93	24.02.2006	315	5.15	15120	23.59	10.24	648.100
94	25.02.2006	160	2.4	7680	23.1	9.69	311.500
95	26.02.2006	5	0.05	240	21.39	8.63	8.670
96	27.02.2006	35	0.35	1680	21.27	8.6	60.479
97	28.02.2006	135	2.15	6480	22.26	8.89	241.100
98	01.03.2006	0	0	0	0	0	0
99	02.03.2006	0	0	0	0	0	0
100	03.03.2006	55	0.55	2640	21.62	8.74	96.500
101	04.03.2006	0	0	0	0	0	0
102	05.03.2006	30	0.3	1440	20.21	7.37	44.400
103	06.03.2006	80	1.2	3840	22.04	8.89	142.800
104	07.03.2006	130	2.1	6240	22.06	8.83	230.600
105	08.03.2006	0	0	0	0	0	0
106	09.03.2006	15	0.15	720	19.17	7.11	21.400
107	10.03.2006	340	5.4	16320	22.71	9.51	649.600
108	11.03.2006	235	3.55	11280	22.58	9.4	443.800
109	12.03.2006	160	2.4	7680	22.04	8.76	281.600
110	13.03.2006	0	0	0	0	0	0
111	14.03.2006	0	0	0	0	0	0
112	15.03.2006	0	0	0	0	0	0
113	16.03.2006	0	0	0	0	0	0
114	17.03.2006	105	1.45	5040	19.37	6.13	129.300
115	18.03.2006	45	0.45	2160	18.22	5.23	47.200
116	19.03.2006	0	0	0	0	0	0
117	20.03.2006	45	0.45	2160	19.14	5.88	53.165
118	21.03.2006	0	0	0	0	0	0
119	22.03.2006	35	0.35	1680	18.62	5.57	39.100
120	23.03.2006	35	0.35	1680	19.04	5.79	40.700
121	24.03.2006	0	0	0	0	0	0
122	25.03.2006	0	0	0	0	0	0
123	26.03.2006	0	0	0	0	0	0
124	27.03.2006	125	2.05	6000	19.3	6.04	151.700
125	28.03.2006	70	1.1	3360	19.07	5.76	81.000
126	29.03.2006	40	0	1920	18.87	5.67	45.500
127	30.03.2006	0	0	0	0	0	0

129	01.04.2006	0	0	0	0	0	0
130	02.04.2006	0	0	0	0	0	0
131	03.04.2006	25	0.25	1200	18.42	5.56	27.900
132	04.04.2006	0	0	0	0	0	0
133	05.04.2006	0	0	0	0	0	0
134	06.04.2006	10	0.1	480	18.69	5.6	11.200
135	07.04.2006	0	0	0	0	0	0
136	08.04.2006	0	0	0	0	0	0
137	09.04.2006	0	0	0	0	0	0
138	10.04.2006	0	0	0	0	0	0

Pompa Debisi: 0.8 L/sn

Csu: 4,186 kJ/kg ^{0}C

Kullanılan bağıntı Q= m x c x Δt

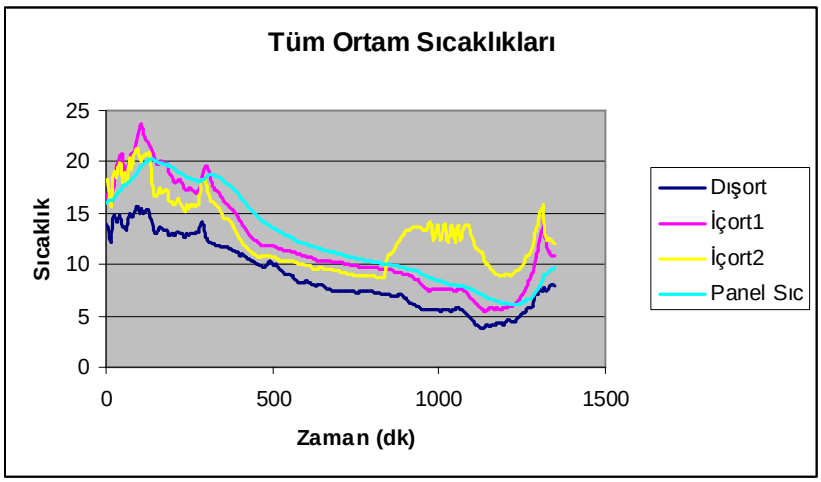
Sıcak kuyudan soğuk kuyuya yer değiştiren su miktarı: 1.282.320 kg

Geri Kazanılan enerji miktarı: 58.711.482 kJ

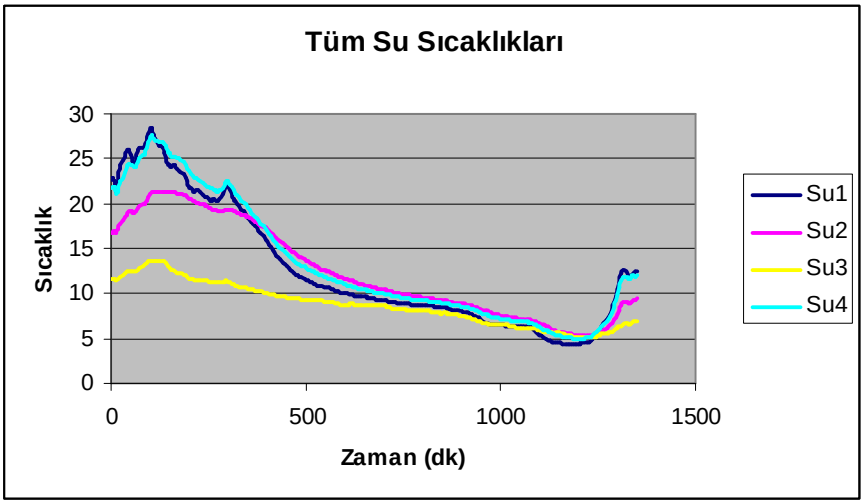
(Δt) olarak sıcak kuyudan gelen su sıcaklığı ile sera içi ısı değiştiricilerden çıkıp soğuk kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklık farkı alınmıştır.

4.11. Isıtma sistemi çalışmıyor

15 Şubat 2005 tarihinde deney amaçlı ATED serasının iklimlendirme otomasyon sistemi kapatılmış ve sonuçları gözlemlenmiş ve sonuçları Şekil 4.38 ve 4.39'de verilmiştir. Şekil 4.38'de verilen grafikte görüleceği üzere içort1 adı ile adlandırılan iç ortam sıcaklığı ve Panel Sıc adı ile karakterize edilen panel sıcaklığı dış ortam ısısına paralel olarak düşmüş ve yaklaşık 8 saat iç "ortam 1" sıcaklığı optimum seviyenin altında olmuştur. Fosil yakıtla ısıtılan sistem daha önceki ölçümlerde olduğu gibi istenilen sıcaklık seviyesinde kalmıştır. Bu grafik sistemin veriminin ve faydasının vurgulanması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca Şekil 4. 39'de verilen grafikte su sıcaklıkları verilmektedir. Otomasyon sistemi çalışmadığı için TÜBİTAK-K2 kuyusundan ilk gelen suyun sıcaklığını ölçen Su 2 ve Dış ısı değiştirici den çıkıp TÜBİTAK-K1 kuyusuna giden su sıcaklıklarında herhangi bir artış ve düşüş gözlemlenmemiştir. Tüm su sıcaklıkları aynı seviyeye gelmiş ve bu durum tüm gece sürmüştür.



Şekil 4.38: ATED iklimlendirme sistemi çalışmaz iken tüm ortam sıcaklıkları (15 Şubat 2006)



Şekil 4.39: ATED iklimlendirme sistemi çalışmaz iken tüm su sıcaklıkları (15 Şubat 2006)

4.12. Dış ünite ısı değiştirici ve soğuk depolama

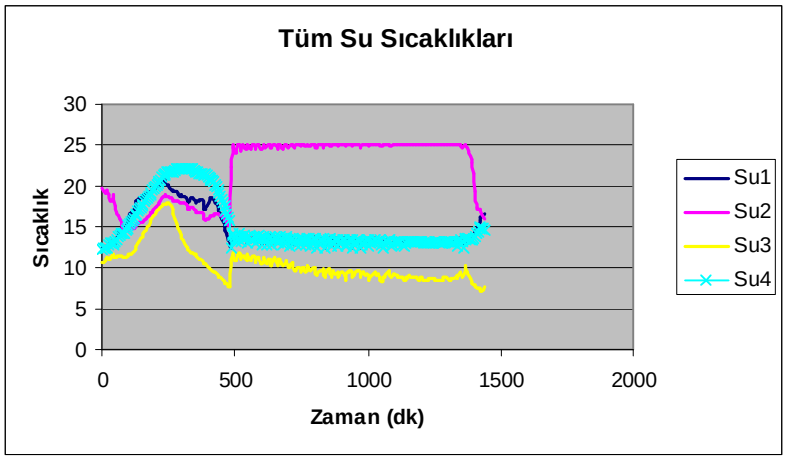
Sisteme bir adet dış ünite sudan havaya ısı değiştirici eklenmiştir (Şekil 4.40 ve Şekil 4.41). Bu cihazın amacı dış ortam sıcaklığı 10 ^{0}C nin altına düştüğü zamanlarda çalışarak, ortamda bulunan mevcut soğuk enerjinin TÜBİTAK-K1 kuyusuna enjeksiyon yolu ile depolama yapmasıdır.



Şekil 4.40: Dış ortam havadan suya ısı değiştirici



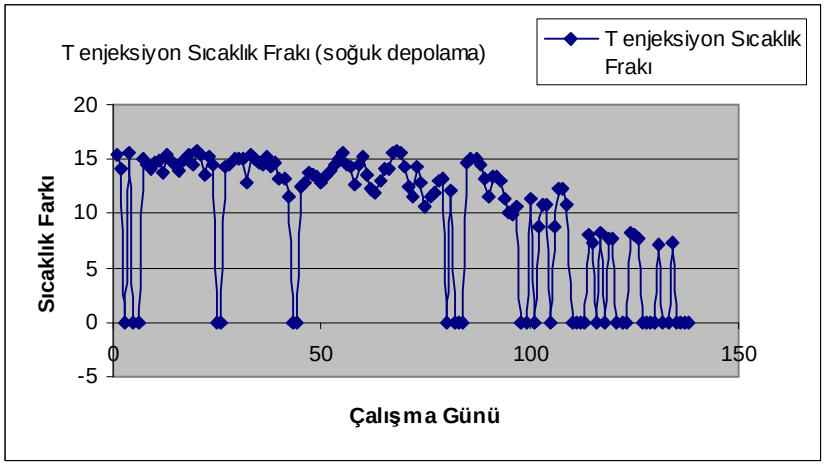
Şekil 4.41: Dış ortam havadan suya ısı değiştiricinin başka bir açıdan görünümü



Şekil 4.42: 30.Ocak.2006 tarihinde alınan su sıcaklıkları

Kış ayları boyunca Su 1 adı verilen eğri ile karakterze edilen TÜBİTAK-K2 kuyusundan 24-25 ^{0}C civarında (Şekil 4.42) gelen su, ısısını iç ünite ısı değiştiriciler aracılığı ile ortama iletmektedir. İç ortam ısı değiştiricilerden 13-15 ^{0}C çıkan su (su1, su4) dış ortam ısı değiştiricisine girerek 9-10 ^{0}C civarlarına kadar soğutularak (su 3) TÜBİTAK-K1 kuyusuna enjekte edilmektedir. Su 3 olarak

adlandırılan ve Şekil 4.43 de ki eğride görüleceği gibi 24.25 ^{0}C civarında gelen su Şekil 4.41 ve 4.42 de görünen dış ısı değiştirici aracılığı ile 9-10 ^{0}C seviyesine kadar soğutularak soğuk depolama amaçlı kuyuya enjekte edilmiştir. Bu soğuk depo, önümüzdeki 2006 bahar aylarında güneşli ve sıcak günlerde iç ortam sıcaklığının 30 ^{0}C'nin üzerine çıktığı günlerde serinletme amacı ile kullanılmıştır. Şekil 4.43'de verilen grafikte sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya soğuk depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı görülmektedir.

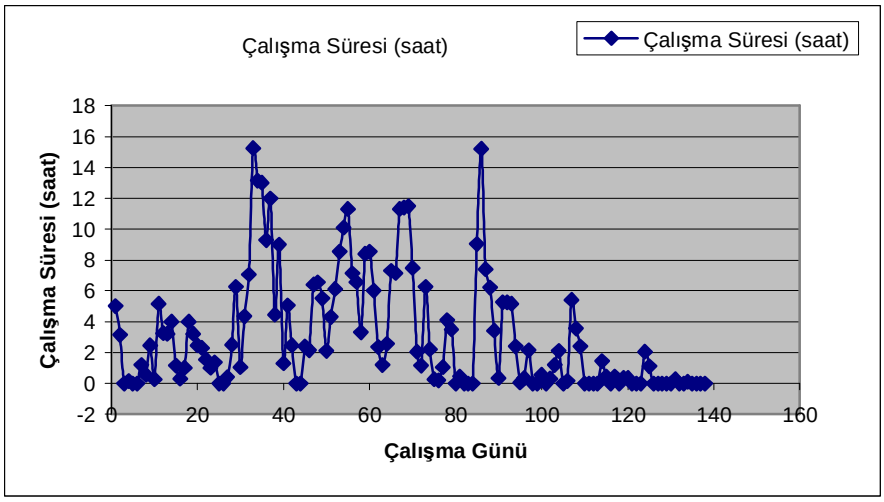


Şekil 4.43: Sıcak kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, soğuk kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı

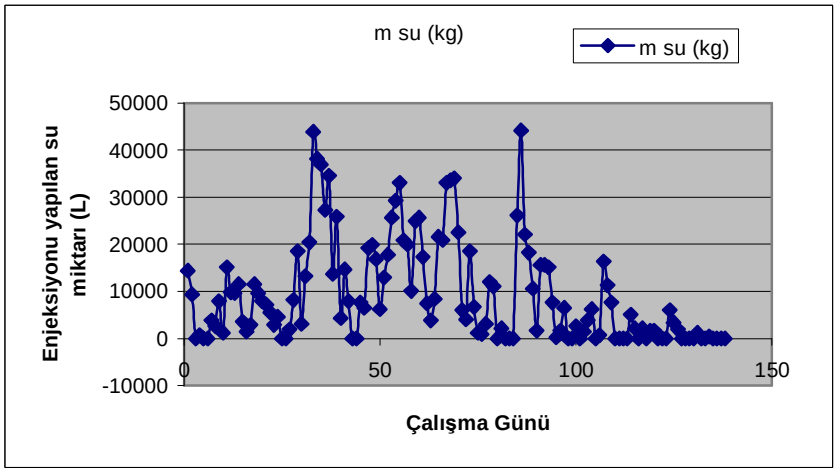
Şekil 4.44'te ise 2005-2006 kışı ayları soğuk depolama amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı verilmektedir. Sıcak geri kazanım işlemi ile paralel olan çalışma saatleri dış ortam sıcaklığı 10 ^{0}C'nin altına düştüğü saatlerde çalışmıştır.

Şekil 4.45'te ise soğuk depolama amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı verilmiştir.

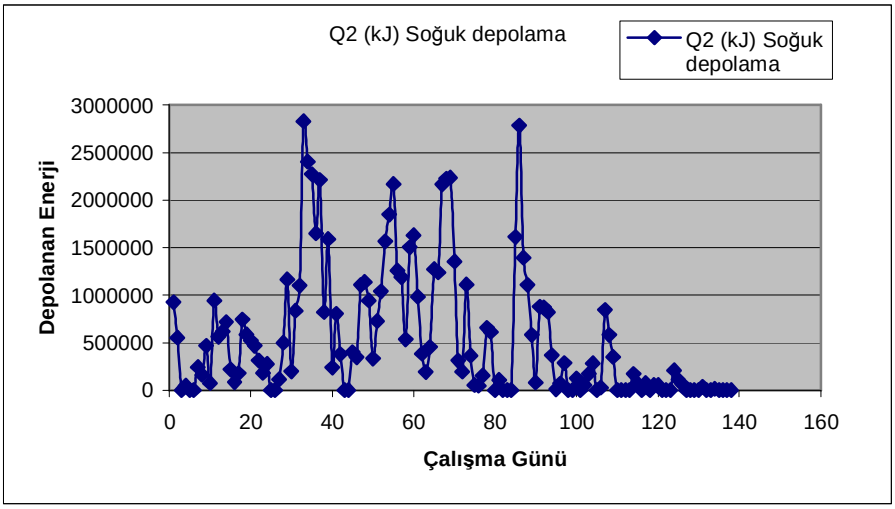
Şekil 4.46'te 2005-2006 kış aylarında soğuk depolanan enerjinin günlere göre dağılımı verilmektedir. Sistemin soğuk depoladığı enerjinin günlere göre dağılımı Çizelge 4.15' te sayısal olarak verilmiştir.



Şekil 4.44: 2005-2006 kışı ayları soğuk depolama amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı



Şekil 4.45: Sıcak geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı



Şekil 4.46: 2005-2006 kış aylarında soğuk depolanan enerjinin günlere göre dağılımı

Sıcak geri kazanım işlemine paralel olarak yapılan soğuk depolama işlemi 24 Kasım 2005 tarihi ile 10 Nisan 2006 tarihleri arasındaki 138 gün sürmüştür. Ölçüm grafikleri günlere bağlı olarak Çizelge 4.16'te verilmiştir. Ayrıca soğuk depolama yapılan günlerde alınan ölçümler ile elde edilen grafikler yine günlere bağlı olarak Ek 2'de verilmiştir. Soğuk depolama işlemi boyunca sistem 23.835 dakika çalışmıştır. Bu süre boyunca elde edilen sıcaklık farkı yaklaşık 11.17 ^{0}C dir. 1.282.320 Litre su popaj ile sıcak kuyudan alınmış soğuk kuyuya enjekte edilmiştir. Depolanan soğuk enerji miktarı ise 76.002.040 kJ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16: 2005-2006 kış aylarında soğuk depolama günlük dağılımı

Çalışma Günü	Tarih	Çalışma Süresi (dk)	Çalışma Süresi (saat)	m_{su} (kg)	$T_{Enjeksiyon}$ (^{0}C)	Δt (^{0}C) Ort.	Q (kJ) Soğuk Depolama
1	24.11.2005	300	5	14400	9.41	15.36	925.876
2	25.11.2005	195	3.15	9360	10.32	14.13	553.600
3	26.11.2005	0	0	0	0	0	0
4	27.11.2005	15	0.15	720	9.17	15.59	46.900
5	28.11.2005	0	0	0	0	0	0
6	29.11.2005	0	0	0	0	0	0
7	30.11.2005	80	1.2	3840	9.76	15.09	242.560
8	01.12.2005	55	0.55	2640	9.72	14.5	160.200
9	02.12.2005	165	2.45	7920	10.44	14.11	467.700
10	03.12.2005	25	0.25	1200	9.54	14.62	73.400
11	04.12.2005	315	5.15	15120	9.97	14.88	941.700
12	05.12.2005	205	3.25	9840	10.77	13.68	563.400
13	06.12.2005	200	3.2	9600	9.54	15.37	617.600
14	07.12.2005	240	4	11520	9.48	14.85	716.100
15	08.12.2005	75	1.15	3600	10.1	14.46	217.900
16	09.12.2005	30	0.3	1440	10.12	13.99	84.300
17	10.12.2005	60	1	2880	9.56	14.86	179.100
18	11.12.2005	240	4	11520	9.54	15.44	744.500
19	12.12.2005	200	3.2	9600	9.98	14.56	585.100
20	13.12.2005	165	2.45	7920	9.21	15.77	522.800
21	14.12.2005	150	2.3	7200	9.23	15.49	466.800
22	15.12.2005	115	1.55	5520	11.29	13.54	312.800
23	16.12.2005	60	1	2880	9.15	15.13	182.400
24	17.12.2005	95	1.35	4560	10.39	14.43	275.400
25	18.12.2005	0	0	0	0	0	0
26	19.12.2005	0	0	0	0	0	0
27	20.12.2005	40	0.4	1920	9.77	14.31	115.000
28	21.12.2005	170	2.5	8160	10.29	14.57	497.600
29	22.12.2005	385	6.25	18480	9.64	15.08	1.166.500
30	23.12.2005	65	1.05	3120	9.46	15.11	197.300
31	24.12.2005	275	4.35	13200	9.33	15.09	833.800
32	25.12.2005	425	7.05	20400	11.32	12.89	1.100.700
33	26.12.2005	915	15.25	43920	9.45	15.38	2.827.500
34	27.12.2005	795	13.15	38160	9.88	15.05	2.404.000
35	28.12.2005	770	13	36960	10.2	14.68	2.271.200
36	29.12.2005	570	9.3	27360	10.18	14.4	1.649.200
37	30.12.2005	720	12	34560	9.12	15.3	2.213.400
38	31.12.2005	285	4.45	13680	10.63	14.34	821.100
39	01.01.2006	540	9	25920	10.31	14.64	1.058.084
40	02.01.2006	90	1.3	4320	11.12	13.14	237.60
41	03.01.2006	305	5.05	14640	11.38	13.15	805.800

42	04.01.2006	165	2.45	7920	12.52	11.49	380.900
43	05.01.2006	0	0	0	0	0	0
44	06.01.2006	0	0	0	0	0	0
45	07.01.2006	160	2.4	7680	12.06	12.43	399.600
46	08.01.2006	135	2.15	6480	11.46	12.74	345.500
47	09.01.2006	400	6.4	19200	10.82	13.8	1.109.100
48	10.01.2006	415	6.55	19920	11.12	13.64	1.137.300
49	11.01.2006	350	5.5	16800	11.34	13.4	942.300
50	12.01.2006	130	2.1	6240	11.7	12.82	334.800
51	13.01.2006	270	4.3	12960	11.22	13.41	727.500
52	14.01.2006	370	6.1	17760	10.82	13.99	1.040.000
53	15.01.2006	535	8.55	25680	10.41	14.57	1.566.200
54	16.01.2006	610	10.1	29280	9.96	15.08	1.848.200
55	17.01.2006	690	11.3	33120	9.36	15.64	2.168.300
56	18.01.2006	435	7.15	20880	10.3	14.4	1.258.600
57	19.01.2006	415	6.55	19920	10.59	14.27	1.189.900
58	20.01.2006	210	3.3	10080	11.31	12.71	536.200
59	21.01.2006	520	8.4	24960	10.44	14.42	1.506.600
60	22.01.2006	535	8.55	25680	9.8	15.17	1.630.700
61	23.01.2006	360	6	17280	11.02	13.6	983.700
62	24.01.2006	155	2.35	7440	11.45	12.32	383.600
63	25.01.2006	80	1.2	3840	11.35	11.87	190.800
64	26.01.2006	175	2.55	8400	11.14	12.95	455.300
65	27.01.2006	450	7.3	21600	10.87	14.06	1.271.200
66	28.01.2006	435	7.15	20880	10.69	14.17	1.238.500
67	29.01.2006	690	11.3	33120	9.43	15.61	2.164.100
68	30.01.2006	700	11.4	33600	9.22	15.82	2.225.000
69	31.01.2006	710	11.5	34080	9.34	15.66	2.234.000
70	01.02.2006	470	7.5	22560	10.49	14.32	1.352.300
71	02.02.2006	125	2.05	6000	11.77	12.41	311.600
72	03.02.2006	85	1.15	4080	11.88	11.53	196.900
73	04.02.2006	385	6.25	18480	10.4	14.38	1.112.300
74	05.02.2006	140	2.2	6720	11.18	12.9	362.800
75	06.02.2006	25	0.25	1200	11.54	10.58	53.100
76	07.02.2006	20	0.2	960	11.5	11.6	46.600
77	08.02.2006	65	1.05	3120	11.44	11.88	155.100
78	09.02.2006	250	4.1	12000	11.35	13.09	657.500
79	10.02.2006	230	3.5	11040	11.37	13.23	611.400
80	11.02.2006	0	0	0	0	0	0
81	12.02.2006	45	0.45	2160	11.74	12.03	108.700
82	13.02.2006	0	0	0	0	0	0
83	14.02.2006	0	0	0	0	0	0
84	15.02.2006	0	0	0	0	0	0

85	16.02.2006	545	9.05	26160	10.2	14.74	1.614.100
86	17.02.2006	920	15.2	44160	9.37	15.07	2.785.700
87	18.02.2006	460	7.4	22080	9.7	15.07	1.392.800
88	19.02.2006	380	6.2	18240	10.27	14.5	1.107.100
89	20.02.2006	220	3.4	10560	11.31	13.17	582.100
90	21.02.2006	35	0.35	1680	11.9	11.48	80.700
91	22.02.2006	325	5.25	15600	10.26	13.44	877.600
92	23.02.2006	325	5.25	15600	10.41	13.33	870.400
93	24.02.2006	315	5.15	15120	10.62	12.97	820.900
94	25.02.2006	160	2.4	7680	11.7	11.4	366.400
95	00.01.1900	5	0.05	240	11.37	10.02	10.000
96	27.02.2006	35	0.35	1680	11.39	9.88	69.400
97	28.02.2006	135	2.15	6480	11.68	10.58	286.900
98	01.03.2006	0	0	0	0	0	0
99	02.03.2006	0	0	0	0	0	0
100	03.03.2006	55	0.55	2640	10.31	11.31	124.900
101	04.03.2006	0	0	0	0	0	0
102	05.03.2006	30	0.3	1440	11.43	8.78	52.900
103	06.03.2006	80	1.2	3840	11.27	10.77	173.1100
104	07.03.2006	130	2.1	6240	11.26	10.8	282.100
105	08.03.2006	0	0	0	0	0	0
106	09.03.2006	15	0.15	720	10.47	8.7	26.200
107	10.03.2006	340	5.4	16320	10.35	12.36	844.300
108	11.03.2006	235	3.55	11280	10.23	12.35	583.100
109	12.03.2006	160	2.4	7680	11.15	10.89	350.000
110	13.03.2006	0	0	0	0	0	0
111	14.03.2006	0	0	0	0	0	0
112	15.03.2006	0	0	0	0	0	0
113	16.03.2006	0	0	0	0	0	0
114	17.03.2006	105	1.45	5040	11.27	8.1	170.800
115	18.03.2006	45	0.45	2160	10.87	7.35	66.400
116	19.03.2006	0	0	0	0	0	0
117	20.03.2006	45	0.45	2160	10.97	8.17	73.800
118	21.03.2006	0	0	0	0	0	0
119	22.03.2006	35	0.35	1680	11.02	7.6	53.400
120	23.03.2006	35	0.35	1680	11.35	7.69	54.000
121	24.03.2006	0	0	0	0	0	0
122	25.03.2006	0	0	0	0	0	0
123	26.03.2006	0	0	0	0	0	0
124	27.03.2006	125	2.05	6000	11.04	8.26	207.400
125	28.03.2006	70	1.1	3360	11.07	8	112.500
126	29.03.2006	40	0	1920	11.11	7.76	62.300
127	30.03.2006	0	0	0	0	0	0

128	31.03.2006	0	0	0	0	0	0
129	01.04.2006	0	0	0	0	0	0
130	02.04.2006	0	0	0	0	0	0
131	03.04.2006	25	0.25	1200	11.28	7.14	35.800
132	04.04.2006	0	0	0	0	0	0
133	05.04.2006	0	0	0	0	0	0
134	06.04.2006	10	0.1	480	11.39	7.3	14.600
135	07.04.2006	0	0	0	0	0	0
136	08.04.2006	0	0	0	0	0	0
137	09.04.2006	0	0	0	0	0	0
138	10.04.2006	0	0	0	0	0	0

Pompa Debisi: 0.8 L/sn

Csu: 4,186 kJ/kg ^{0}C

Kullanılan bağıntı Q= m x c x Δt

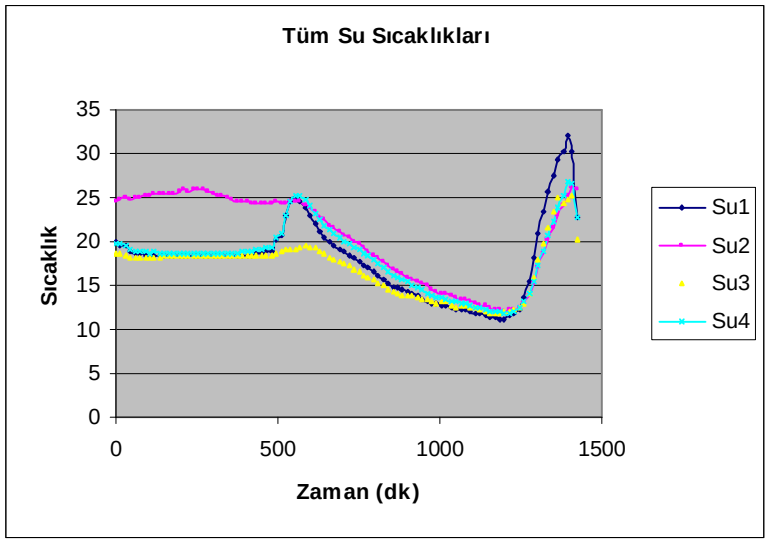
Sıcak kuyudan soğuk kuyuya yer değiştiren su miktarı: 1.282.320 kg

Depolanan toplam enerji miktarı: 76.002.040 kJ

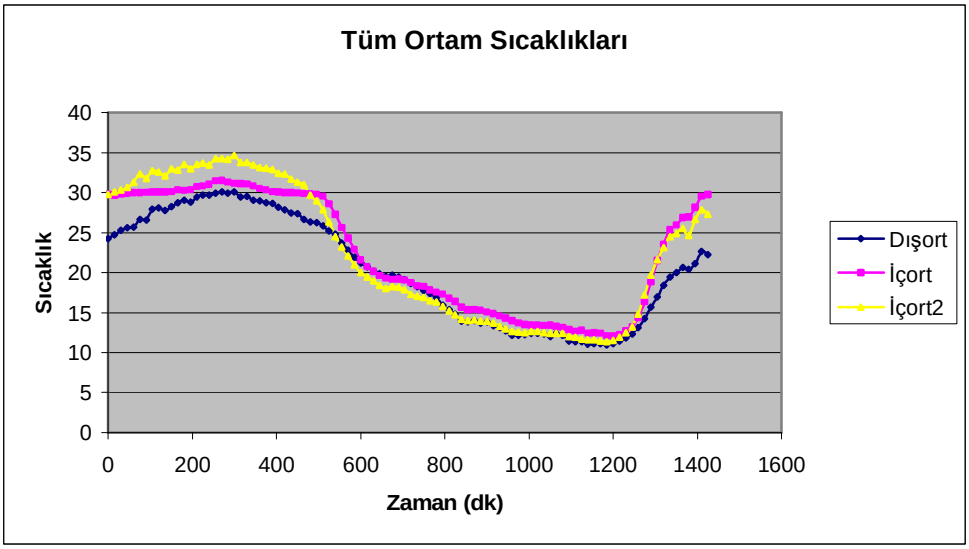
(Δt) olarak sıcak kuyudan gelen su sıcaklığı ile sera dışı ısı değiştiricilerden çıkıp soğuk kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklık farkı alınmıştır.

4.13. Soğutma

2005-2006 kış ayları boyunca dış ünite fan aracılığı ile soğuk kuyuda depolanan su, 2006 bahar aylarında çekilerek yine iç ünite fanlar aracılığı ile serinletmede kullanılmıştır. Şekil 4.47'de verilen grafik 10 Haziran 2006 sabah 9.$^{\underline{00}}$ ile 11 Haziran 2006 sabah 9:$^{\underline{00}}$ arasındaki 24 saatlik zaman dilimini kapsamaktadır. Şekil 4.47'de de görüleceği gibi kış ayları boyunca ortalama 10 ^{0}C enjeksiyon yapılan soğuk depodan bahar ayları boyunca yaklaşık 16-18 ^{0}C su gelmiştir. Şekil 4.47'de verilen grafik dikkatle incelendiğinde ise soğuk kuyudan gelen su (su 3) soğusunu bırakıp ısınarak 25 ^{0}C seviyelerine çıkarılarak sıcak kuyuya enjekte edilmiştir (su 2). Şekil 4.48'de ise tüm ortam sıcaklıklarını gösteren bir grafik verilmiştir. Şekil 4.48 yorumlandığında içort 1 adı ile adlandırılan ATED serası iç sıcaklığı kritik sıcaklık olan 30 ^{0}C nin üzerine gün boyunca çıkmamıştır. Buna karşılık soğutma yapılmayan ve iç ortam 2 adı ile karakterize edilen kotrol serası iç ortam sıcaklığı sıcaklığı ise 33-35 ^{0}C ye kadar çıkmıştır. Kısacası kontrol serası ile ATED serası arasında yaklaşık 3-5 ^{0}C fark elde edilmiştir. Bu da bitki verim parametrelerine bakıldığında ATED serasında verimin bahar aylarında bile kontrol serasından yüksek olduğu serinletme işleminin bir sonucu olarak düşünülmektedir.

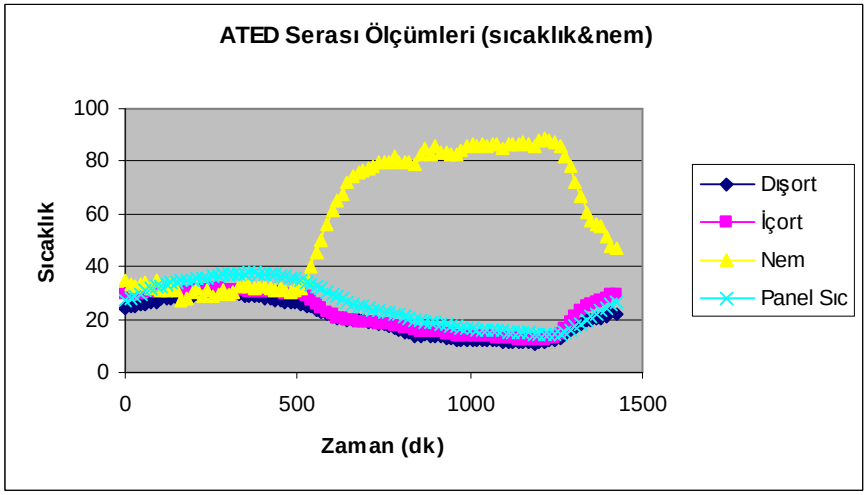


Şekil 4.47: 11 Haziran 2006 tarihli tüm su sıcaklıkları



Şekil 4.48: 11 Haziran 2006 tarihli tüm ortam sıcaklıkları

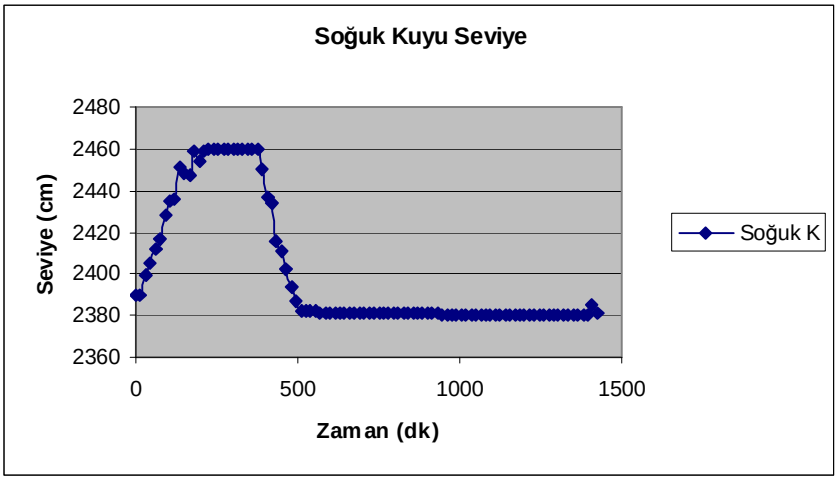
ATED serası içerisindeki sıcaklık bağıl nem ilişkisi ise Şekil 4.49'te verilmiştir. Bu ölçüm sonuçları kış aylarındaki ölçümler ile fazla bir farklılık göstermemiştir. Akşam güneşin batması ile birlikte düşen dış ortam sıcaklığına bağlı olarak nem yükselmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49:11 Haziran 2006 Tarihli sıcaklık&bağıl nem grafiği

Soğuk kuyudan alınan seviye sonuçlarıda Şekil 4.50'da verilmiştir. 23.80 cm olan kuyu seviyesi sistemin çalışıp su çekmeye başladığı zamanlarda 24.40 cm

seviyelerine kadar düşmüş yaklaşık 0.60 cmlik bir düşüm yaratmıştır. Sistemin çlışmadığı zamanlarda ise statik seviye 23.80 cm seviyelerinde sabit kalmıştır (Şekil 4.34).

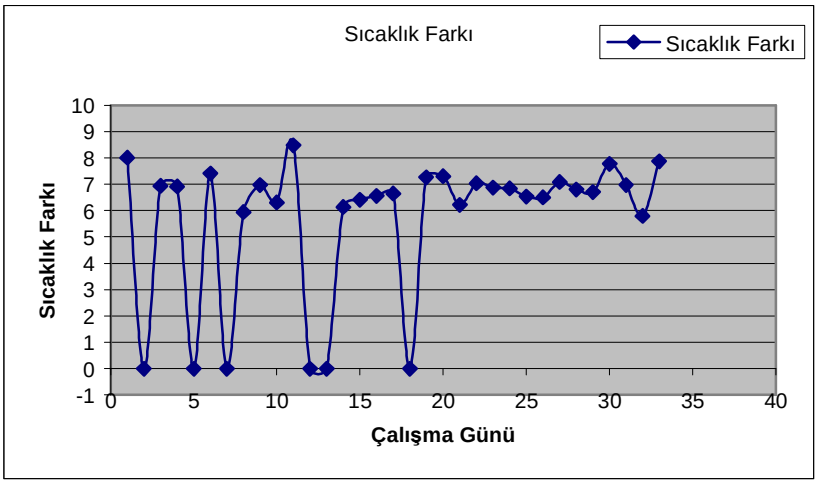


Şekil 4.50: 11 Haziran 2006 tarihli soğuk kuyu seviye grafiği (çekim kuyusu)

Soğuk geri kazanım işlemi hava sıcaklıklarının artması ile 14 Nisan 2006 tarihinde başlamıştır. Soğuk geri kazanım işlemi 5 gün çalışmış ve 19 Nisan 2006 tarihinde araştırma seralarında meydana gelen elektrik arızası sonucu 20 Mayıs 2006 tarihine kadar sistem çalışmamıştır. Arada geçen yaklaşık 1 aylık süre içerisinde hç bir ölçüm alınamamış sistemde çalışmamıştır. Ancak 20 Mayıs 2006 tarihinde giderilen arıza ile birlikte başlayan soğuk geri kazanım işlemi 15 Haziran 2006 tarihine kadar devam etmiştir. Anılan tarihler sırasında toplam olarak 32 günde 6885 dakika çalışan soğuk geri kazanım işlemi süresince 537030 Litre su soğuk depolama amaçlı kuyudan pompaj ile alınarak sıcak depolama amaçlı kuyuya enjekte edilmiştir. Bu enjeksiyon sırasında elde edilen ortalama sı sıcaklık farkı 7.08 ^{0}C olarak tespit edilmiş ve geri kazanılan soğuk enerji miktarı 15.117.783 kJ olarak hesaplanmıştır.

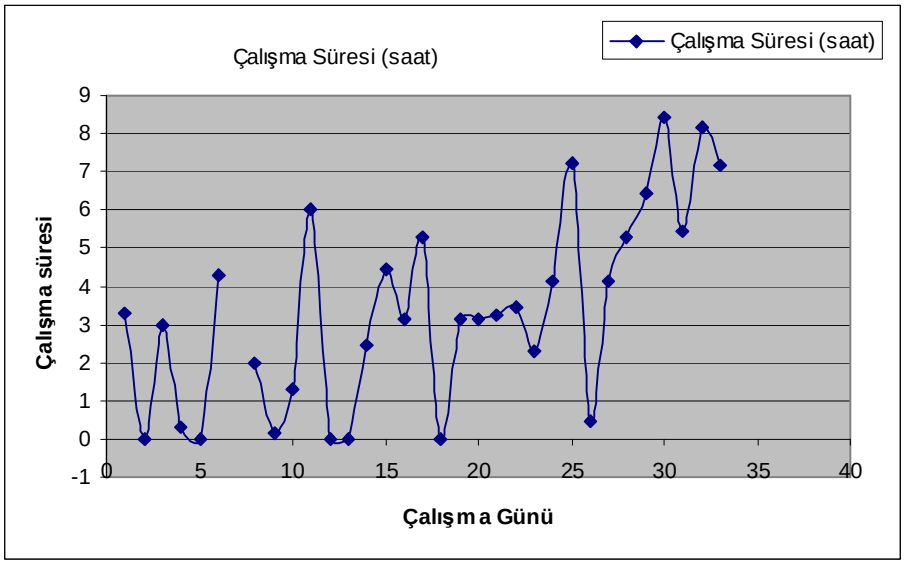
Ayrıca sistemin sezonluk performansını açısından Şekil 4.51'da soğuk kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, sıcak kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı verilmiştir.

Şekil 4.52'te 2006 bahar ayları soğuk geri kazanım amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı verilmektedir. Şekil 4.53'te ise soğuk geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı verilmiştir. Şekil 4.54'te 2006 bahar aylarında soğuk geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı verilmektedir.

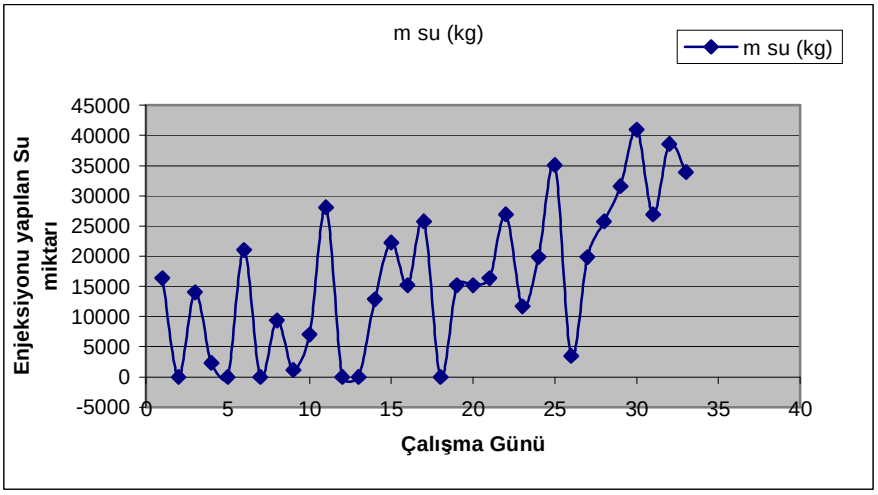


Şekil 4.51: Soğuk kuyudan geri kazanım amaçlı alınıp, sıcak kuyuya depolama amaçlı yollanan suyun sıcaklık farklarının günlere göre dağılımı

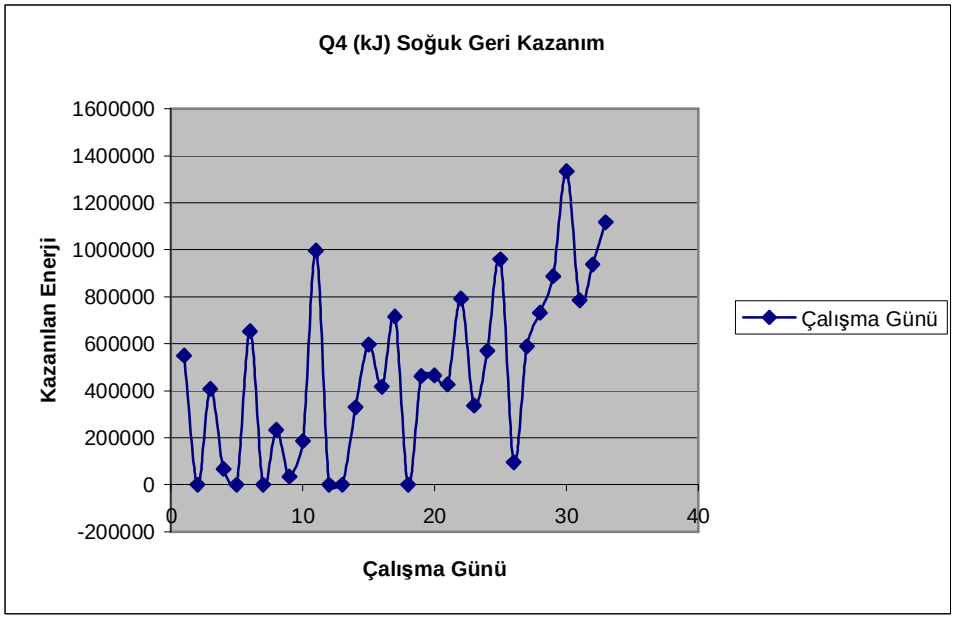
Özellikle Şekil 4.52, Şekill 4.53 ve Şekil 4.54'e bakıldığında yaz ayları ilerledikçe artan sıcaklık nedeni ile sistemin günlük çalışma sürelerinde ve geri kazanılan enerji miktarlarında artış eğilimi gözlemlenmektedir. Genel olarak bakıldığında depolanan soğuk enerji ile geri kazanılan soğuk enerjinin arasında 7 kata yakın bir oran bulunmaktadır. Bunun nedeni tam olarak depolama ve soğutma veriminden kaynaklanmamaktadır. Bu farkın ana nedeni sistemin elektrik arızası nedeni ile yaklaşık 1 ay çalışmamasıdır. Bu süreler sistem performasnı değerlendirilirken göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 4.52: 2006 bahar ayları soğuk geri kazanım amaçlı çalışma saatinin günlere göre dağılımı



Şekil 4.53: Soğuk geri kazanım amaçlı çekilen suyun miktarının günlere göre dağılımı



Şekil 4.54: 2006 bahar aylarında geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı

Sistemin soğuk geri kazandığı enerjinin günlere göre dağılımı Çizelge 4.17'da sayısal olarak verilmiştir. Ayrıca Ek 3'te Soğuk geri kazanım işlemi süresince alınan günlük verilerin grafikleri verilmiştir.

Çizelge 4.17**:** Soğuk geri kazanılan enerjinin günlere göre dağılımı

Çalışma Günü	Tarih	Çalışma Süresi (dk)	Çalışma Süresi (saat)	m su (kg)	T soğuk çekim (^{0}C)	Δt (^{0}C) Ort.	Q (kJ) Soğuk Geri Kazanım
1	14.04.2006	210	3.3	16380	16.86	8.01	549.200
2	15.04.2006	0	0	0	0	0	0
3	16.04.2006	180	3	14040	16.4	6.94	407.800
4	17.04.2006	30	0.3	2340	17.33	6.91	67.600
5	18.04.2006	0	0	0	0	0	0
6	19.04.2006	270	4.3	21060	16.71	7.41	653.200
Sistem	**1 ay**	**durdu!**					
7	20.05.2006	120	2	9360	17.5	5.94	232.700
8	21.05.2006	15	0.15	1170	16.9	6.97	34.100
9	22.05.2006	90	1.3	7020	17.02	6.31	185.400
10	23.05.2006	360	6	28080	17.17	8.48	996.700
11	24.05.2006	0	0	0	0	0	0
12	25.05.2006	0	0	0	0	0	0
13	26.05.2006	165	2.45	12870	17.44	6.13	330.200
14	27.05.2006	285	4.45	22230	17.43	6.42	597.400
15	28.05.2006	195	3.15	15210	17.46	6.56	417.600
16	29.05.2006	330	5.3	25740	17.63	6.64	715.400
17	30.05.2006	0	0	0	0	0	0
18	31.05.2006	195	3.15	15210	17.61	7.26	462.200
19	01.06.2006	195	3.15	15210	17.31	7.3	464.700
20	02.06.2006	210	3.25	16380	17.82	6.22	426.400
21	03.06.2006	345	3.45	26910	17.89	7.03	791.800
22	04.06.2006	150	2.3	11700	18	6.88	336.500
23	05.06.2006	255	4.15	19890	18.12	6.84	569.400
24	06.06.2006	450	7.2	35100	17.95	6.53	959.400
25	07.06.2006	45	0.45	3510	18.5	6.5	95.500
26	08.06.2006	255	4.14	19890	18.41	7.08	589.400
27	09.06.2006	330	5.3	25740	18.22	6.8	732.600
28	10.06.2006	405	6.45	31590	18.43	6.71	887.300
29	11.06.2006	525	8.45	40950	18.1	7.78	1.333.600
30	12.06.2006	345	5.45	26910	18.42	6.97	785.100
31	13.06.2006	495	8.15	38610	18.55	5.8	937.400
32	14.06.2006	435	7.15	33930	18.59	7.87	1.117.700

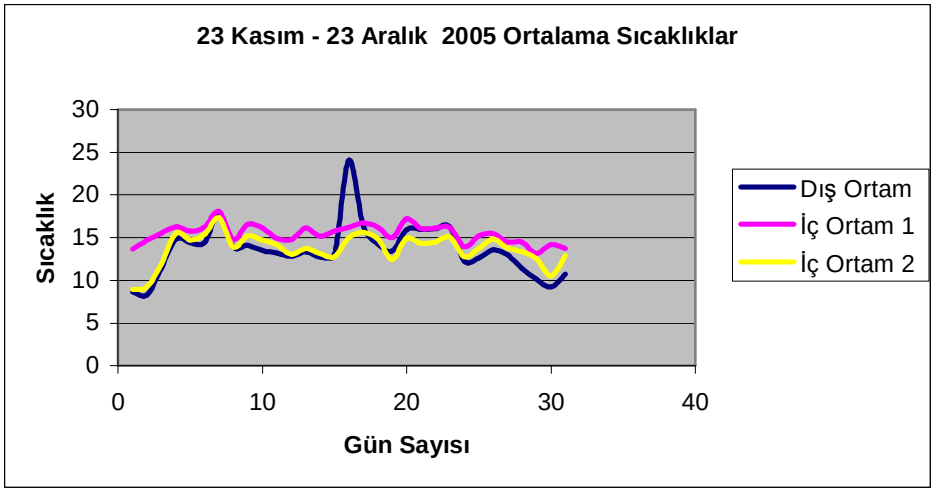
Pompa Debisi: 1.3 L/sn

Csu: 4,186 kJ/kg ^{0}C

Kullanılan bağıntı Q= m x c x Δt, Soğuk kuyudan sıcak kuyuya yer değiştiren su miktarı: 537030 kg. Geri kazanılan toplam enerji miktarı: 15.117.783 kJ. (Δt) olarak soğuk kuyudan gelen su sıcaklığı ile sera içi ısı değiştiricilerden çıkıp sıcak kuyuya enjekte edilen suyun sıcaklık farkı alınmıştır.

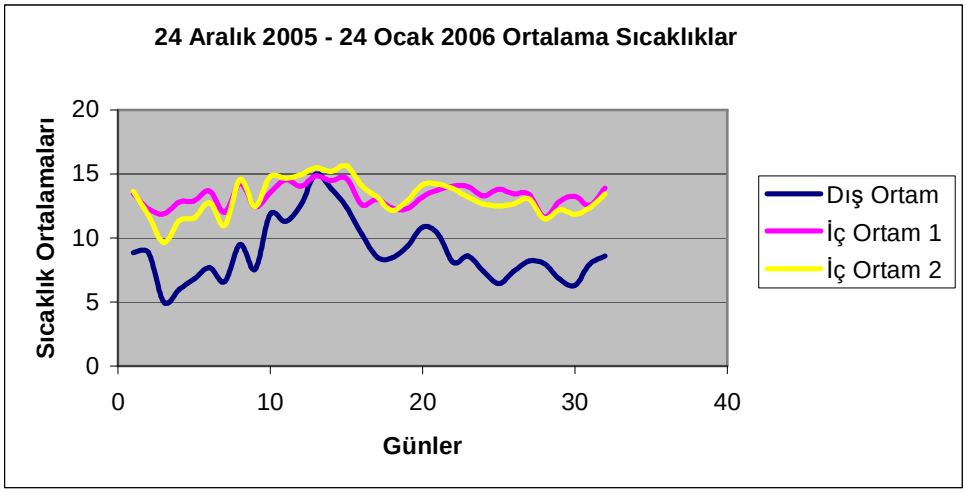
4.14. Aylık ortalama sıcakık verileri

Bitkisel yetiştiricilik süresince günlük olarak alınan ATED serası (İç Ortam 1), kontrol serası (İç Ortam 2) ve dış ortam (Dış Ortam) sıcaklıklarının ortalamalarıda hesaplanmıştır. Bu ortalamalar sırası ile Şekil 4.55, 4.56, 4,57 ve 4.58'de grafikler halinde verilmiştir. Bahsi geçen 4 grafiktede görüleceği gibi İç Ortam 1 olarak geçen ATED serası iç ortam sıcaklığı aylık ortalamalar bazında da kontrol serasından (iç ortam 2) genel olarak daha sıcak olmuştur. Ancak Ocak ve Şubat aylarında çok soğuk gecelerde fosil yakıtlı ısıtma sistemi iyi çalıştırılmış ve bağzı günlük ortalama sıcaklık değerleri ATED serasına göre kontrol serasında fazla olmuştur (Şekil 4.56 ve 4.57). Bu fazlalığa rağmen ATED serası kritik sıcaklığın altına hiçbir zaman düşmemiştir.

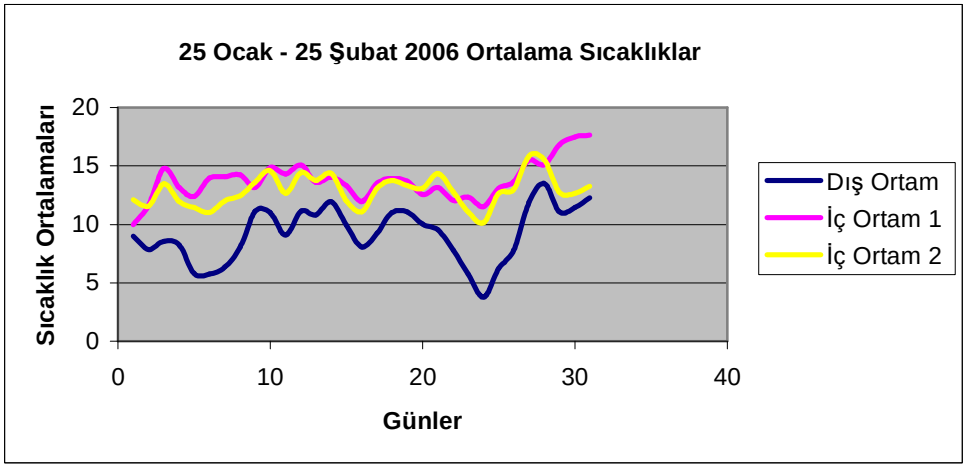


Şekil 4.55: 23 Kasım -23 Aralık 2005 sıcaklık ortalamaları

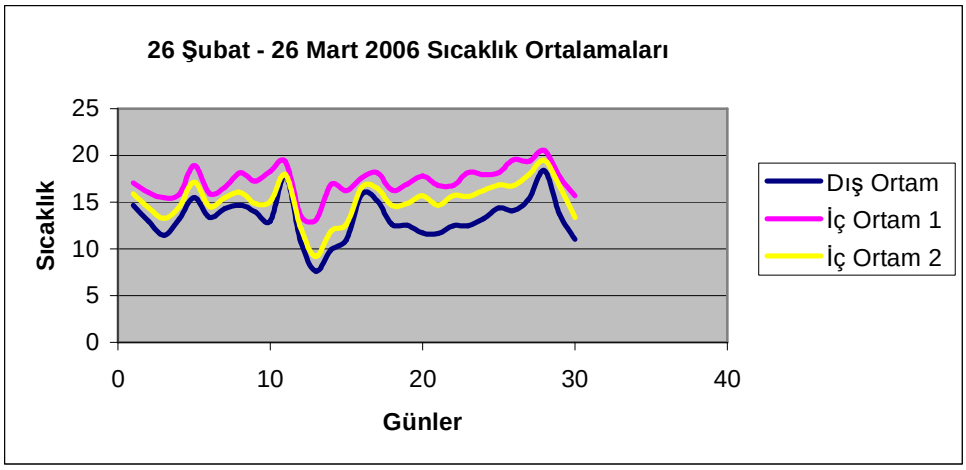
Kış mevsimi ilerledikçe dış ortam sıcaklığı ile seralar arasındaki sıcaklık ortalamaları farkı iyice belirgin hale gelmiştir (Şekil 4.55 ve 4.58). Aralık ve Şubat aylarında kış koşulları iyiden iyiye kendini hissettirmiştir. Bu şartlarda bile ATED serası ortalama sıcaklığı hem kontrol serasından hemde dış ortamdan yüksek olmuştur. Bu durum verim farklılığının başlıca sebebi olmuştur. Şubat ve Mart aylarında (Şekil 4.58) baharın yaklaşması ile birlikte yeniden seraların ortalama sıcaklıkları ile dış ortam ortalama sıcaklıkları birbirine yaklaşma eğilimi göstermiştir.



Şekil 4.56: 24 Aralık 2005 -24 Ocak 2006 sıcaklık ortalamaları



Şekil 4.57: 25 Ocak -25 Şubat 2006 sıcaklık ortalamaları



Şekil 4.58: 26 Şubat -26 Mart 2005 sıcaklık ortalamaları

4.15. Bitkisel Üretim

ATED sistemiyle ısıtılan seralarda, sağlanan enerji kazanımlarının deneysel olarak bitki gelişimine ve verimliliğine etkileri incelenmiştir. Şekil 4.59, 4.60, 4.61 ve 4.62'de değişik aşamaları gösterilen bu bitkili denemelerden oldukça iyi sonuçlar alınmıştır. Domates bitkilerinin dikimden 90, 135 ve 180 gün sonraki gelişme durumuna ilişkin vegetatif ve generatif veriler sırasıyla Çizelge 4.17, 4.18, 4.19' da gösterilmiştir. Her üç ölçüm tarihinde de ATED sistemiyle ısıtılan seralardaki bitkilerin gövde uzunlukları geleneksel sistemle ısıtılan seradaki bitkilerinkinden daha fazla olmuş, aradaki farklar da istatistiksel olarak önemlilik sınırları içinde çıkmıştır. Bitkilerdeki ortalama yaprak sayısı bakımından ilk iki dönemde seralar arasında fark görülmemiş, fakat son ölçüm tarihinde ATED serasında yaprak sayısının daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Bitki başına oluşan salkım sayısı ve salkım başına elde edilen ortalama meyve sayıları bakımından da ATED serasında diğer seradan daha yüksek değerler alınmıştır. Bitki gövde çapları ise iki serada birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Denemenin patlıcan bitkilerinde de domatestekine benzer şekilde olumlu sonuçlar alınmıştır. Çizelge 4.20, 4.21 ve 4.22'de de görülebileceği gibi ATED sistemi ile ısıtılan seralarda özellikle bitki boyu ve yaprak sayısı, dikimi izleyen 135. günden sonra istatistiksel düzeyde önemli ve anlamlı şekilde kontrol serasındakilerden yüksek olmuştur.

Çizelge 4.18. Projede yer alan her iki serada yetiştirilen domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 90 gün sonra (30/12/2005) ölçülen bitki büyüme parametreleri

	Bitki boyu (cm)	**Yaprak sayısı (adet/bitki)**	**Toplam salkım Sayısı(meyve+ çiçek) (adet/bitki)**	**Gövde çapı (mm)**	***Meyve sayısı (adet/salkım)***
Akifer	154.87 a	22.1	4.82	17.16 a	***5.13***
Kontrol	138.00 b	22.1	4.47	15.96 b	***5.02***
Önemlilik	%1	Ö.D	Ö.D	%5	***Ö.D***
Kontrol serasına göre % fark	***11***	***0***	***7***	***7***	***2***





Şekil 4.59, Şekil 4.60: ATES serasının dikimden bir ay sonraki görünümü ve sıcak hava dağıtımında kullanılan polietilen kanallar





Şekil 4.61:ATES serasının dikimden 3 ay sonraki görünümü Şekil 4.62: Kontrol serası dikimden 3 ay sonraki görünüm.

Seralar bilindiği gibi durağan ortamlardır. Dış ortamdan bağımsız olduklarından tozlaşmada problem yaşanmamsı adına arılar kullanılmıştır. Hem domates hemde patlıcan bitkilerinin tozlaşmasını kolaylaştırmak için Boumbus arıları hem ATED serasına hemde kontrol serasına yerleştirilmiştir (Şekil 4.63)

Çizelge 4.19. Projede kullanılan seralarda domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 135 gün sonra (16 Şubat 2006) ölçülen bitki büyüme parametreleri

	Bitki Boyu (cm)	**Yaprak Sayısı (adet/bitki)**	**Toplam Salkım Sayısı(meyve+çiçek) (adet/bitki)**	**Gövde çapı (mm)**	**Meyve sayısı (adet/salkım)**
Akifer	205.85 a	29.50	7.36 a	18.77	5.45
Kontrol	182.22 b	29.45	6.75 b	17.80	5.06
Önemlilik	% 5	Ö.D.	%1	Ö.D.	Ö.D.
Kontrol serasına göre % fark	12	0.2	8	5	7

Çizelge 4.20: Domates bitkilerinde dikimden yaklaşık 180 gün sonra (06 Nisan 2006) kaydedilen bitki büyüme parametreleri

	Bitki boyu (cm)	**Yaprak sayısı (adet/bitki)**	**Toplam Salkım Sayısı (meyve+çiçek) (adet/bitki)**	**Gövde çapı (mm)**	***Meyve sayısı (adet/salkım)***
Akifer	372.53 a	47.48	12.92 a	19.07	***11.58 a***
Kontrol	261.15 b	35.53	10.55 b	19.61	***7.58 b***
Önemlilik	%1	%5	%1	Ö.D.	***%1***
Kontrol serasına göre % fark	***43***	***28***	***18***	***-3***	***35***

Çizelge 4.21: Farklı yöntemlerle ısıtılan iki serada yetiştirilen patlıcan bitkilerinde dikimden yaklaşık 90 gün sonra (30 Aralık 2005) ölçülen bitki büyüme parametreleri

	Bitki boyu (cm)	**Yaprak sayısı (adet/bitki)**	**Çiçek Sayısı (adet/bitki)**	***Gövde çapı (mm)***
Akifer	72.28	25.05	4.88	***19.45***
Kontrol	61.82	23.27	4.73	***18.66***
Önemlilik	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	***Ö.D.***
Kontrol serasına göre % fark	***15***	***7***	***3***	***4***

Çizelge 4.22: Patlıcan bitkilerinde dikimden 135 gün sonra (16 Ocak 2006), kaydedilen bitki büyüme parametreleri

	Bitki boyu (cm)	**Yaprak sayısı (adet/bitki)**	**Meyve sayısı (adet/bitki)**	**Çiçek sayısı (adet/bitki)**	***Gövde çapı (mm)***
Akifer	88.61 a	28.71 a	2.53	5	***21.35***
Kontrol	68.88 b	25.53 b	1.53	5.1	***21.34***
Önemlilik	%1	%5	Ö.D.	Ö.D.	***Ö.D.***
Kontrol serasına göre % fark	***22***	***11***	***40***	***-2***	***0***

Çizelge 4.23. Patlıcan bitkilerinde, dikimden 180 gün sonra (06 Nisan 2006), kaydedilen bitki büyüme ve gelişme parametreleri

	Bitki boyu (cm)	**Yaprak sayısı (adet/bitki)**	**Meyve sayısı (adet/bitki)**	**Çiçek sayısı (adet/bitki)**	***Gövde çapı (mm)***
Akifer	138.16	82.95 a	5.88	10.75	***23.22***
Kontrol	122.16	53.90 b	4.33	11.00	***23.22***
Önemlilik	Ö.D.	%1	Ö.D.	Ö.D.	***Ö.D.***
Kontrol serasına göre % fark	***12***	***35***	***26***	***-2***	***1***

Farklı iki serada büyüyen bitkilerin gelişmelerini karşılaştırmanın en güvenli yöntemi onların biyomaslarının, yani üretebildikleri toplam yaş ve/veya kuru madde miktarlarının karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla her iki türde de dikimi izleyen 90. günde ve ayrıca hasatların sonlandırıldığı domateste dikim tarihinden itibaren 175. gün, patlıcanda ise 216. günde bitki sökümleri yapılmıştır. Sökülen bitkilerdeki toplam yaş ve kuru ağırlık sonuçlarından alınan bulgulara baktığımızda, her ölçüm

döneminde ve her iki türde de ATED sistemiyle ısıtılan seralarda toplam bitki yaş ve kuru ağırlıklarının konvansiyonel ısıtma uygulanan seradakilerden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Farklılıklar, 90. günde domateste taze ağırlık için %12 ve kuru ağırlık için %20, patlıcanda taze ağırlık için 23 ve kuru ağırlık için %46 olmuştur. Bu durum ikinci ve son sökümde de devam etmiş, ATED serasındaki bitkilerin toplam yaprak ağırlıkları domateste %36, patlıcanda %31 yüksek bulunmuştur. Gövde kuru ağırlığındaki farklar domates ve patlıcanda sırasıyla %4 ve %9; yaprak alanındaki farklar da %36 ve %31 çıkmıştır. Tüm bu veriler, ATED yöntemiyle ısıtılan seralarda bitkilerin diğer seradakilerden daha iyi geliştiğini, başka deyişle bu serada iklimlendirmenin daha iyi yapıldığını göstermektedir.

Denemeye alınan bitkilerin verimlerinde de bitki büyüme ve gelişmelerine paralel sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 4.63 ve 4.64'da sırasıyla domates ve patlıcan denemelerinden alınan aylık kümülatif verim değerleri sunulmaktadır. Şekilden anlaşılacağı gibi, domates bitkisinde sürekli olarak meyve verimi ATED serasında, kontrol serasından yüksek olmuş, aylara göre farklılık %27 ile %19 arasında değişmiştir. Patlıcan serasında ise verim farkı ilk dönemlerde belirgin olmuş, mevsimin ilerlemesi ile giderek fark azalmış ve en sonunda eşitlenmiştir.

Çizelge 4.24: Dikimden yaklaşık 90 gün sonra (03 Ocak 2006) Akifer ve Kontrol seralarından sökülen domates bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler

	Yeşil aksam taze ağırlık (g/bitki)	***Yeşil aksam kuru ağırlık (g/bitki)***
Akifer	1405	***143.93***
Kontrol	1258	***119.89***
Önemlilik	Ö.D	***Ö.D***
Kontrol serasına göre % fark	***12***	***20***

Çizelge 4.25: Dikimden yaklaşık 90 gün sonra (03 Ocak 2006) Akifer ve Kontrol seralarından sökülen patlıcan bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler

	Yeşil aksam taze ağırlığı (g/bitki)	***Yeşil aksam kuru ağırlık (g/bitki)***
Akifer	695.00 a	*103.35 a*
Kontrol	564.17 b	*70.72 b*
Önemlilik	%5	*%5*
Kontrol serasına göre % fark	***23***	***46***

Çizelge 4.26. Dikimden 175 gün sonra (03 Mart 2006), sökülen domates bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler

	Yaprak toplam taze ağırlık* (g/bitki)	**Gövde taze Ağırlık (g/bitki)**	***Toplam yaprak alanı** (cm^2/bitki)***
Akifer	2159 a	794	*33784*
Kontrol	1379 b	763	*21580*
Önemlilik	%1	Ö.D.	*%1*
Kontrol serasına göre % fark	***36***	***4***	***36***

*: Söküm tarihine kadar yapılan budamalar dahildir

**: Söküm tarihine kadar yapılan budamalar yaprak alanına dahildir.

Çizelge 4.27. Dikimden 216 gün sonra (14 Nisan 2006), sökülen patlıcan bitkilerinde kaydedilen biyomas gelişimine ait parametreler

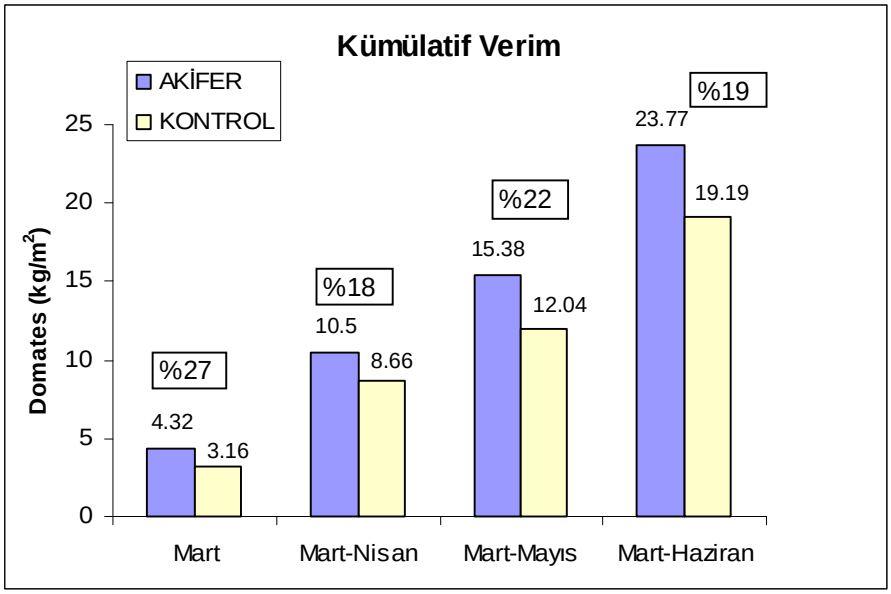
	Yaprak taze ağırlık* (g/bitki)	**Gövde taze Ağırlık (g/bitki)**	***Toplam yaprak alanı** (cm^2/bitki)*
Akifer	729 a	548	*26756 a*
Kontrol	506 b	500	*18559 b*
Önemlilik	%1	Ö.D.	*%1*
Kontrol serasına göre % fark	***31***	***9***	***31***

*: Söküm tarihine kadar yapılan budamalar dahildir

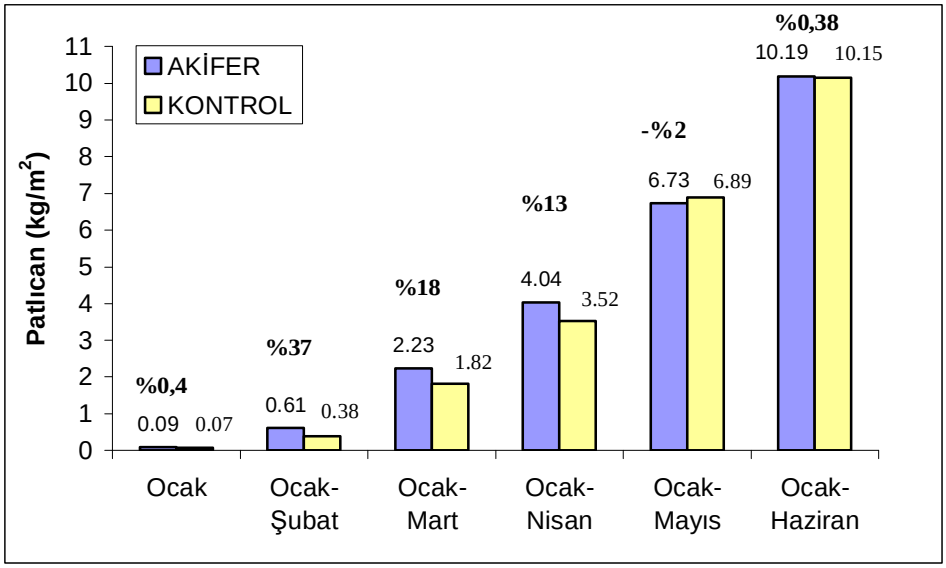
**: Söküm tarihine kadar yapılan budamalar yaprak alanına dahildir.



Şekil 4.63: Tozlaşma için kullanılan bombus arıları kovanı



Şekil 4.64: Domates seralarında hasadın başlangıcı Mart ayından itibaren kümülatif verim değerleri ve kontrol serasına göre Akiferde depolanan enerji ile ısıtılan serada % değişim miktarları



Şekil 4.65: Patlıcan seralarında hasadın başlangıcı Mart ayından itibaren kümülatif verim değerleri ve kontrol serasına göre Akifer serasında % değişim.

5.Sonuç ve Öneriler

5.1 Sıcak depolama ve geri kazanım

27 Temmuz 2005'te başlayan sıcak depolama işlemi 70 gün sürmüş ve 3 Ekim 2005'te mevsime bağlı olarak dış ortam sıcaklıklarının düşmesi ile tamamlanmıştır. ATED serası İç ortam sıcaklığı 40 ^{0}C'nin üzerine çıktığı zamanlarda çalışan sistem toplam olarak 26.595 dakika çalışmıştır. Bu süre içerisinde 2.110.901 Litre su, Soğuk kuyudan (TÜBİTAK-K1) alıp sıcak kuyuya (TÜBİTAK-K2) kuyusuna enjekte edilmiştir. Enjeksiyon süresinece elde edilen sıcaklık farkı ortalama 11.54 ^{0}C olup depolanan toplam enerji miktarı 103.877.123 kJ olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.1'de 2005 yaz aylarınca depolanan sıcak enerjiye ilişkin veriler bulunmaktadır.

Depolama işlemi tamamlandıktan sonra sıcak geri kazanım işleminin yapılacağı kış ayları beklenmiştir. ATED serası iç ortam sıcaklığı 11 ^{0}C ye ayarlanmış ve beklemeye başlanmıştır. 23 Kasım 2005 tarihinde dış ortam sıcaklıklarının düşmesi ile birlikte güneş batımını takiben iç ortam sıcaklığı kritik sıcaklığın altına düşmüş ve sistem otomatik olarak sıcak depolama amaçlı TÜBİTAK-K2 kuyusundan su çekmeye başlamıştır. Bu tarihten itibaren 138 gün boyunca çalışan ve 10 Nisan 2006 tarihinde sonlanan sıcak geri kazanım aracılığı ile 360 m^2 yüzey alanına sahip deney serası iç sıcaklığı istenilen optimum sıcaklıklarda tutulmuştur. Bu sıcaklık hiç bir gün belirlenen seviyenin altına düşmemiştir. Bu işlem için sadece bir önceki yazdan depolanan enerji kullanılmış ve hiç fosil yakıt kullanılmamıştır. Geri kazanım işlemi süresince sıcak kuyudan 1.282.320 Litre su çekilmiştir. Bu çekim işlemi 23.835 dakikada tamamlanmıştır. Geri kazanılan enerji miktarı 58.711.432 kJ olup 11.17 ^{0}C sıcaklık farkı elde edilmiştir. Sıcak geri kazanım ile ilgili sayısal veriler Çizelge 5.2'de verilmiştir.

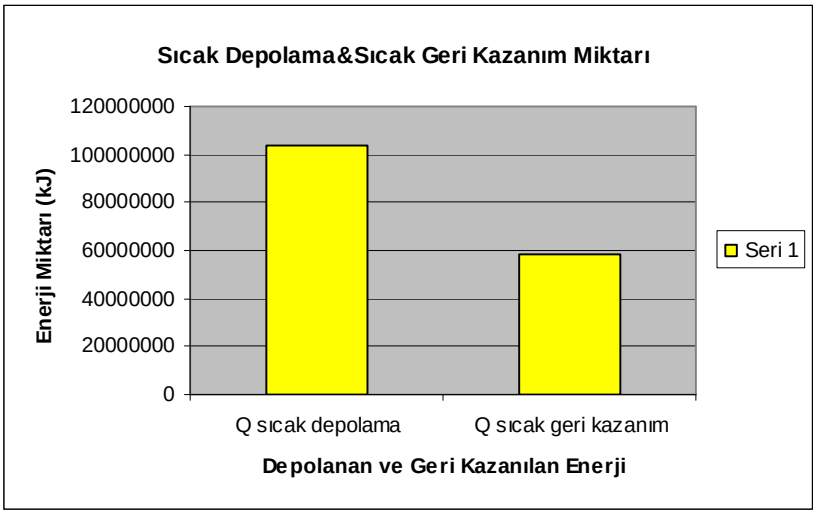
Bu durumda sıcak depolama ve geri kazanma işlemine ait depolama verimliliği [1]'nolu denklemde hesaplandığı gibi %56.52 olmuştur. Ayrıca ısıtma işleminden kaynaklanana sistem performansı (COP) 7.64 olarak hesaplanmıştır. [2] nolu denklem de ise COP hesabı için kullanılan bağıntı verilmiştir. [1] ve [2] nolu denklemin açılımı Materyal ve Metod kısmında verilmiştir. Şekil 5.12'de depolanan ve geri kazanılan sıcak enerjinin karşılaştırmalı grafiği verilmiştir.

Çizelge 5.1: 2005 Yaz ayları süresince yapılan depolamaya ilişkin veriler;

Sistemin Çalışma Tarihi	27 Temmuz 2005
Sistemin Durma Tarihi	3 Ekim 2005
Sistemin Çalışma Süresi	70 (gün)
Sistemin Çalışma Süresi	26.595 (dk)
Toplam Yer Değiştiren Su miktarı	2.110.901 (L)
Toplam Depolanan Enerji	103.877.123 (kJ)
Elde Edilen Ortalama Sıcaklık Farkı	11.54 (^{0}C)

Çizelge 5.2: 2005-2006 Kış aylarınca sıcak geri kazanılanma işlemine ilişkin veriler

Sistemin Çalışma Tarihi	24 Kasım 2005
Sistemin Durma Tarihi	10 Nisan 2006
Sistemin Çalışma Süresi	138 (gün)
Sistemin Çalışma Süresi	23.835 (dk)
Toplam Yer Değiştiren Su miktarı	1.282.320 (L)
Toplam Depolanan Enerji	58.711.432 (kJ)
Elde Edilen Ortalama Sıcaklık Farkı	11.17 (^{0}C)



Şekil 5.1: Sıcak depolama ve geri kazanım karşılaştırmalı grafiği

$$\text{Depolama Verimliliği (\%)} = \frac{58.711.432kJ}{103.877.123kJ} x100 = \%56 \quad [1]$$

$$\text{COP} = \frac{58.711.432kJ}{7.676.978,4kJ} = 7.54 \quad [2]$$

Çizelge 5.3: Isıtma sistemine ilişkin depolama verimliliği ve performans veriler.

Sıcak depolama&geri kazanım verimliliği	%56.52
Kayıp	%43.38
COP	7.6

Çizelge 5.3'te ısıtma sistemine ait sistem performans ve verim değerlendirmeleri verilmiştir.

5.2. Soğuk depolama ve geri kazanım

Sıcak geri kazanım işlemi yapılırken dış ortam ısısının 10 ^{0}C'nin altına düştüğü saatlerde, dış ortam ısı değiştiricide devreye sokularak soğuk depolama işlemi yapılmıştır. Dolayısı ile çalışma aralığı, çalışma süresi, çekilen su miktarı sıcak geri kazanım ile aynı değerlere sahiptir. Ancak elde edilen sıcaklık farkı 13.82 ^{0}C olup depolanan soğuk enerji miktarı 76.002.040 (kJ) olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.4'te soğuk depolama işlemine ilişkin sayısal veriler bulunmaktadır.

Bunun yanı sıra soğuk geri kazanım ya da soğutma işlemi ile ilgili Nisan, Mayıs ve Haziran aylarını kapsayan bahar aylarında sera içi sıcaklığın 30 ^{0}C nin üzerine çıktığı saatlerde soğutma sistemi devreye girmiş ve ATED serasının sıcaklığı 30 ^{0}C'nin üstüne çıkmadan tutulabilmiştir. Buna karşılık kontrol serasında iç sıcaklık 34-35 ^{0}C seviyelerine kadar çıkmıştır. Böylece serinletme bağlamında yaklaşık 4-5 ^{0}C lık bir sıcaklık farkı elde edilmiştir. Soğutma işlemi 14 Nisan 2006 ve 19 Nisan 2006 arsı ile 20 Mayıs 2006 ve 15 Haziran 2006 tarihleri arasında toplam 32 gün çalışmıştır. 19 Nisan 2006 ve 20 Mayıs 2006 tarihleri arasında araştırma alanında meydana gelen bir elektrik arızası nedeni ile sistem çalışmamış ve hiçbir ölçüm alınamamıştır. Sistemin çalıştığı toplam 32 gün boyunca 6885 dakika çalışan soğutma fanları, 15.678.065 kJ enerji geri kazanımı yapmıştır. Bu miktardaki enerji geri kazanımı için 537030 Litre su çekimi yapılmıştır. Elde edilen sıcaklık farkı ortalaması ise 7.08 ^{0}C dir. Soğuk geri kazanım işlemine ait sayısal veriler Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Soğutma işlemi verimliliği %20.62 [1] olmuştur. Yine aynı işlemin performansı (COP) 3.2 olarak hesaplanmıştır [2]. [1] ve [2] nolu denklemin açılımı Materyal ve Metod kısmında verilmiştir. Soğuk geri kazanım işleminin verimliliğin ve performansının sıcak geri kazanım verimliliğine göre göreceli olarak az çıkması ana nedeni, sistemin 1 ay boyunca elektrik arızası nedeni ile çalışmamasıdır. Eğer soğuk geri

kazanım sistemi 19 Nisan 2006- 20 Mayıs 2006 tarihlerinde de çalışsa idi bu iki rakam daha büyük olacaktı.

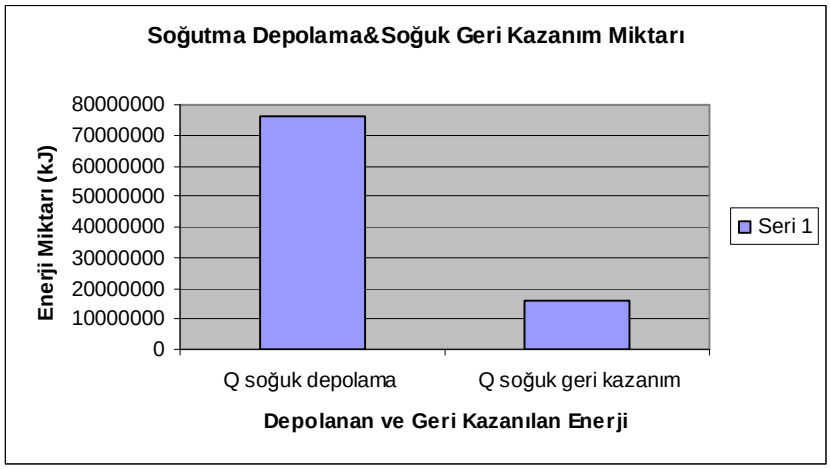
Çizelge 5.6'da soğutma sistemine ait sistem performans ve verim değerlendirmeleri ve Şekil 5.2'de soğuk depolama ve soğuk geri kazanım işleminin karşılaştırmalı grafiği verilmiştir.

Çizelge 5.4: 2005-2006 Kış aylarınca soğuk depolama işlemine ilişkin veriler

Sistemin Çalışma Tarihi	24 Kasım 2005
Sistemin Durma Tarihi	10 Nisan 2006
Sistemin Çalışma Süresi	138 (gün)
Sistemin Çalışma Süresi	23.835 (dk)
Toplam Yer Değiştiren Su miktarı	1.282.320 (L)
Geri Kazanılan Toplam Enerji	76.002.040 (kJ)
Elde Edilen Ortalama Sıcaklık Farkı	13.82 (^{0}C)

Çizelge 5.5: 2006 bahar aylarınca soğuk geri kazanım işlemine ilişkin veriler

Sistemin Çalışma Tarihi	14 Nisan 2006 20 Mayıs 2006
Sistemin Durma Tarihi	19 Nisan 2006 15 Haziran 2006
Sistemin Çalışma Süresi	32 (gün)
Sistemin Çalışma Süresi	6885 (dk)
Toplam Yer Değiştiren Su miktarı	537030 (L)
Geri Kazanılam Toplam Enerji	15.678.783 (kJ)
Elde Edilen Ortalama Sıcaklık Farkı	7.08 (^{0}C)



Şekil 5.2: Soğuk depolama ve geri kazanım karşılaştırmalı grafiği

$$\text{Depolama Verimliliği (\%)} = \frac{15.678.783kJ}{76.002.040kJ} x100 = \%20.62 \qquad [1]$$

$$\text{COP} = \frac{15.678.783kJ}{4.884.356,4kJ} = 3.21 \qquad [2]$$

Çizelge 5.6: Isıtma sistemine ilişkin depolama verimliliği ve performans veriler.

Soğuk depolama&geri kazanım verimliliği	%20.62
Kayıp	%79.37
COP	3.21

5.3. Karşılaştırmalı İşletme Maliyetleri

Bitkisel üretim başlığı altında verilen verim karşılaştırmalarına dayanılarak sistemin başarı ile uygulandığı ve sorunsuz çalıştığı söylenebilir. Her iki serada aynı şartlar altında ekilen ve bakılan bitkilerin morfolojik ve fizyolojik durumları ile verimleri ATED serası lehinde gelişmiştir. Ekonomik durum, bitkisel verim ve çevresel faydaların tam karşılaştırmalı sonuçları da hesaplanmış ve sistemin yararları ortaya çıkmıştır.

Kontrol serasında 2005-2006 kış ayları boyunca 2.3 ton 6 numara fuel-oil kullanılmıştır. Litresi 0.8 YTL olan bu yakıtın işletmeye toplam maliyeti 1.834 YTL olmuştur. Buna karşılık ATED serasında kullanılan elektrik miktarı ise 554 YTL [3] olmuştur. Bu hesaplama için 5 adet 350 W güçünde fan ve 2 adet 1 kW gücünde dalgıç pompanın çalışma süresi boyunca kullandığı elektrik enerjisi göz önünde bulundurulnuştur. Böylece enerji maliyeti ATED serasında, konvansiyonel seraya göre %70 daha az olmuştur. Şekil 5.3'de verilen her iki sistemin enerji kullanım maliyetleri karşılaştırmalı incelendiğinde kontrol serasında kullanılan sistem ile ısıtmanın, ATED

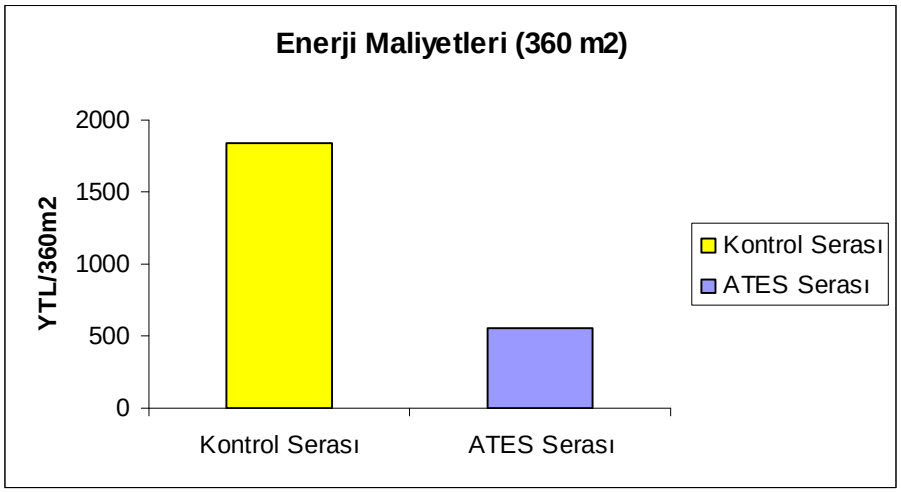
sistemine göre 3.2 kat daha pahalı olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşılık yıl sonunda domates verimi ATED serasında kontrol serasına göre toplamda mevsimlere göre %20-40 daha fazla olmuştur. Üstelik ATED siteminde kullanılan elektrik enerjisi ile bahar aylarında serinletme de yapılmıştır. Verim grafiğinde de görüldüğü gibi bahar aylarındaki bitkisel verim ATED serasında kontrol serasına göre yaklaşık %22 daha fazla olmuştur. Bu fark serinletme işleminin faydası olarak yorumlanabilir. Seralarda ısıtma yararları bilinen ve yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir. Ancak serinletme çok maliyetli olması nedeni ile tercih edilmemektedir. Özellikle serinletme işleminin yapıldığı Mart-Mayıs arasındaki domates verim farkı ATED serası lehine %22 civarındadır. Bu her iki sera arasında elde edilen en yüksek verim farklılığıdır. Şekil 4.64'te bulunan patlıcan verim grafiğine bakıldığında toplam verimde çok bir fark görünmese de erkencilik açısından Ocak-Şubat ve Ocak-Mart arasında verim farkı %30 lar civarında olduğu ölçülmüştür. Bu durum, patlıcanın en pahalı olduğu dönemde elde edilen yüksek verim, işletmenin karlılığını arttırması açısından önemlidir. Patlıcan bitkisinin minimum, optimum ve maksimum çalışma sıcaklıkları domatesten daha yüksektir. Bu nedenle de toplam verimde çok büyük farklar elde edilememiştir. Çünkü ATED serası domatesin minimum sıcaklık isteği olan 12 ^{0}C sıcaklığına ayarlanmıştır. Ayrıca, ilkbaharda sıcaklıklar yükseldiğinde fazla sıcaklıktan domates daha çok etkilenmiş, patlıcan ise yüksek sıcaklıklara tolerans gösterebilmiştir.

Kontrol sisteminde kullanılan fosil yakıt miktarı projeye başlarkan hesaplanan miktardan yaklaşık %17 kadar fazla olmuştur. Bunun nedeni olarak dağıtım sisteminin eski ve seranın kazandan oldukça uzak olması düşünülmektedir. Proje başında yapılan ısıtma yükü hesapları yeni ve verimli çalışan bir sisteme göre hesaplanmıştır.

ATED Elektrik İhtiyacı [3]

$$E=\frac{1\frac{kg}{s}xgx60m}{\%55}xt_s+\frac{1\frac{kg}{s}xgx60m}{\%55}t_w+350Wx5xt_s+350Wx4xt_w \quad 1\text{kWh} = 0.150\text{YTL}$$

554 YTL



Şekil 5.3: Karşılaştırmalı enerji gideri tablosu

5.4 Çevresel faydalar ve ekonomik karşılaştırma

1000 m^2 boyutundaki seranın, fosil yakıt ile iklimlendirilmesi sonucu açığa çıkan emisyon miktarları Çizlege 5.7'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre yılda 56 ton CO_2, 0.4 ton SO_x , 0.7 ton ise NO_x emisyonunda azalma sağlanmıştır. Türkiye'de hızla gelişen örtü altı tarım uygulamalarının tamamı olmasada bir kısmına ATED sisteminin entegre edilmesi durumunda elde edilebilecek çevresel faydalar büyük ölçüde olacaktır. Ayrıca Türkiye'de yapılan seracılıkta genelde fosil yakıt olarak düşük kalitede kömür kullanılmaktadır. Kömürün yakılması sonucu elde edilen küller başlı başına bir sorundur. Kalitesine göre yakılan kömür miktarının %10-15'ni oluşturan kül oranı hem ucuntu yaparak zarar vermektedir, hemde atık olarak bertaraf edilmesi ek maliyet ve zaman kaybına yol açmaktadır. Uçuntu yapan küller, çevredeki bitkilerin yeşil aksamını kaplamak kaydı ile verimli bir foto sentez yapımını önlemektedir. Oysa ATED sisteminin sera iklimlendirmesinde kullanılması sonucunda bu tip sorunlarda daha doğmadan önlenmiş olacaktır.

Ayrıca fosil yakıtın kotrolü ve yakılması için işçilik giderleri de işletmeye ek yük getirmektedir. ATED sisteminin kullanıması durumunda bu giderlerde söz konusu olmayacaktır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.7: ATED ile iklimlendirilen sera ile elde edilen emisyon azalmaları

Emisyon	**Azalma (ton/yıl)**
CO_2	56
SO_x	0.4
NO_x	0.7

Çizelge 5.8'de ise her iki sistemin ilk yatırım maliyeti, enerji giderlerini ve personel giderlerini göstermektedir. Bu tabloda 1000 m^2 sera için yatırım ve işletme giderleri baz alınmıştır. 1000 m^2, plastik kaplı, galvaniz boyalı çelik konstrüksiyonlu serlarda yatırım maliyeti 20.000 YTL/1000 m^2 olarak alınmıştır. Bu rakam 2007 yılı seracılık özel sektöründe yapılan fiyat araştırması sonucu bulunmuştur. Aynı ilk yatırım maliyeti ATED serasında kuyu ve ısı değiştirici giderleri göz önüne alındığında 30.000 YTL/1000 m^2 olarak alınmıştır. Bu tip seraların ve kuyuların ömrü iyi bir bakım ile 20 yıl olarak alınmış ve ilk yatırım maliyeti amortisman süresi olan 20 yıla bölünmüştür (Çizelge 5.8). Böylece sera kurulum maliyetinin yıllık payı bulunmuştur.

Çizelge 5.8: Her iki sistemin ekonomik karşılaştırmaları

	Kontrol Serası 1000 m^2 için	**ATES Serası 1000 m^2 için**
Sera Kurulum Maliyeti	20.000YTL / 20 yıl = 1000 YTL	30.000YTL / 20 yıl = 1500 YTL
Enerji Maliyeti	5.502	1.662
Personel	900	-
Toplam	**7.402**	**3.262**

Çizelge 5.8 yorumlanacak olduğunda ATED sistemini kullanan seranın, konvansiyonel sistem ile iklimlendirilen seraya göre ilk yatırım ve işletme giderleri açısından %56 daha ekonomik olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ATED sistemini kendisini 1 yılda geri ödediği görülmüştür. Bu ekonomik faydaya ek olarak elde edilen mevsimlere göre %20-40 fazla ürün ve çevresel faydalar (Çizelge 5.7) göz önünde bulundurulduğunda deneme amaçlı yapılan bu sistemin daha büyük ölçekte bir üretici ilefarklı bitki türlerinde de yapılmasında büyük fayda görülmektedir. Daha büyük ölçekte yapılacak bir uygulama projesinin başarısı, Türk sera sektörünün uluslararası pazarda rekabet gücünü arttıracağı gibi uluslar arası anlaşmalarla belirlenmiş zararlı emisyonların atmosfere salınımı ile ilgili önemli yol kat edileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ABAK, K., GÜLER, H.Y., BAYTORUN, N. (1995) "A comparative study in heated and unheated plastic greenhouses of the mediterranean coastal region of Turkey: tomato plant growth, yield dynamics, crop quality and fuel consumption." Acta Horticulturae 412, 335-341.

ALLEN, D.M., WOO, C., SHYMKO, G.F., MAYNARD, S. 2000, Operating Strategies for ATES in Areas with Non-idea Climates, Proc. of TERRASTOCAK 2000 8th International Conference on Thermal Energy Storage, Vol I, pp 93-98.

ANDERSSON O., (2003) "Cooling with Underground Thermal Energy Storage Applications in Sweden" Futurestock 2003 Congress. Warsaw, Poland, VI pp 25-30.

ANDERSSON, O., VE ANDERSSON, B., (2000). Collection of Geodata for UTES-Applications by the Use of Test Drilling. Proc. of TERRASTOCAK 2000 8th International Conference on Thermal Energy Storage, Vol I, pp 117-121

ANDERSSON (1997) ATES Utilization in Sweden- An Overview, Proc. of MEGASTOCK'97 7TH International Conference on Thermal Energy Storage, Vol.2, pp.925-930.

ANNEX 6 Final Report. International Energy Agency Energy Conservation trough Energy Storage Implementing Agreement (IEA ECES-IA).

ANNEX 8 Final Report. International Energy Agency Energy Conservation trough Energy Storage Implementing Agreement (IEA ECES-IA).

ANNEX 13 Text. International Energy Agency Energy Conservation trough Energy Storage Implementing Agreement (IEA ECES-IA).

ANNEX14 Final Report. International Energy Agency Energy Conservation trough Energy Storage Implementing Agreement (IEA ECES-IA).

BAKEMA, G., SNIJDERS, A.L. and NORDELL, B., 1995. Underground Thermal Energy Storage-State of the Art Report 1994, Arnhen, The Netherlands, 83p.

BAYTORUN N. VE ABAK K., (1995) "Seraların Kışın İklimlendirilmesi ve Denetimi Üzerinde Araştırmalar" TUBITAK Proje No: TOAG-993

CLAESSON, J., BENNET, J., PROBERT, T., (1996), Thermal Front Tracking Model using a Conformable flow technique. Lund, Group of Thermal Analyses of Ground Heat Systems. University of Lund Sweden.

ÇOBANOĞLU, D., 2001, Yüreğir İlçesi (Adana-Merkez) ve İncirlik Batısı Arasındaki Alanın Hidrojeolojik İncelemesi. Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Ana Bilim Dalı Lisans Tezi

DİKİCİ (1997) Yeraltında Termal Enerji Depolamasında Kimyasal Sorunlar. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı Master Tezi

DIRVEN P., GYSEN B., (2000) "Towards the growth of aquifer thermal energy storage in Flanders (Belgium) Terrastock 2000 Congress. Stuttgart Germany VI pp 30-36

DUPASQUIER, S., PARRIUAUX, A., 2000. Parametric Study of a Single-Well Seasonal ATES Proc. of TERRASTOCAK 2000 8th International Conference on Thermal Energy Storage, Vol I, pp 99-104.

E.İ.E.İ. (Elektrik İşletmeleri Etüd İdaresi) , 2000. Türkiye Enerji Raporu.

ELSWIJK, R., C., DRIJVER, B., JELLEMA, I., ve WILLEMSEN, A. 2000. Optimization of Well Field Configuration for ATES, Proc. of TERRASTOCAK 2000 8th International Conference on Thermal Energy Storage, Vol I, pp 105-110

GUIGUER, N., ve FRANTS, T., Visual MODFLOW for Windows, version 2.60. Waterloo Hydrogeologic Software. Waterloo-Canada

METEONORM, 2000, Global Meteorological Data Base for Solar Energy and Applied Climatology Version 4.0-Edition 2000 (Software).

PAKSOY H.Ö., (2003) International Energy Agency Energy Conservation through Energy Storage Implementing Agreement (IEA ECES-IA) Annex 14 "Cooling in all climates with thermal energy storage" Subtask 1 General State of-the-art-report (http://cevre.cu.edu.tr/annex14/)

PAKSOY H.Ö., TURGUT B., GÜRBÜZ Z., EVLİYA H., (2003) "First Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) Plant in Turkey" Futurestock 2003 Congress. Warsaw, Poland, VI pp 77-83.

PAKSOY H.O., ANDERSSON O., ABACI S., EVLİYA H., TURGUT B. (2000) "Heating and Cooling of a Hospital Using Solar Energy Coupled with Seasonal Thermal Energy Storage in an Aquifer" RENEWABLE ENERGY 19 117-122

PAKSOY (1998) Underground thermal energy storage - A choice for sustainable future, 17th Congress of the Word Energy Council, Houston Texas, 103-112.

PAKSOY, H.Ö., EVLIYA, H. and ABACI, Ş., (1997), "The underground thermal energy storage (UTES) potential in Turkey", Proc. MEGASTOCK'97 7TH International Conference on Thermal Energy Storage, pp. 949-954, Sapporo, Japan, 18-21 June.

SNIJDERS A.,'nın (2000) "Lessons from 100 ATES projects The developments of aquifer storage in the Netherlands" Terrastock 2000 Congress. Stuttgart Germany VI pp 147-152

SNIJDERS, A.L. ve BAKEMA, G., 1997. The Successful Introduction of Aquifer Cold Storage in the Netherlands, Proc. of MEGASTOCK'97 7TH International Conference on Thermal Energy Storage, Vol.2, pp.919-924.

TOKGÖZ H., (1995) "Doğu Akdeniz Yöresi İklim Koşullarına Uygun Sera Tiplerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma" Ç.Ü Ziraat Fakültesi / Tarımsal Yapılar ve Sulama 1995, Doktora, Sayfa Sayısı: 117, D.Baş No: 1869

ÜSTÜN S., (1998) "Sera Projelerinin Hazırlanmasına Yönelikbir Uzman Sistemin Oluşturulması" Ç.Ü. Ziraat Fakültesi / Tarımsal Yapılar ve Sulama Doktora, Sayfa Sayısı: 127, D.Baş No: 2973

ÜSTÜN S., (1993) “Çukurova Bölgesi'nde Farklı Sera İçi İklim Koşullarında Isı Gereksiniminin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma.” Ç.Ü. Ziraat Fakültesi / Tarımsal Yapılar ve Sulama Yüksek Lisans, Sayfa Sayısı: 95, D.Baş No: 1261

WU, X., MA J., Bink, B.,’nin (2000) “Aquifer Thermal Energy Storage Technique in China and Future Development” Terrastock 2000 Congress. Stuttgart Germany VI pp 69-73.

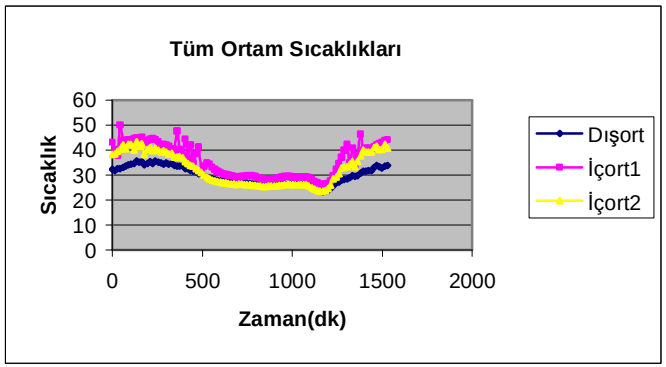
YETİŞ, C., DEMİRKOL, C., (1986), Adana Basenin Batı Kesiminin Detay Jeolojisi–I, MTAve Ç.Ü Müh-Mim Fak. Ortak Raporu, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

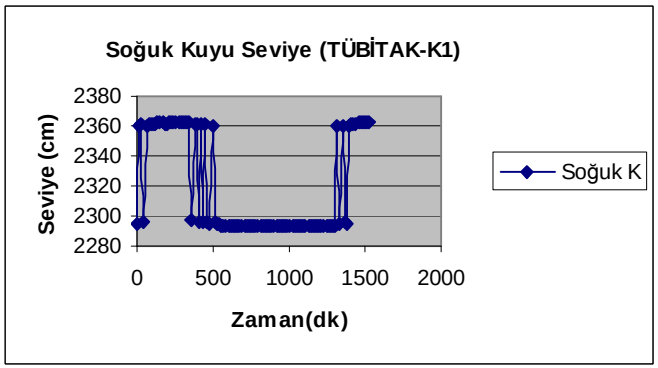
1975 Yılında Adana'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana'nın çeşitli okullarında tamamladıktan sonra 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladım. 1998 yılında tamamladığım lisans eğitiminden sonra 1999 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladım. 2002 yılında tamamladığım Yüksek lisans eğitiminin ardından yine aynı ana bilim dalında doktora programına başladım. Halen aynı anabilim dalında doktora eğitimime devam etmekteyim. Haziran 2000 yılından beri Çukurova Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü kadrosunda olup Yüksek Öğrenim Kanunu 13/B maddesi uyarınca Çukurova Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.

Ek 1: 2005 yılı yaz ayları sıcak depolama işlemi günlük alınan veriler grafikleri

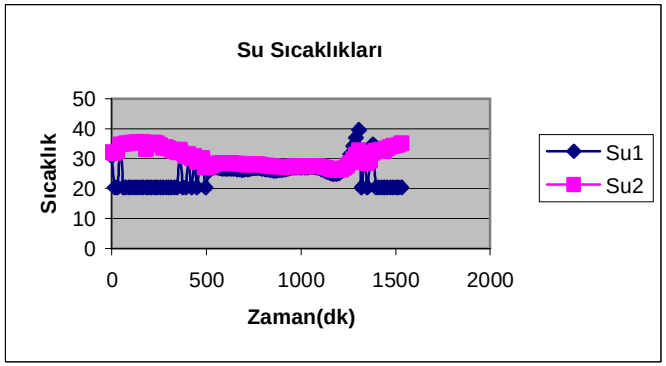
28 Temmuz (sabah 9.^{00}) - 29 Temmuz (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



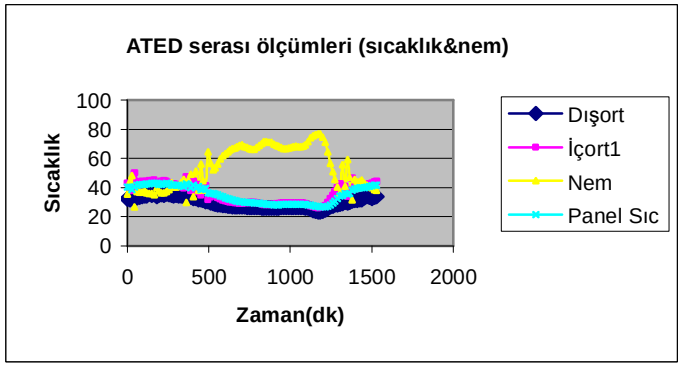
Şekil 1: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 2: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

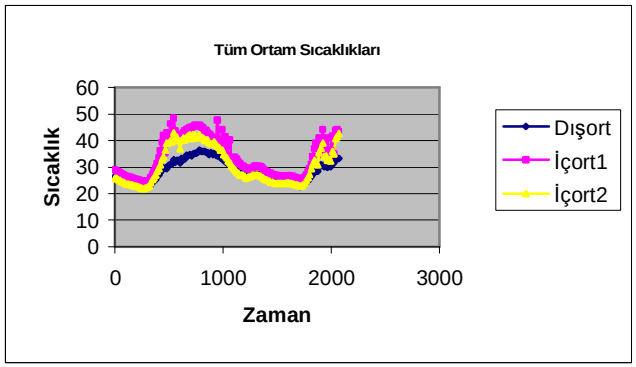


Şekil 3: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

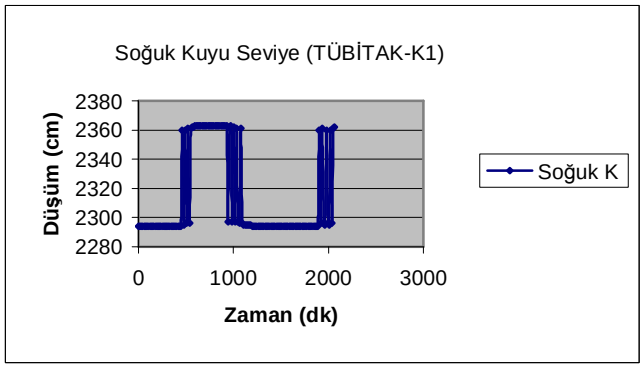


Şekil 4: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

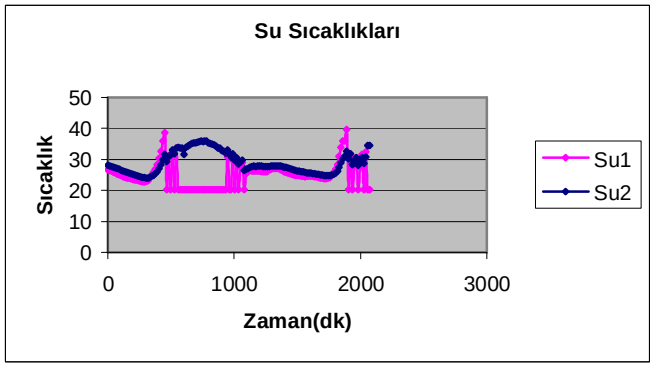
29 Temmuz (sabah 9.^{00}) - 30 Temmuz (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



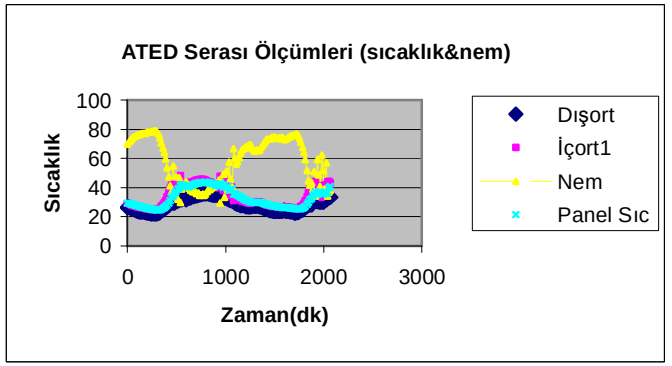
Şekil 5: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 6: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

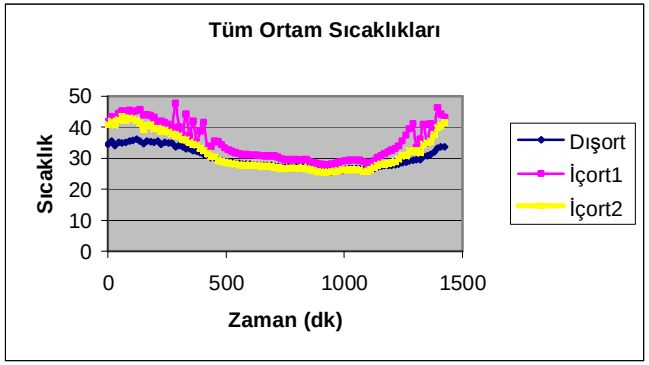


Şekil 7: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

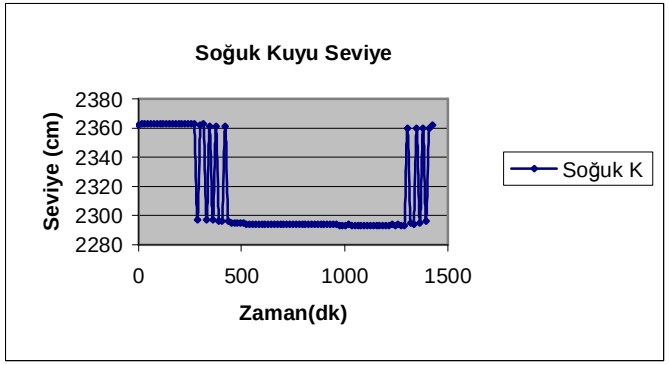


Şekil 8: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

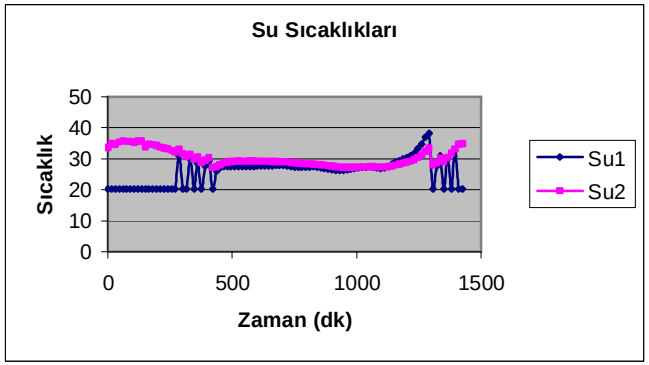
30 Temmuz (sabah 9.^{00}) - 31 Temmuz (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



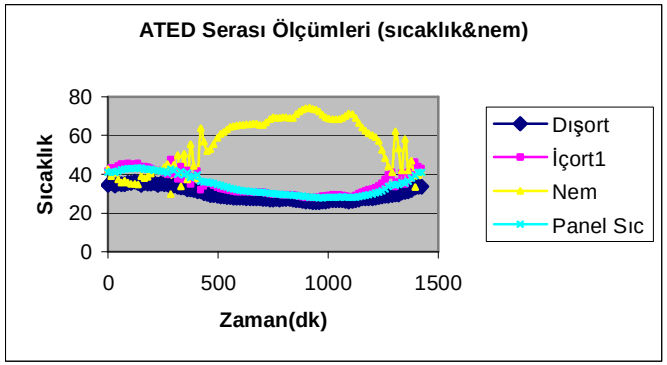
Şekil 9: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 10: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

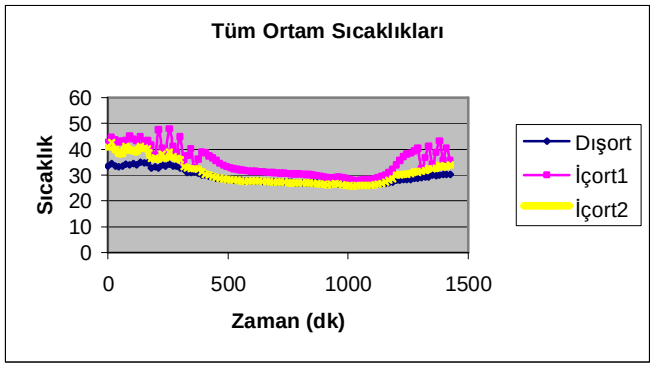


Şekil 11: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

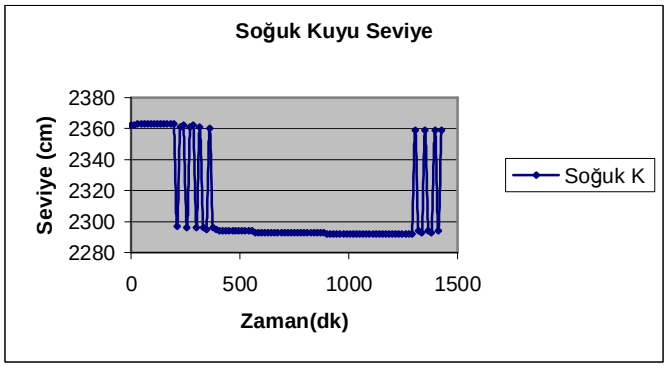


Şekil 12: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

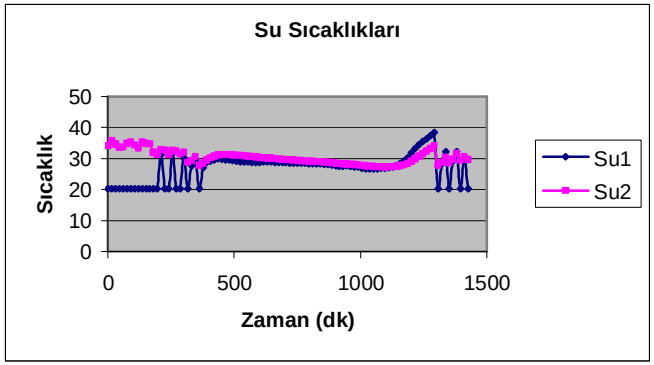
31 Temmuz (sabah 9.$\underline{00}$) - 1 Ağustos (sabah 9.$\underline{00}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



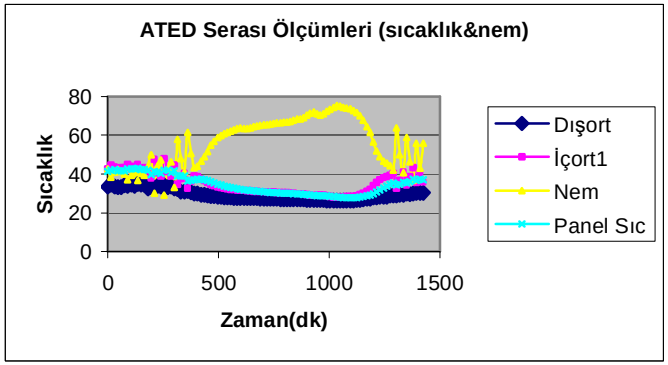
Şekil 13: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 14: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

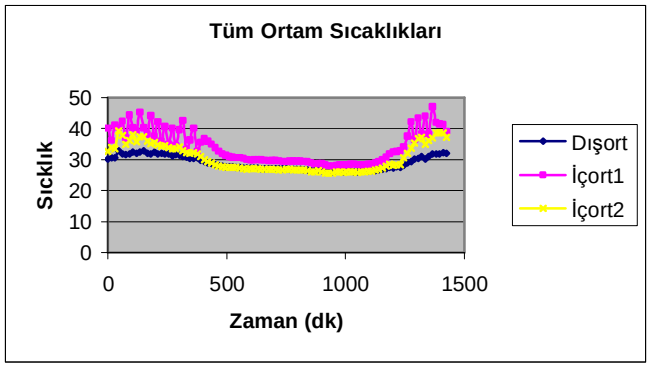


Şekil 15: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

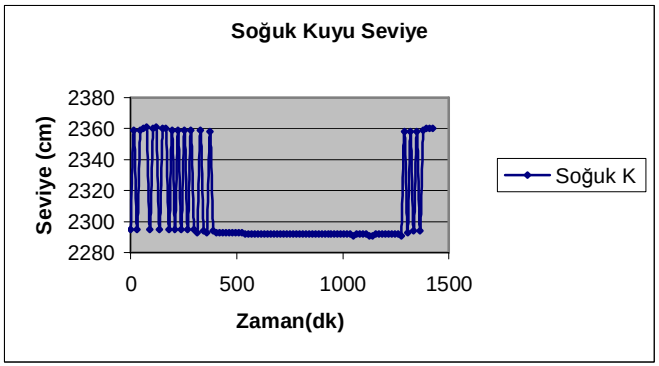


Şekil 16: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

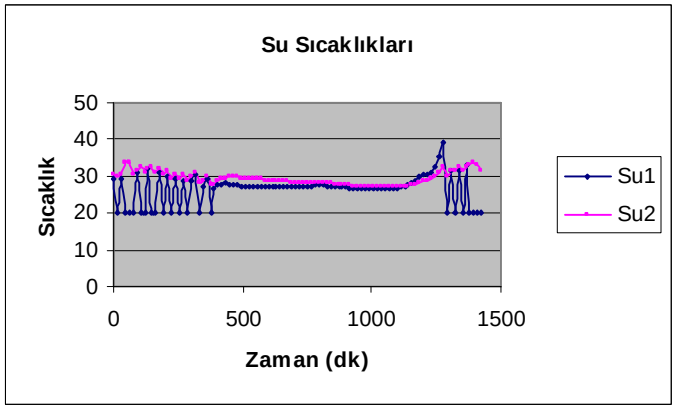
1 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 2 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



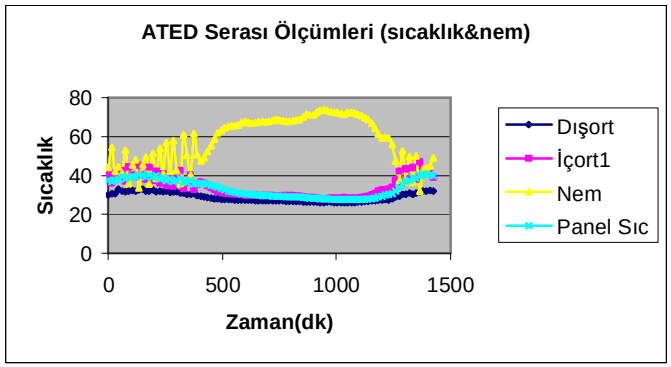
Şekil 17: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 18: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

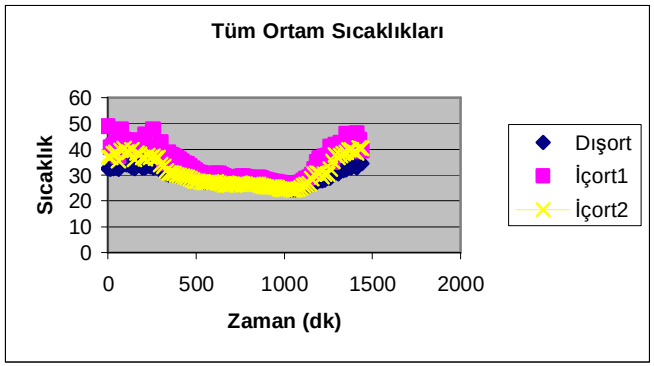


Şekil 19: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

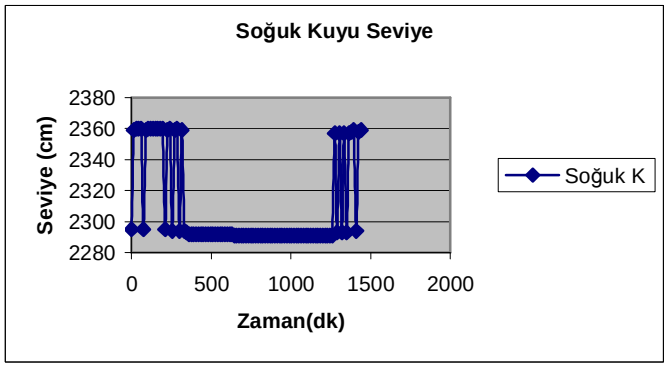


Şekil 20: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

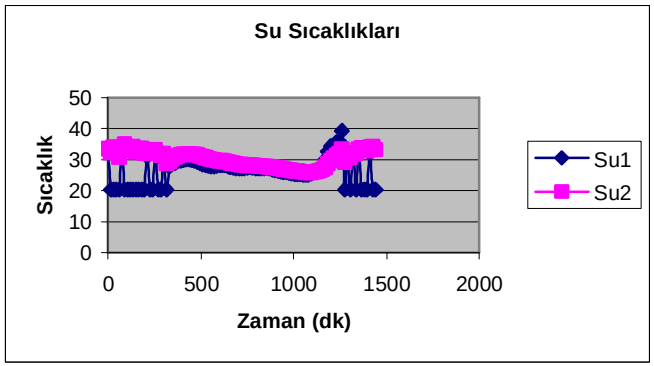
2 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 3 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



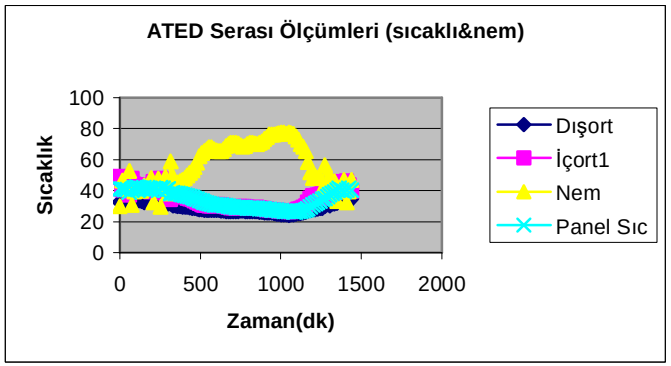
Şekil 21: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 22: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

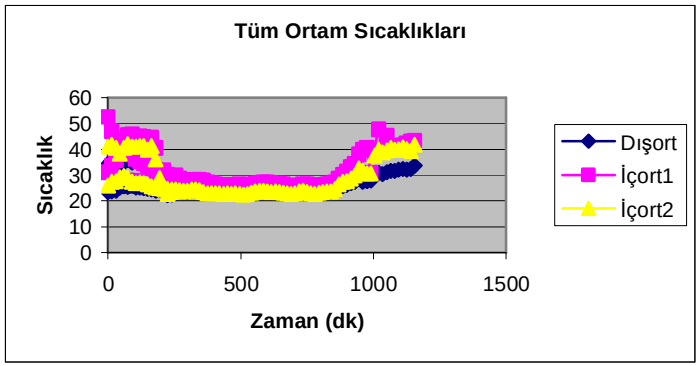


Şekil 23: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

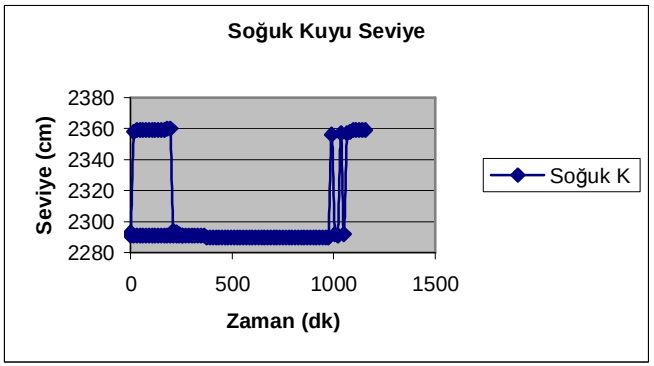


Şekil 24: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

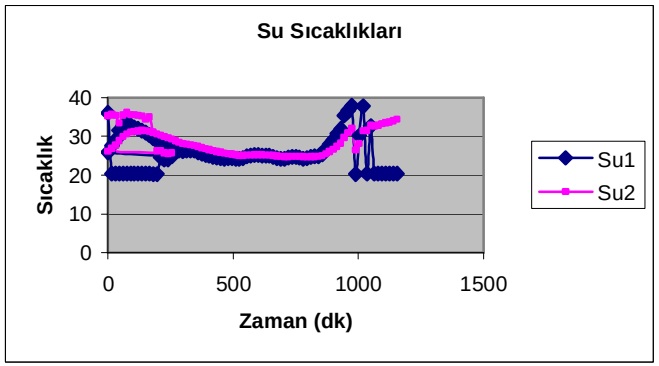
3 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 4 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



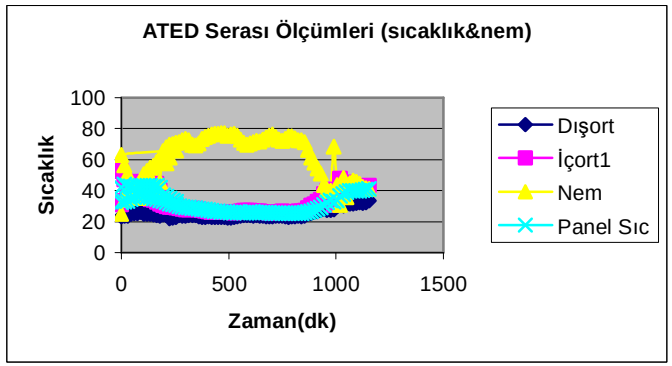
Şekil 25: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 26: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

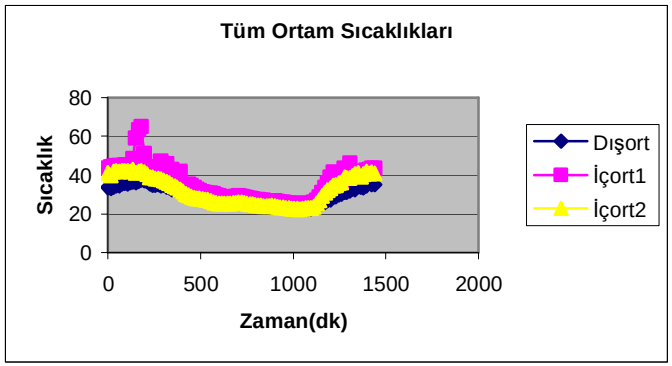


Şekil 27: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

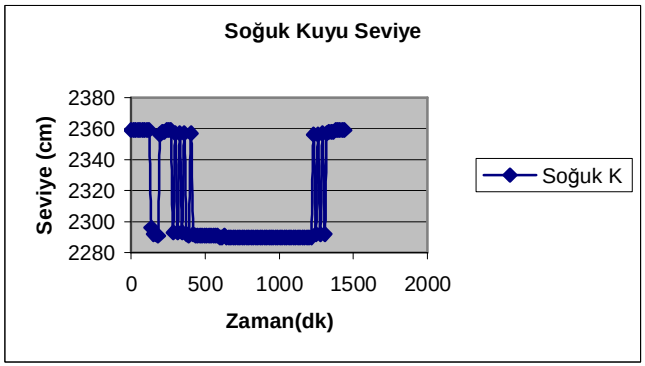


Şekil 28: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

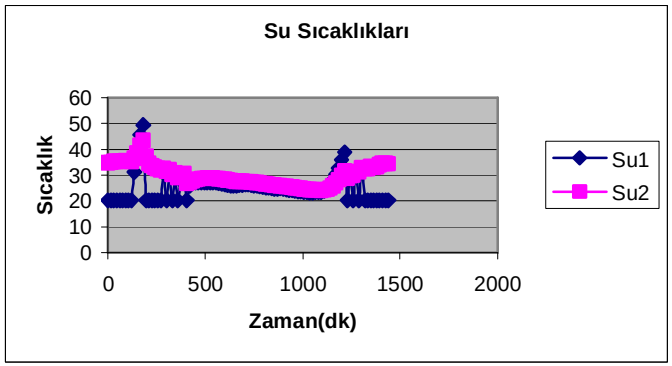
4 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 5 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



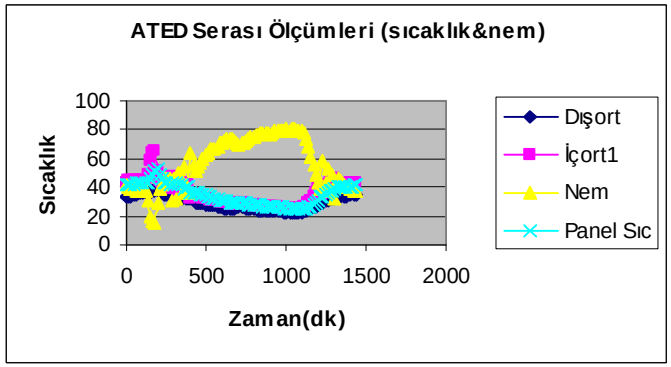
Şekil 29: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 30: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

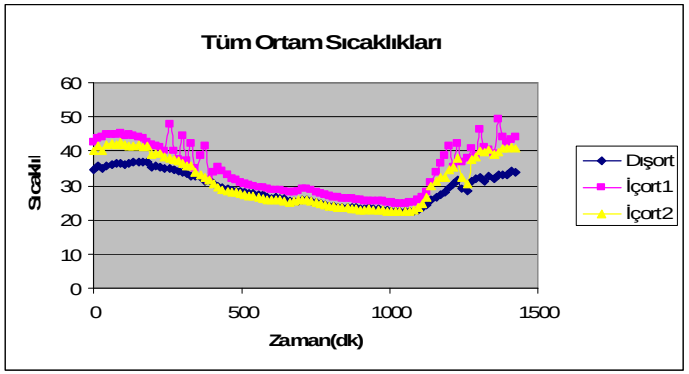


Şekil 31: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

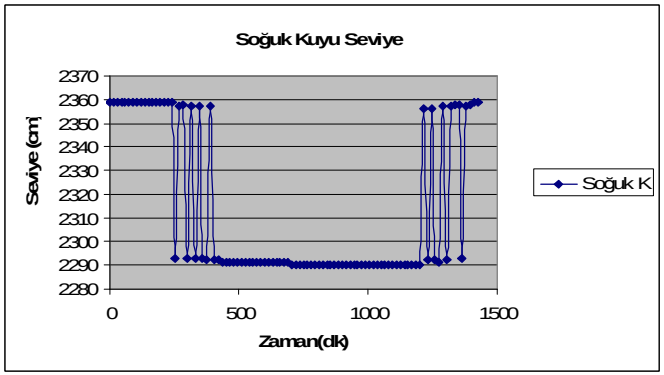


Şekil 32: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

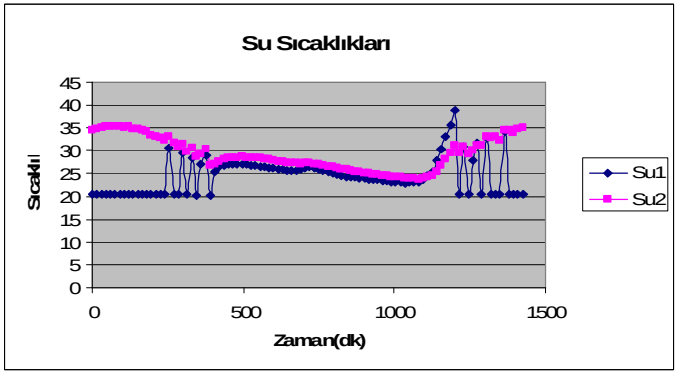
5 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 6 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



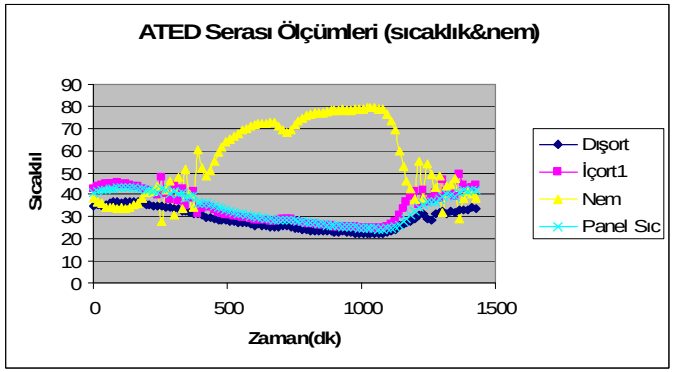
Şekil 33: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 34: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

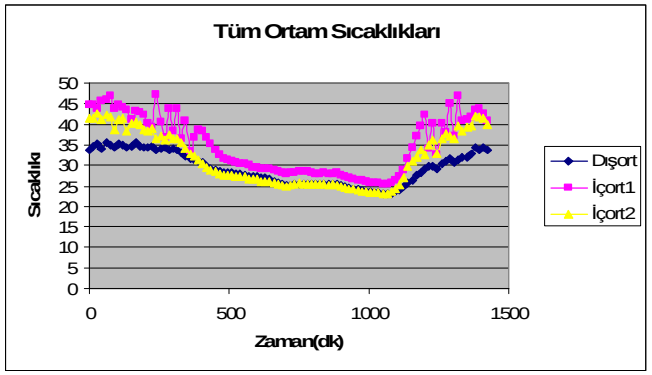


Şekil 35: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

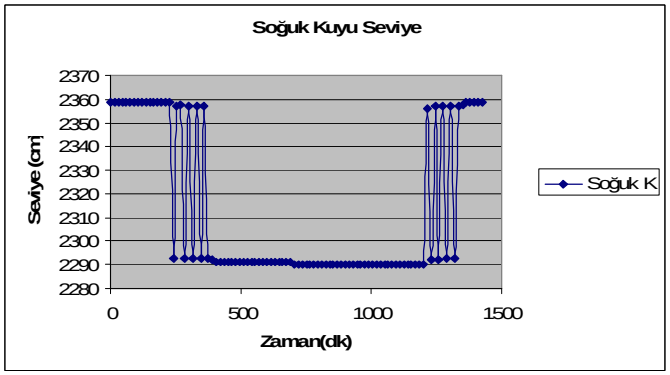


Şekil 36: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

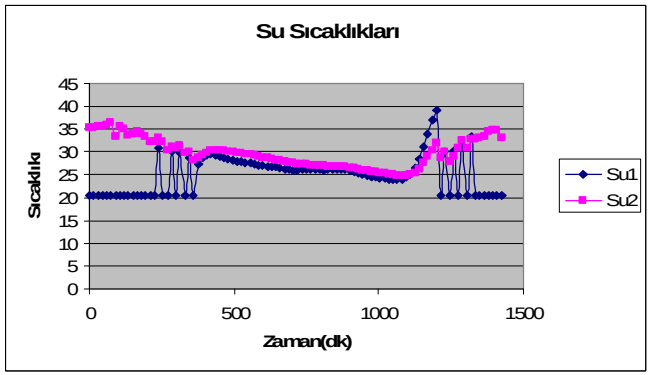
6 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 7 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



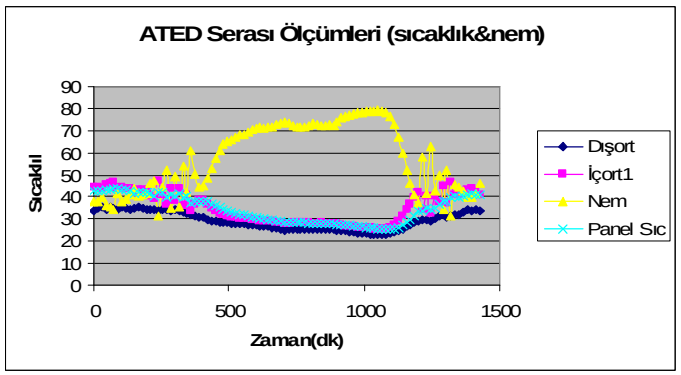
Şekil 37: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 38: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

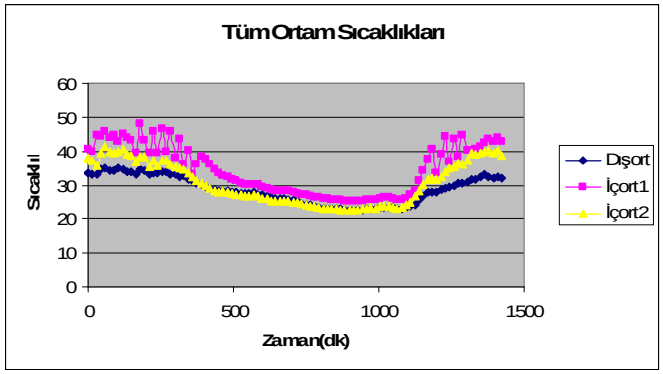


Şekil 39: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

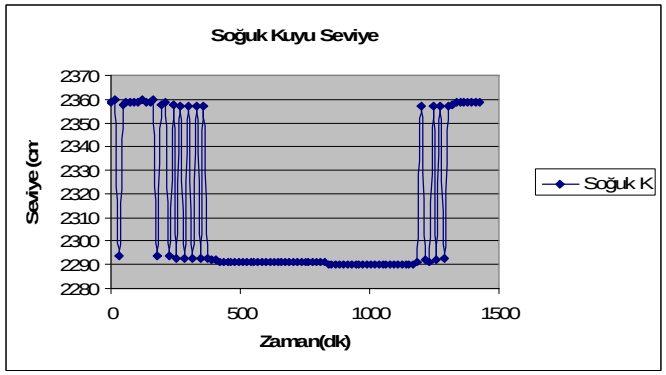


Şekil 40: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

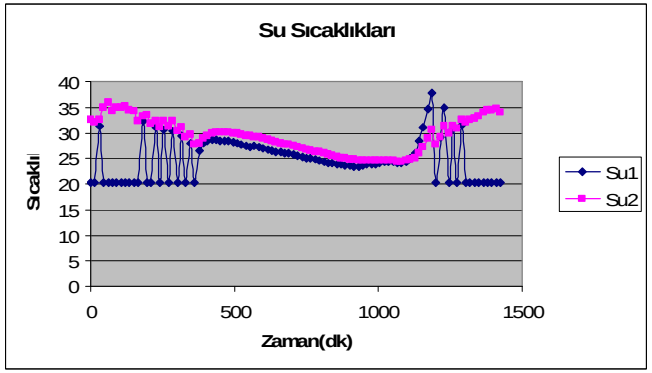
7 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 8 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



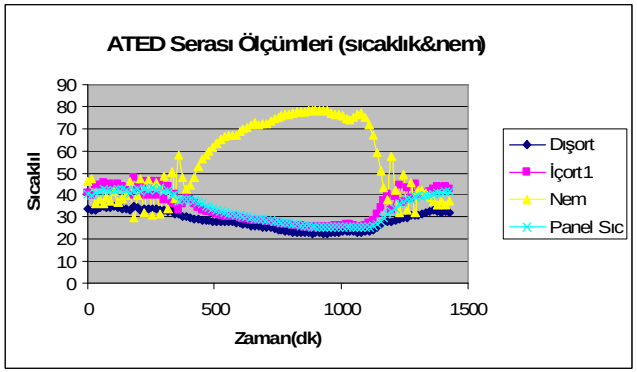
Şekil 41: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 42: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

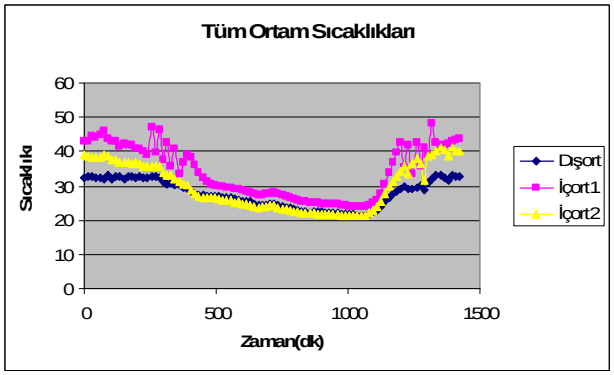


Şekil 43: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

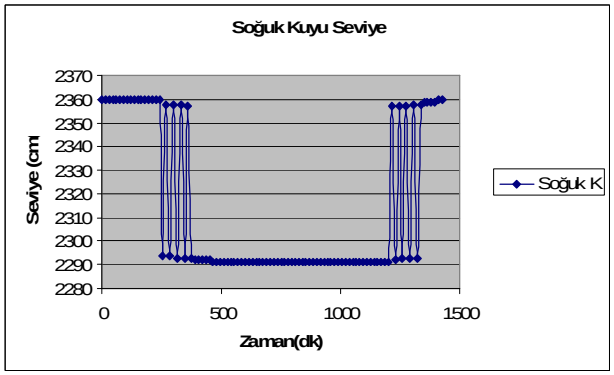


Şekil 44: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

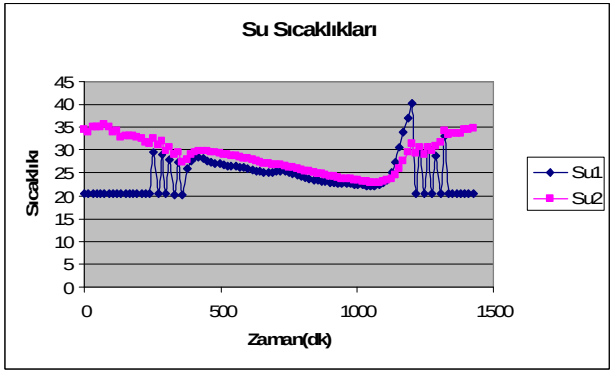
8 Ağustos (sabah 9.^{00}) –9 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



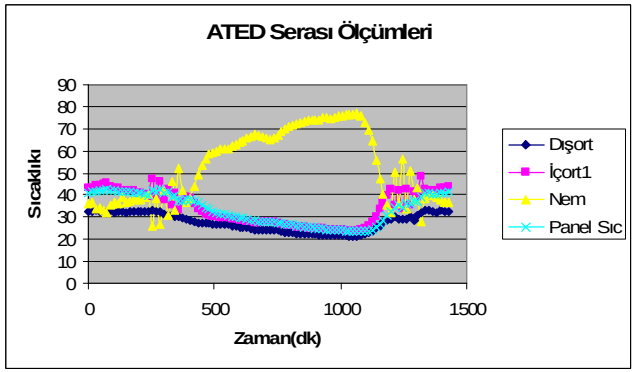
Şekil 45: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 46: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

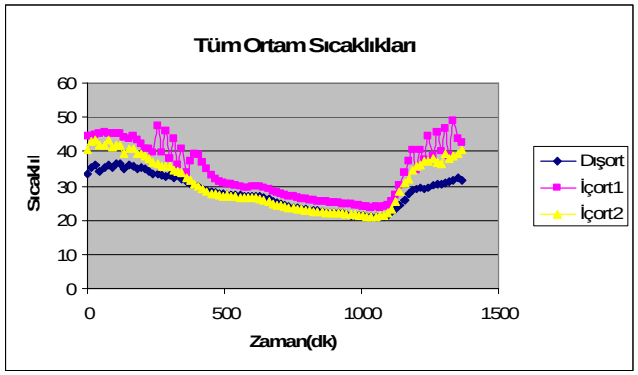


Şekil 47: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

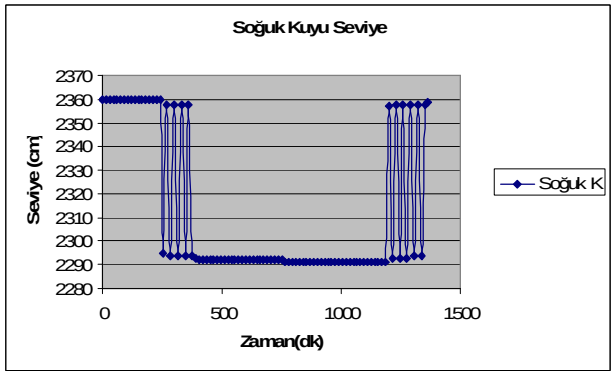


Şekil 48: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

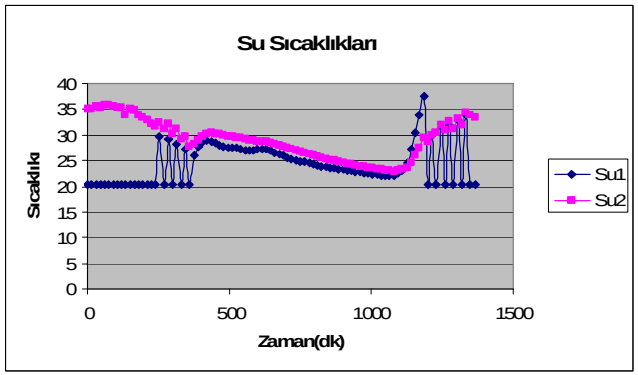
9Ağustos (sabah 9.^{00}) – 10 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



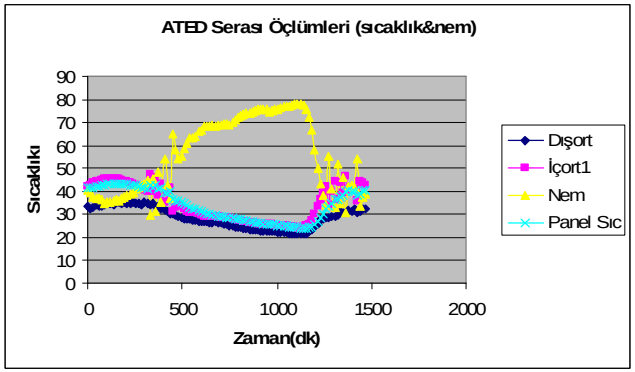
Şekil 49: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 50: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

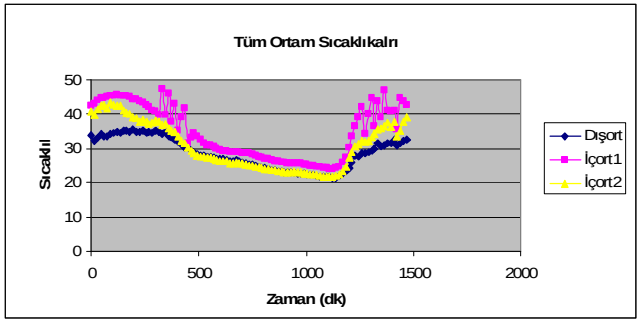


Şekil 51: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

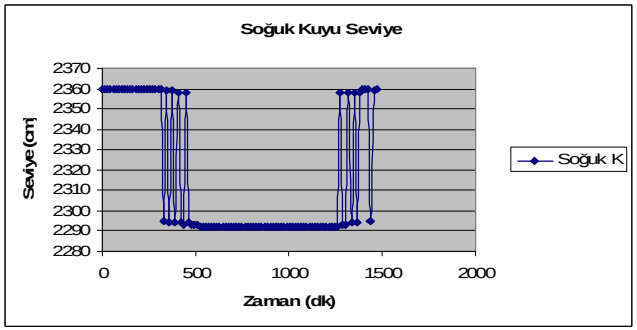


Şekil 52: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

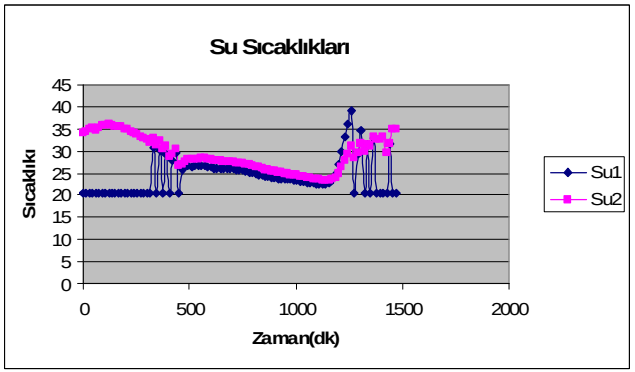
10 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 11 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



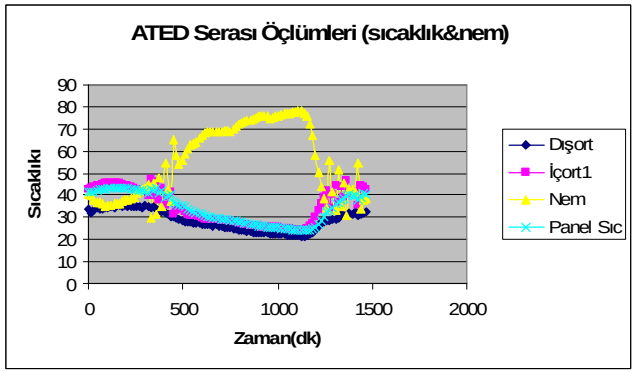
Şekil 53: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 54: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

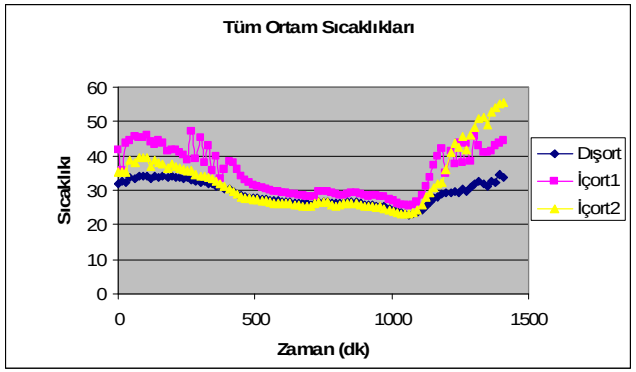


Şekil 55: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

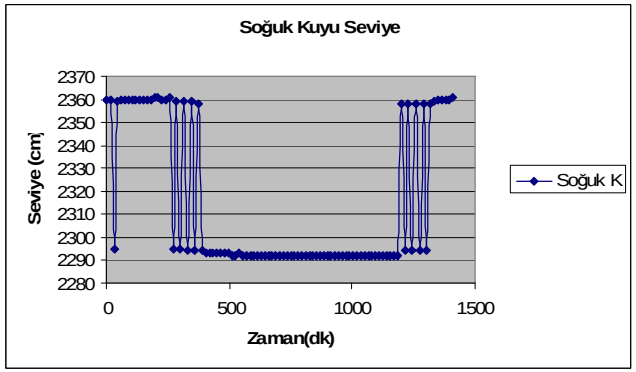


Şekil 56: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

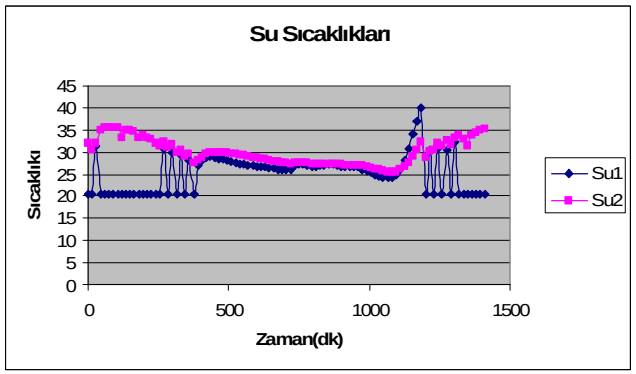
11 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 12 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



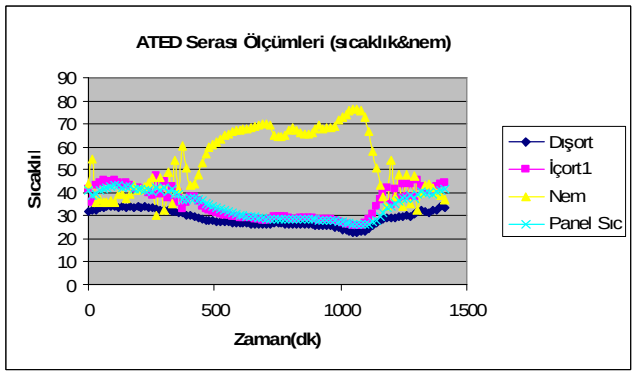
Şekil 57: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 58: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

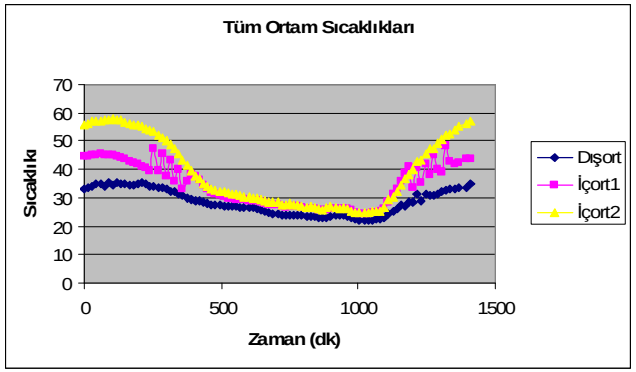


Şekil 59: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

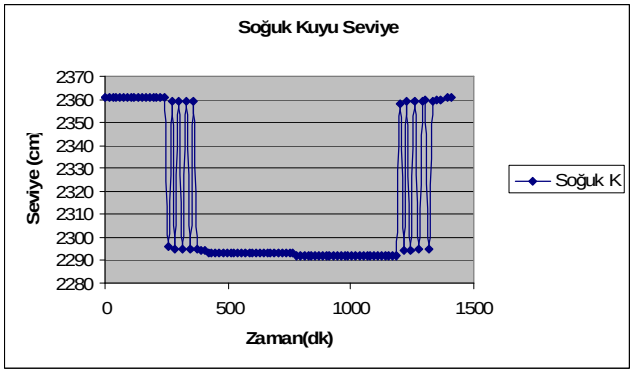


Şekil 60: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

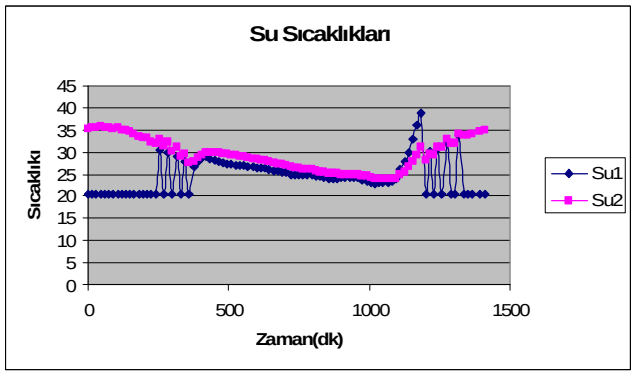
12 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 13 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



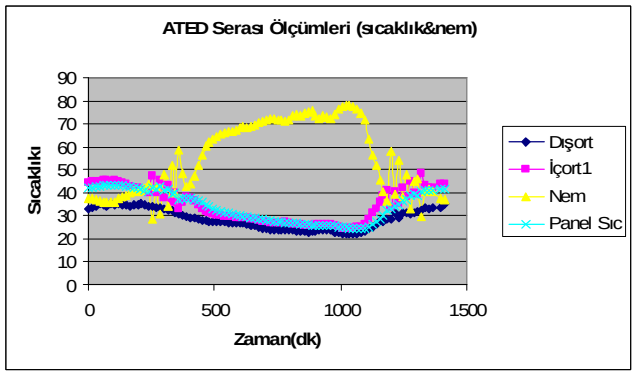
Şekil 61: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 62: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

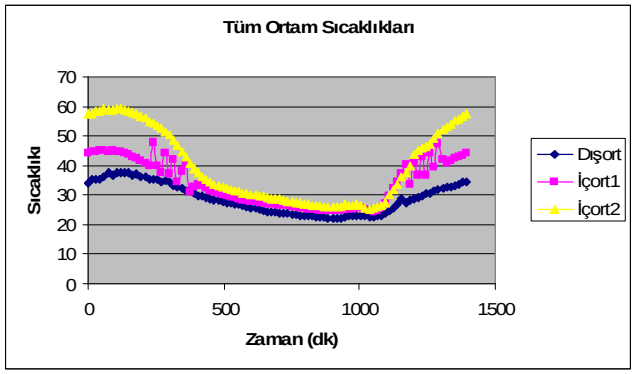


Şekil 63: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

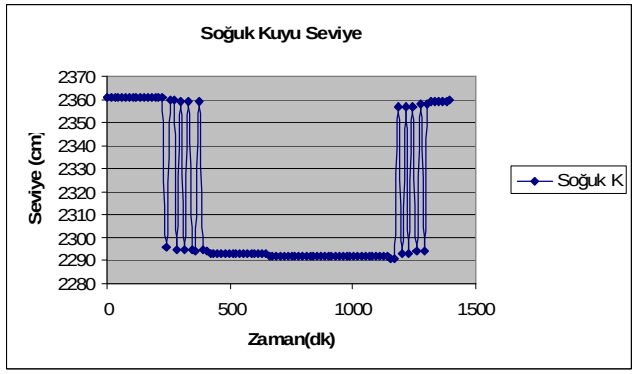


Şekil 64: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

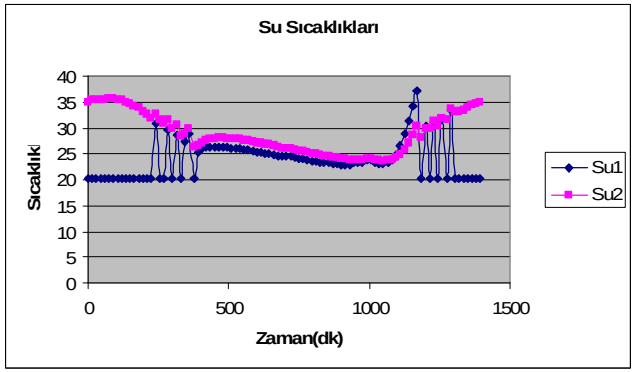
13 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 14 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



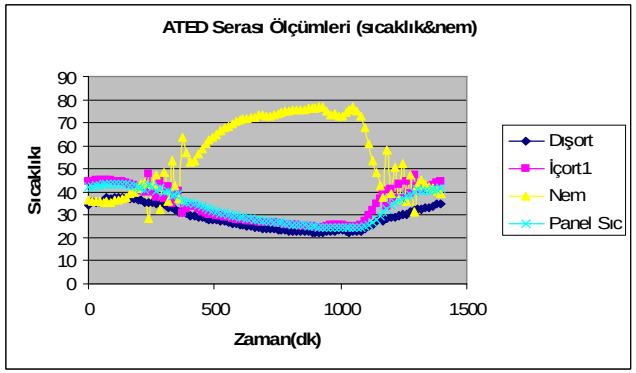
Şekil 65: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 66: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

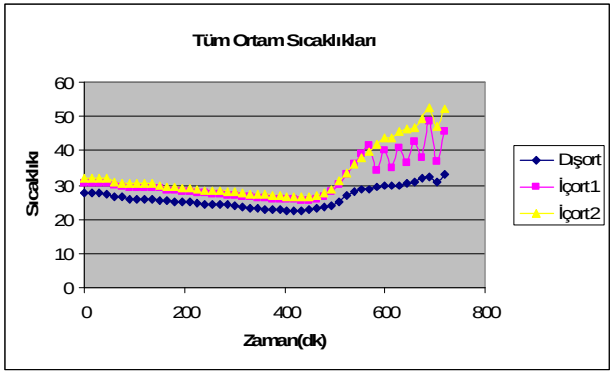


Şekil 67: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

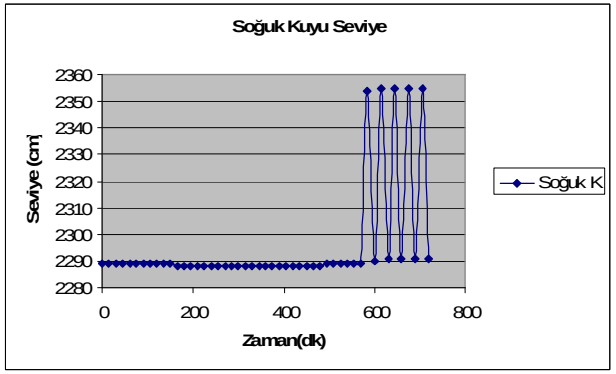


Şekil 68: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

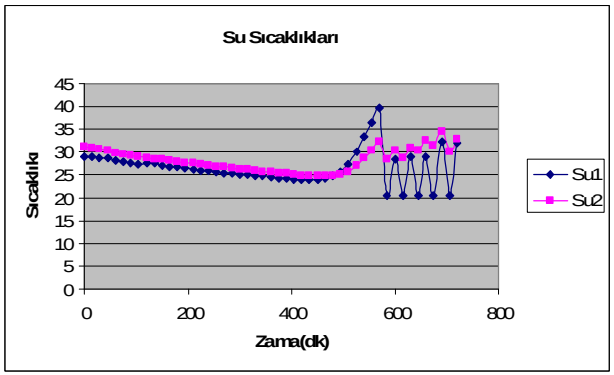
17 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 18 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler (15-16-17 Ağustos 2005 tarihleri arasındaki 3 gün veri kayıt edici cihazın pilinin bitmesi nedeni ile ölçüm alınamamıştır)



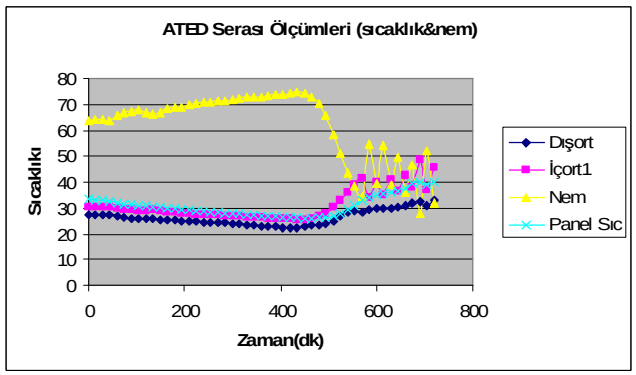
Şekil 69: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 70: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

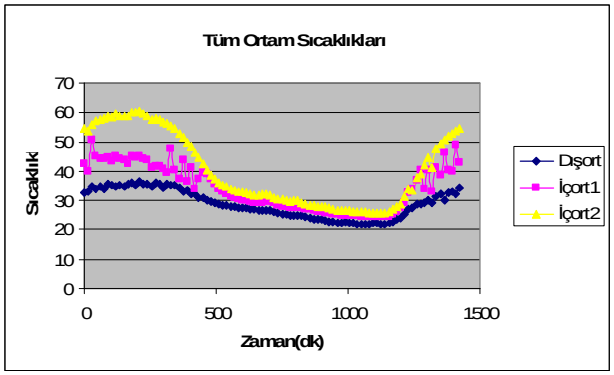


Şekil 71: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

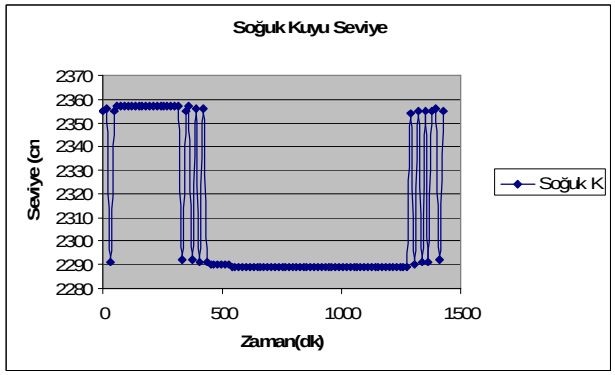


Şekil 72: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

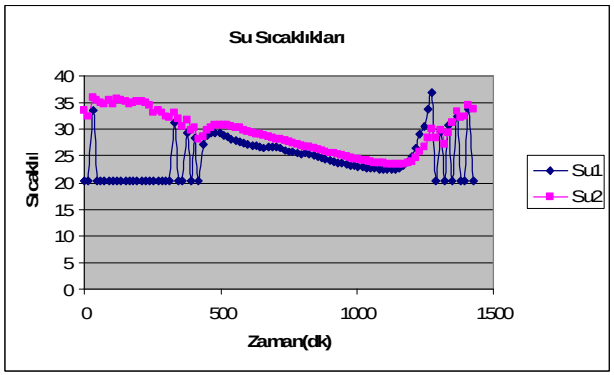
18 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 19 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



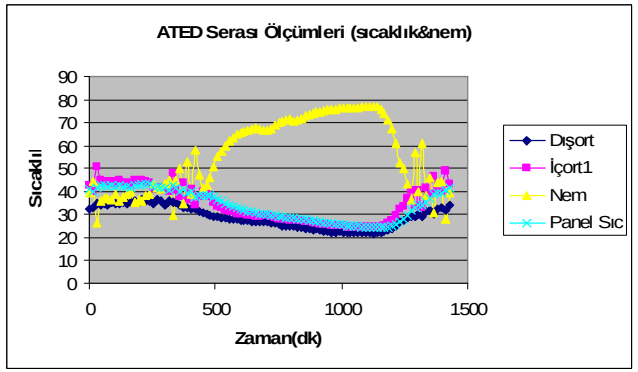
Şekil 73: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 74: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

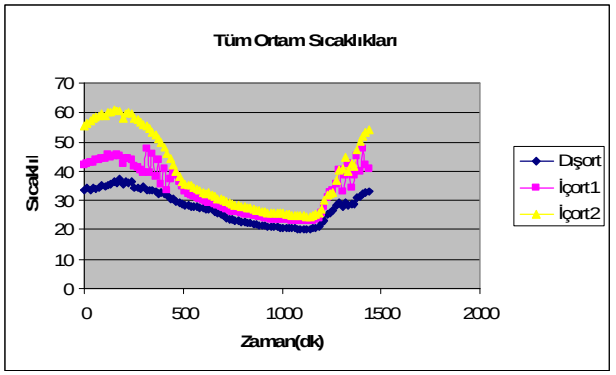


Şekil 75: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

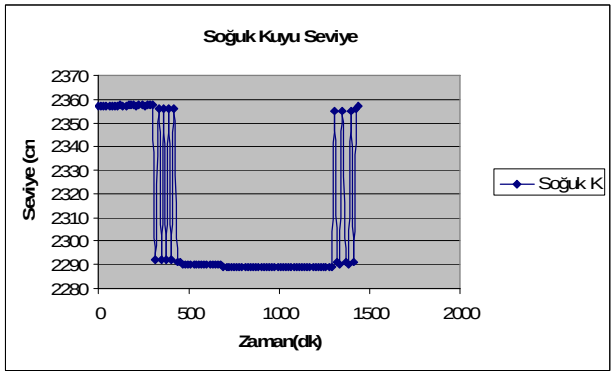


Şekil 76: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

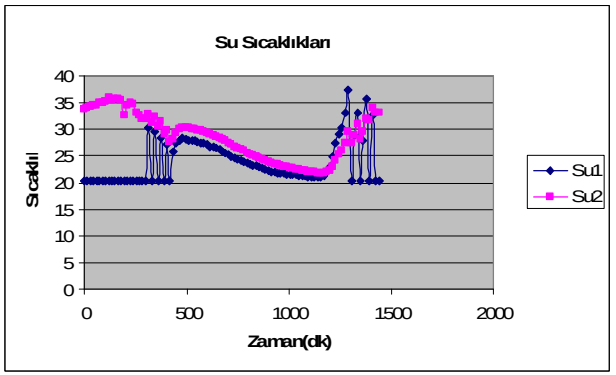
19 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 20 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



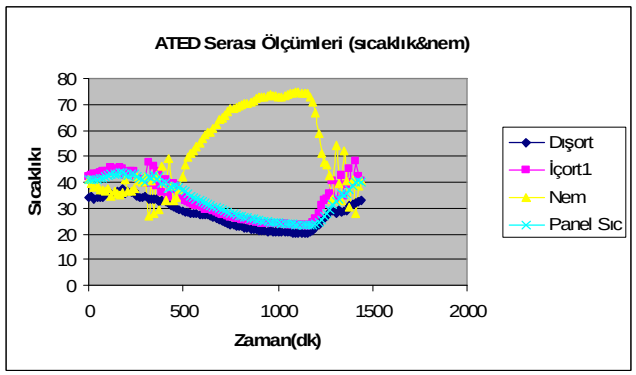
Şekil 77: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 78: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

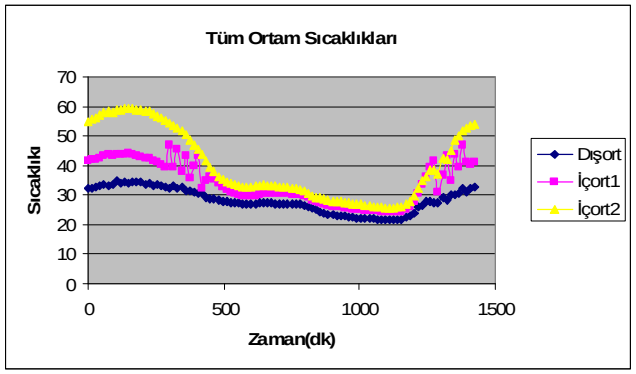


Şekil 79: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

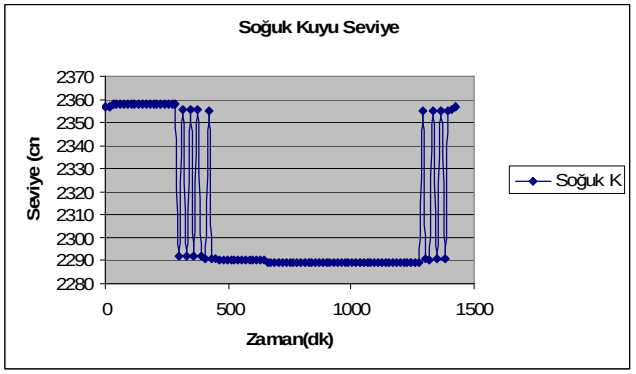


Şekil 80: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

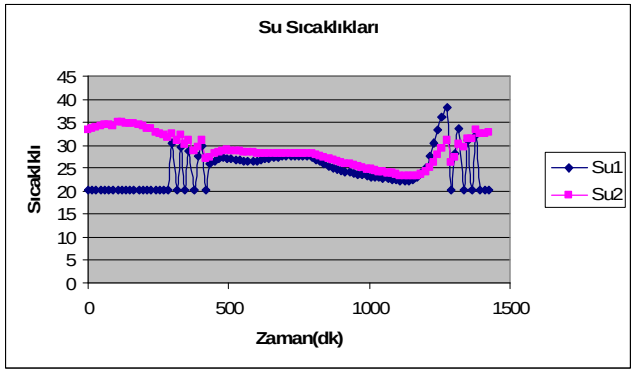
20 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 21 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



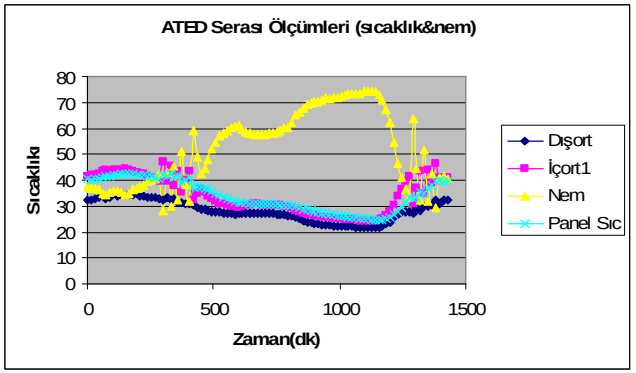
Şekil 81: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 82: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

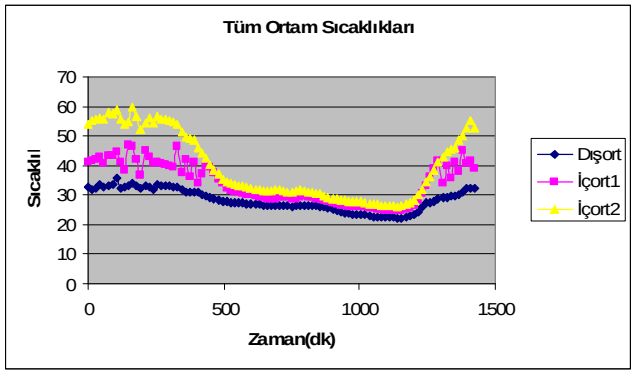


Şekil 83: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

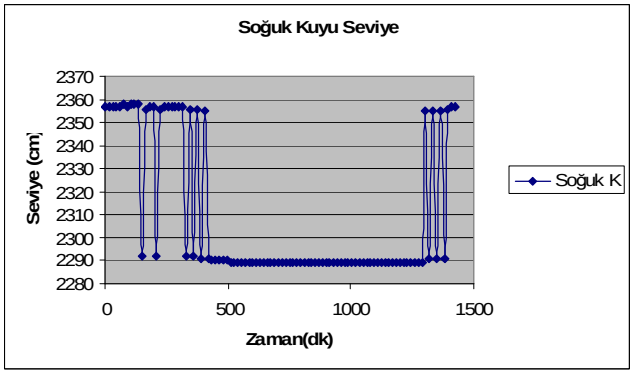


Şekil 84: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

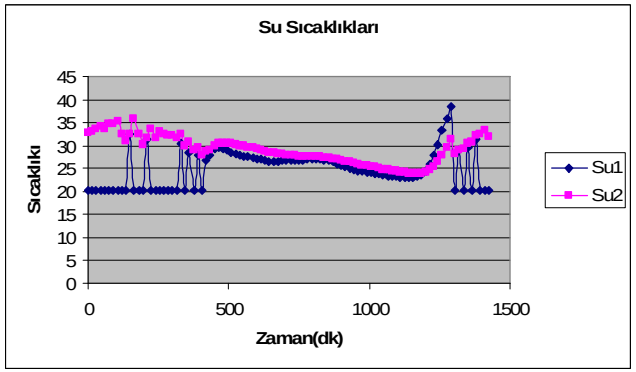
21 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 22 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



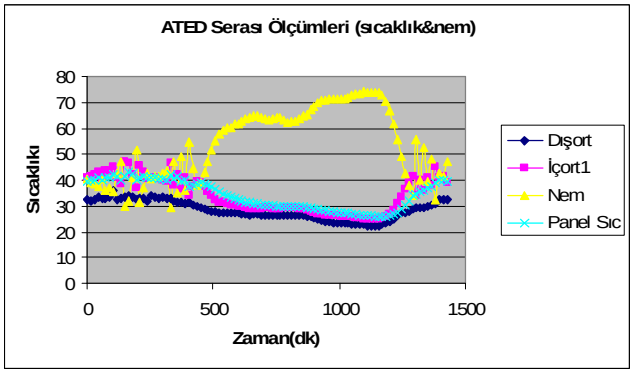
Şekil 85: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 86: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

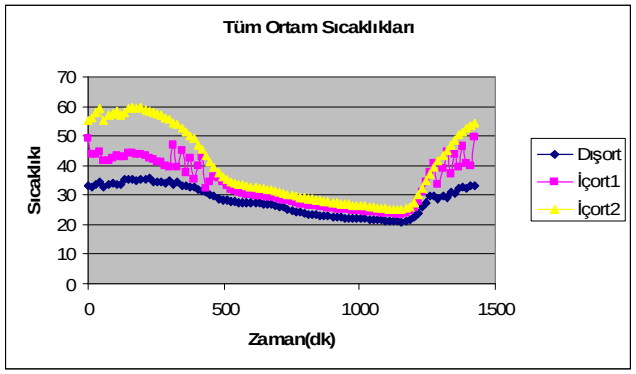


Şekil 87: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

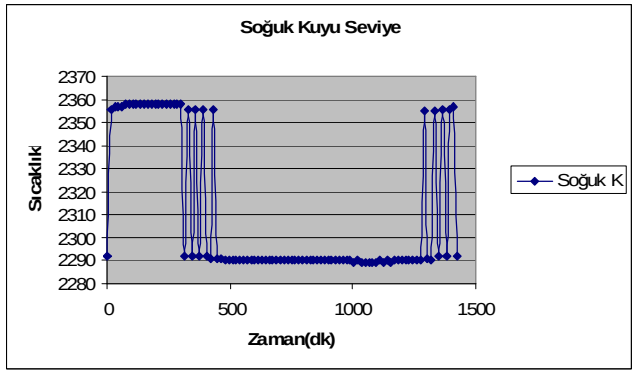


Şekil 88: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

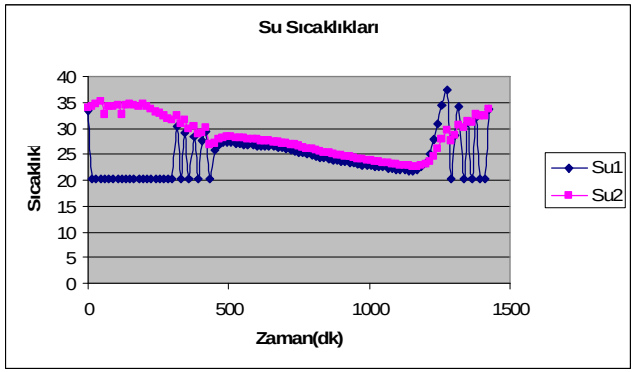
22 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 23 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



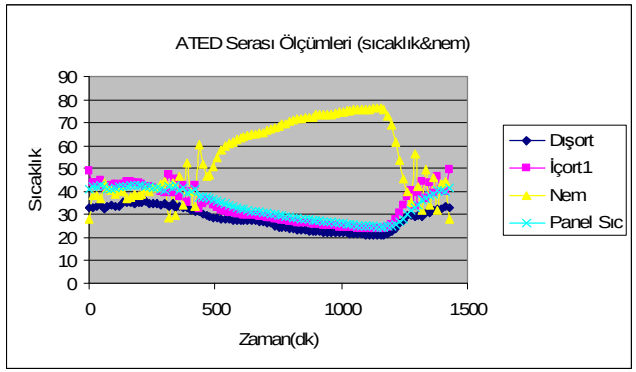
Şekil 89: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 90: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

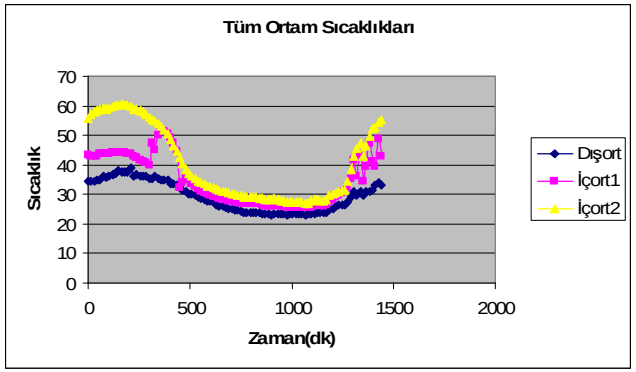


Şekil 91: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

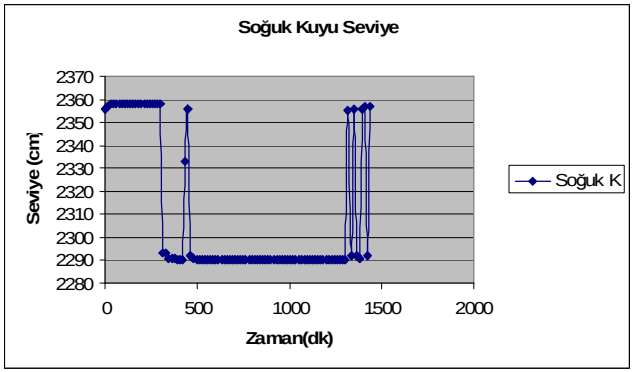


Şekil 92: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

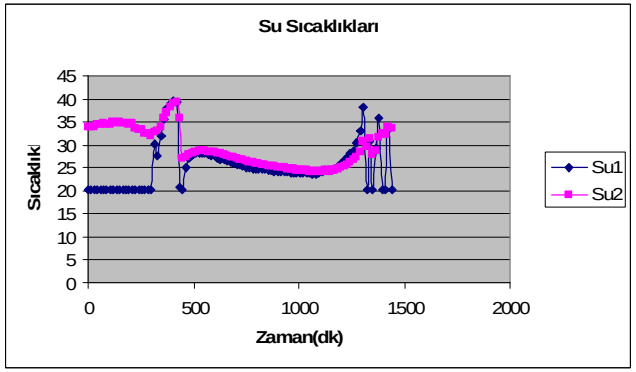
23 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 24 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



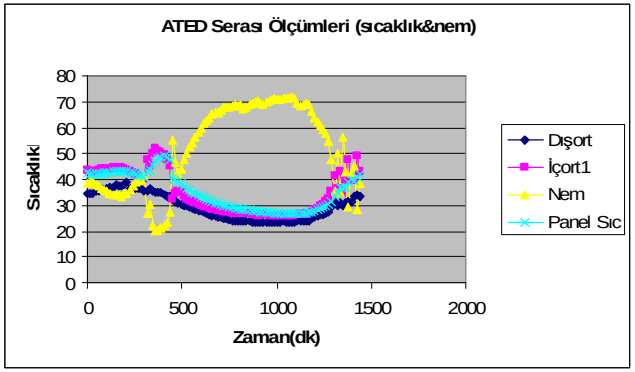
Şekil 93: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 94: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

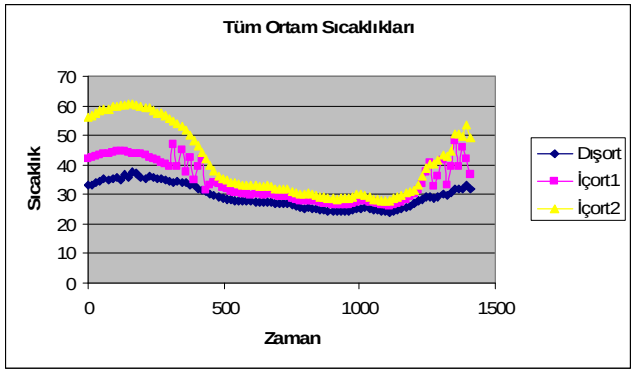


Şekil 95: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

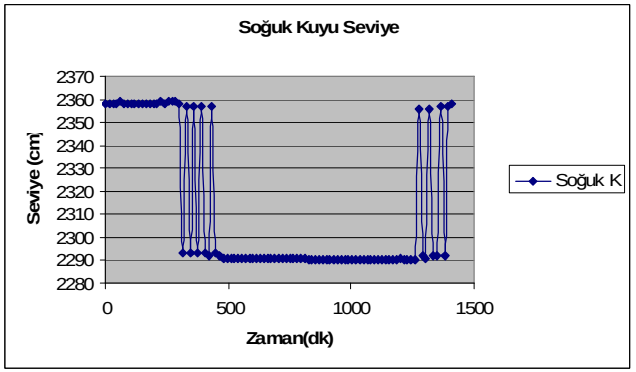


Şekil 96: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

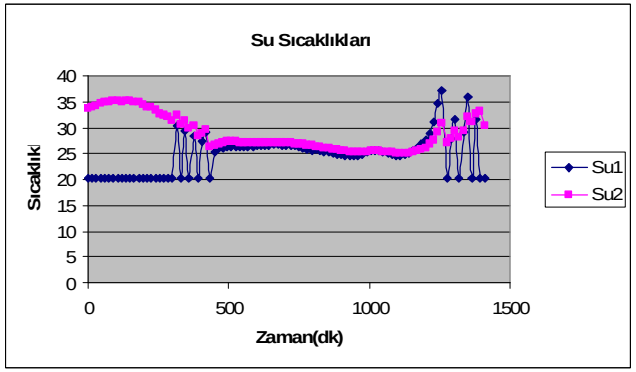
24 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 25 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



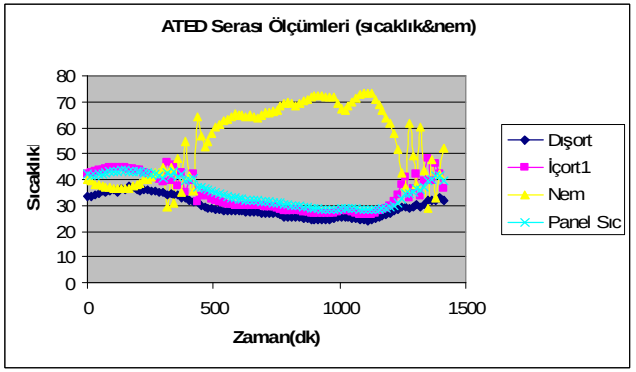
Şekil 97: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 98: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

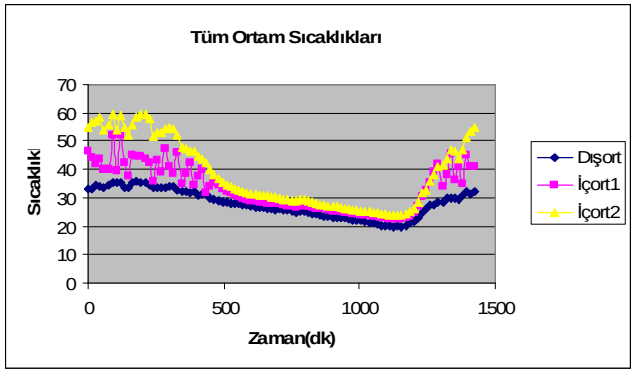


Şekil 99: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

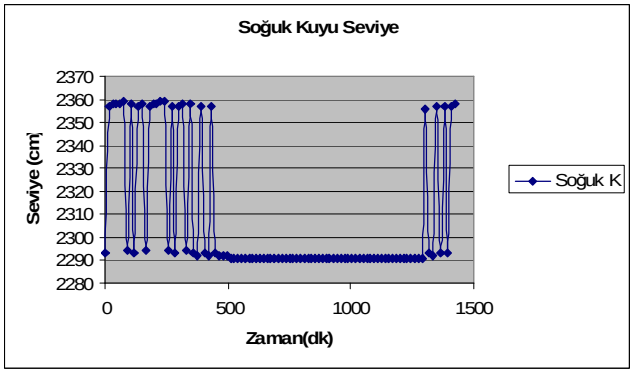


Şekil 100: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

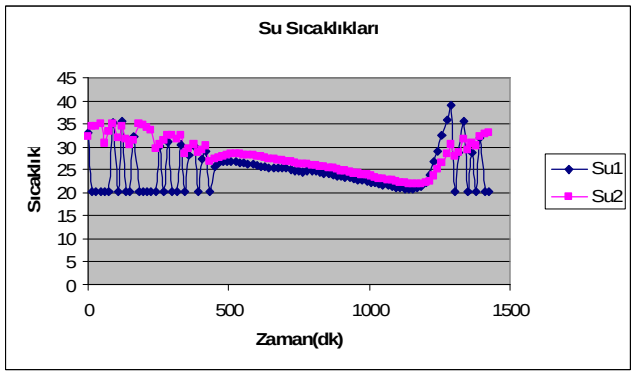
25 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 26 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



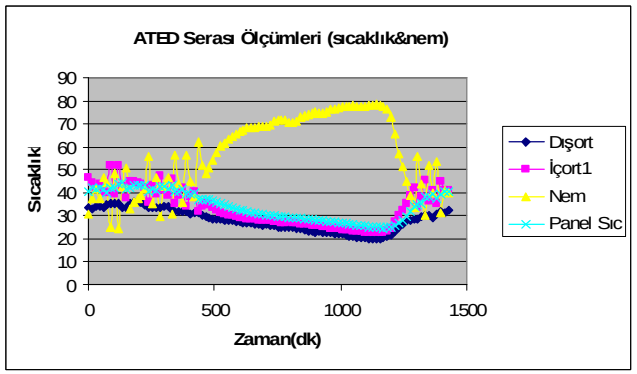
Şekil 101: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 102: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

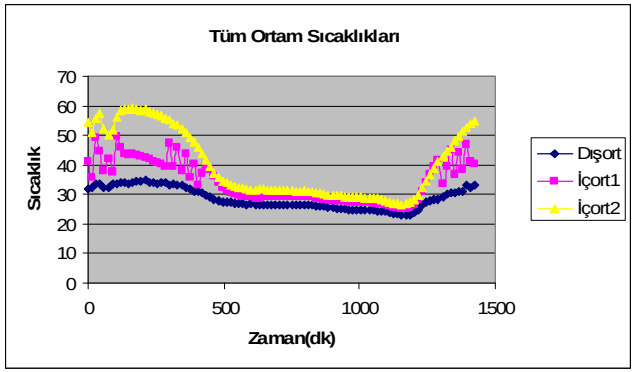


Şekil 103: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

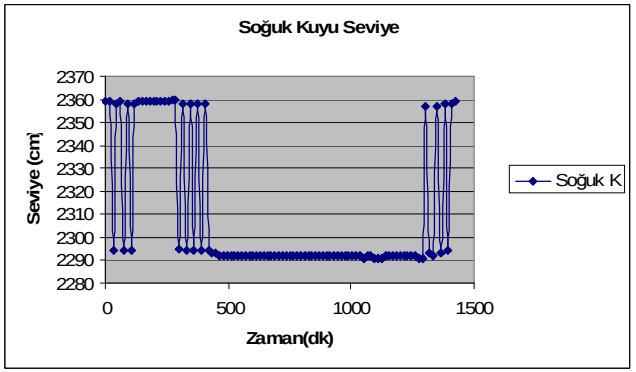


Şekil 104: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

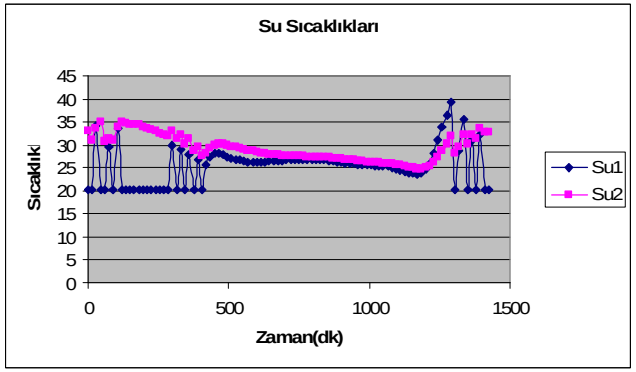
26 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 27 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



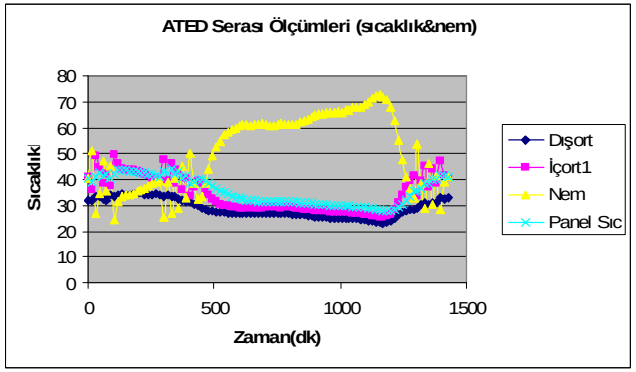
Şekil 105: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 106: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

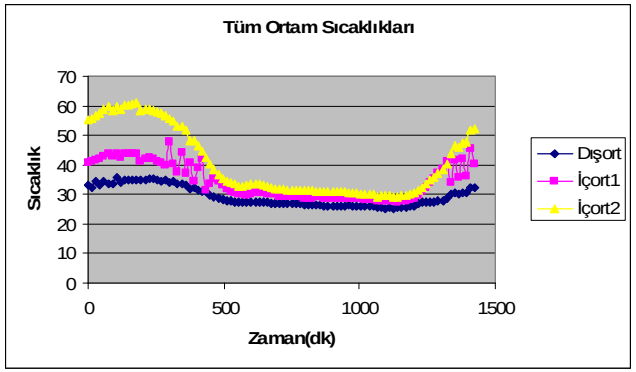


Şekil 107: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

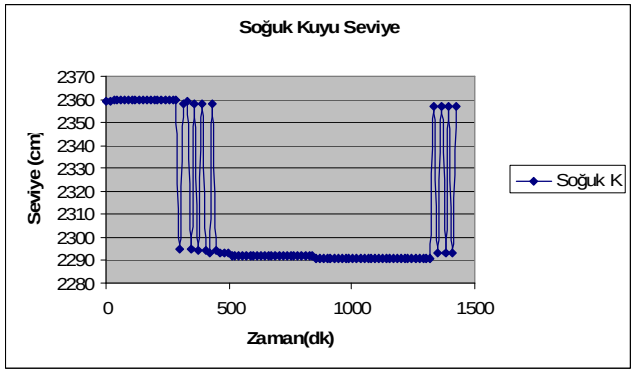


Şekil 108: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

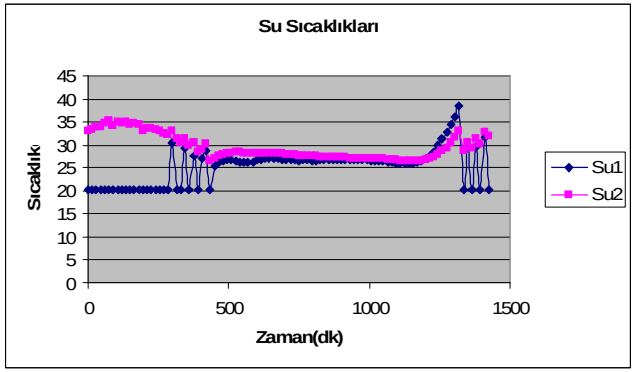
27 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 28 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



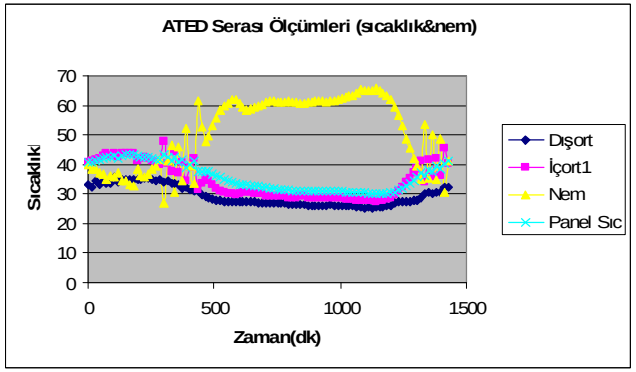
Şekil 109: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 110: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

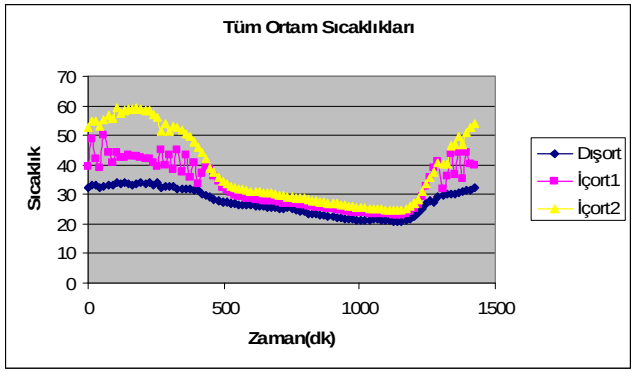


Şekil 111: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

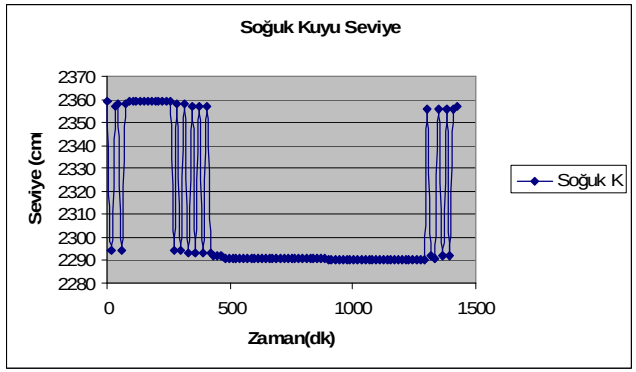


Şekil 112: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

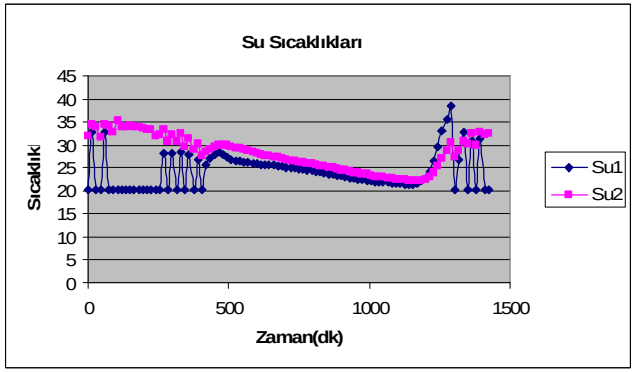
28 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 29 Ağustos (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



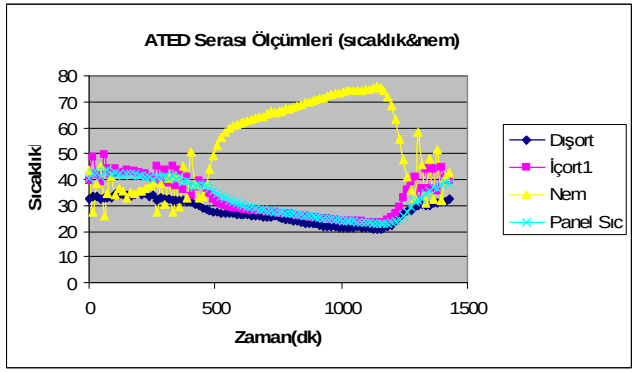
Şekil 113: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 114: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

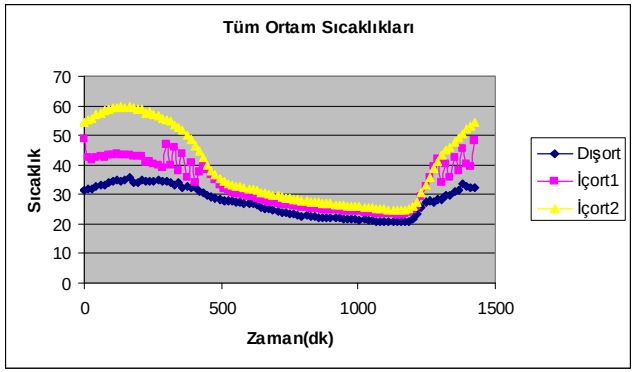


Şekil 115: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

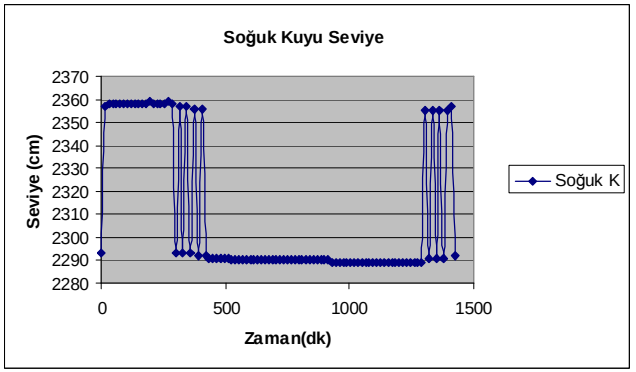


Şekil 116: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

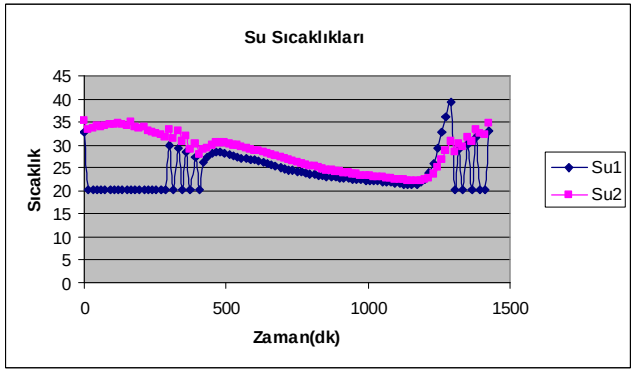
29 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 30 Ağustos (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



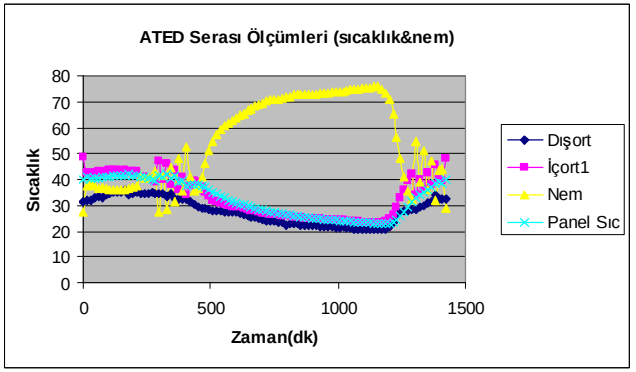
Şekil 117: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 118: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

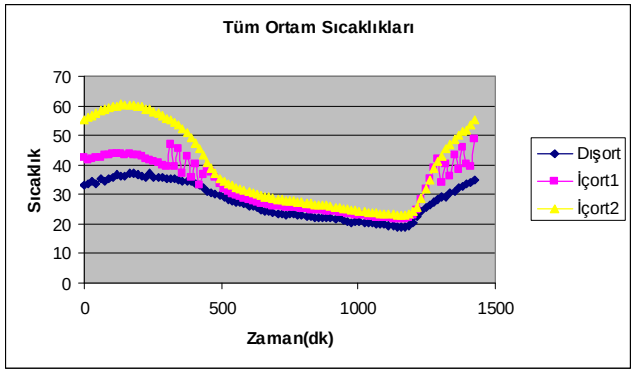


Şekil 119: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

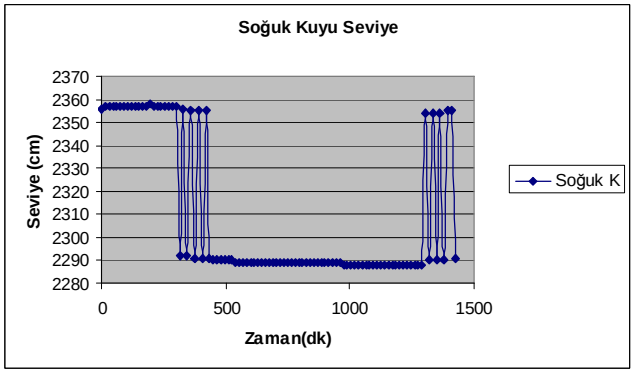


Şekil 120: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

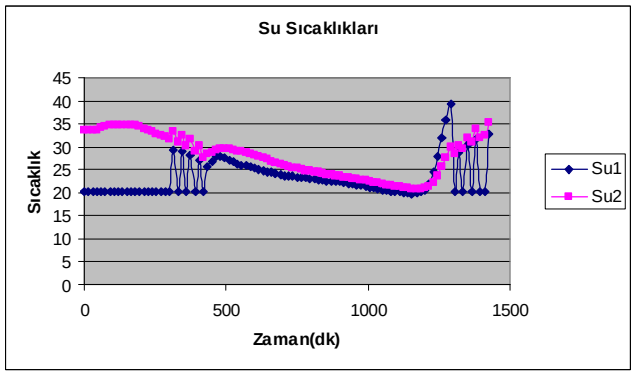
30 Ağustos (sabah 9.$\underline{00}$) – 31 Ağustos (sabah 9.$\underline{00}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



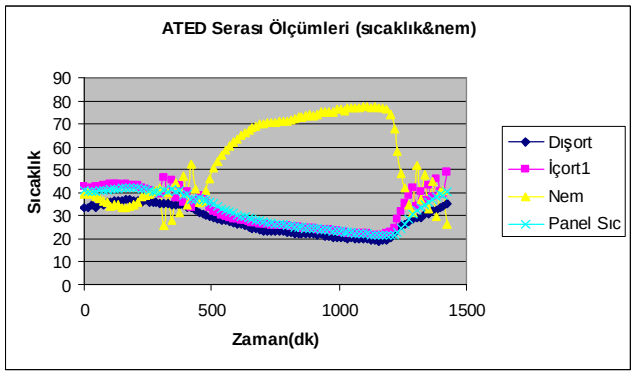
Şekil 121: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 122: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

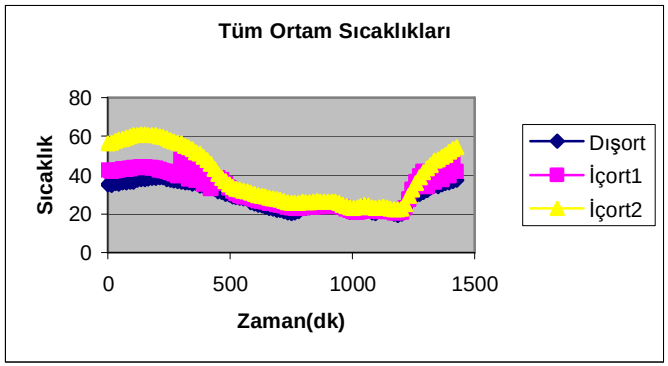


Şekil 123: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

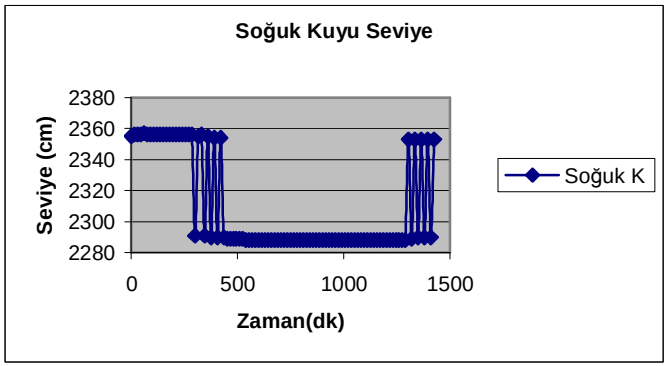


Şekil 124: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

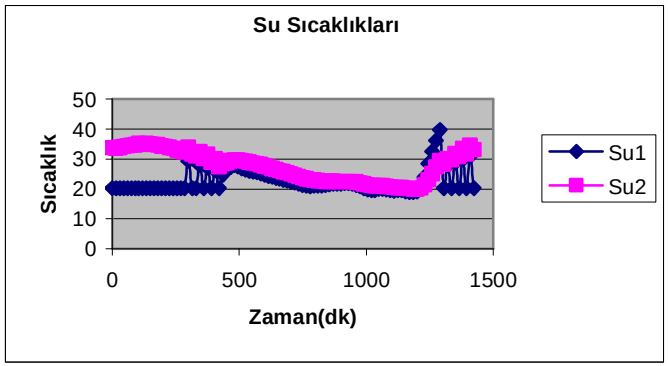
31 Ağustos (sabah 9.^{00}) – 01 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



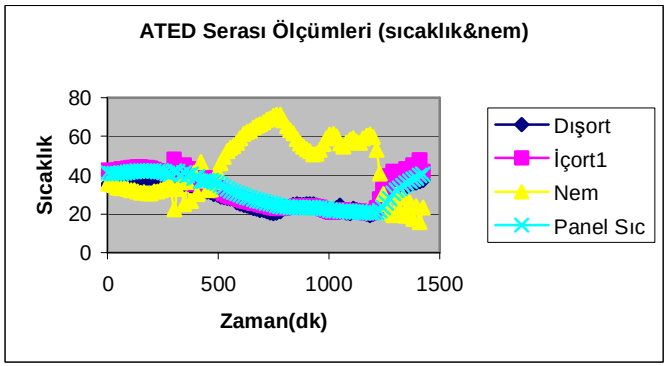
Şekil 125: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 126: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

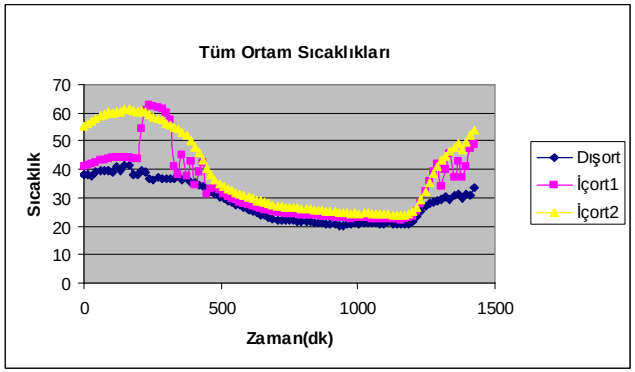


Şekil 127: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

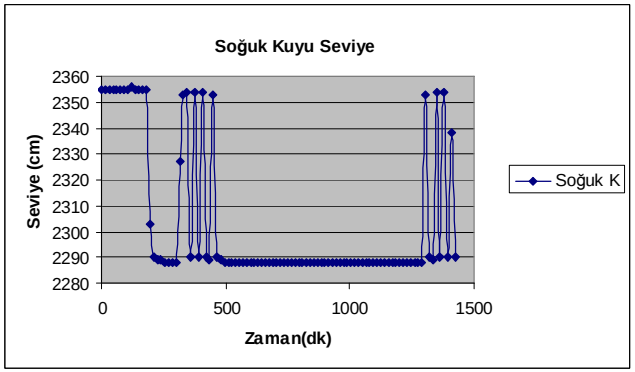


Şekil 128: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

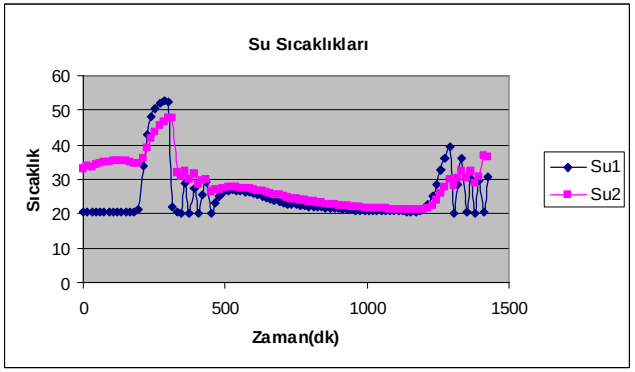
01 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 02 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



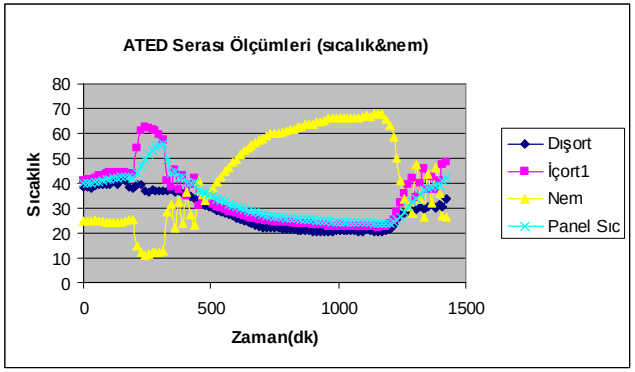
Şekil 129: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 130: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

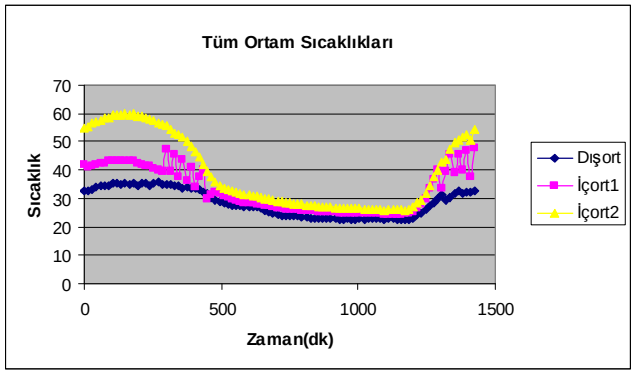


Şekil 131: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

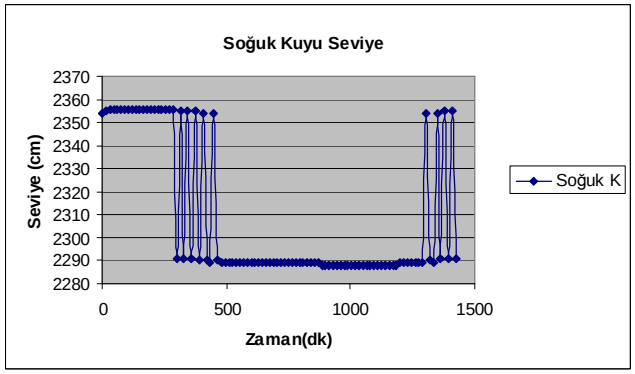


Şekil 132: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

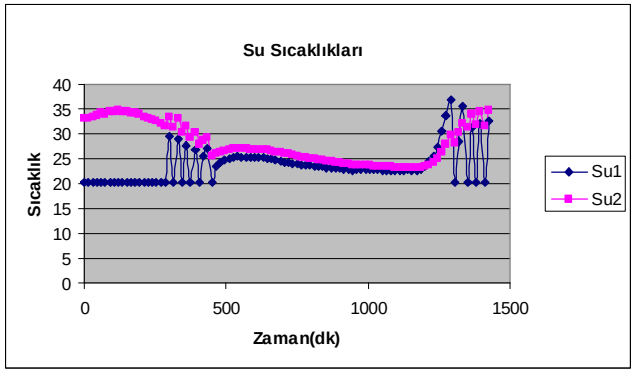
02 Eylül (sabah 9.^{00}) – 03 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



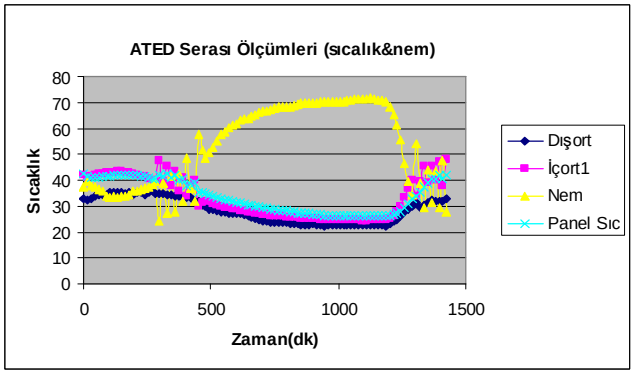
Şekil 133: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 134: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

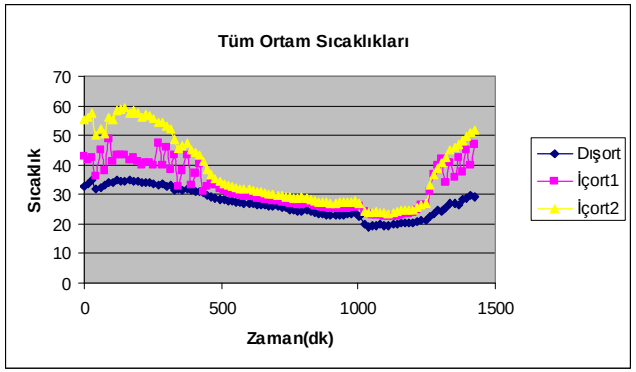


Şekil 135: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

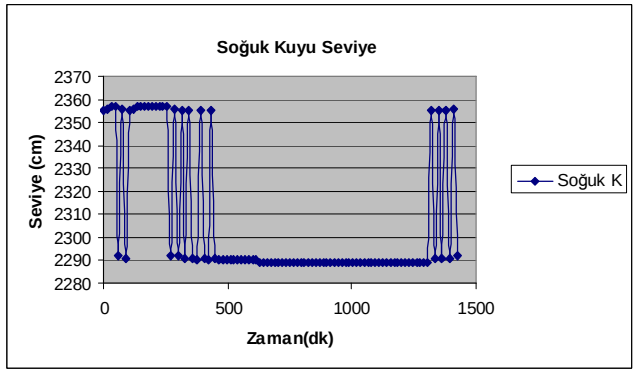


Şekil 136: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

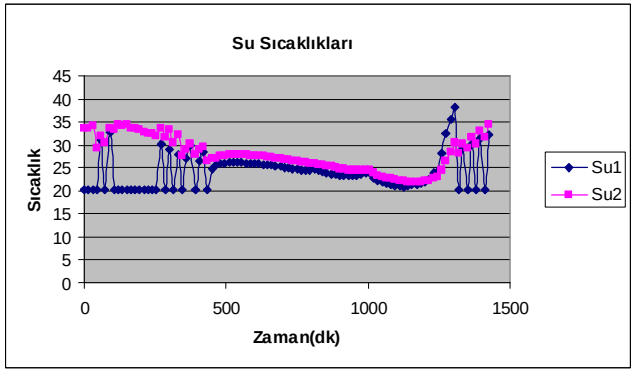
03 Eylül (sabah 9.^{00}) – 04 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



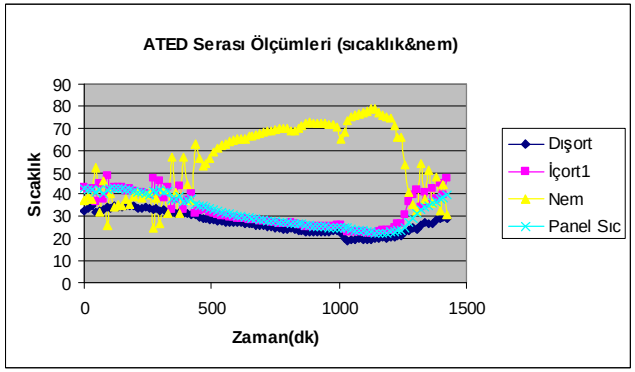
Şekil 137: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 138: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

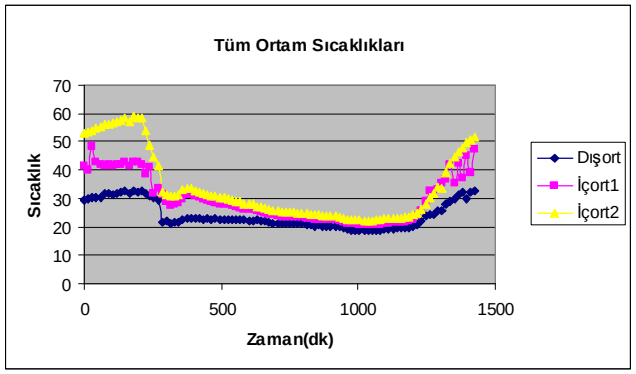


Şekil 139: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

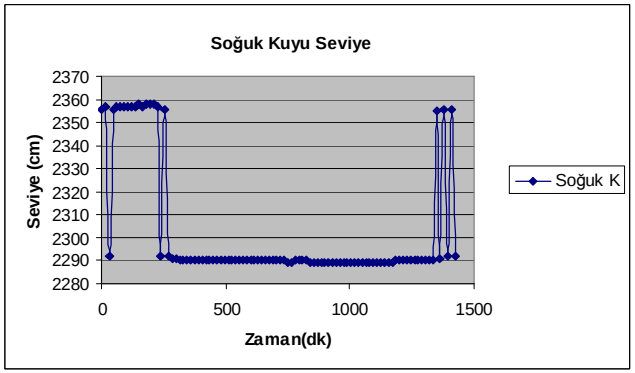


Şekil 140: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

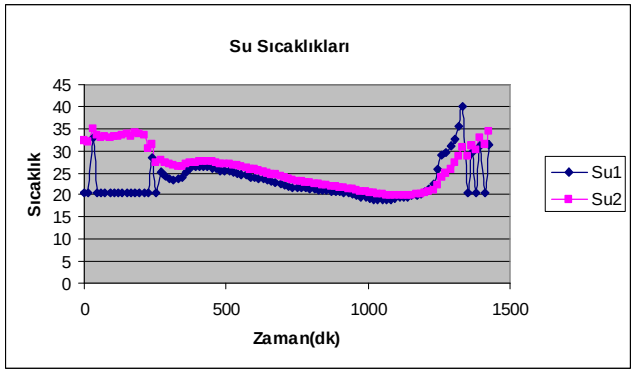
04 Eylül (sabah 9.^{00}) – 05 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



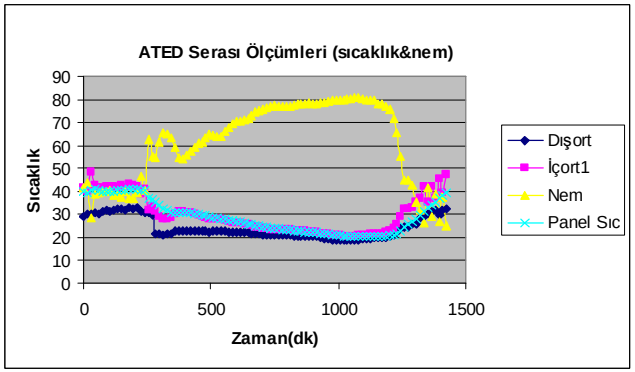
Şekil 141: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 142: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

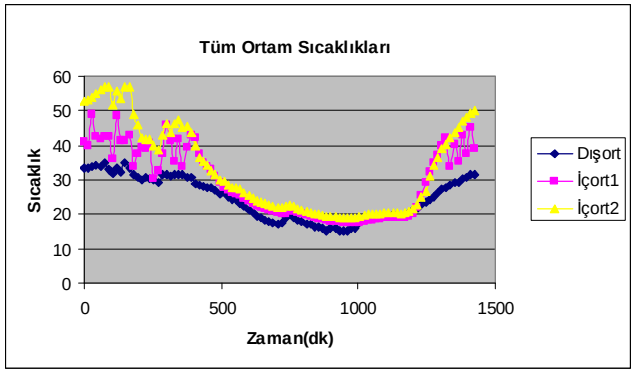


Şekil 143: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

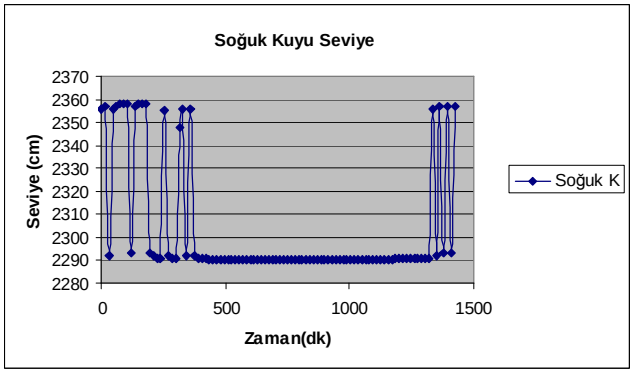


Şekil 144: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

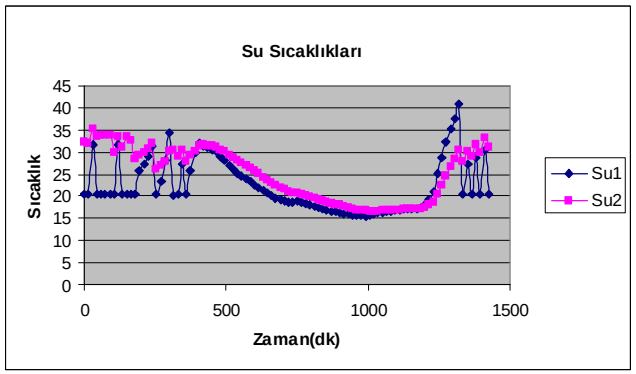
05 Eylül (sabah 9.^{00}) – 06 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



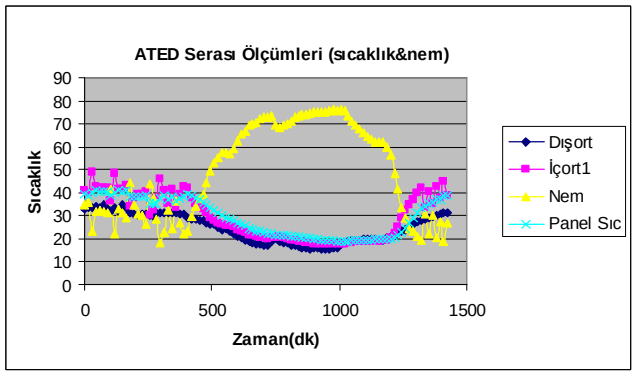
Şekil 145: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 146: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

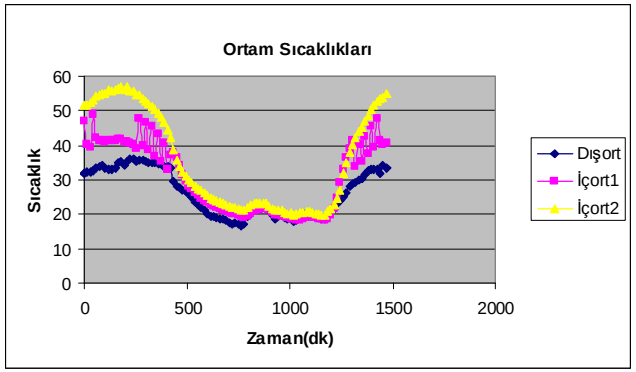


Şekil 147: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

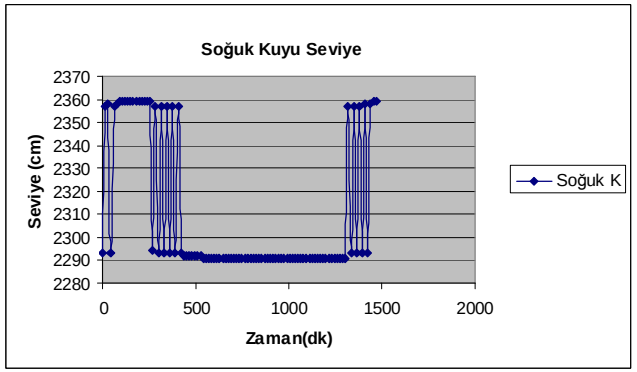


Şekil 148: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

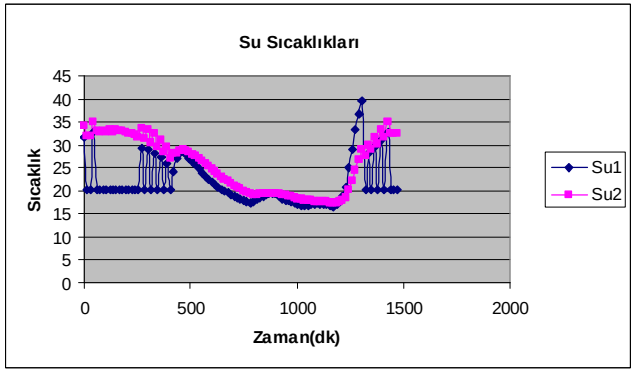
06 Eylül (sabah 9.^{00}) – 07 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



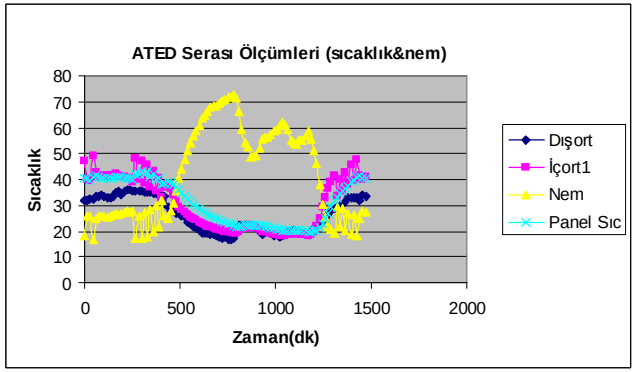
Şekil 149: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 150: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

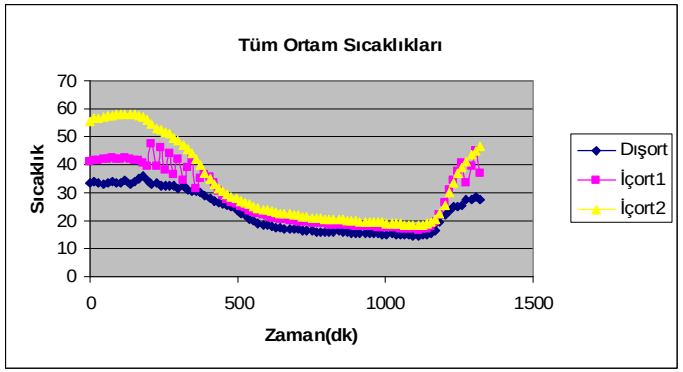


Şekil 151: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

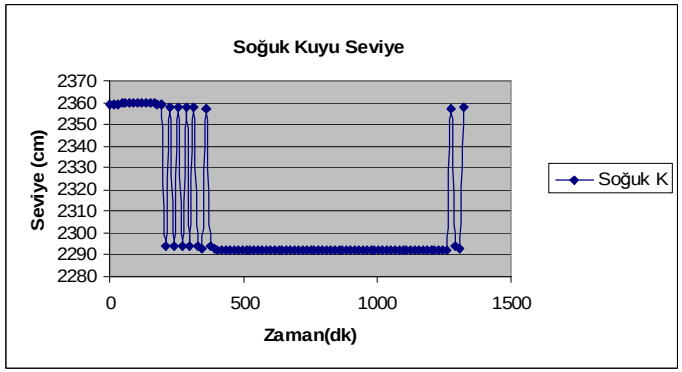


Şekil 152: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

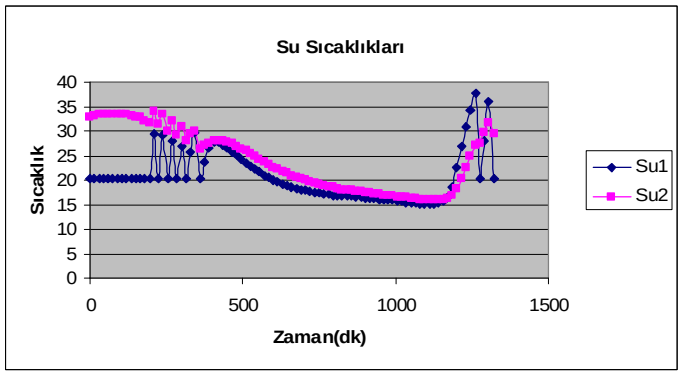
07 Eylül (sabah 9.^{00}) – 08 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



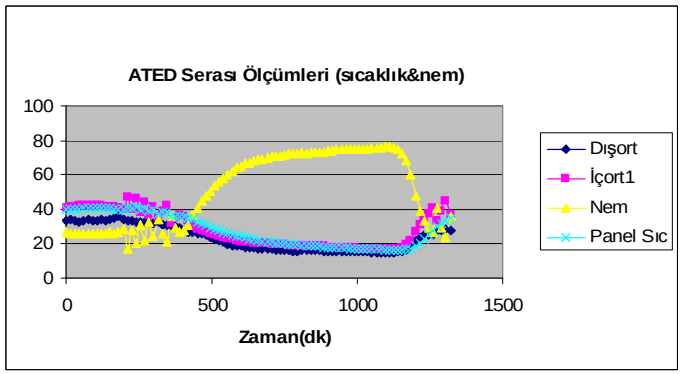
Şekil 153: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 154: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

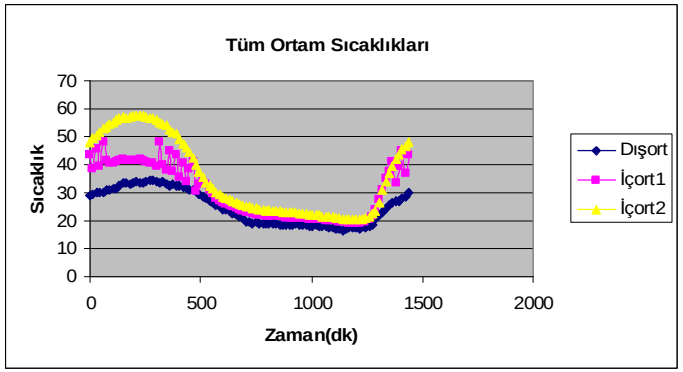


Şekil 155: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

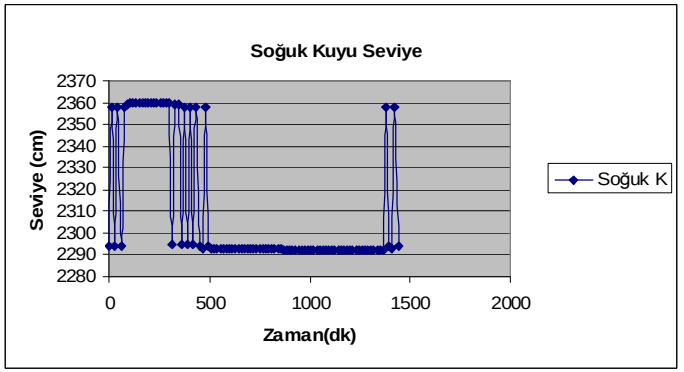


Şekil 156: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

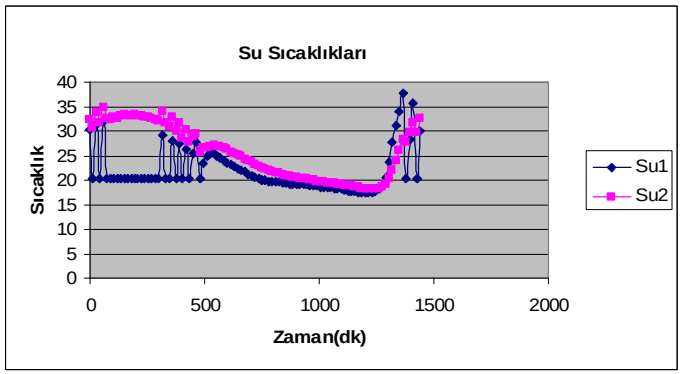
08 Eylül (sabah 9.^{00}) – 09 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



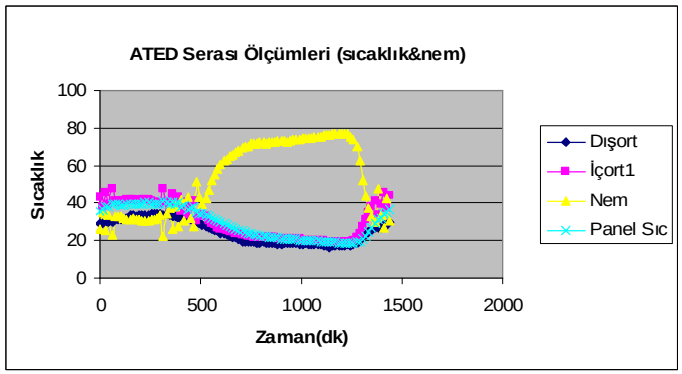
Şekil 157: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 158: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

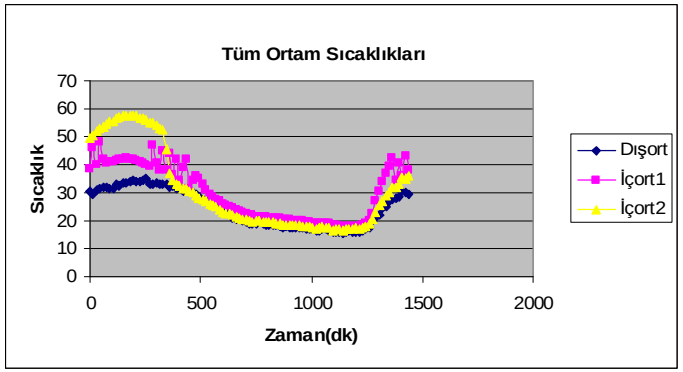


Şekil 159 Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

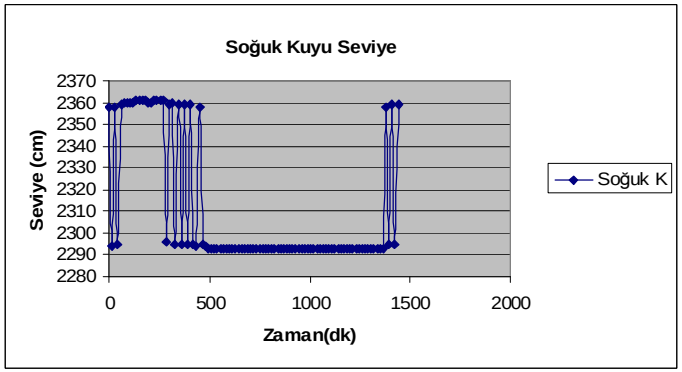


Şekil 160: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

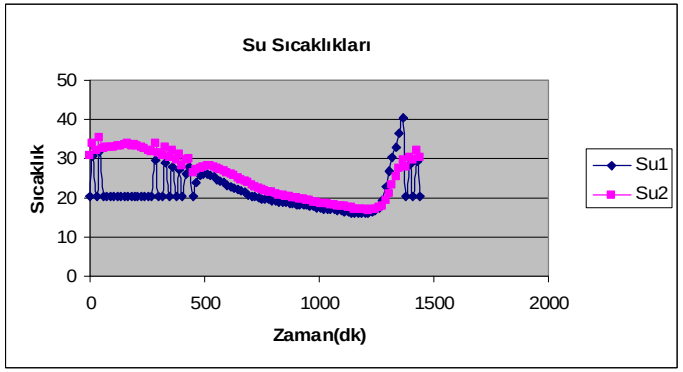
09 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 10 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



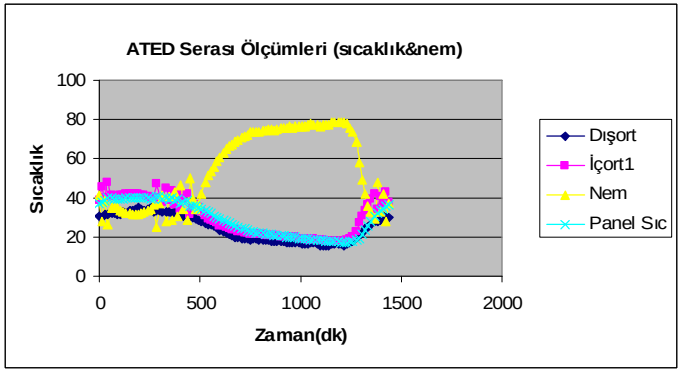
Şekil 161: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 162: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

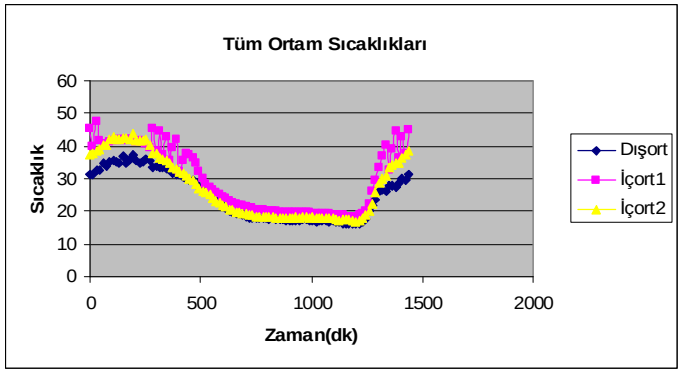


Şekil 163: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

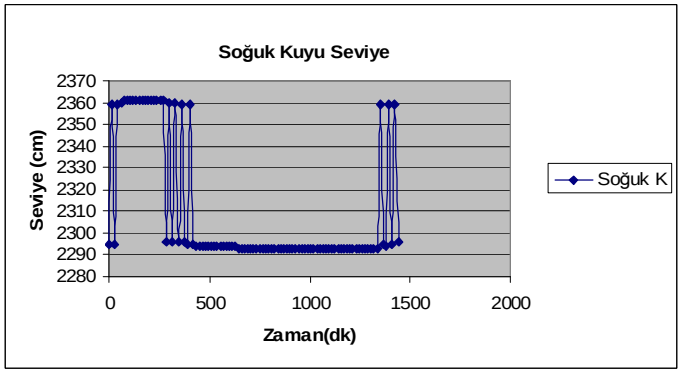


Şekil 164: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

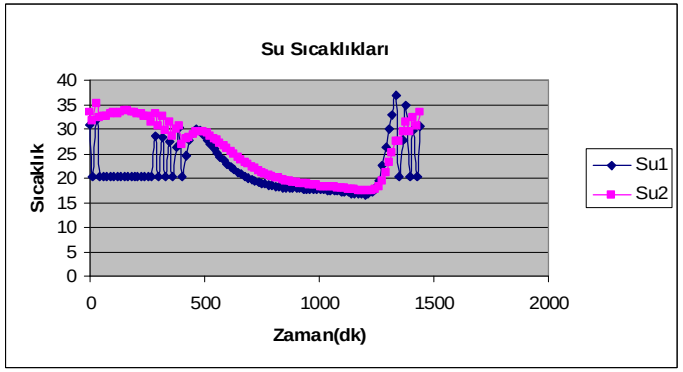
10 Eylül (sabah 9.^{00}) – 11 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



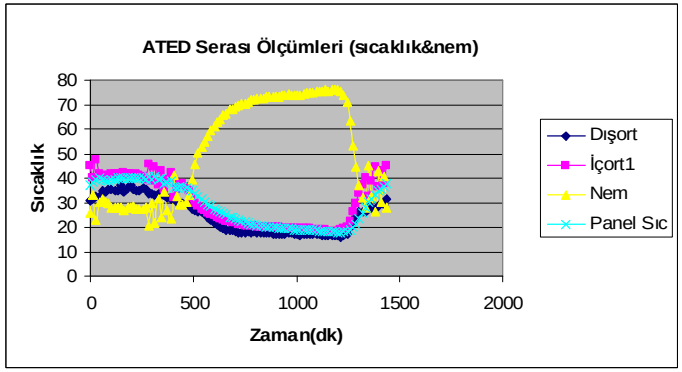
Şekil 165: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 166: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

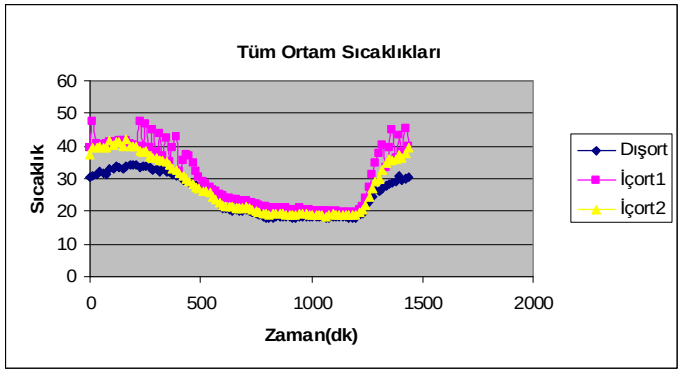


Şekil 167: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

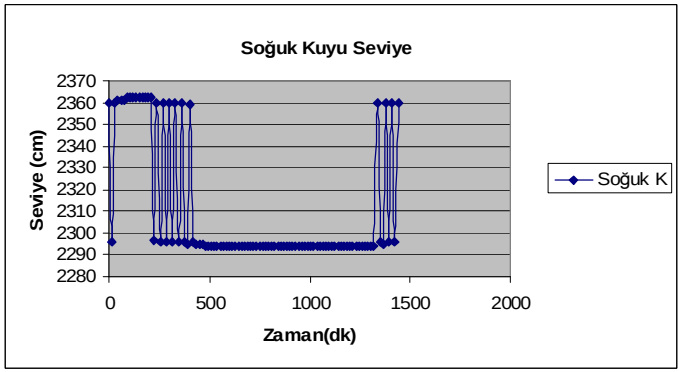


Şekil 168: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

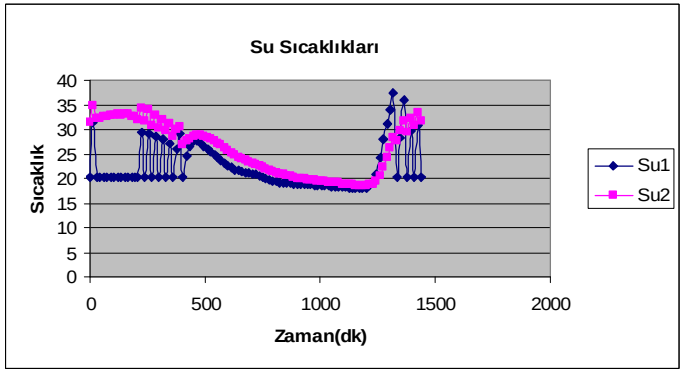
11 Eylül (sabah 9.^{00}) – 12 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



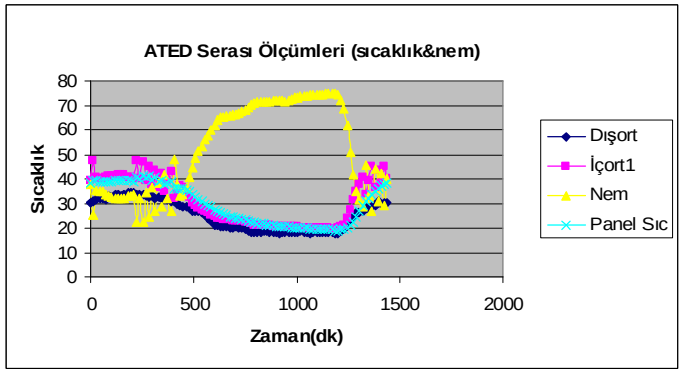
Şekil 169: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 170: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

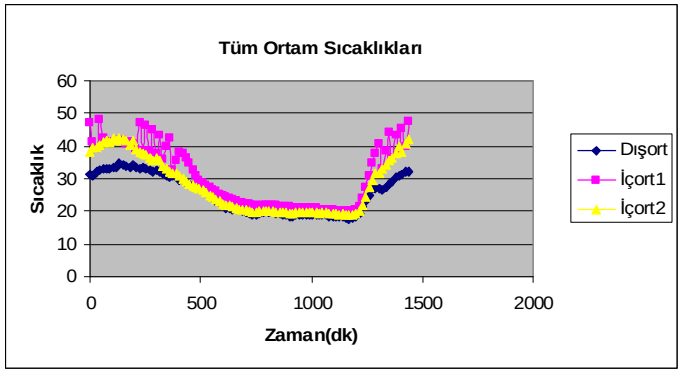


Şekil 171: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

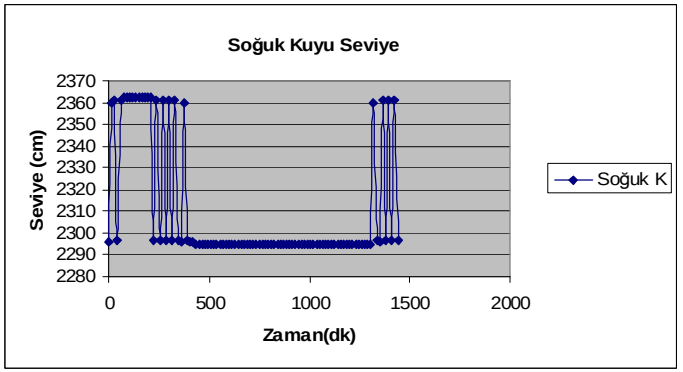


Şekil 172: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

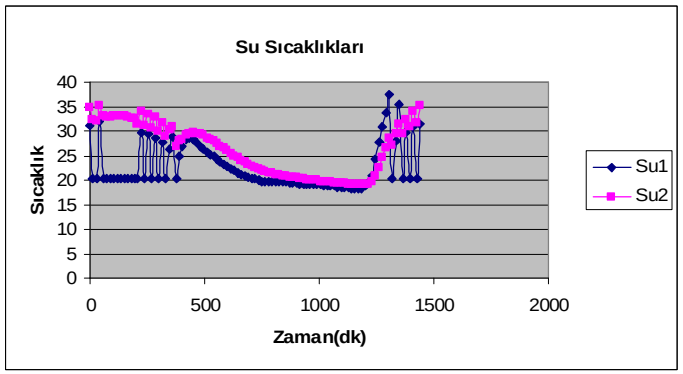
12 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 13 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



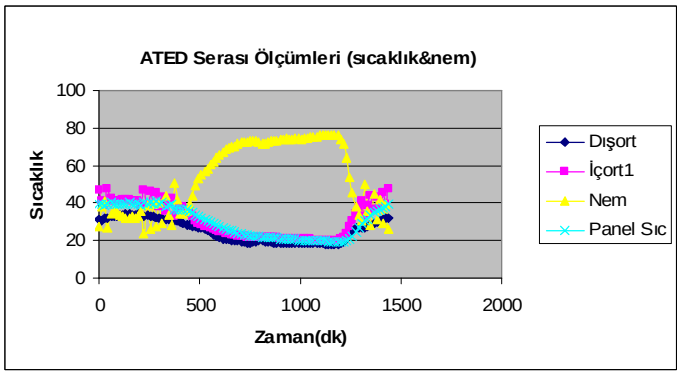
Şekil 173: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 174: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

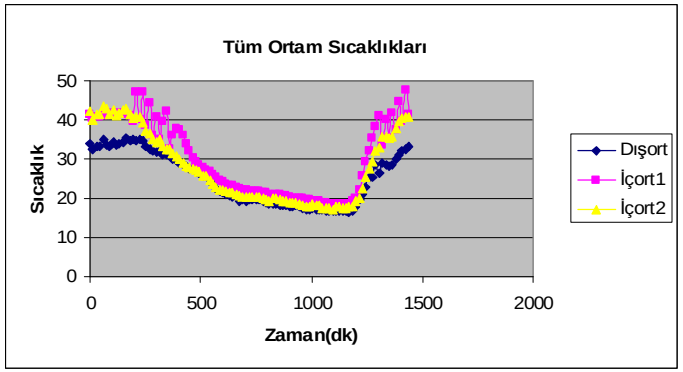


Şekil 175: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

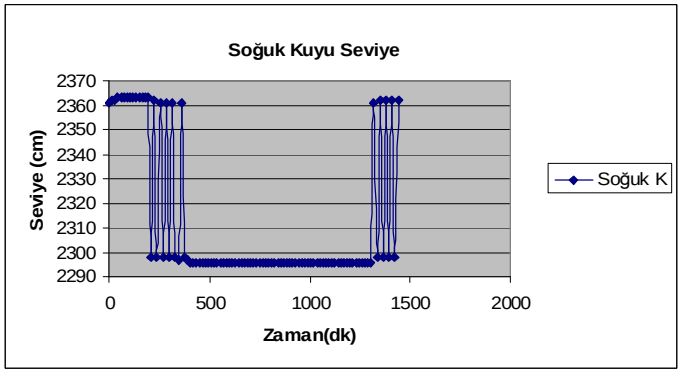


Şekil 176: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

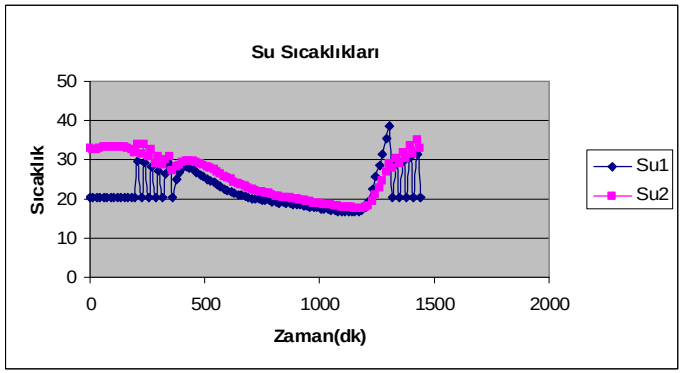
13 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 14 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



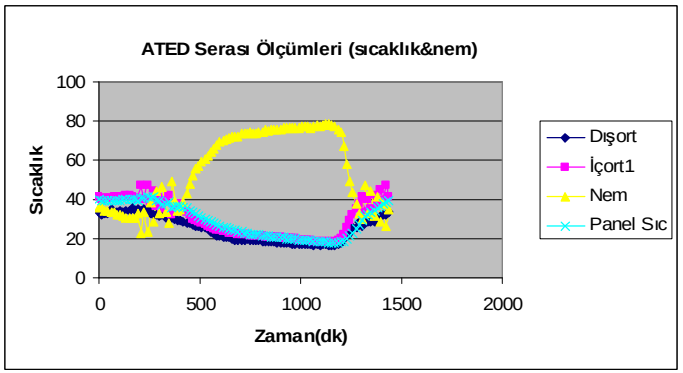
Şekil 177: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 178: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

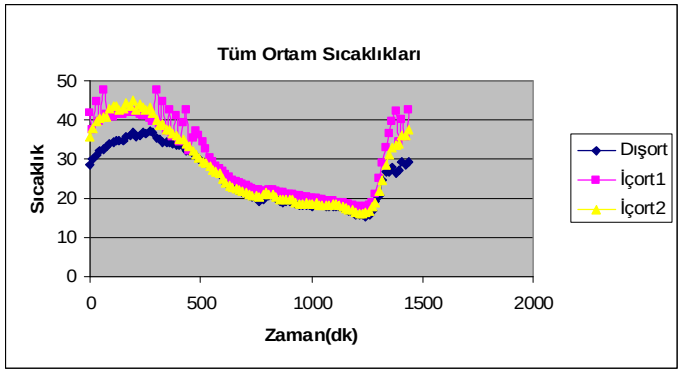


Şekil 179: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

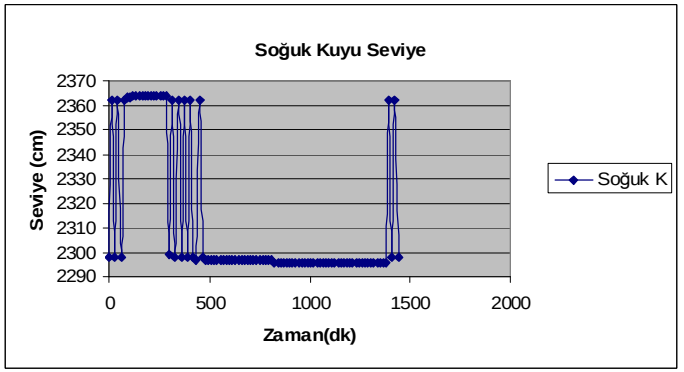


Şekil 180: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

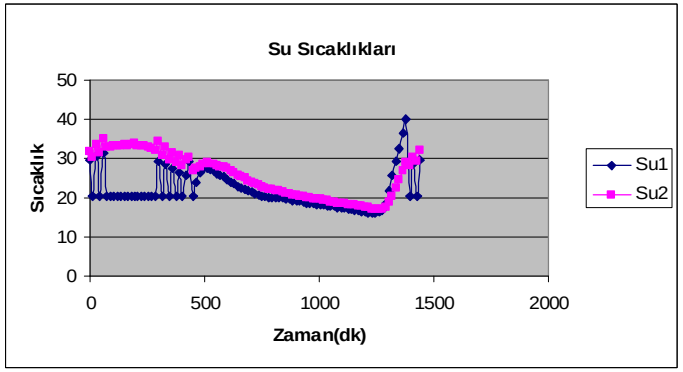
14 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 15 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



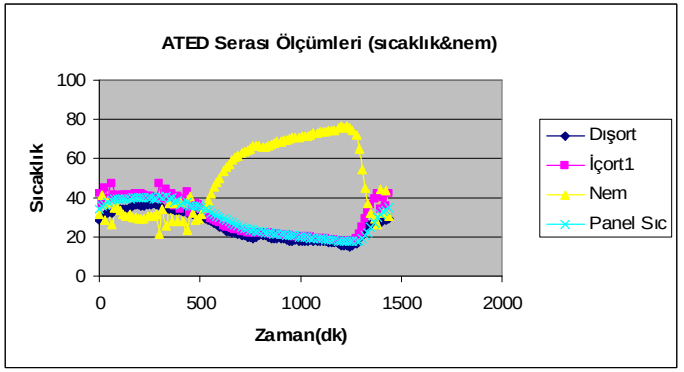
Şekil 181: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 182: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

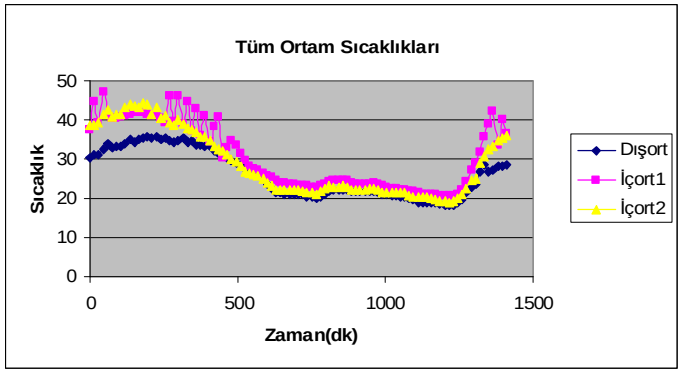


Şekil 183: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

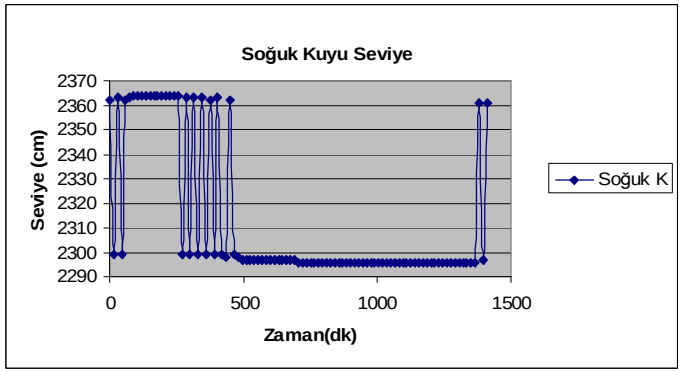


Şekil 184: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

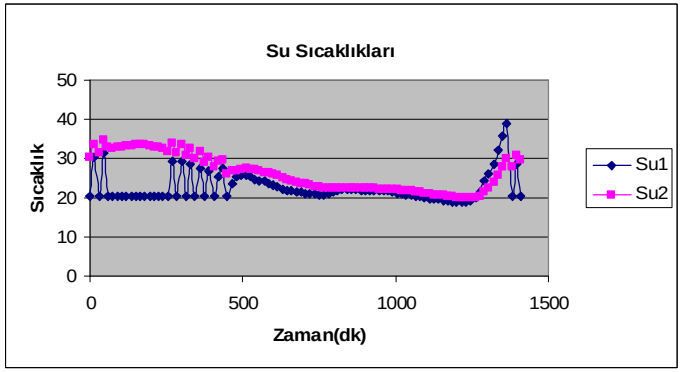
15 Eylül (sabah 9.^{00}) – 16 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



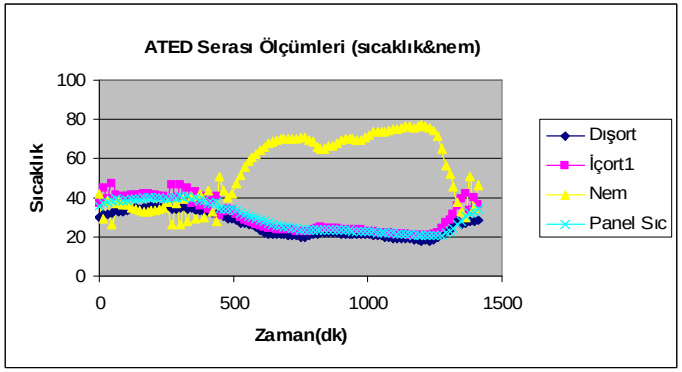
Şekil 185: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 186: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

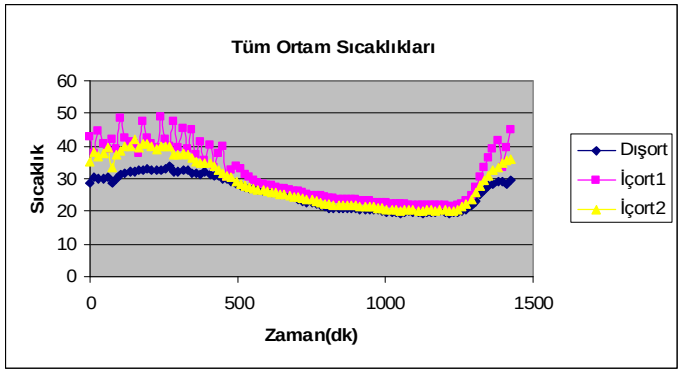


Şekil 187: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

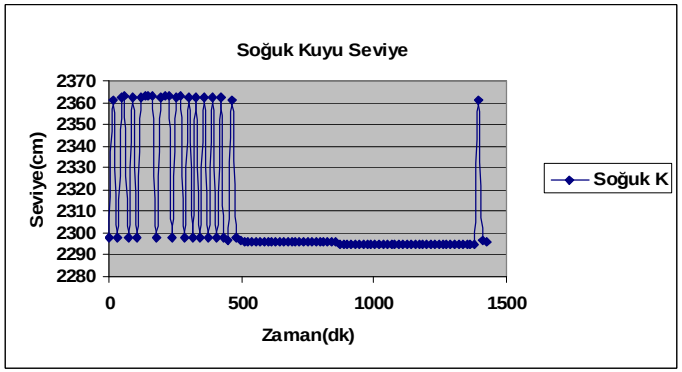


Şekil 188: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

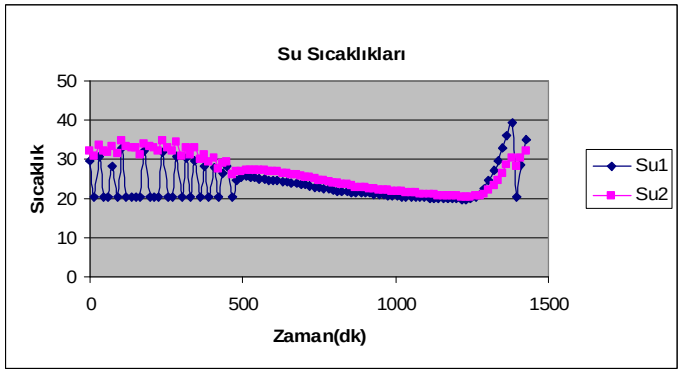
16 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 17 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



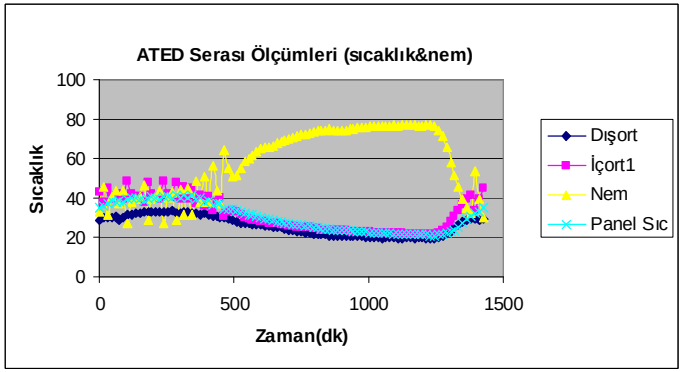
Şekil 189: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 190: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

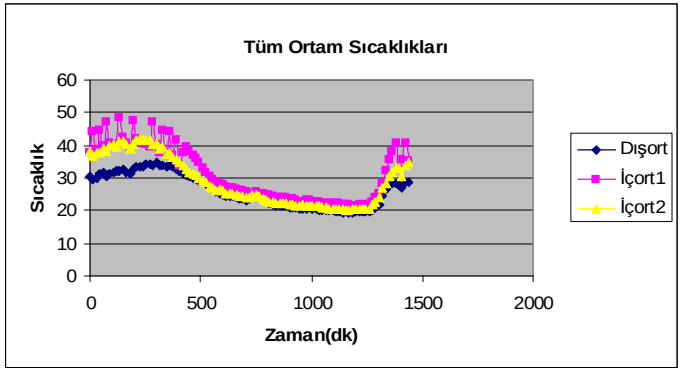


Şekil 191: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

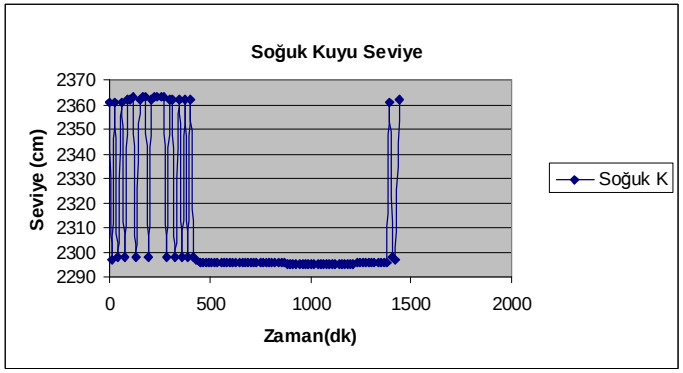


Şekil 192: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

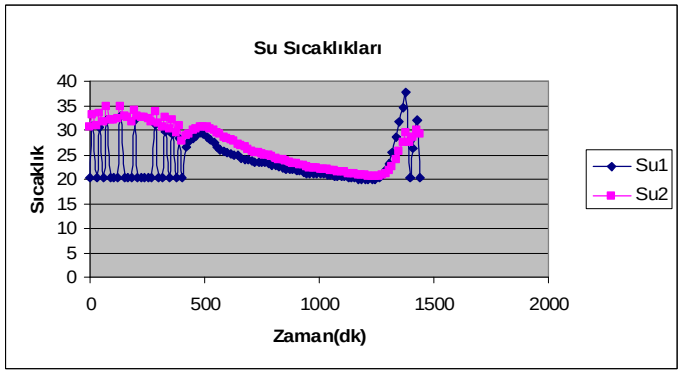
17 Eylül (sabah 9.^{00}) – 18 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



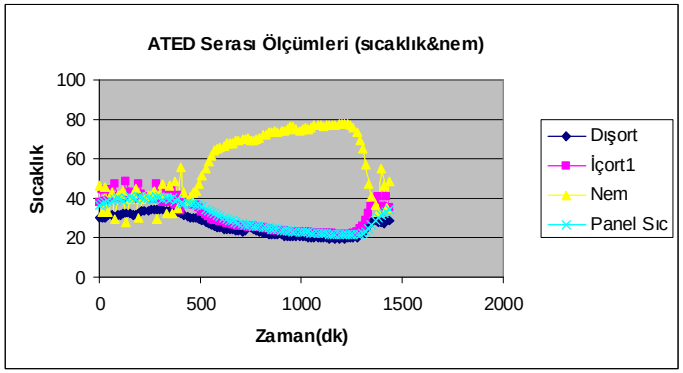
Şekil 193: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 194: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

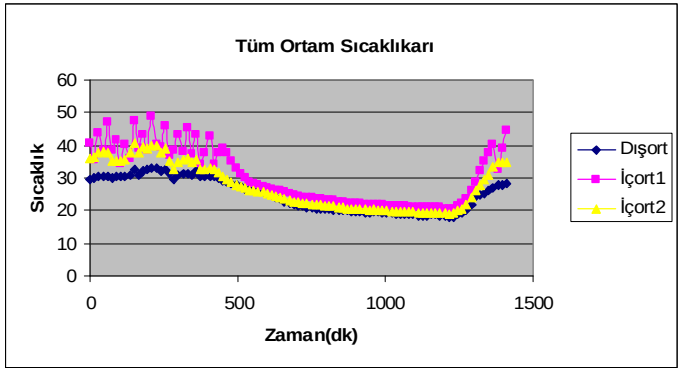


Şekil 195: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

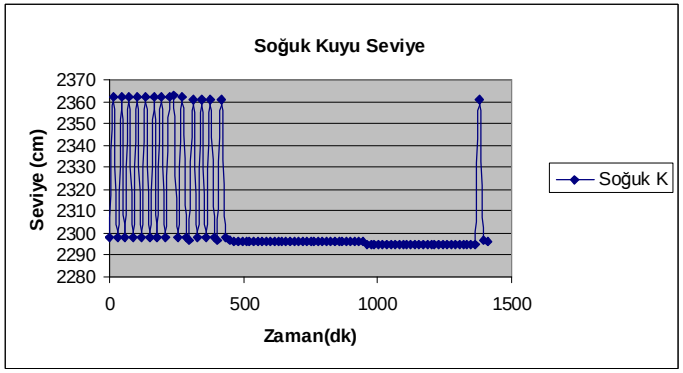


Şekil 196: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

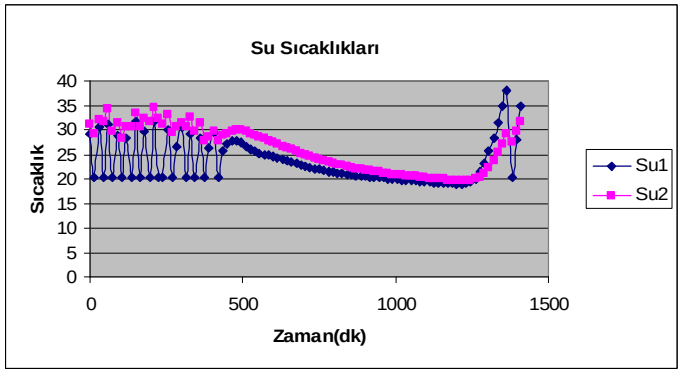
18 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 19 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



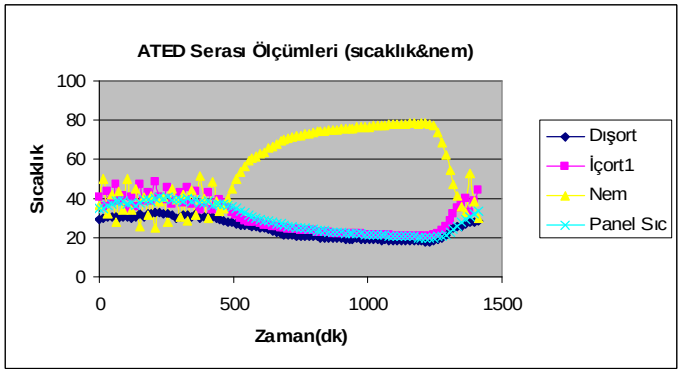
Şekil 197: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 198: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

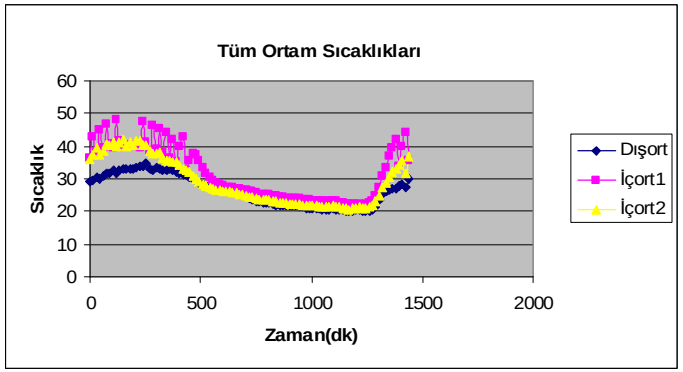


Şekil 199: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

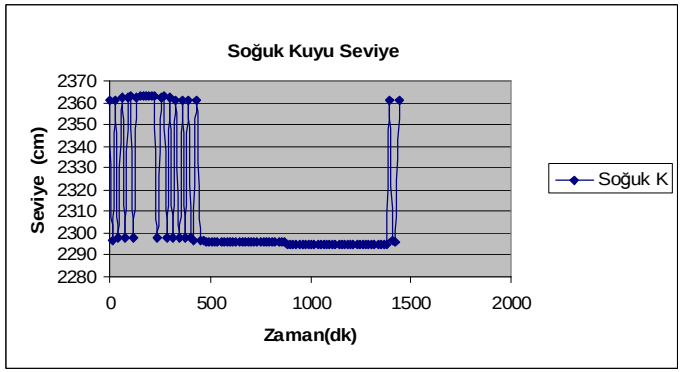


Şekil 200: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

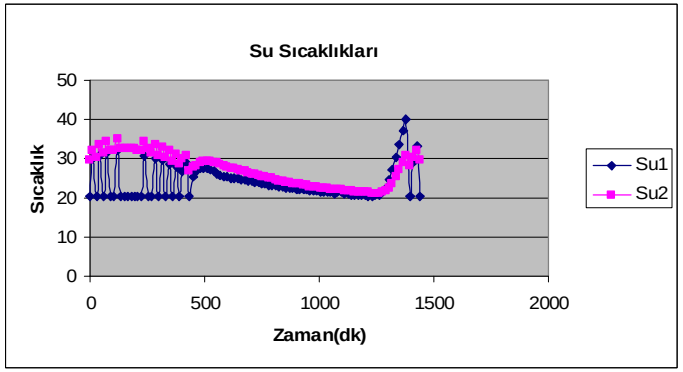
19 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 20 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



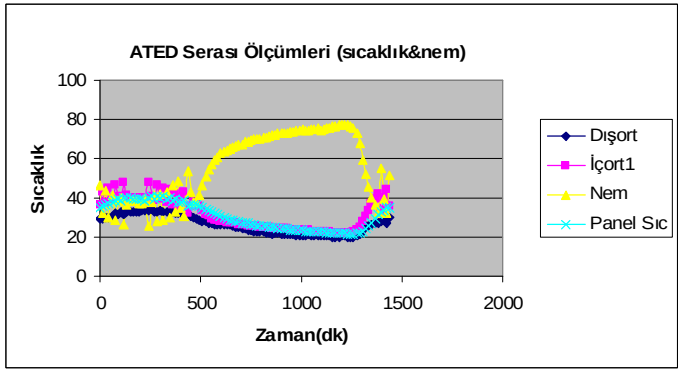
Şekil 201: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 202: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

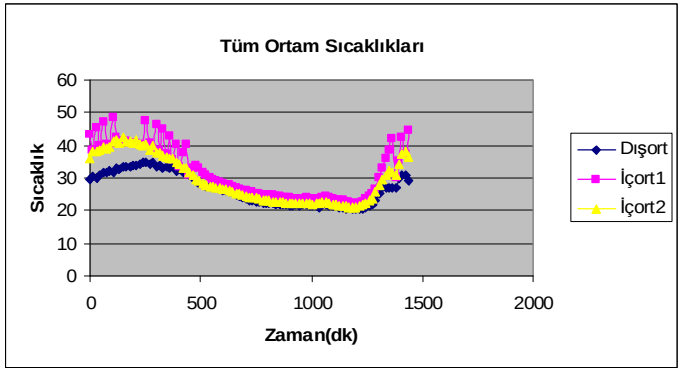


Şekil 203: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

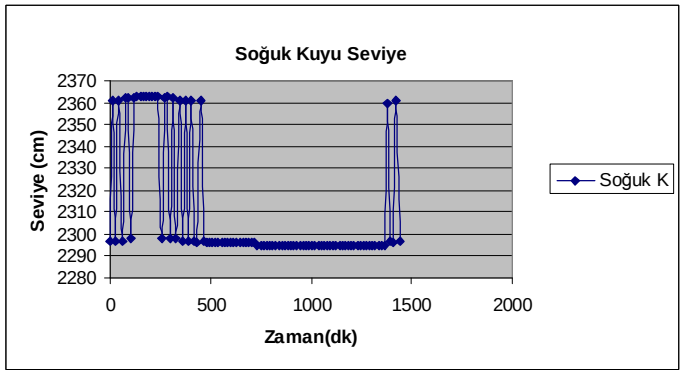


Şekil 204: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

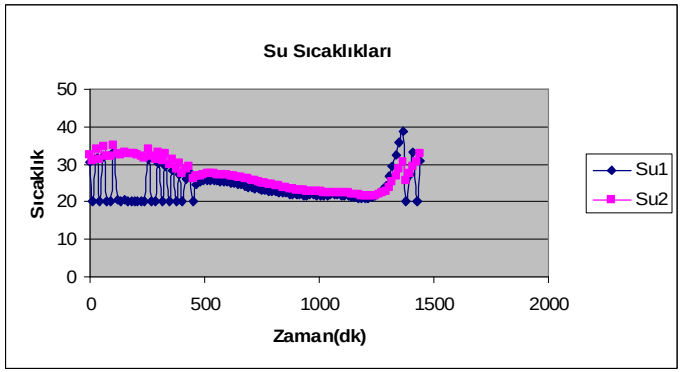
20 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 21 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



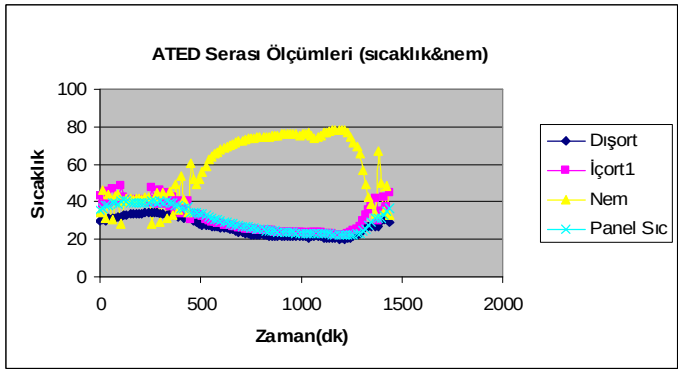
Şekil 205: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 206: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

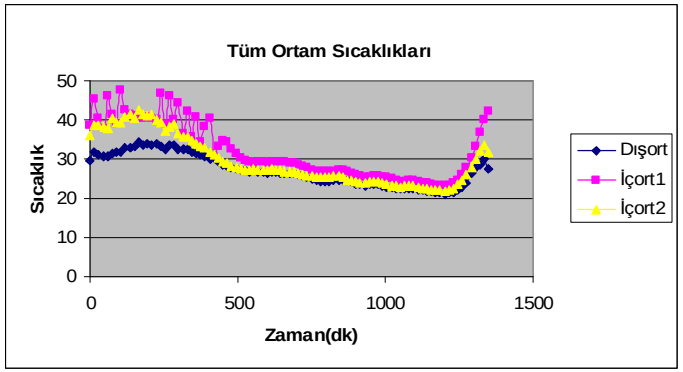


Şekil 207: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

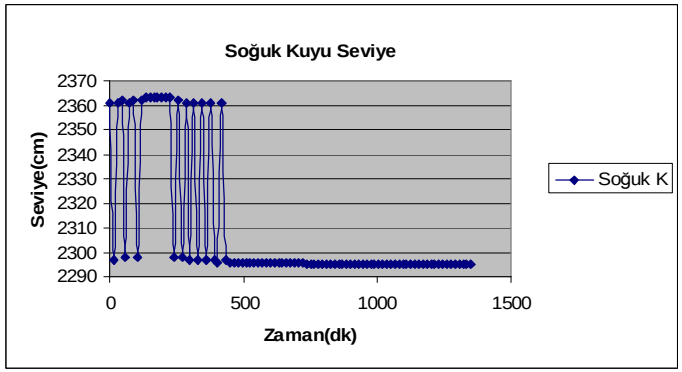


Şekil 208: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

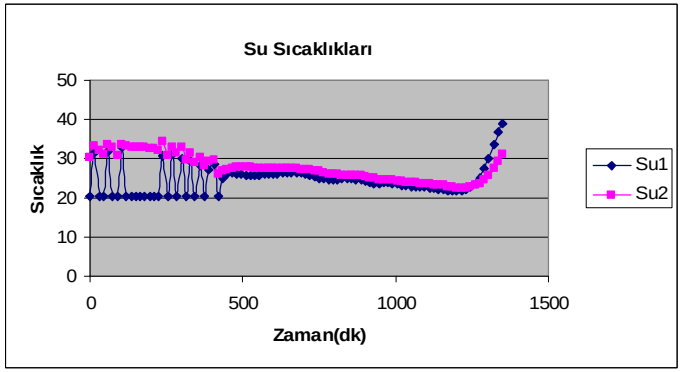
21 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 22 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



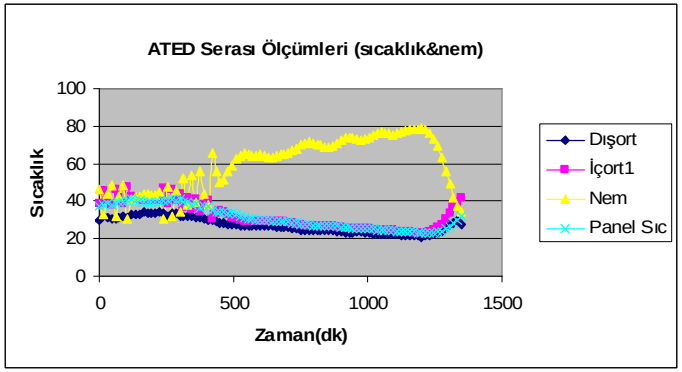
Şekil 209: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 210: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

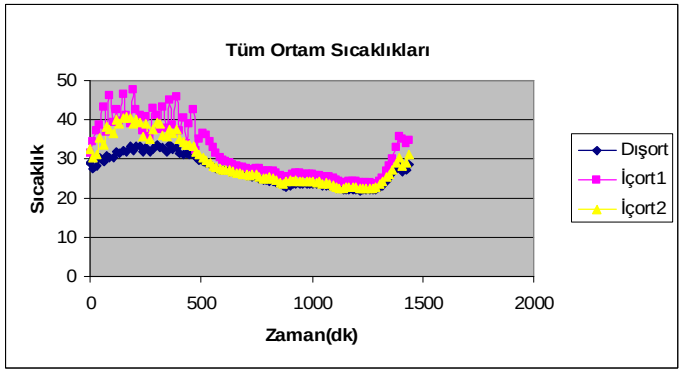


Şekil 211: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

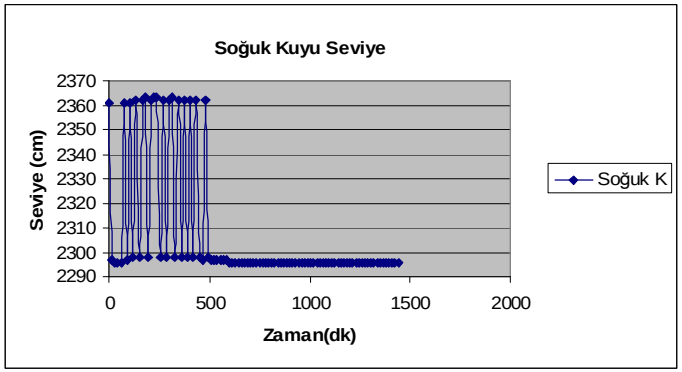


Şekil 212: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

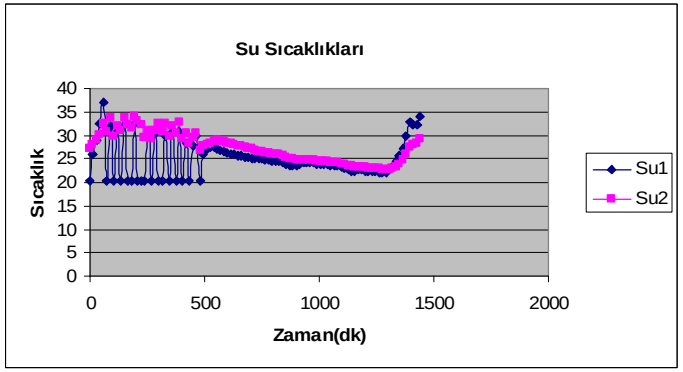
22 Eylül (sabah 9.^{00}) – 23 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



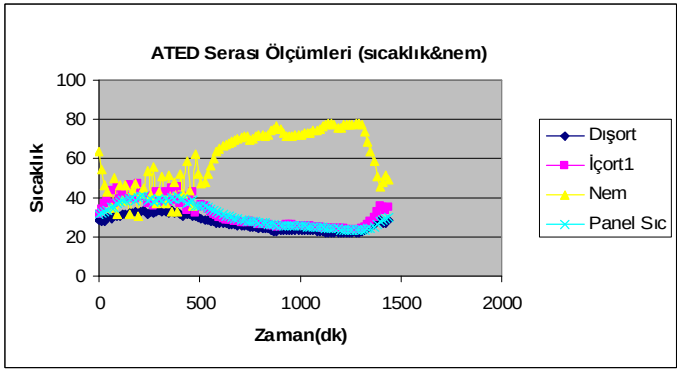
Şekil 213: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 214: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

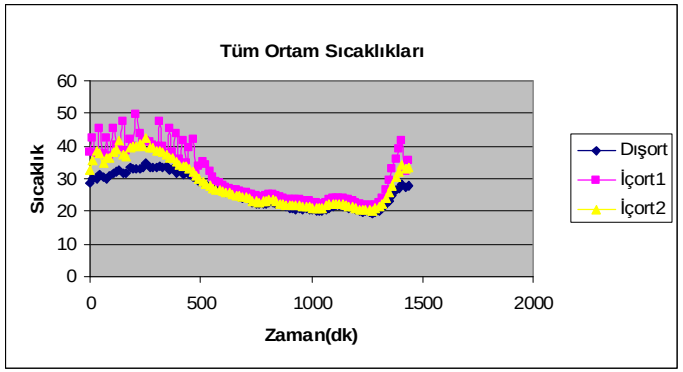


Şekil 215: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları ölçümleri

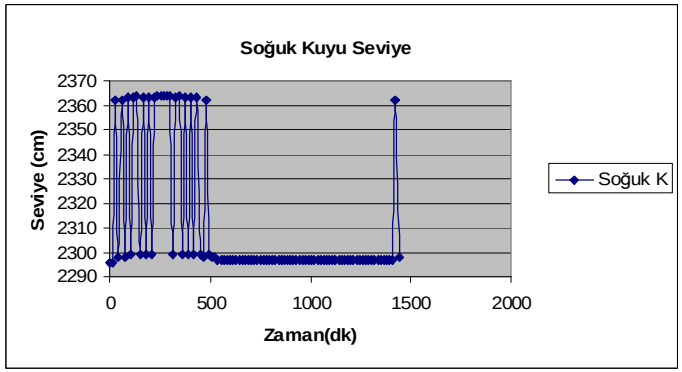


Şekil 216 : ATED serası sıcaklık ve bağıl nem

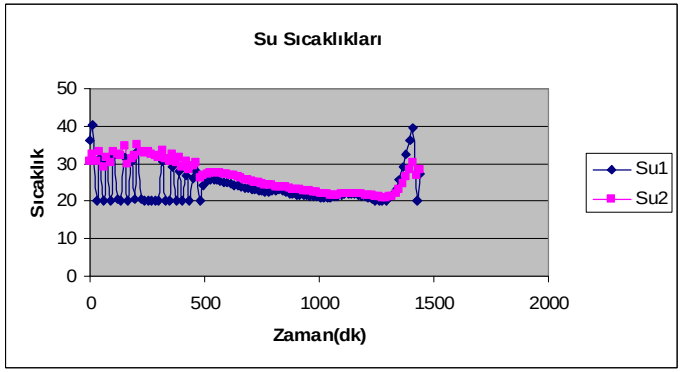
23 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 24 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



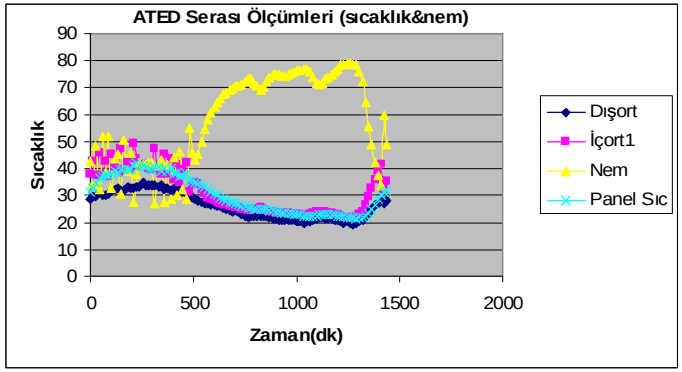
Şekil 217: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 218: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

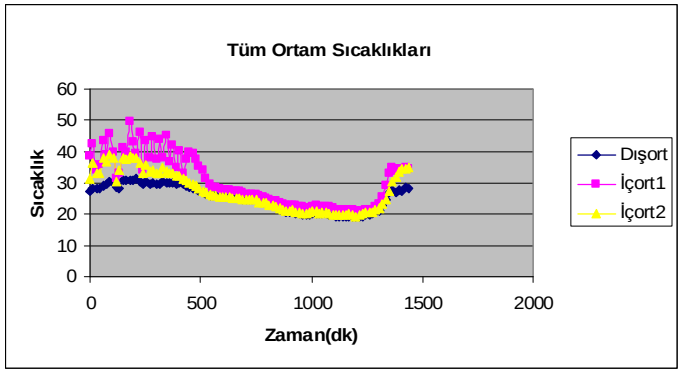


Şekil 219: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

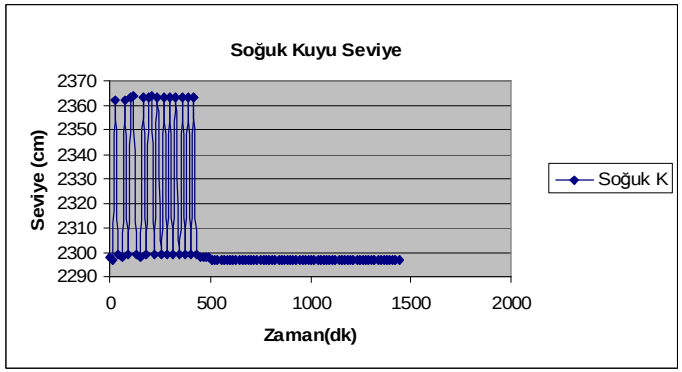


Şekil 220: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

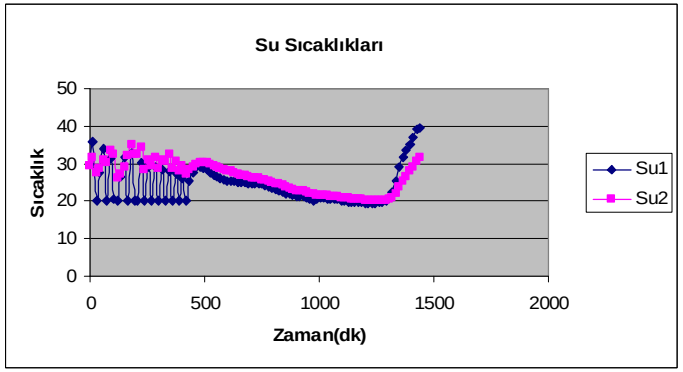
24 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 25 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



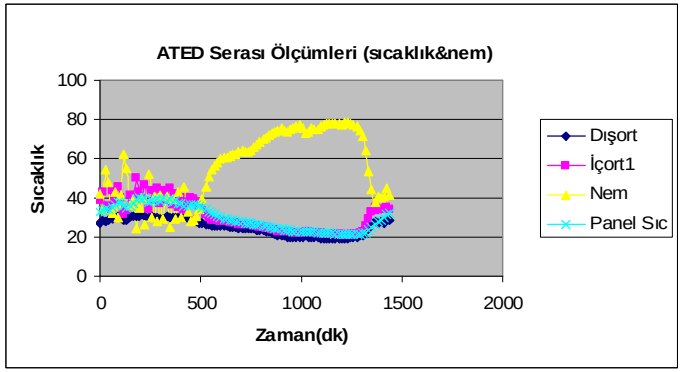
Şekil 221: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 222: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

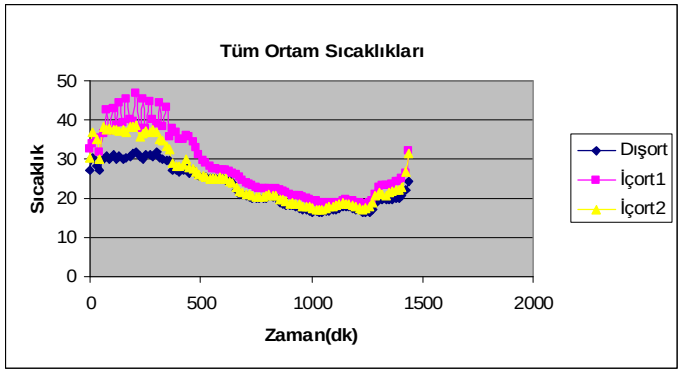


Şekil 223: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

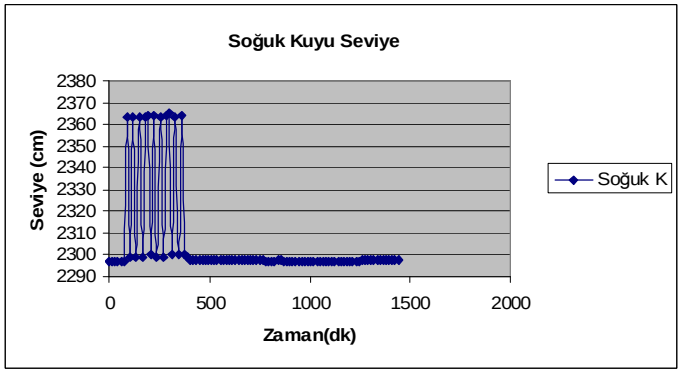


Şekil 224: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

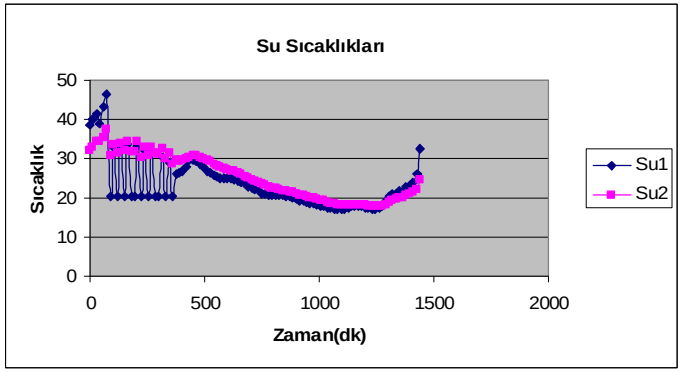
25 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 26 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



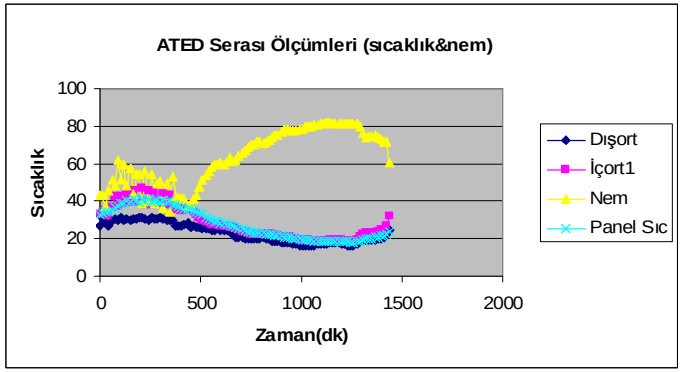
Şekil 225: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 226: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

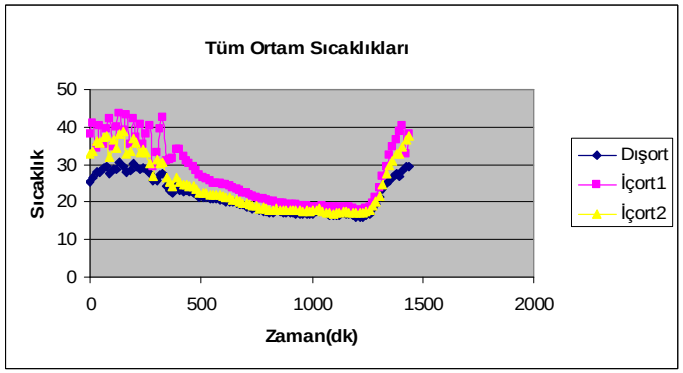


Şekil 227: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

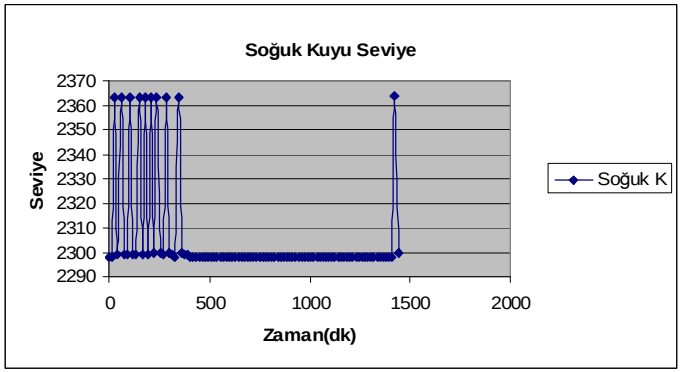


Şekil 228: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

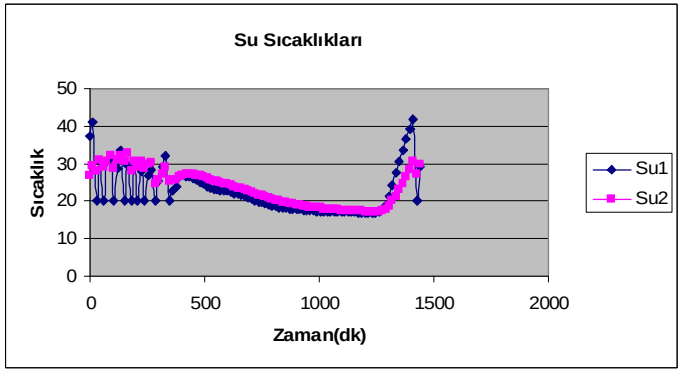
26 Eylül (sabah 9.^{00}) – 27 Eylül (sabah 9.^{00}) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



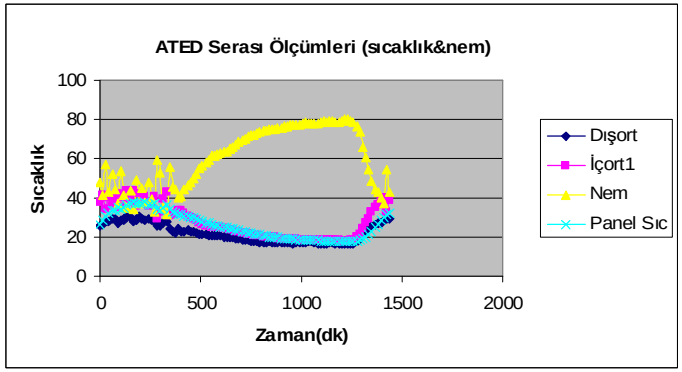
Şekil 229: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 230: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

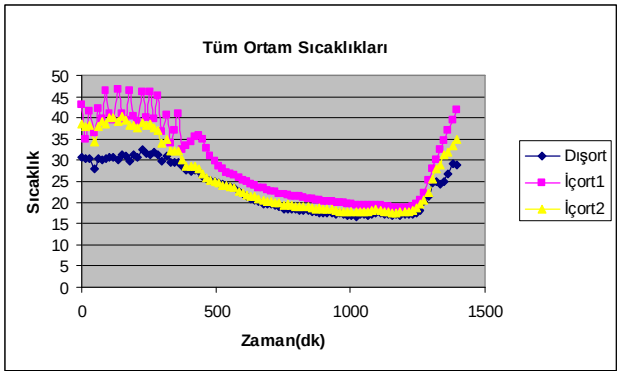


Şekil 231: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

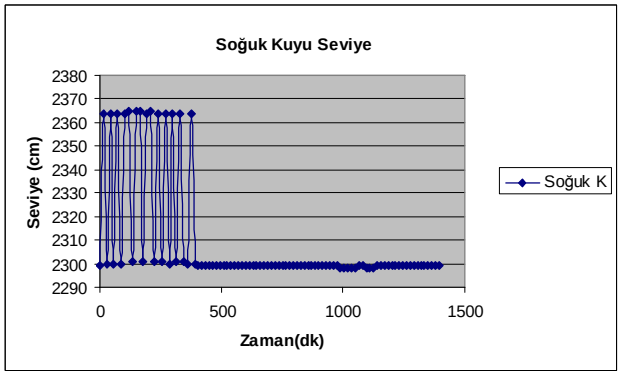


Şekil 232: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

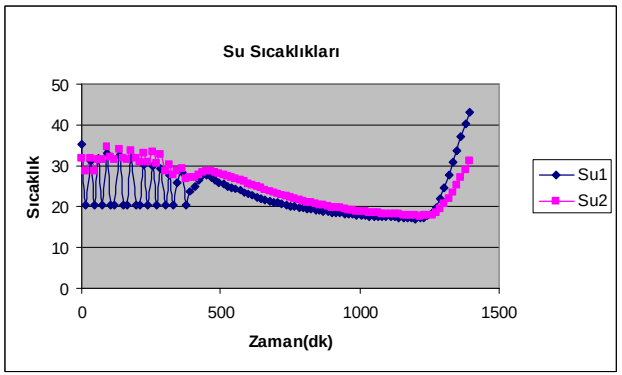
27 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 28 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



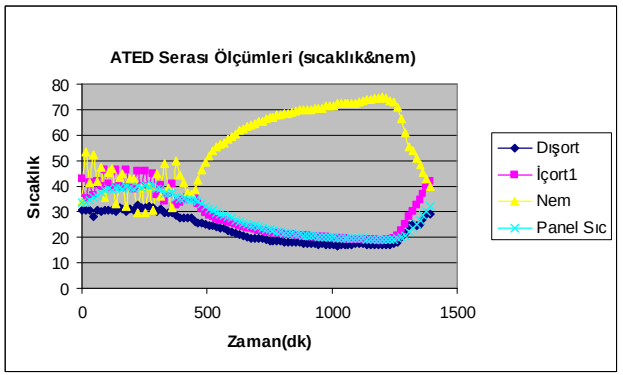
Şekil 233: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 234: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

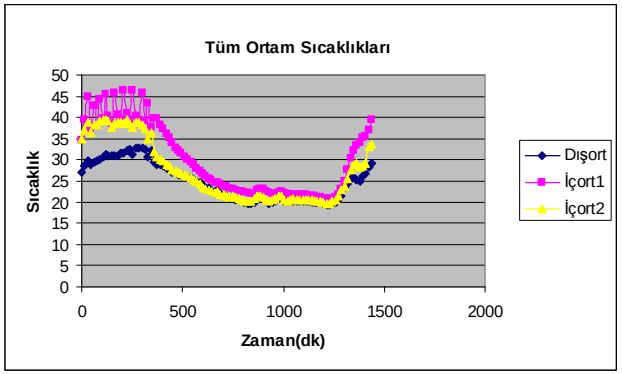


Şekil 235: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

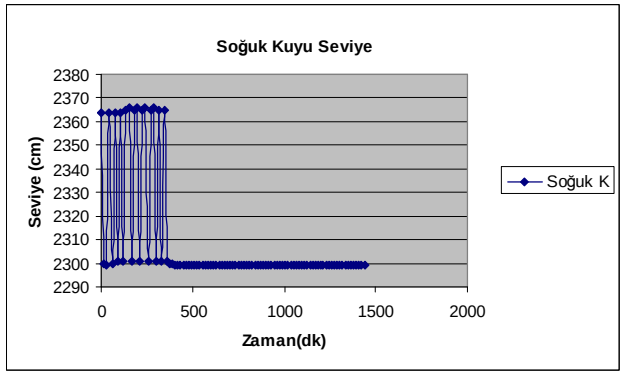


Şekil 236: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

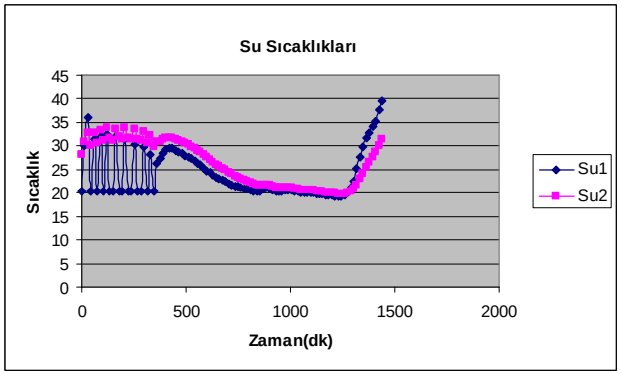
28 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 29 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



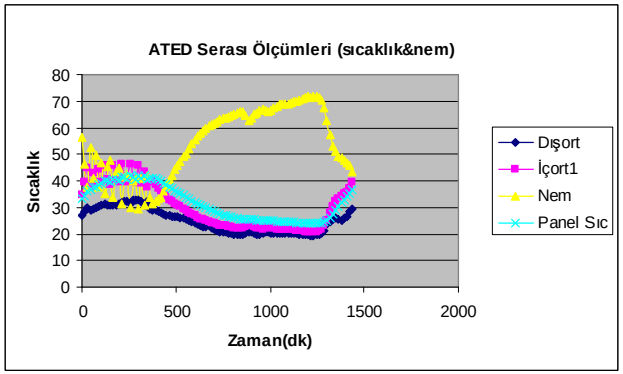
Şekil 237: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 238: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

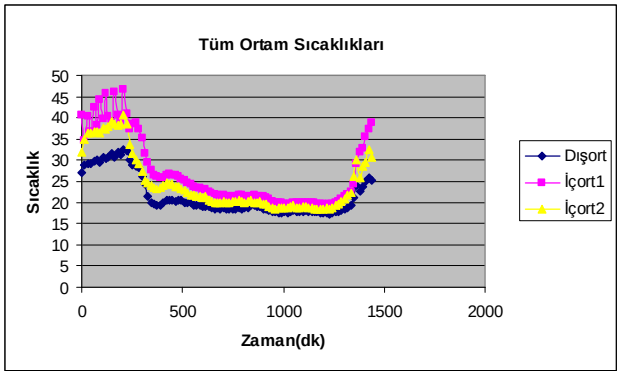


Şekil 239: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

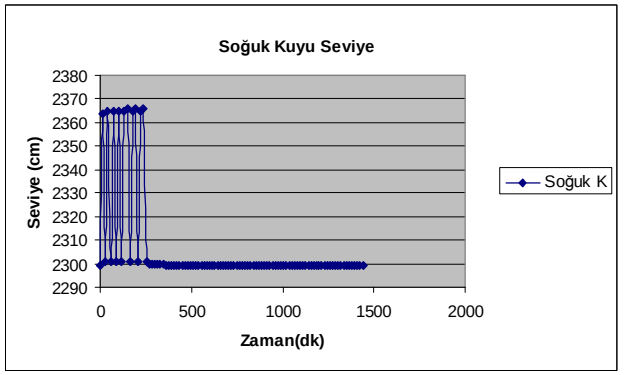


Şekil 240: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

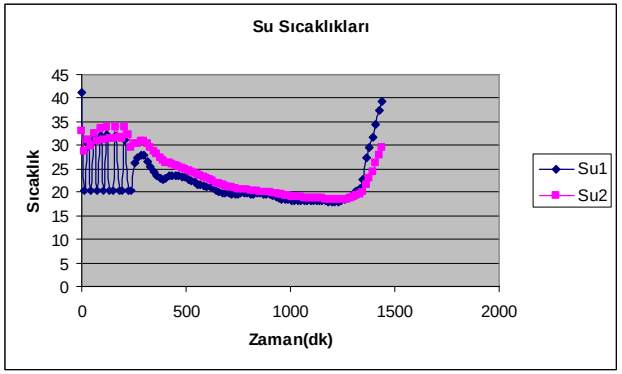
29 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 30 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



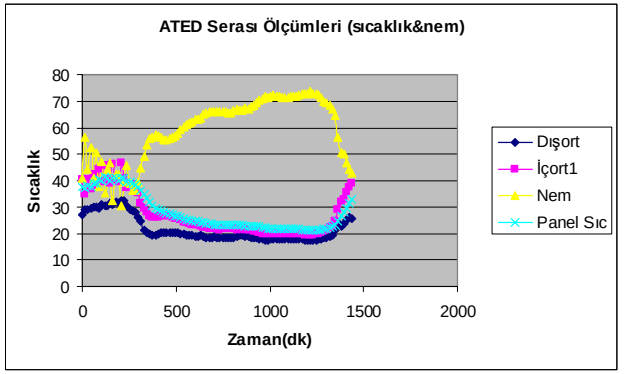
Şekil 241: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 242: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

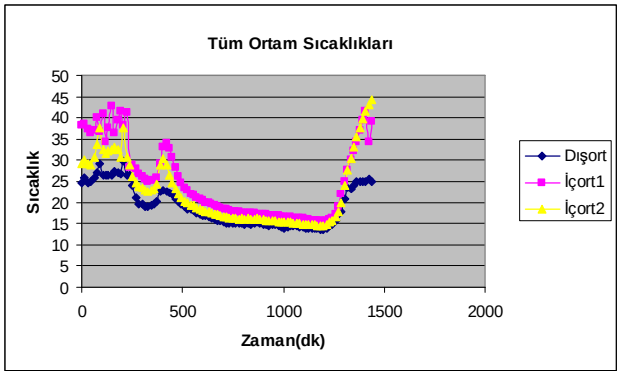


Şekil 243: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

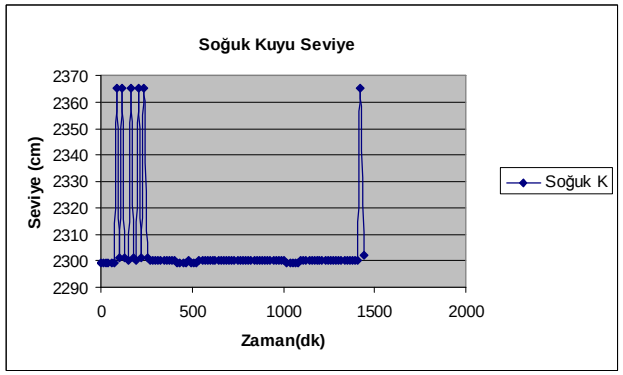


Şekil 244: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

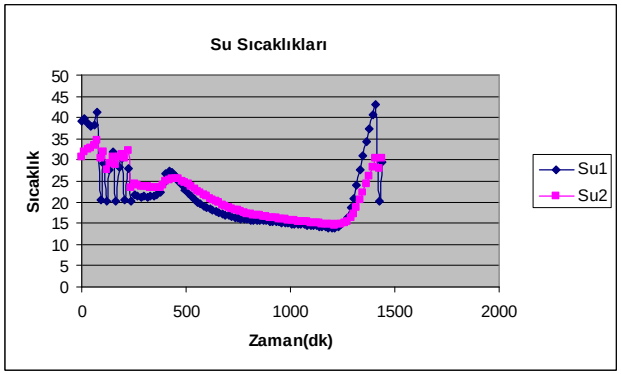
30 Eylül (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 01 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



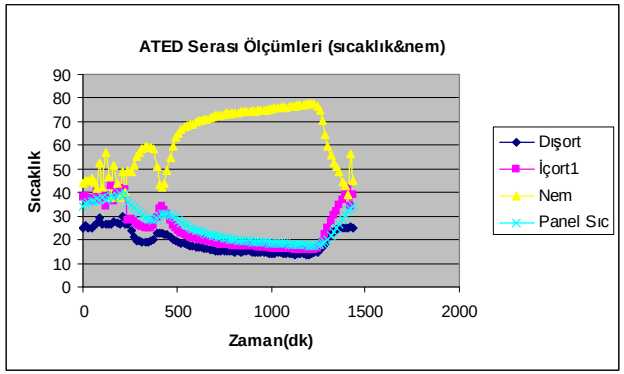
Şekil 245: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 246: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

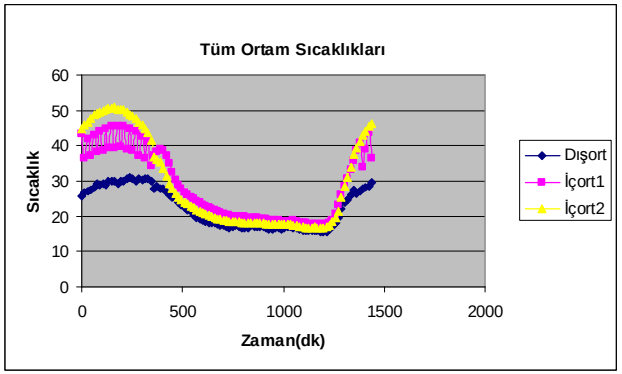


Şekil 247: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

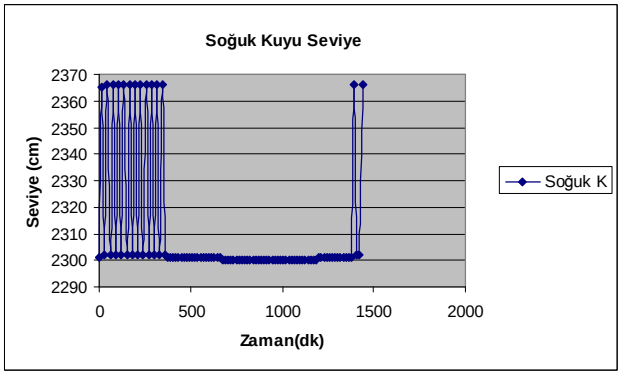


Şekil 248: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

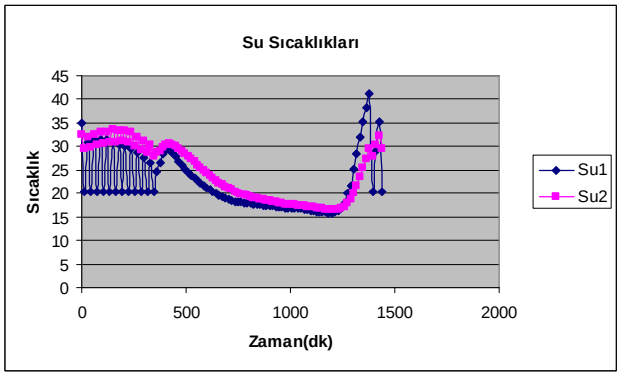
01 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 02 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



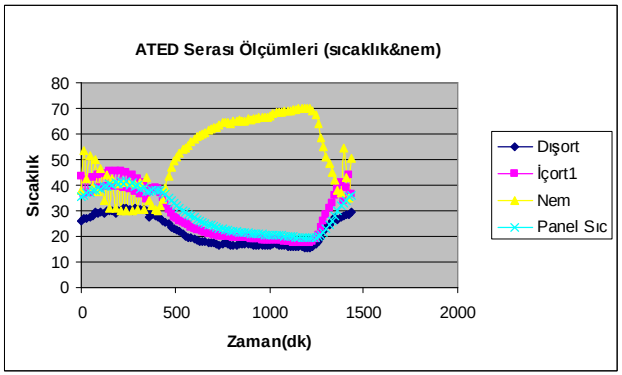
Şekil 249: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 250: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri

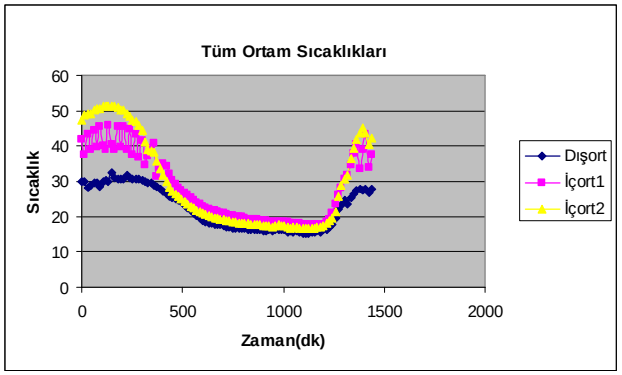


Şekil 251: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

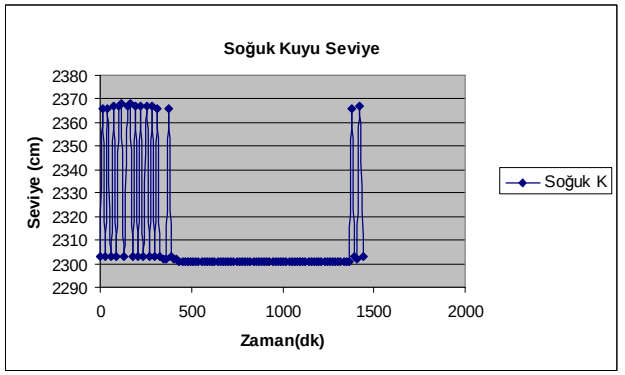


Şekil 252: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

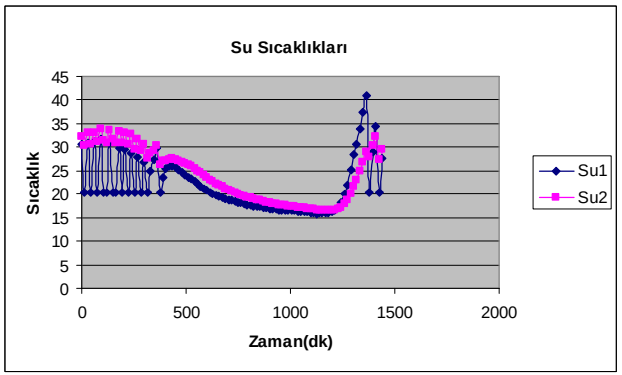
02 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 03 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



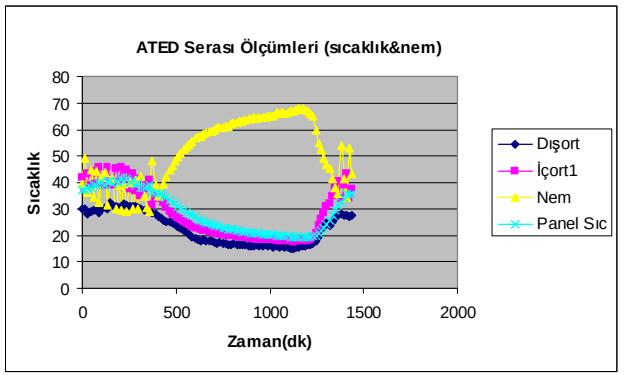
Şekil 253: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 254: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

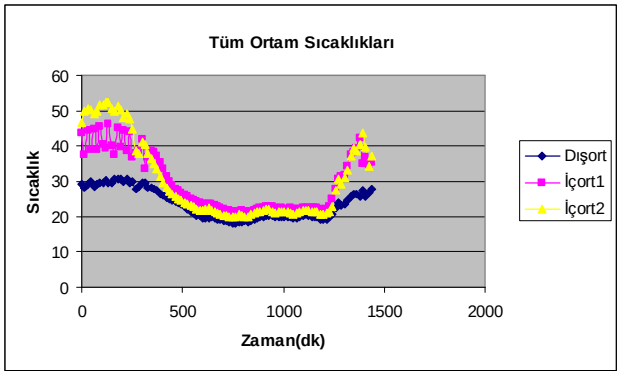


Şekil 255: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

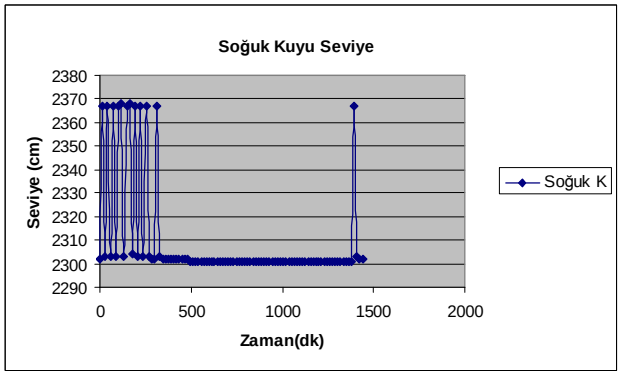


Şekil 256: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

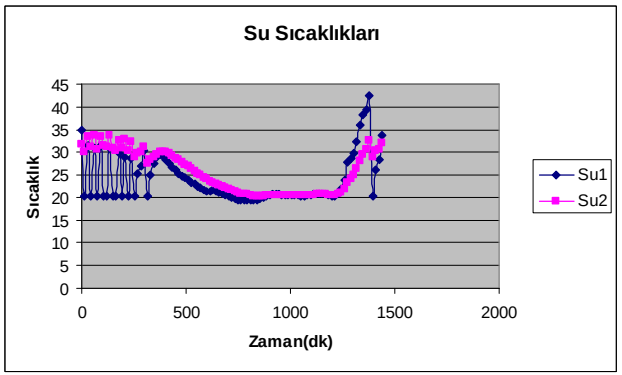
03 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 04 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



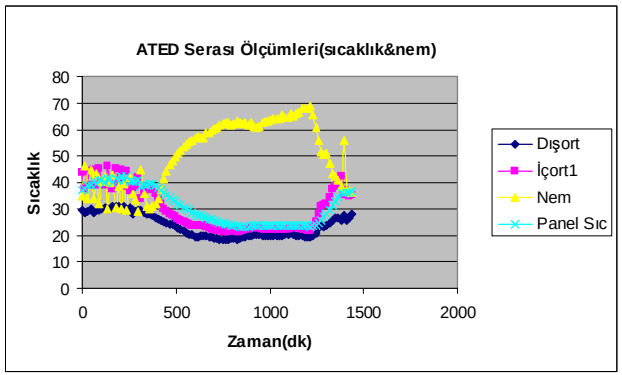
Şekil 257: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 258: TÜBİTAK K1’ den alınan düşüm eğrileri

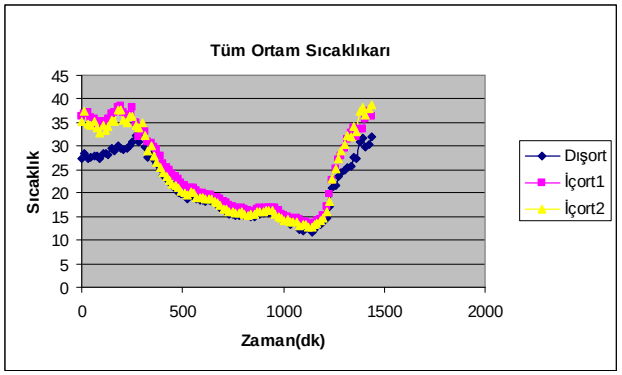


Şekil 259: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

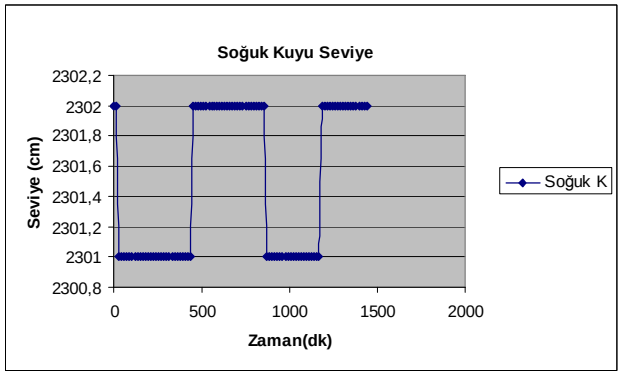


Şekil 260: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

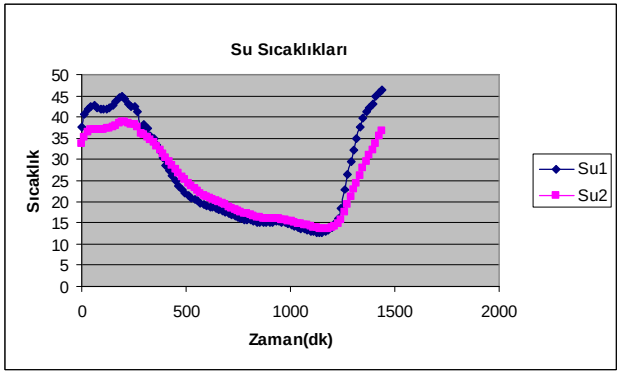
04 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) – 05 Ekim (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 arasında sıcak depolama sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



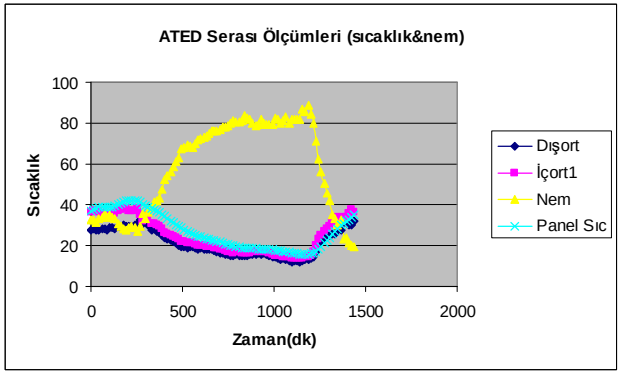
Şekil 261: Sıcak depolama sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 262: TÜBİTAK K1' den alınan düşüm eğrileri



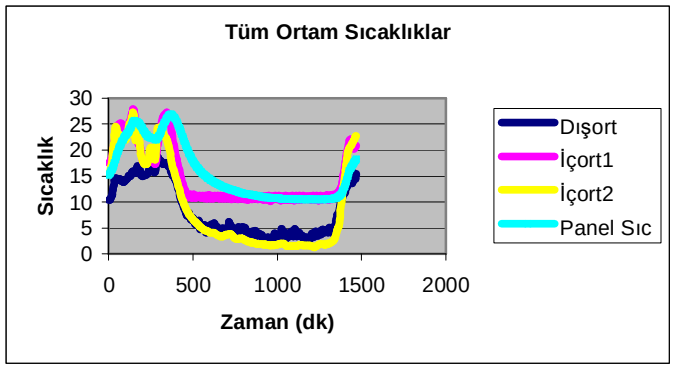
Şekil 263: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları



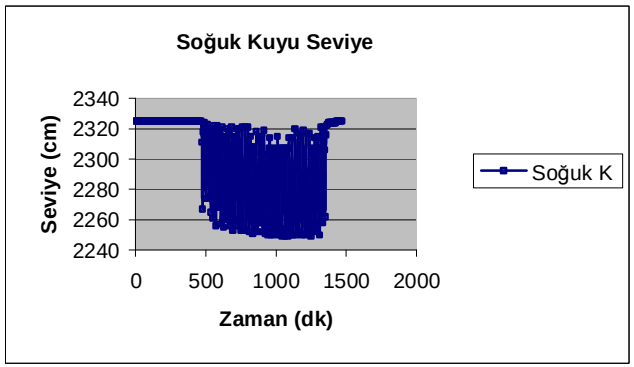
Şekil 264: ATED serası sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri

Ek 2: 2005-2006 yılı kış ayları sıcak geri kazanım&soğuk depolama işlemi günlük alınan veriler grafikleri

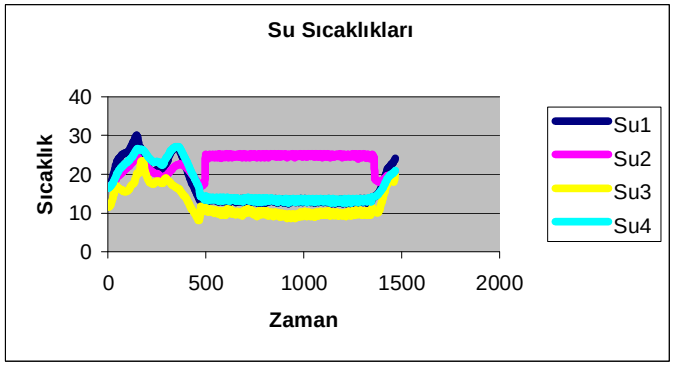
24 Kasım (sabah 9.^{00}) -25 Kasım (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



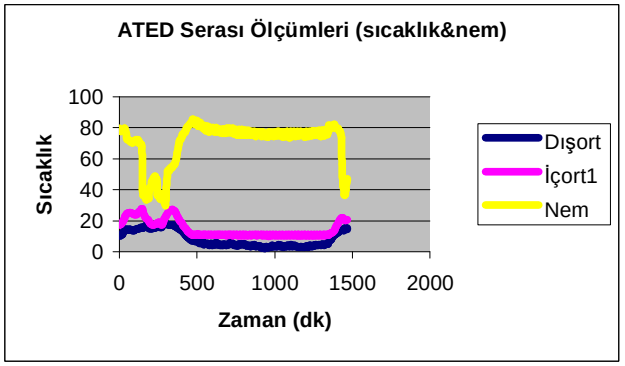
Şekil 1: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 2: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

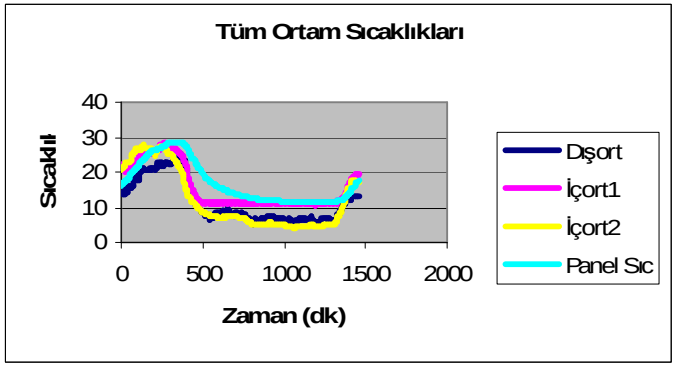


Şekil 3: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

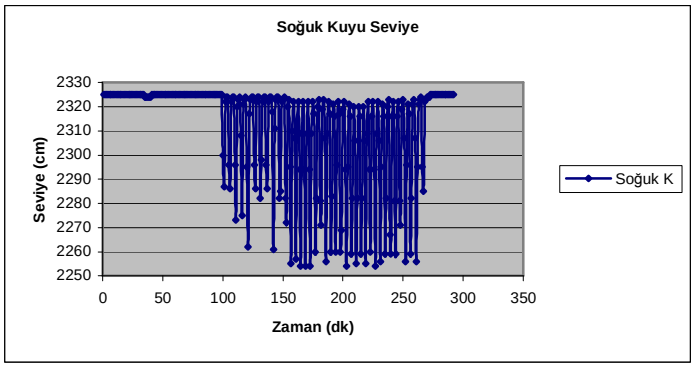


Şekil 4: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

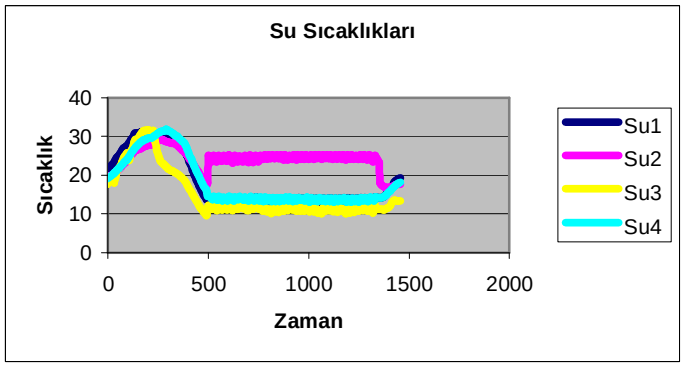
25 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 26 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



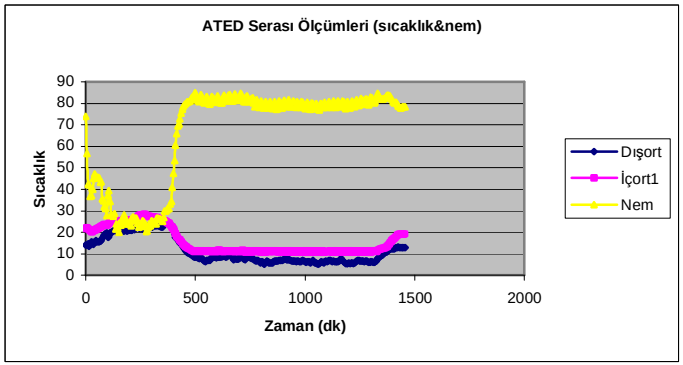
Şekil 5: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 6: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri,

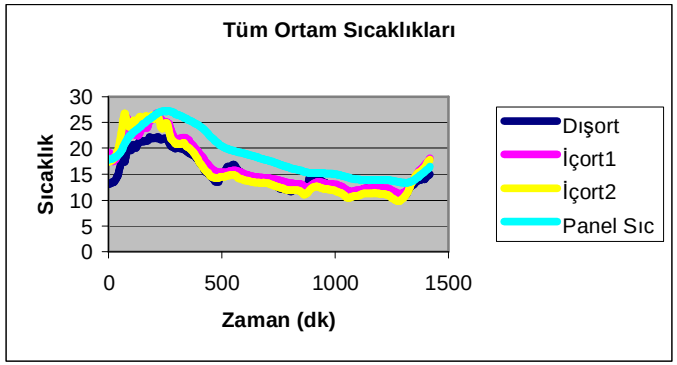


Şekil 7: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

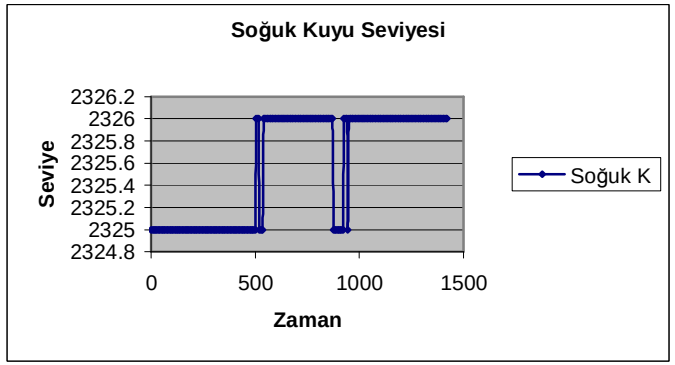


Şekil 8: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

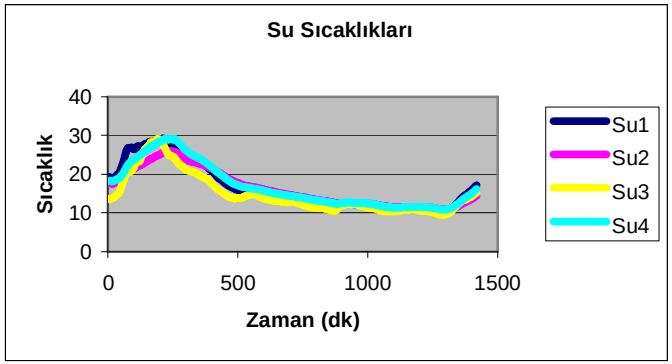
26 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 27 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



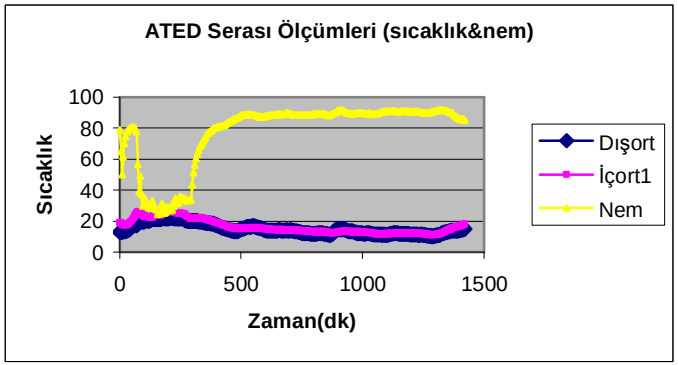
Şekil 9: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 10: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğriler

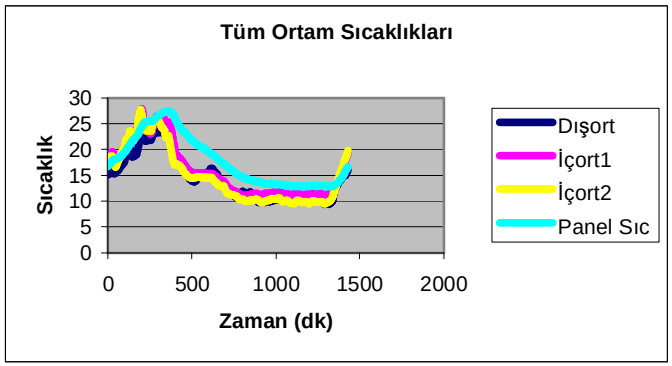


Şekil 11: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

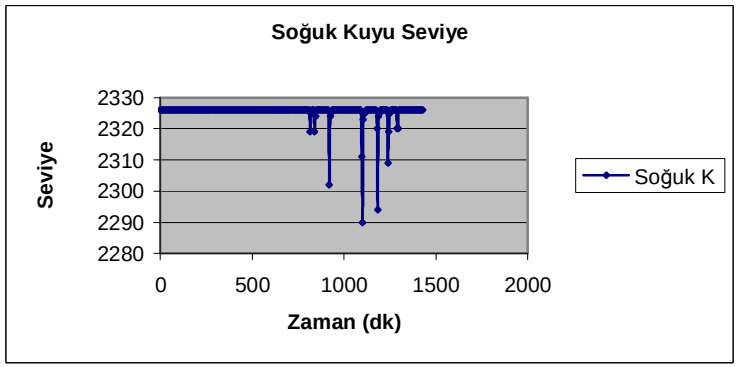


Şekil 12: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

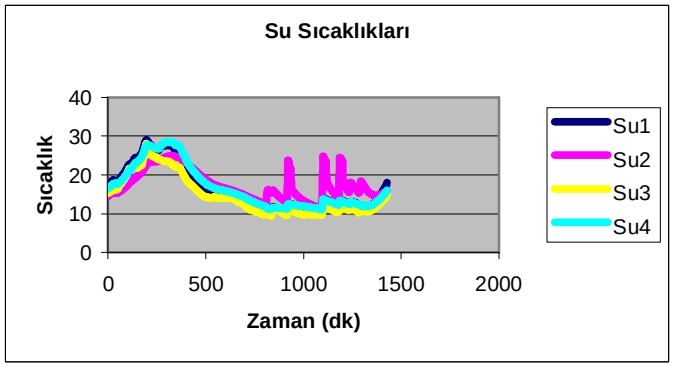
27 Kasım (sabah 9.^{00}) - 28 Kasım (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



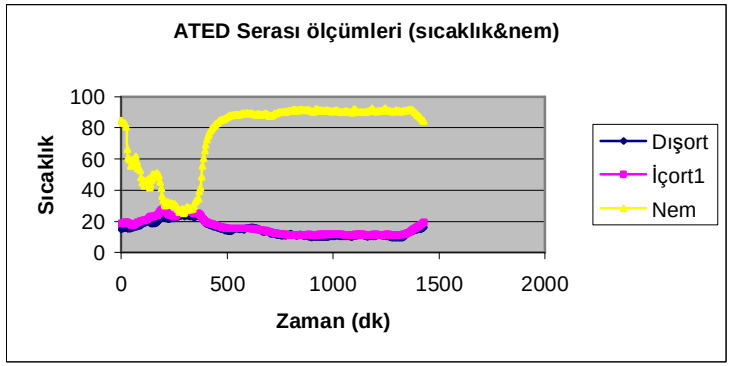
Şekil 13: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 14: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

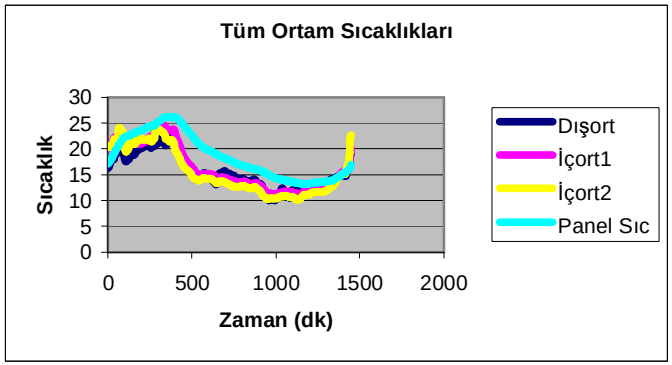


Şekil 15: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

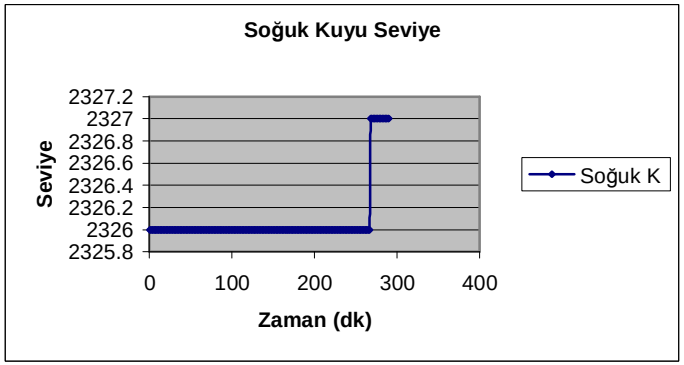


Şekil 16: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

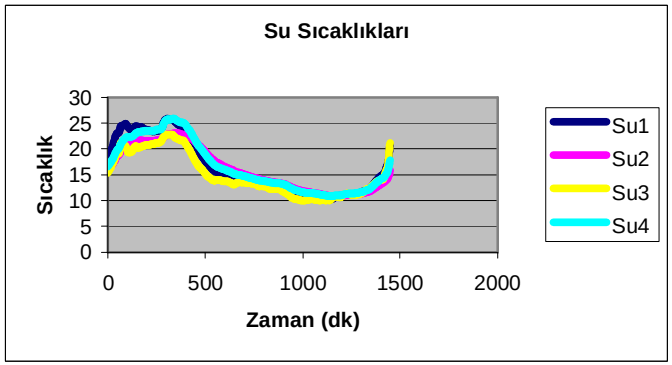
28 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 29 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



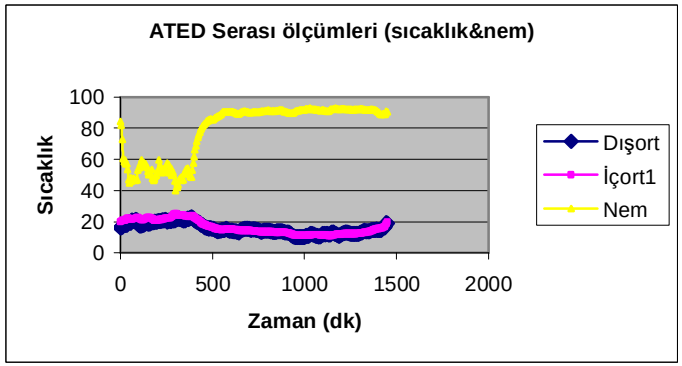
Şekil 17: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 18: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

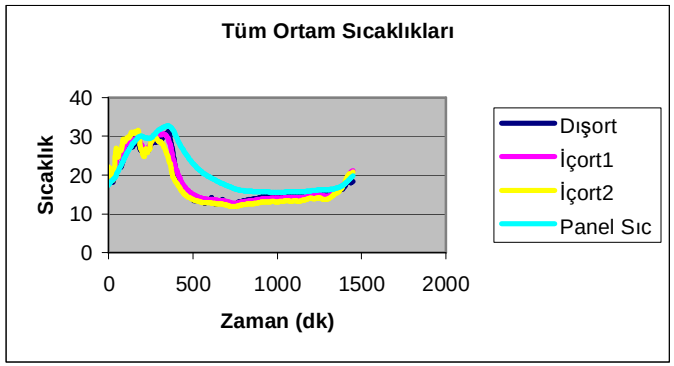


Şekil 19: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

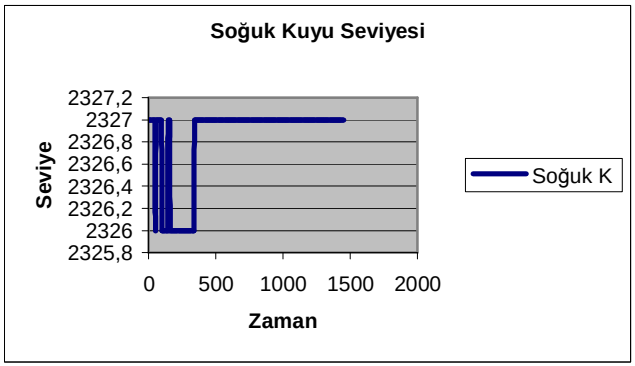


Şekil 20: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

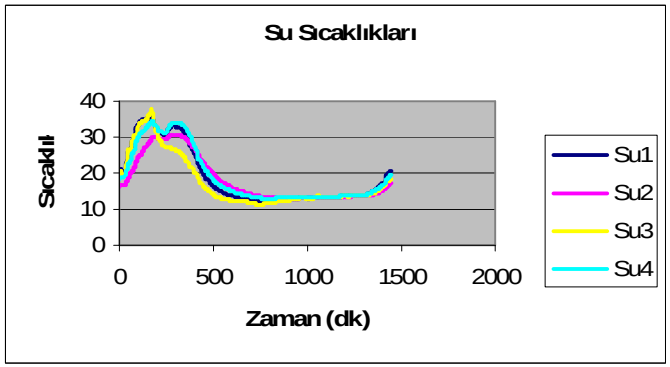
29 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 30 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



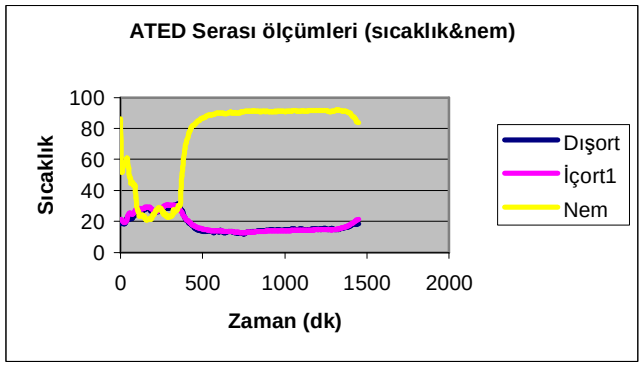
Şekil 21: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 22: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

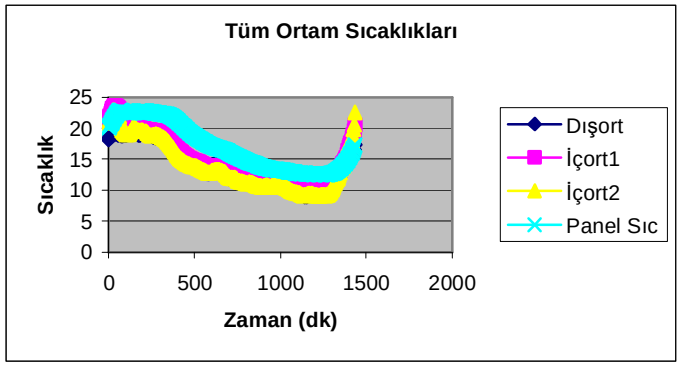


Şekil 23: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

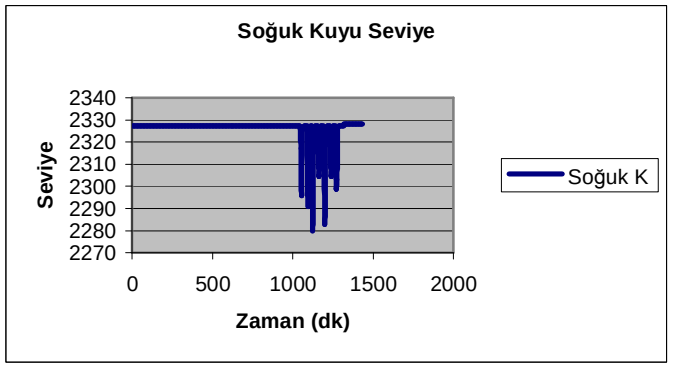


Şekil 24: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

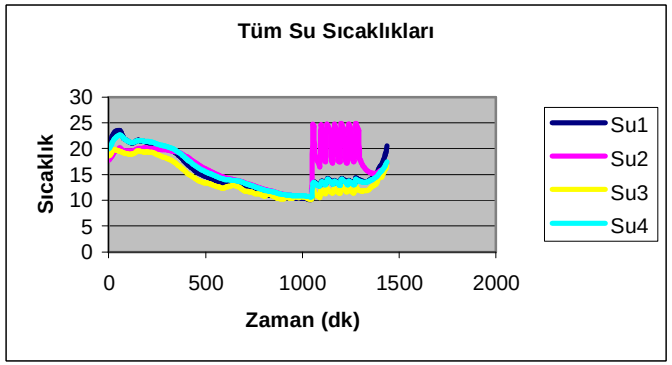
30 Kasım (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 01 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



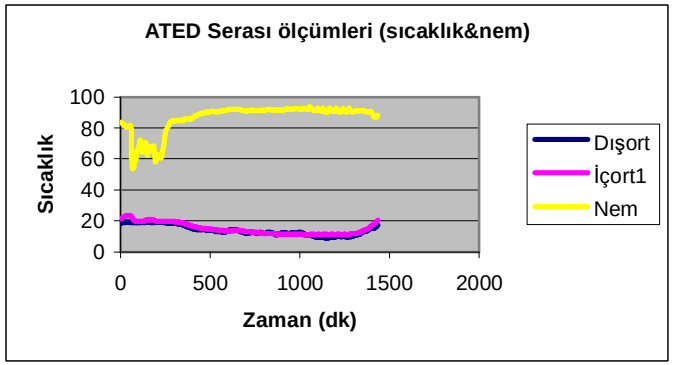
Şekil 25: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 26: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

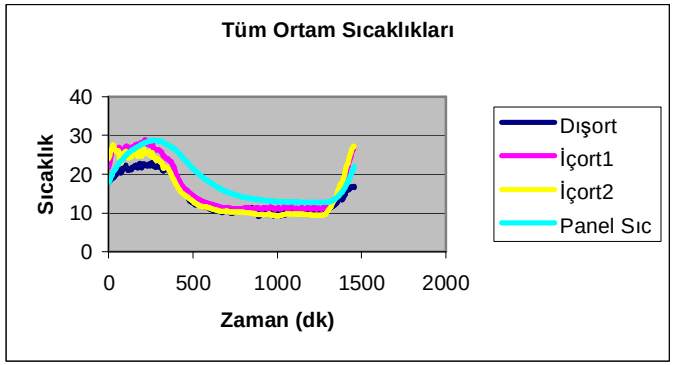


Şekil 27: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

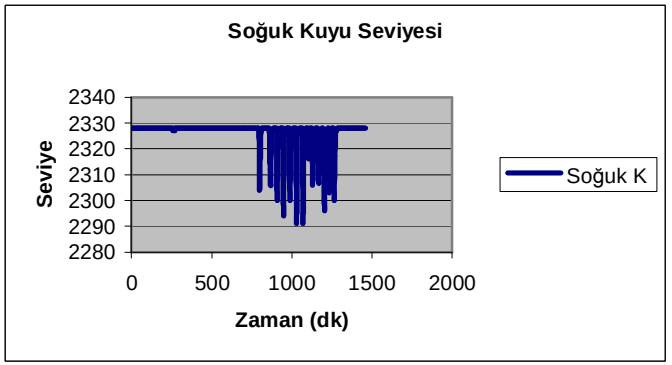


Şekil 28: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

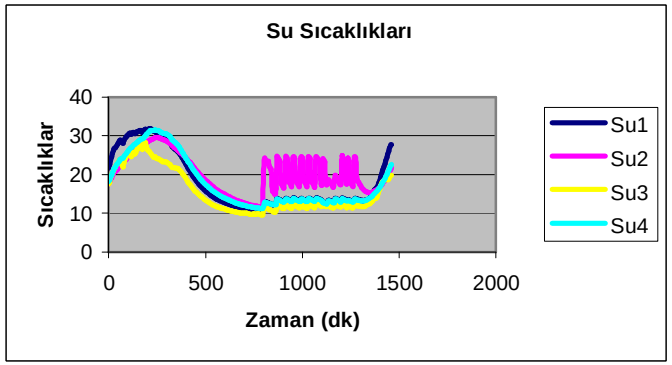
01 Aralık (sabah 9.^{00}) - 02 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



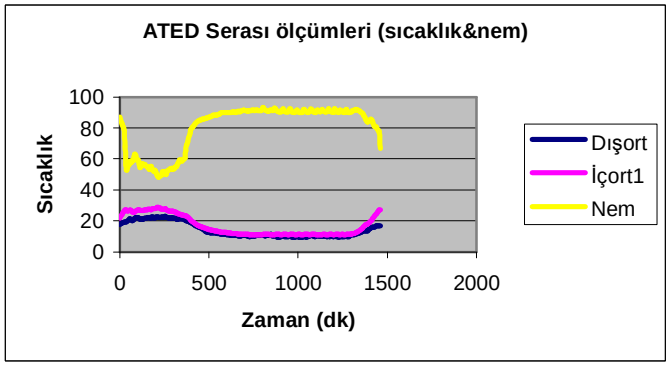
Şekil 29: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 30: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

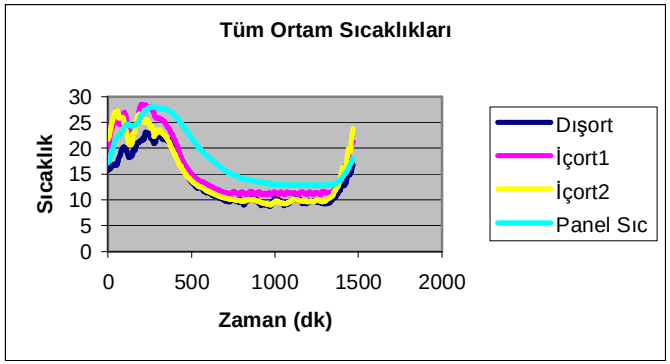


Şekil 31: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

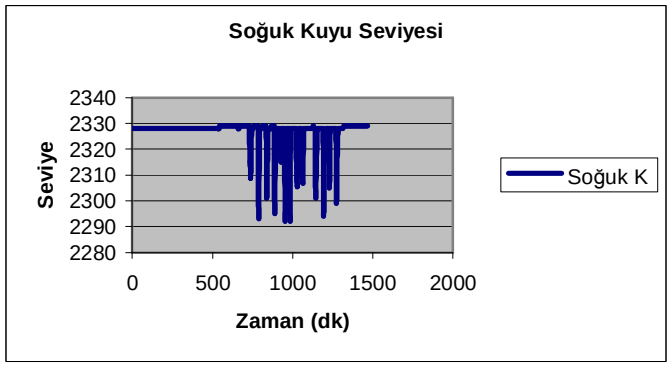


Şekil 32: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

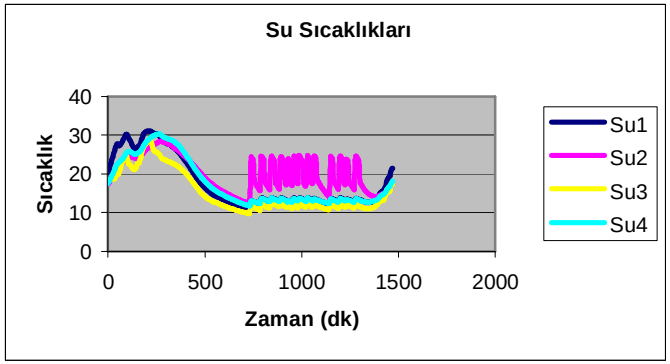
02 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 03 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



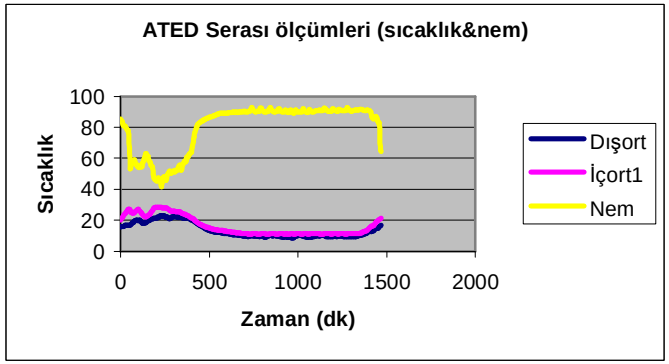
Şekil 33: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 34: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

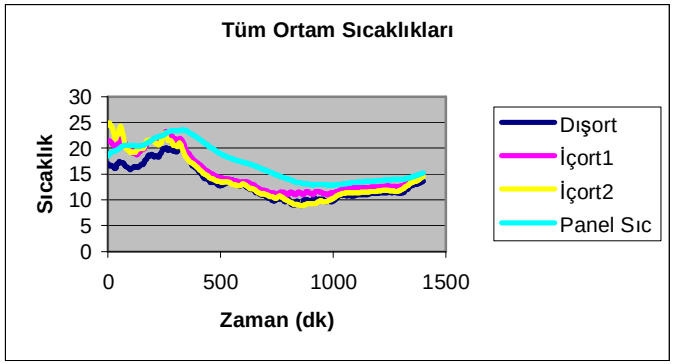


Şekil 35: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

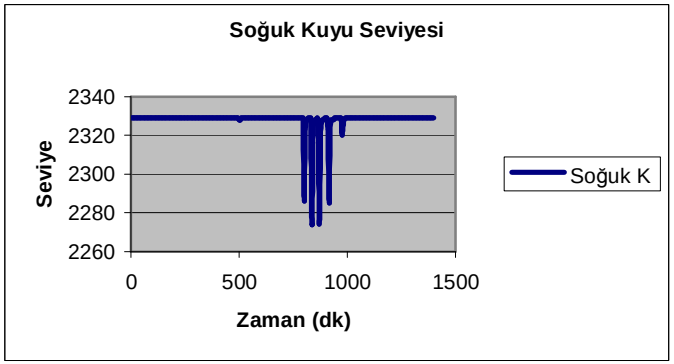


Şekil 36: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

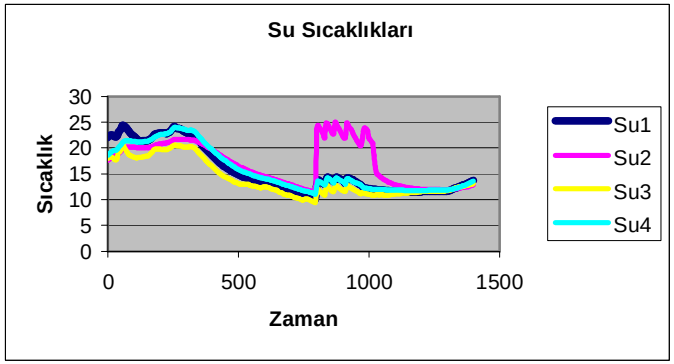
03 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 04 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



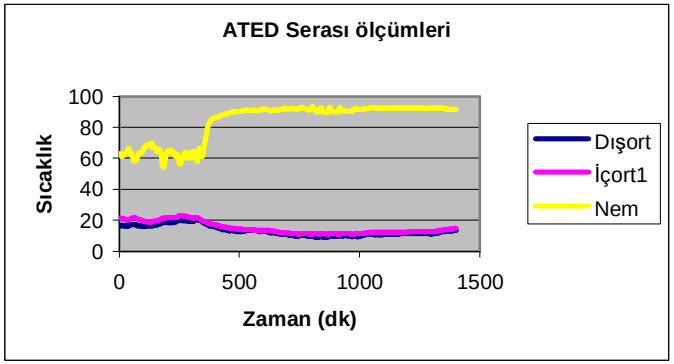
Şekil 37: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 38: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

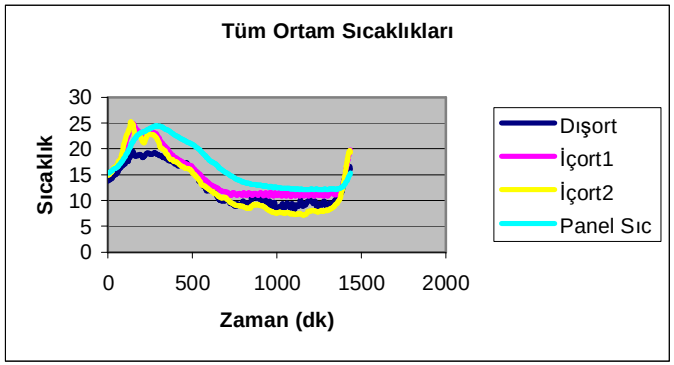


Şekil 39: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

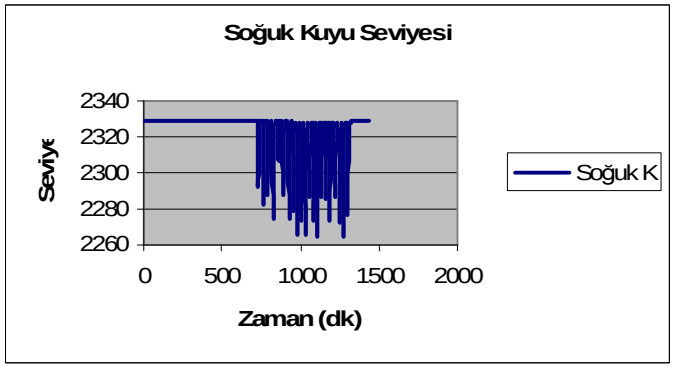


Şekil 40: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

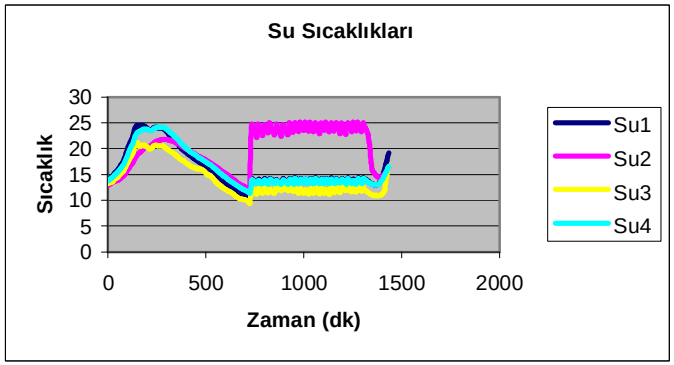
04 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 05 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



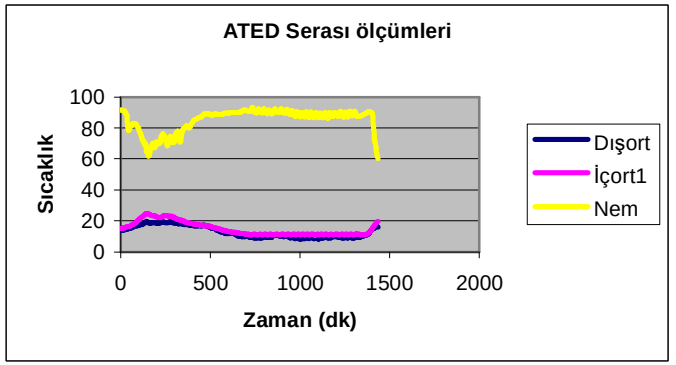
Şekil 41: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 42: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

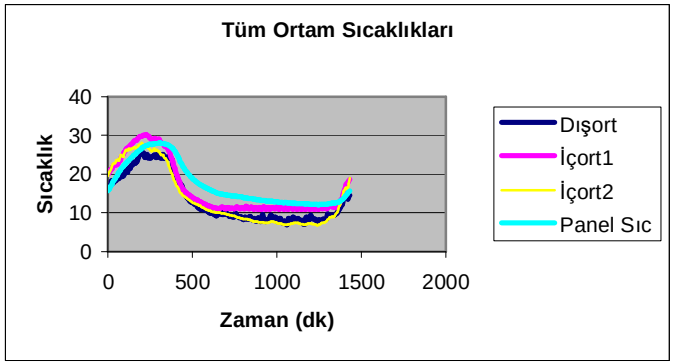


Şekil 43: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

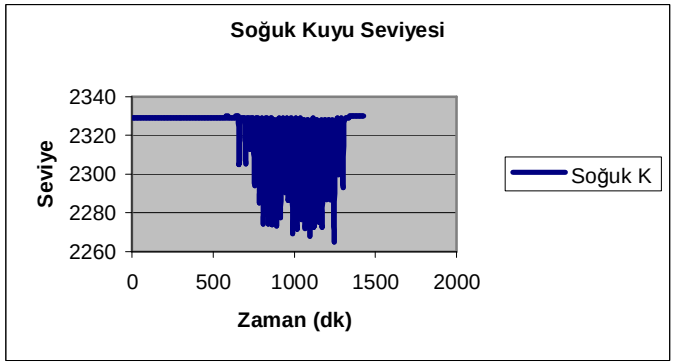


Şekil 44: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

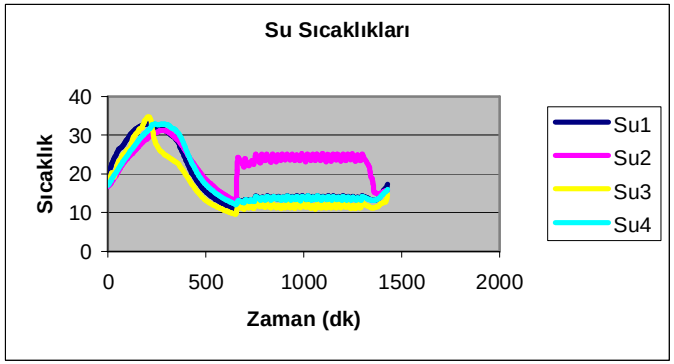
05 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 06 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



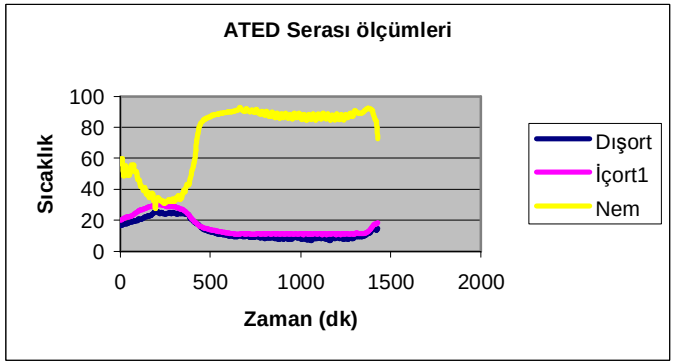
Şekil 45: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 46: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

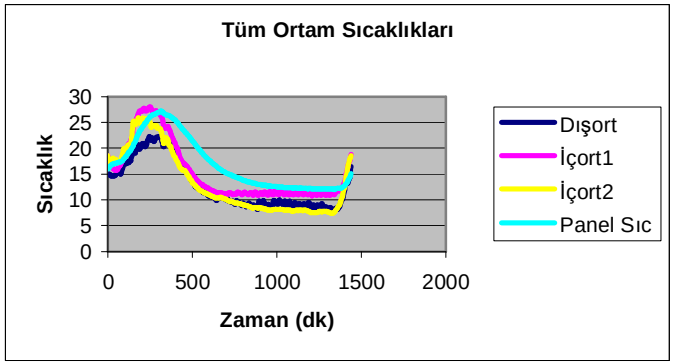


Şekil 47: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

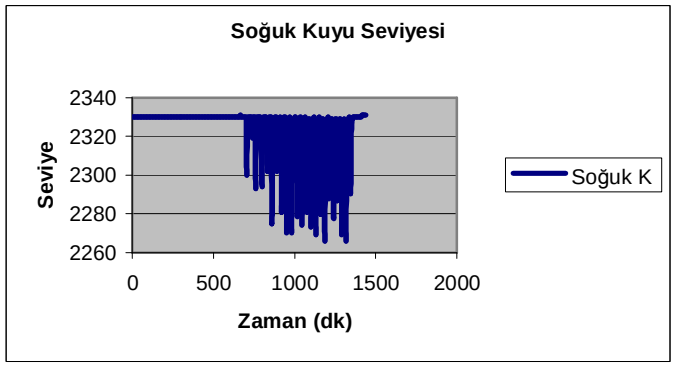


Şekil 48: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

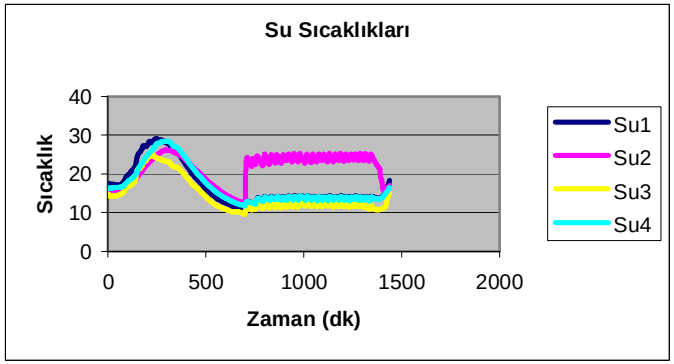
06 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 07 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



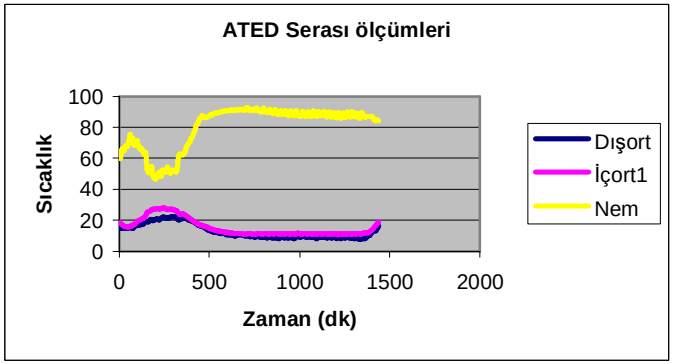
Şekil 49: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 50: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

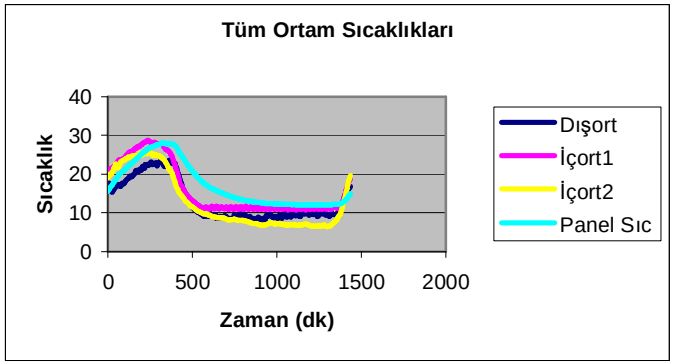


Şekil 51: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

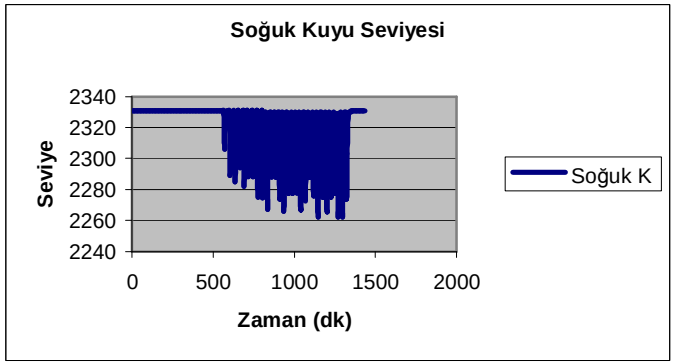


Şekil 52: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

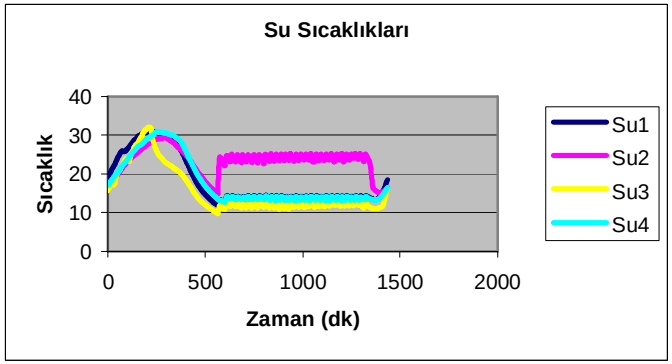
07 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 08 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



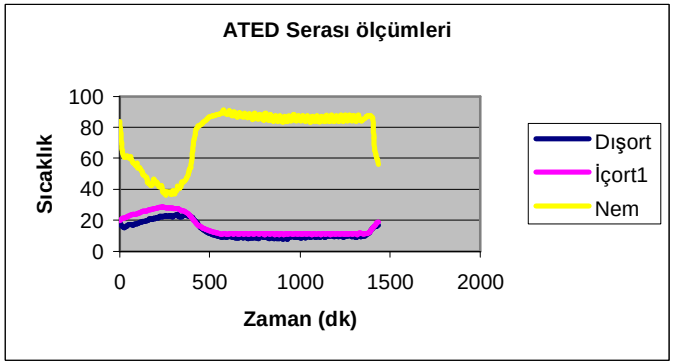
Şekil 53: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 54: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

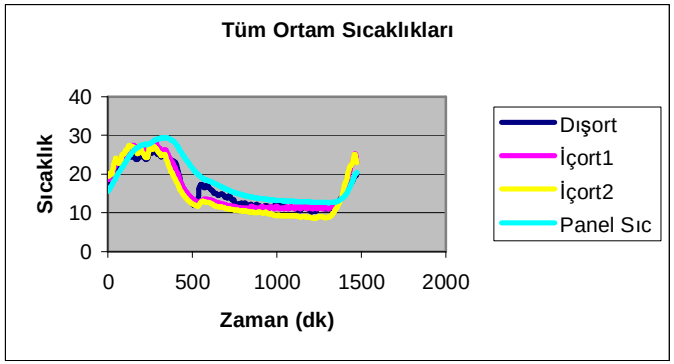


Şekil 55: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

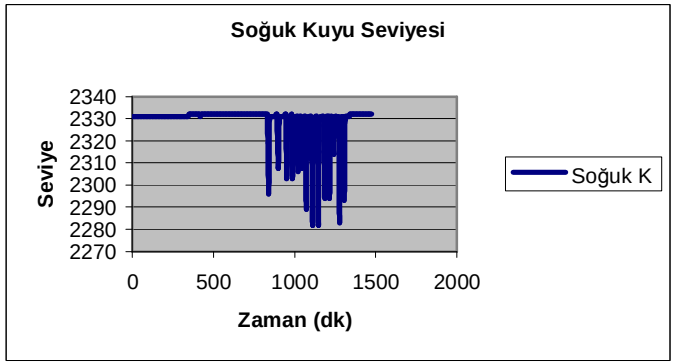


Şekil 56: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

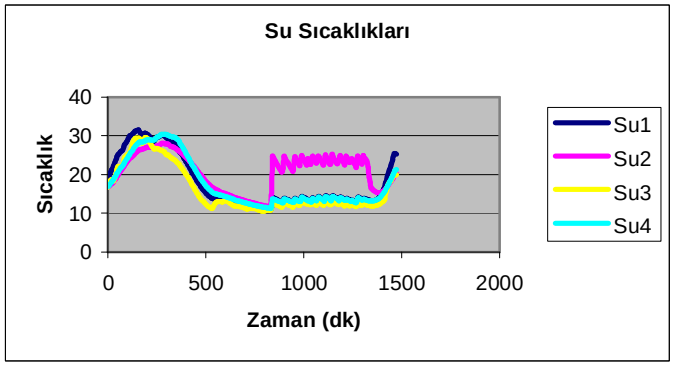
08 Aralık (sabah 9.^{00}) - 09 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



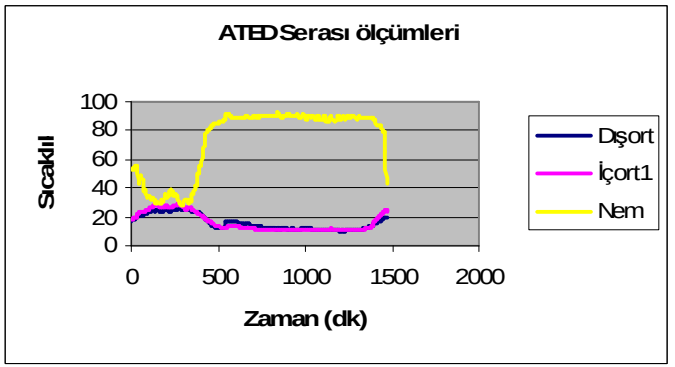
Şekil 57: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 58: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

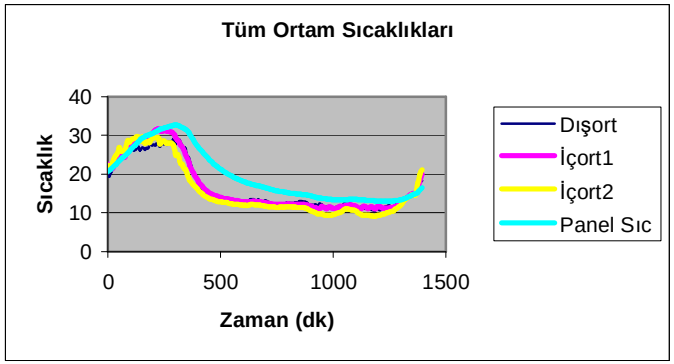


Şekil 59: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

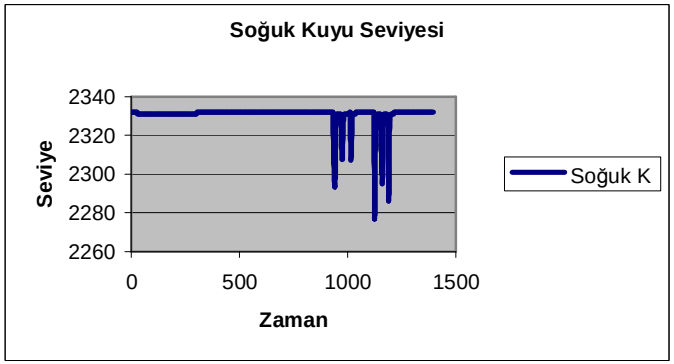


Şekil 60: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

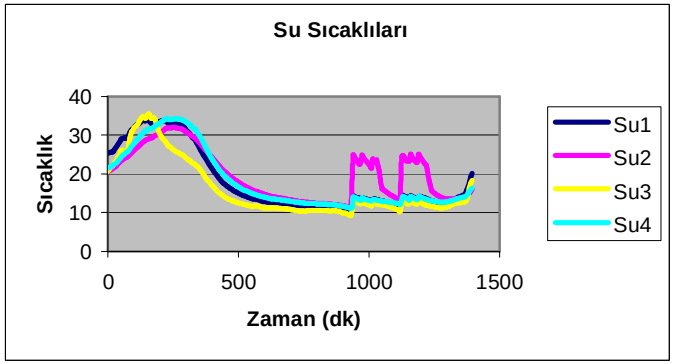
09 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 10 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



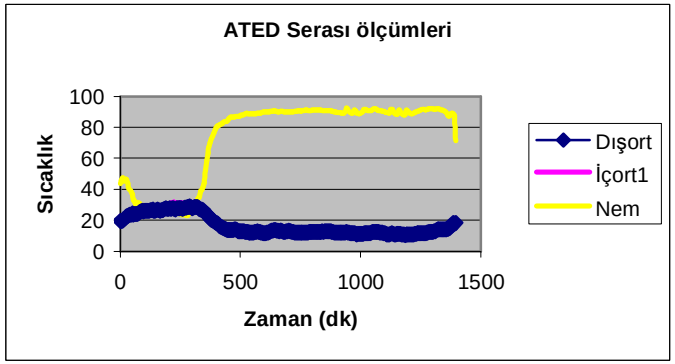
Şekil 61: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 62: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

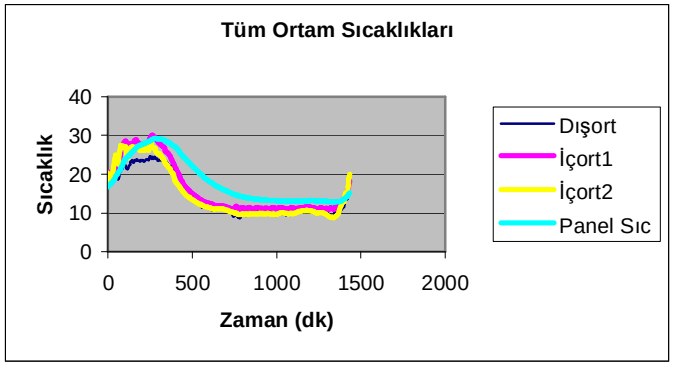


Şekil 63: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

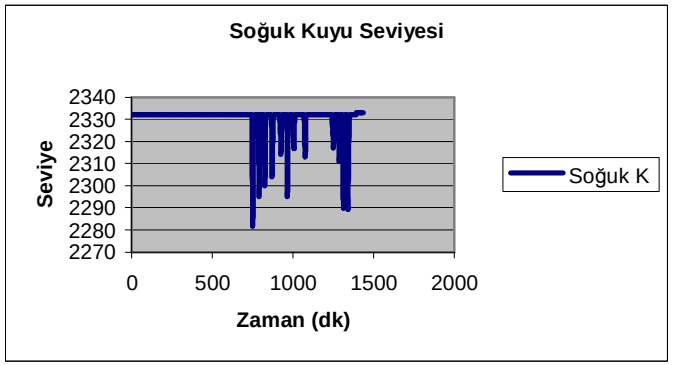


Şekil 64: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

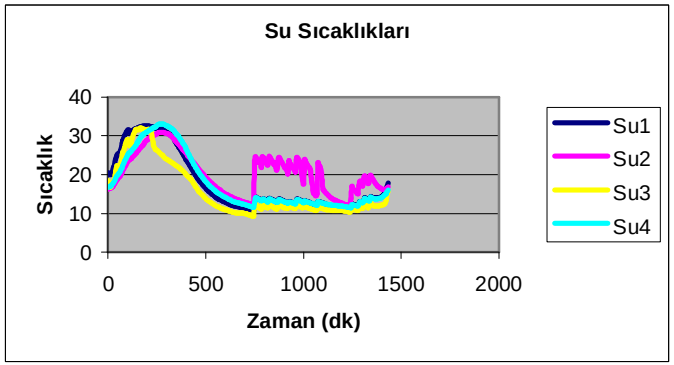
10 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 11 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



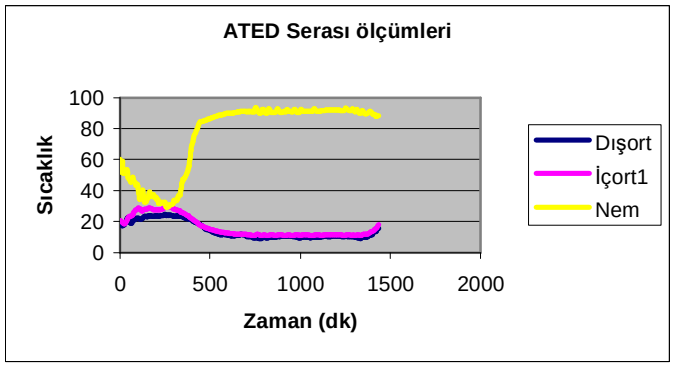
Şekil 65: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 66: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

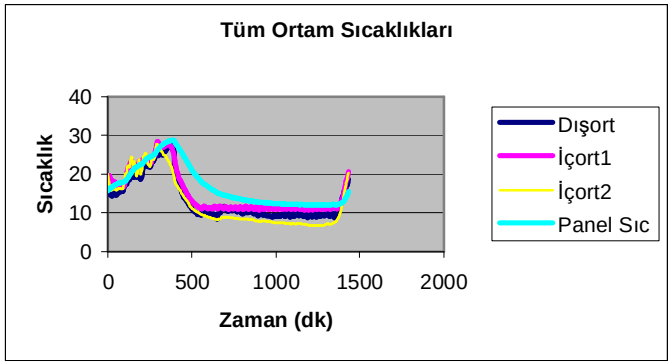


Şekil 67: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

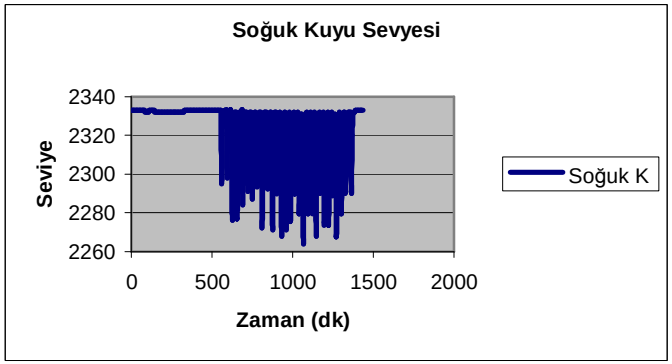


Şekil 68: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

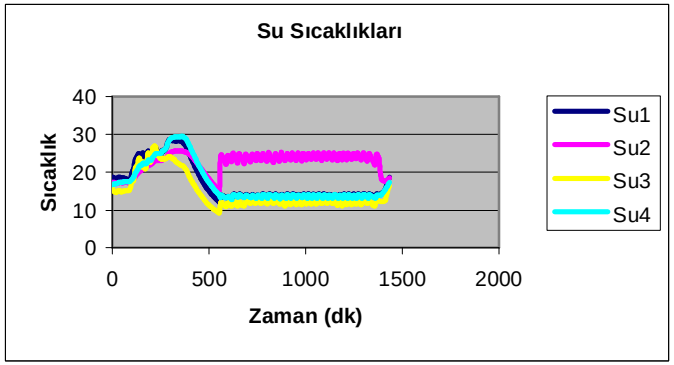
11 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 12 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



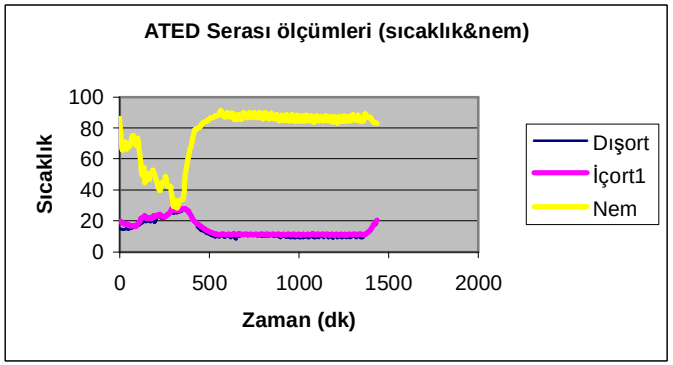
Şekil 69: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 70: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

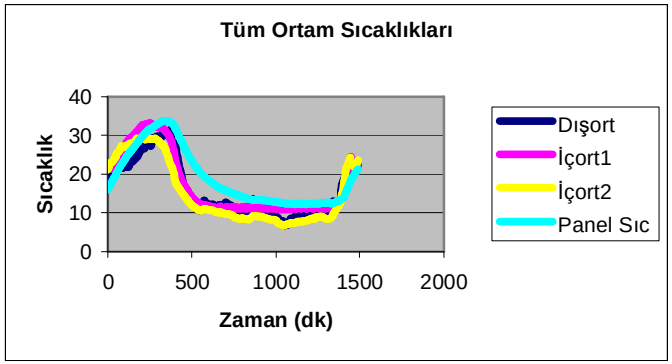


Şekil 71: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

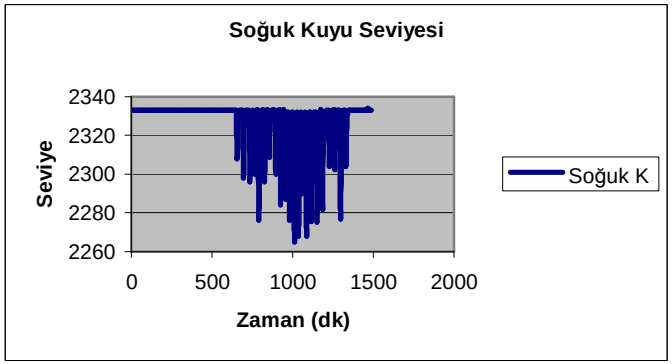


Şekil 72: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

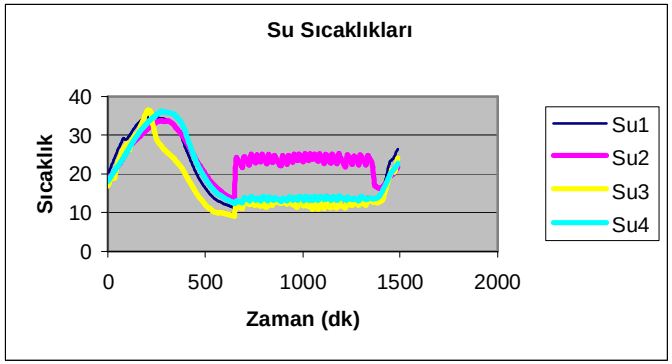
12 Aralık (sabah 9.^{00}) - 13 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



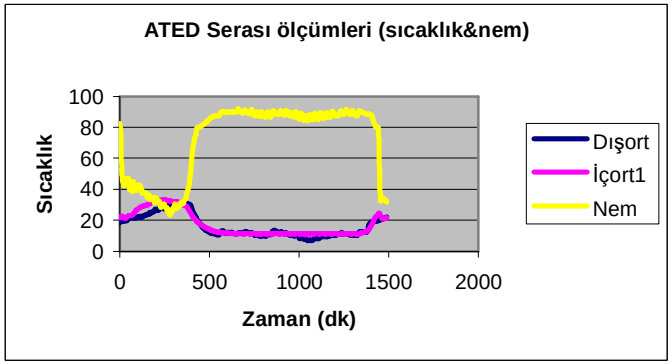
Şekil 73: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 74: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

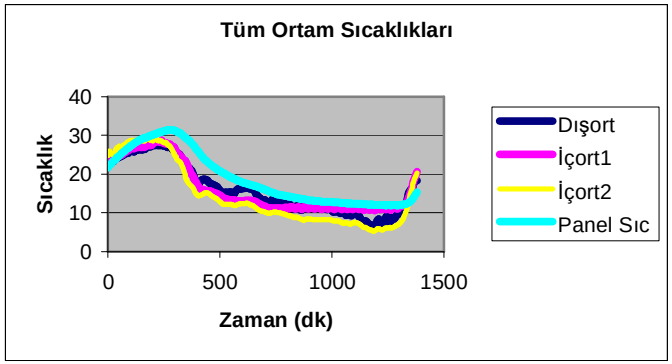


Şekil 75: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

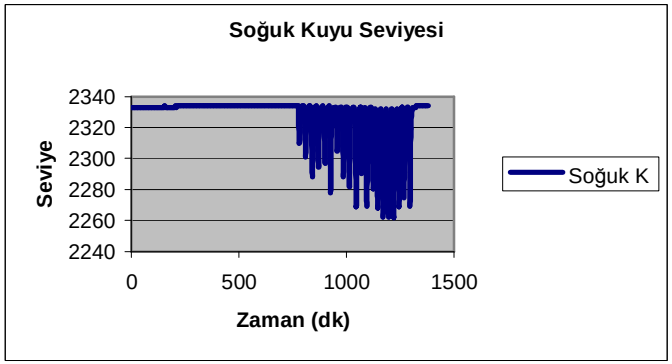


Şekil 76: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

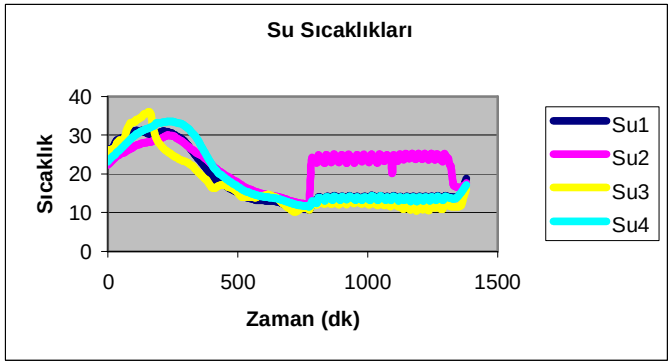
13 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 14 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



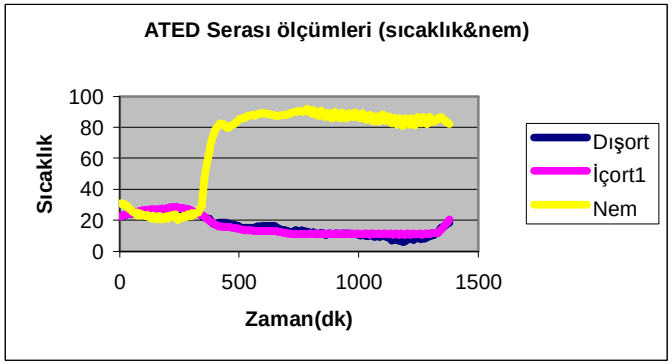
Şekil 77: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 78: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

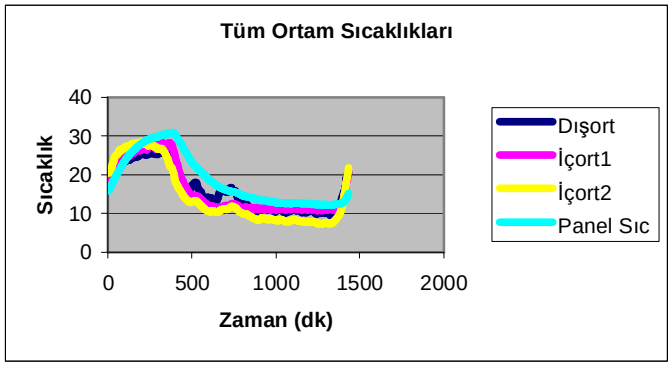


Şekil 79: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

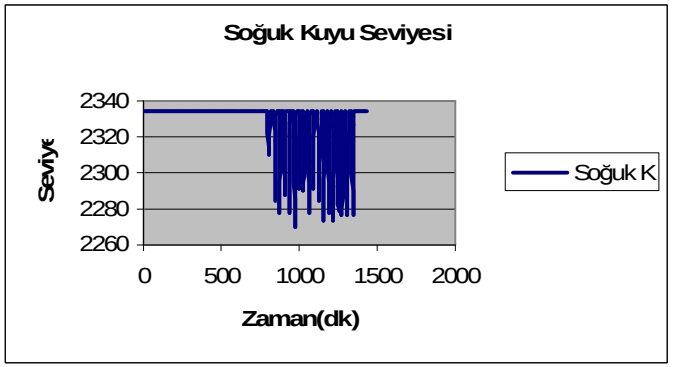


Şekil 80: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

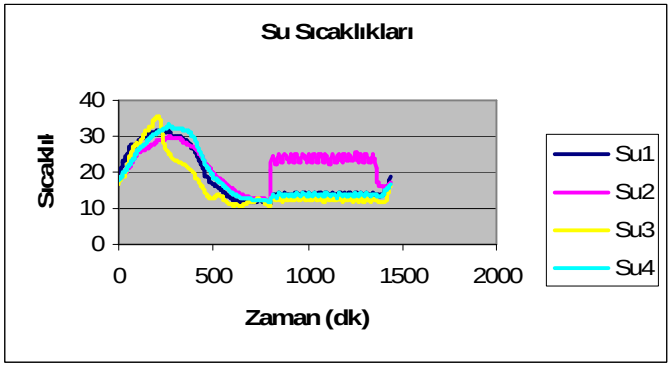
14 Aralık (sabah 9.^{00}) - 15 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



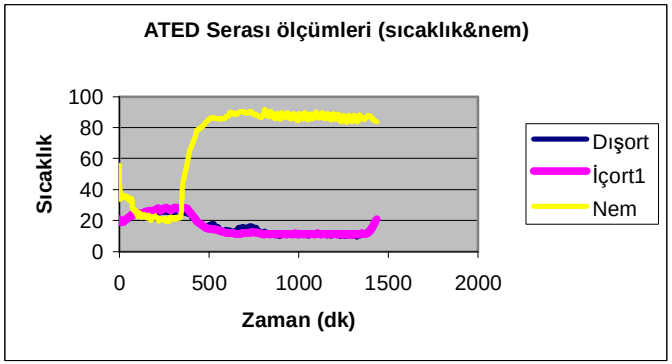
Şekil 81: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 82: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

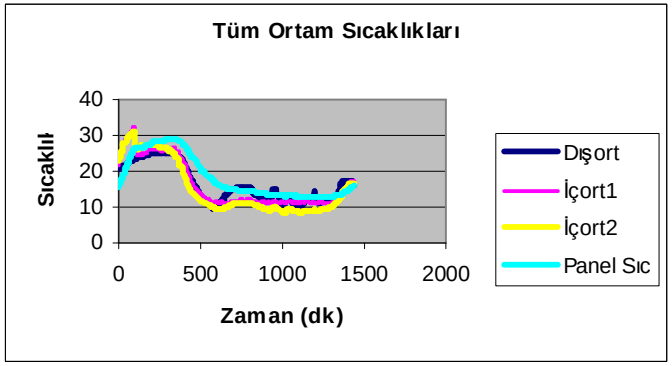


Şekil 83: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

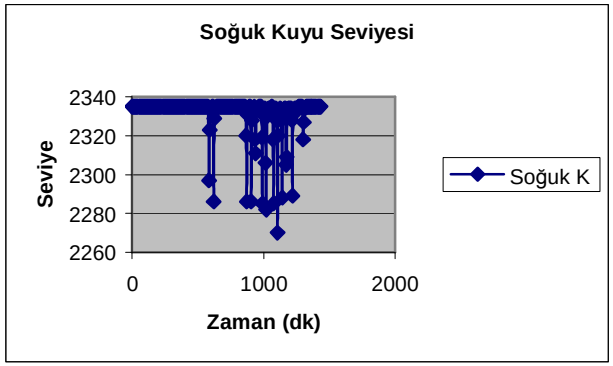


Şekil 84: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

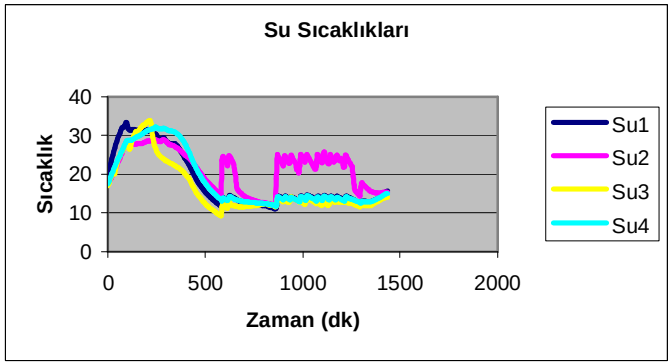
15 Aralık (sabah 9.^{00}) - 16 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



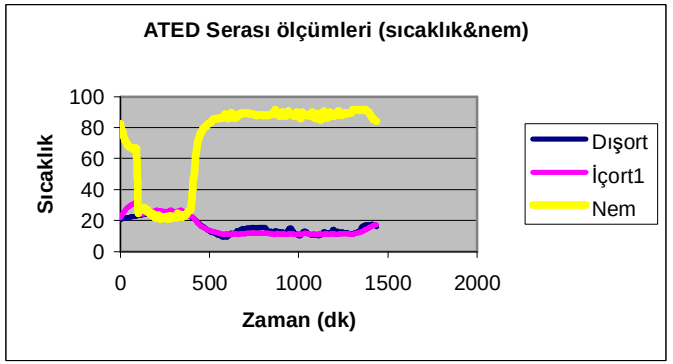
Şekil 85: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 86: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

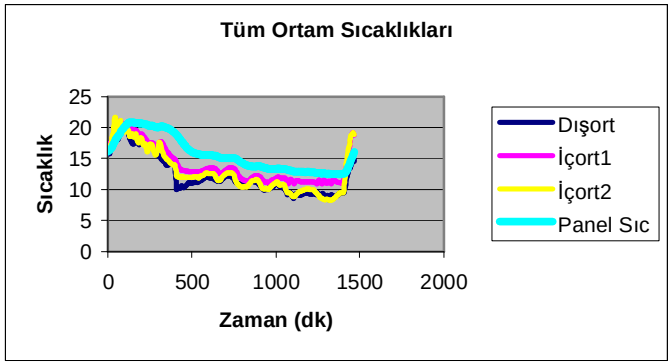


Şekil 87: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

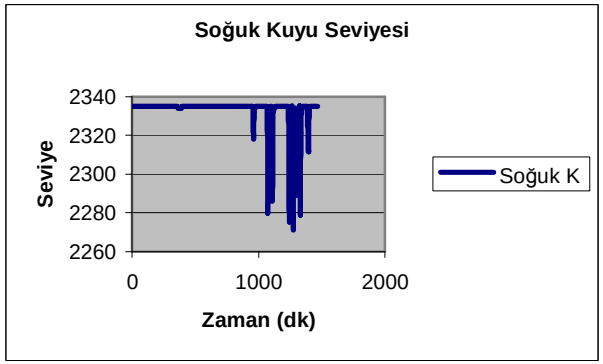


Şekil 88: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

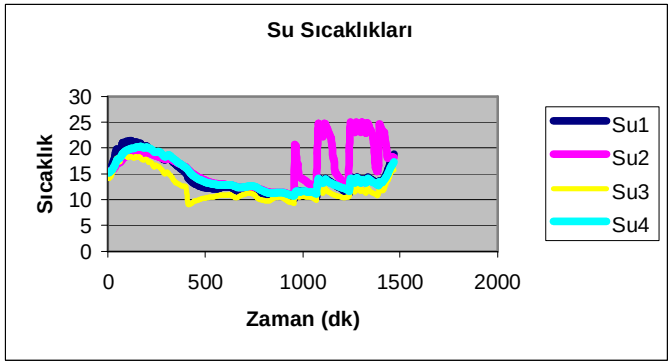
16 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 17 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



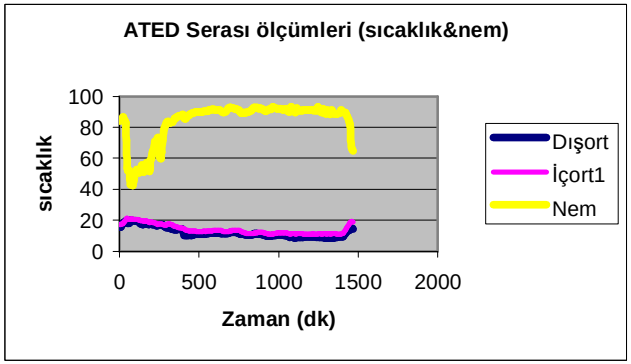
Şekil 89: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 90: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

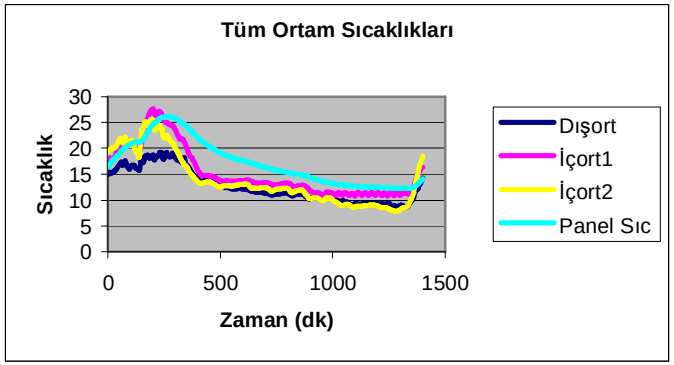


Şekil 91: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

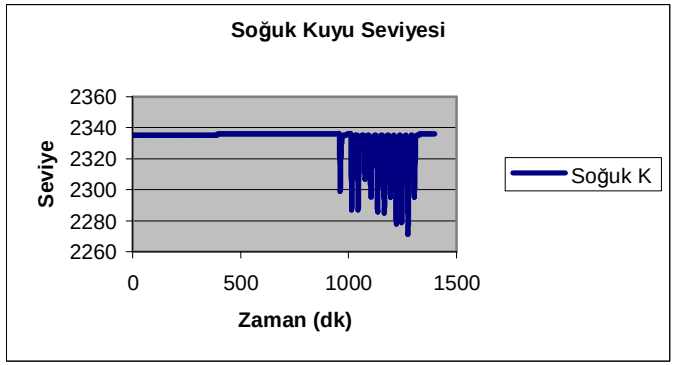


Şekil 92: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

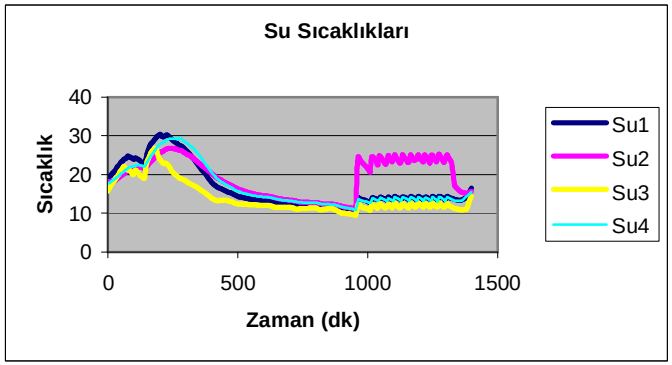
17 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 18 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



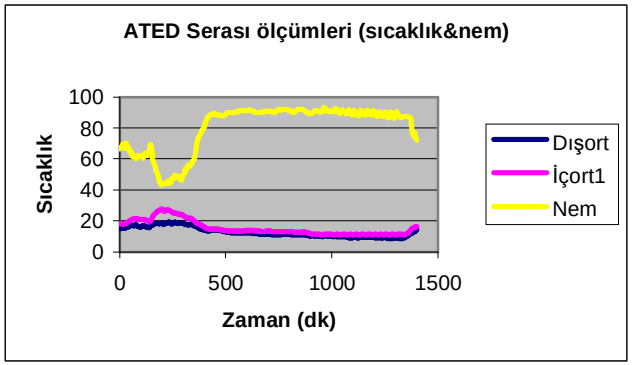
Şekil 93: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 94: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

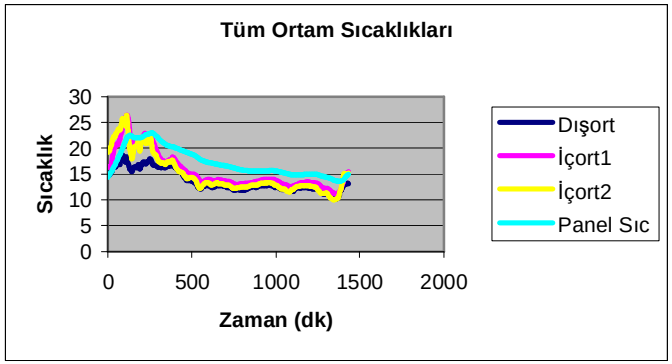


Şekil 95: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

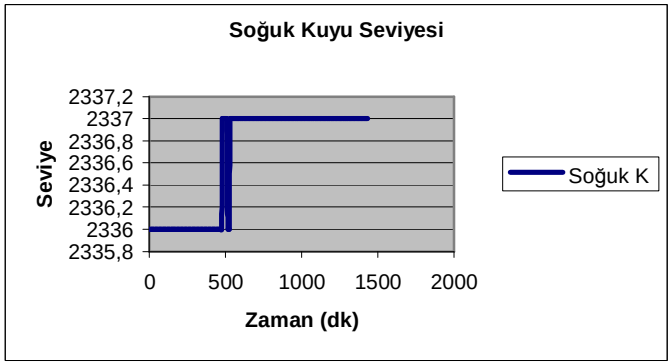


Şekil 96: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

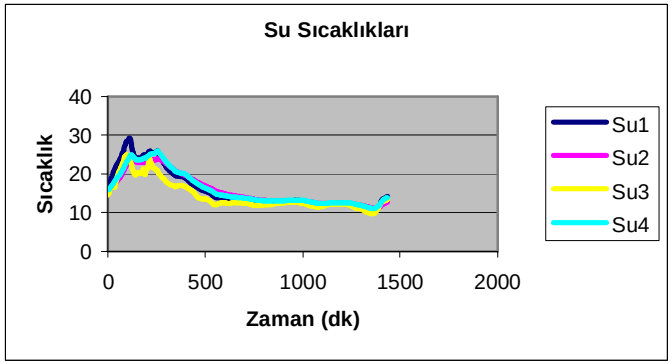
18 Aralık (sabah 9.^{00}) - 19 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



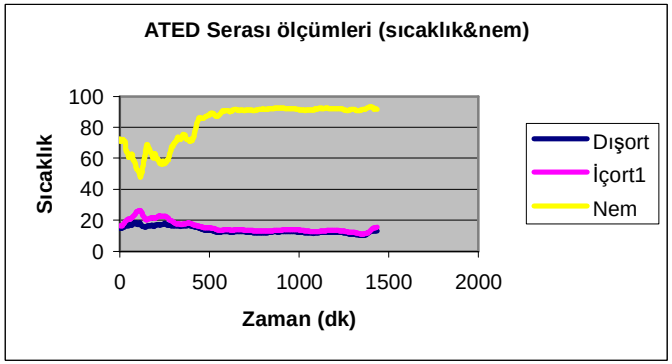
Şekil 97: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 98: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

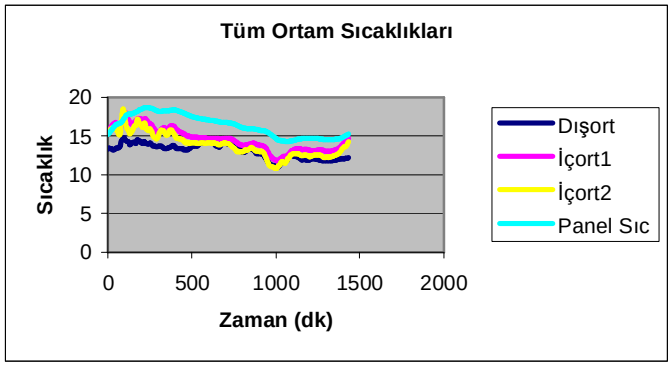


Şekil 99: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

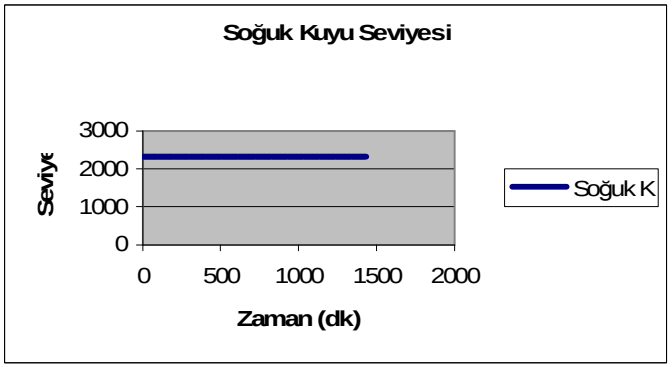


Şekil 100: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

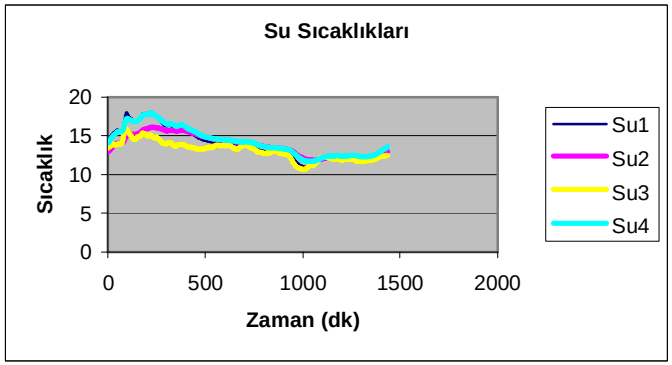
19 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 20 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



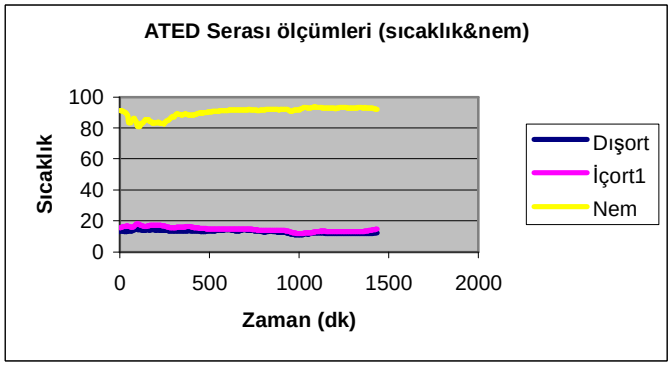
Şekil 101: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 102: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

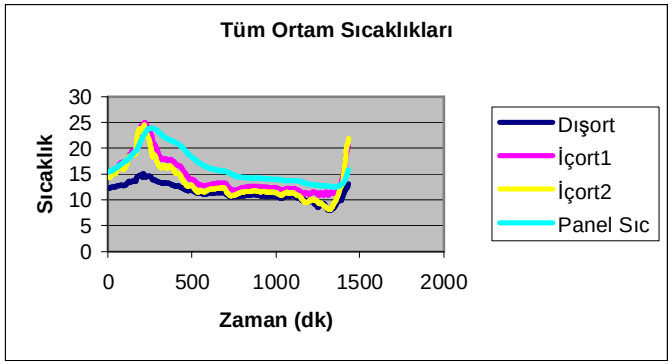


Şekil 103: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

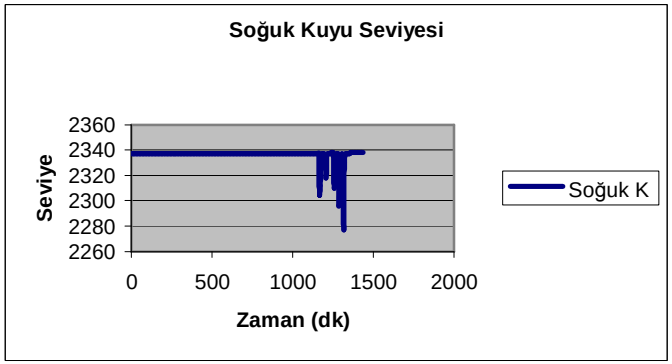


Şekil 104: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

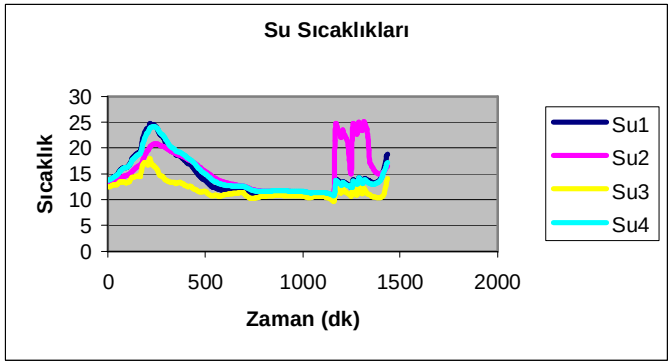
20 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 21 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



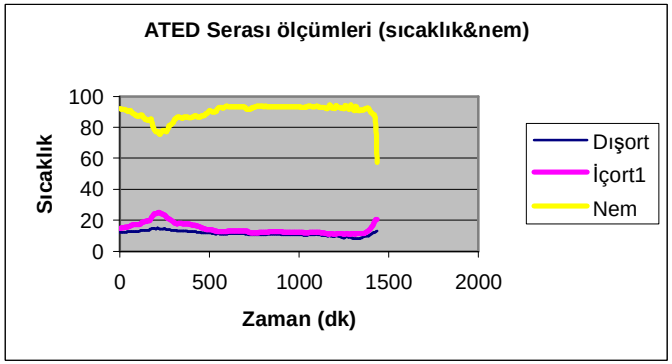
Şekil 105: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 106: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

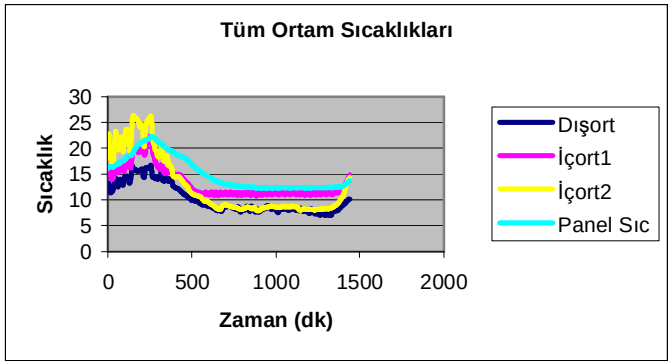


Şekil 107: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

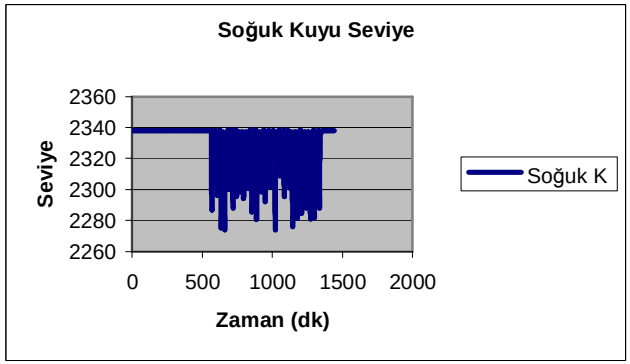


Şekil 108: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

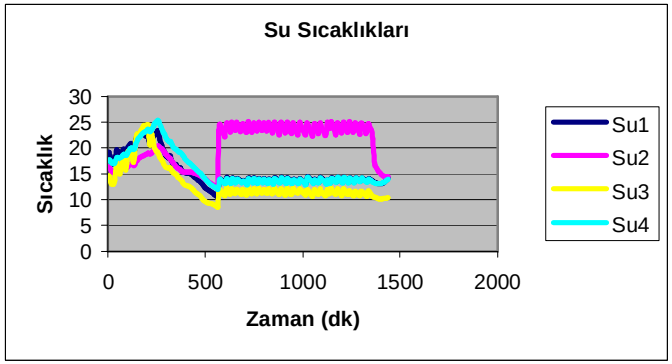
21 Aralık (sabah 9.^{00}) - 22 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



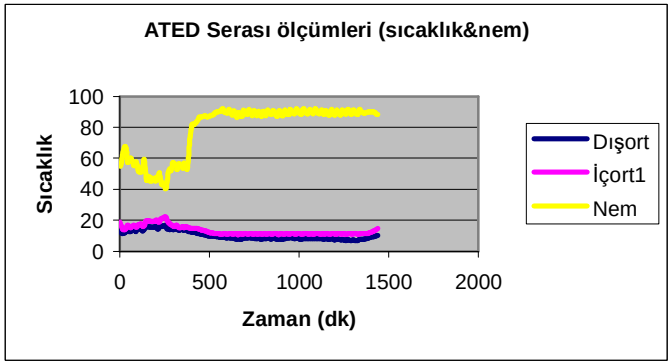
Şekil 109: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 110: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

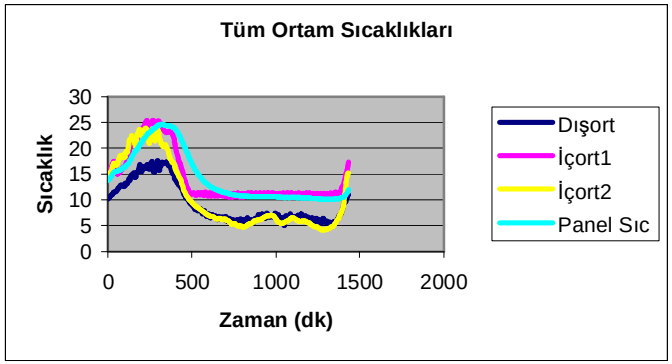


Şekil 111: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

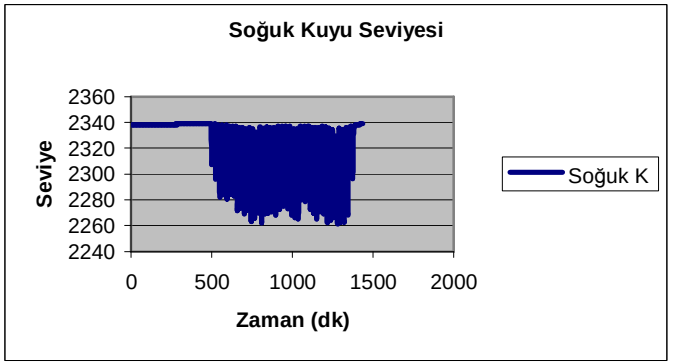


Şekil 112: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

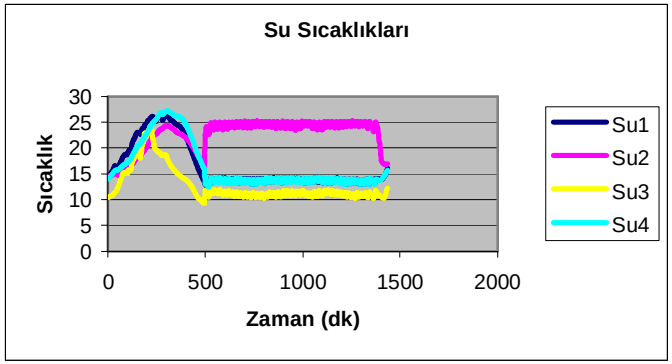
22 Aralık (sabah 9.^{00}) - 23 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



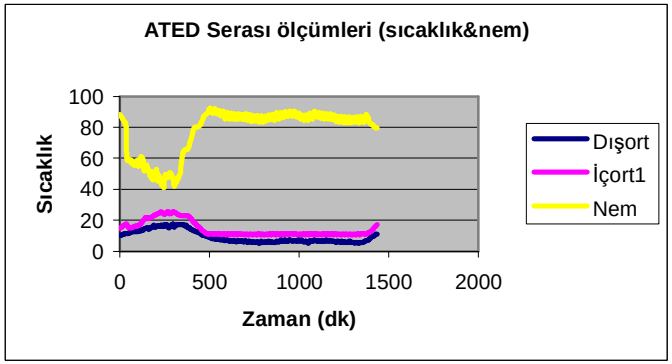
Şekil 113: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 114: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

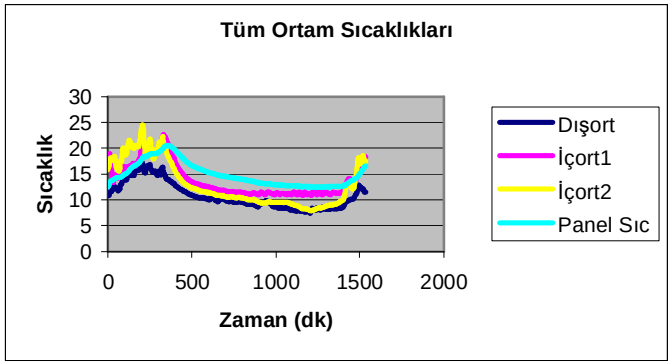


Şekil 115: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

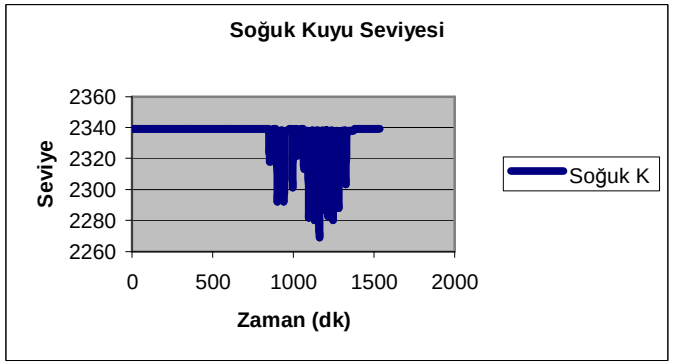


Şekil 116: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

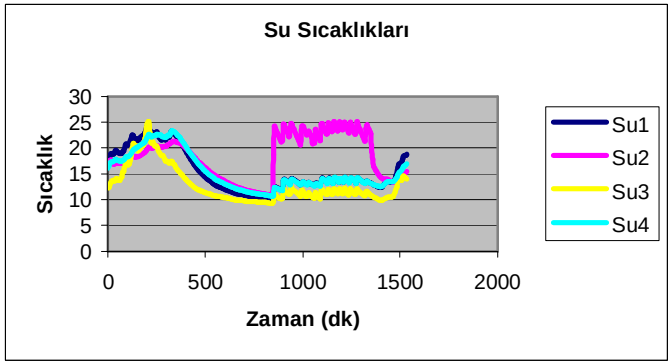
23 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 24 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



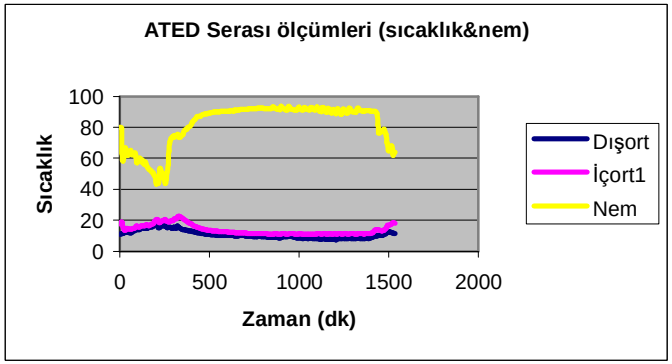
Şekil 117: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 118: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

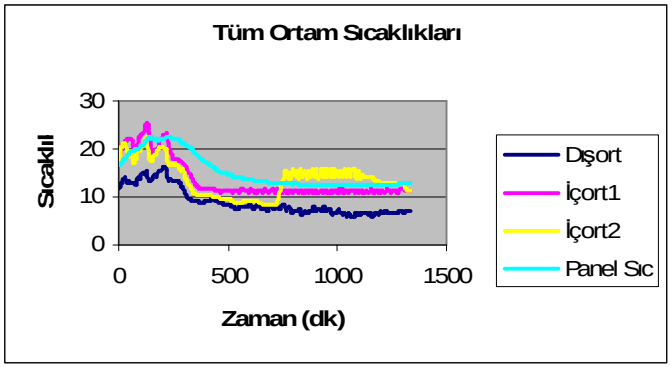


Şekil 119: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

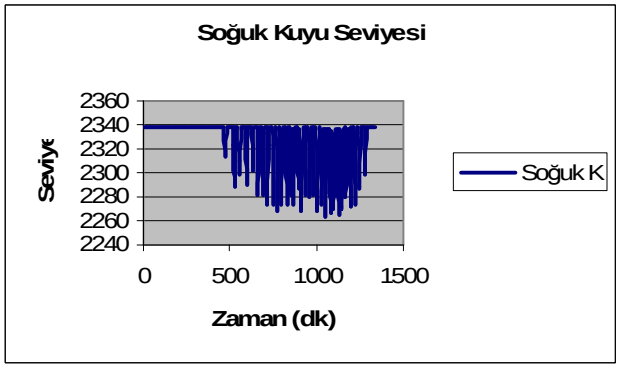


Şekil 120: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

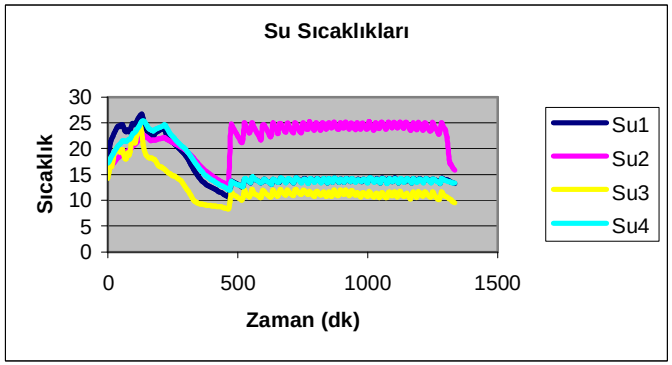
24 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 25 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



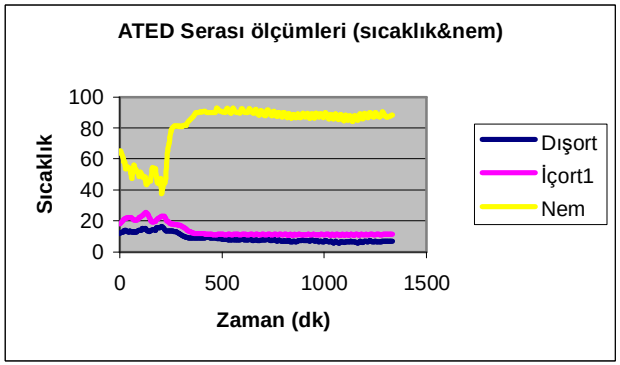
Şekil 121: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 122: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

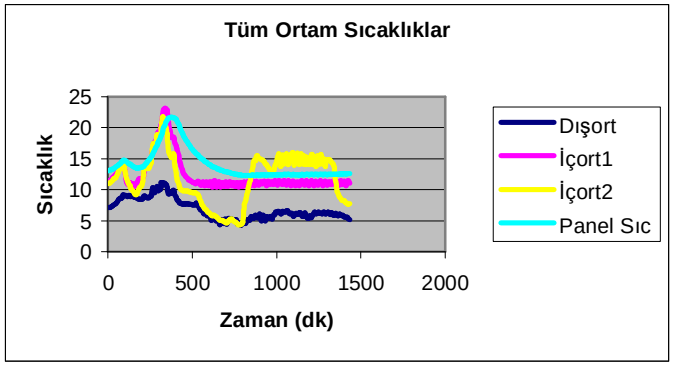


Şekil 123: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

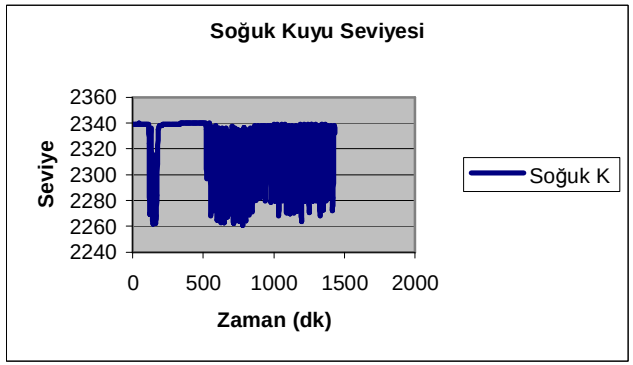


Şekil 124: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

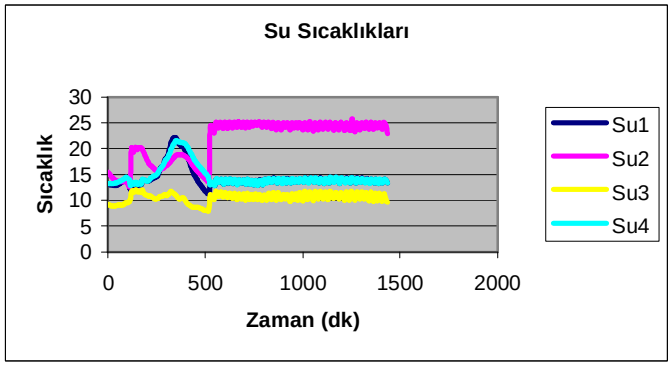
25 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 26 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



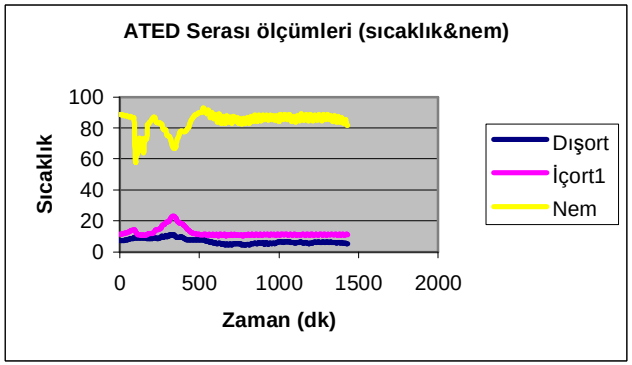
Şekil 125: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 126: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

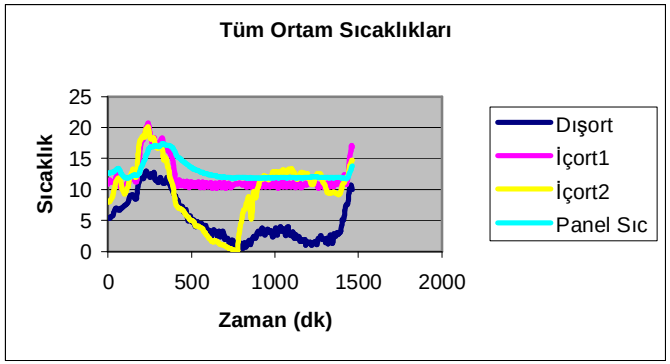


Şekil 127: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

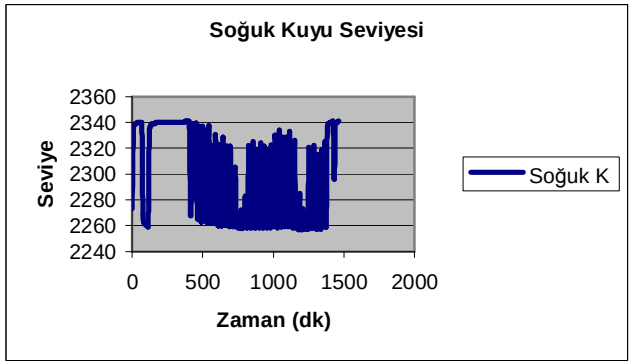


Şekil 128: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

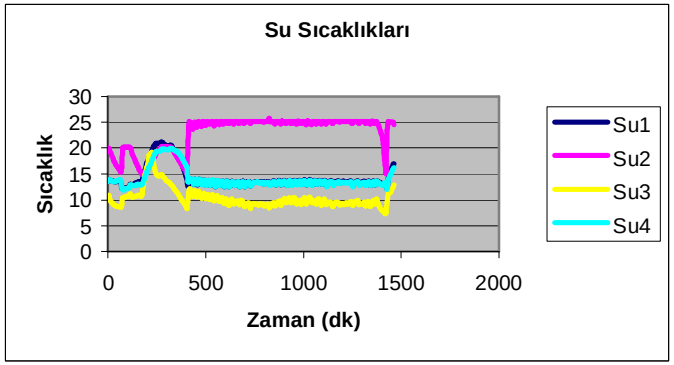
26 Aralık (sabah 9.^{00}) - 27 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



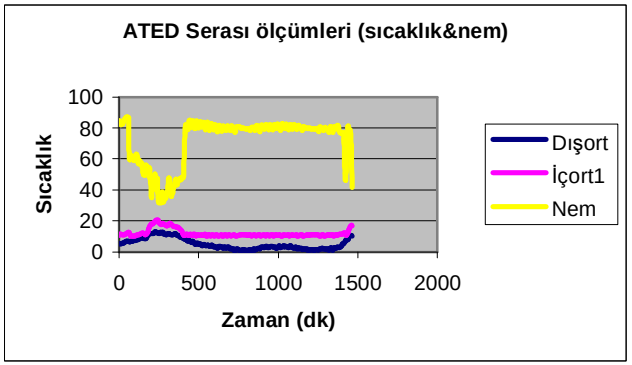
Şekil 129: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 130: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

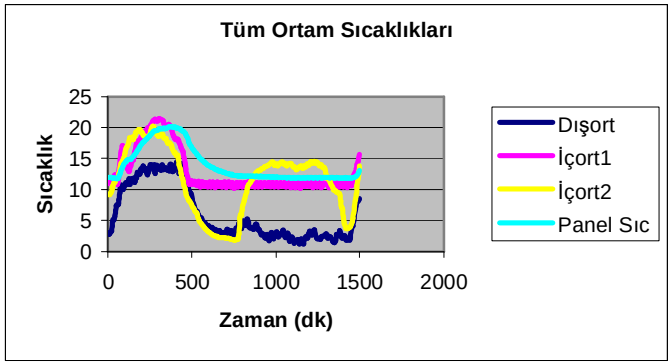


Şekil 131: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

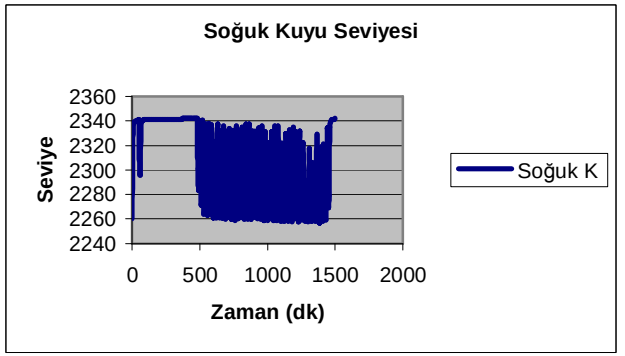


Şekil 132: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

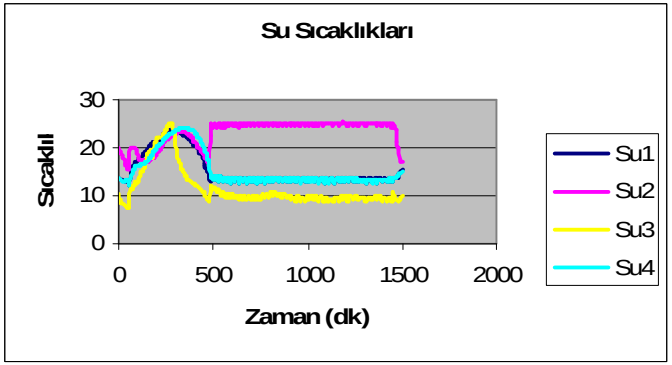
27 Aralık (sabah 9.^{00}) - 28 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



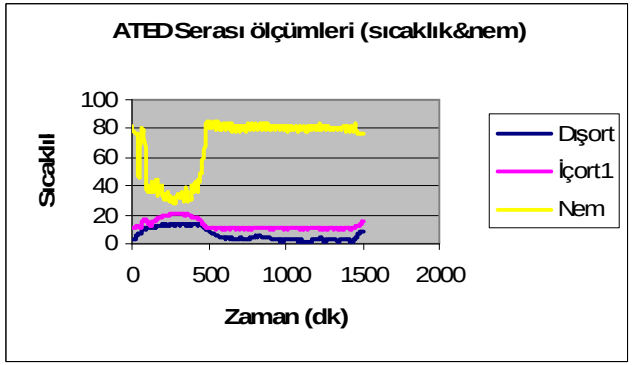
Şekil 133: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 134: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

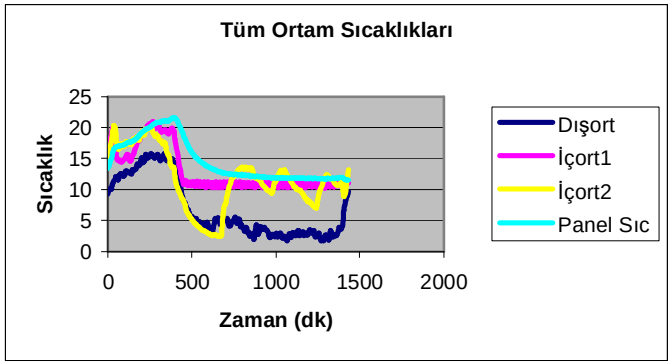


Şekil 135: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

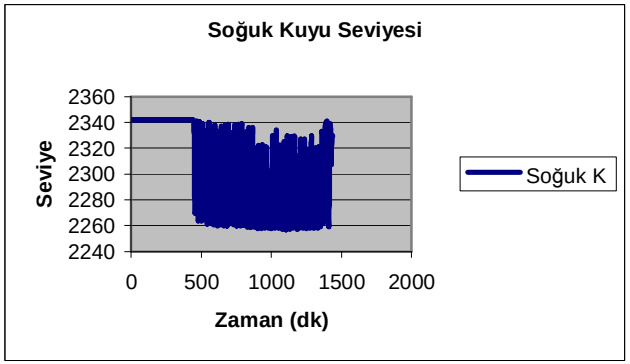


Şekil 136: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

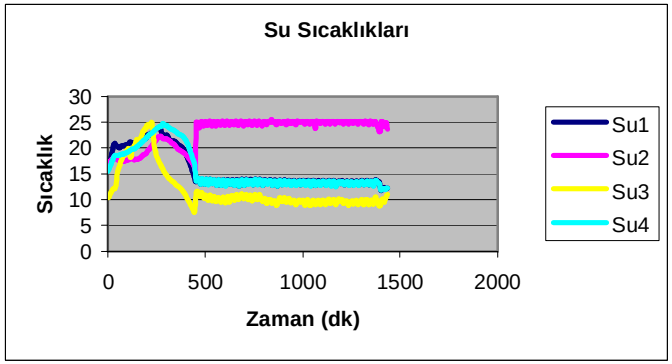
28 Aralık (sabah 9.^{00}) - 29 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



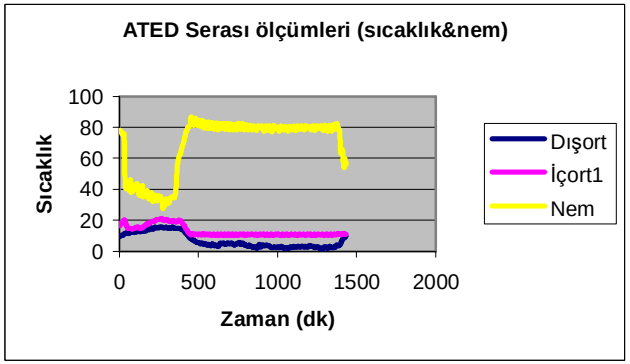
Şekil 137: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 138: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

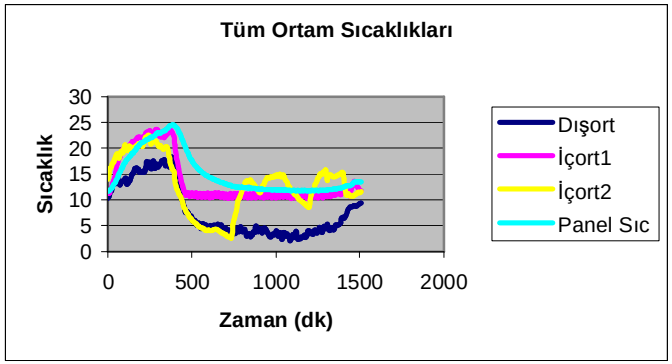


Şekil 139: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

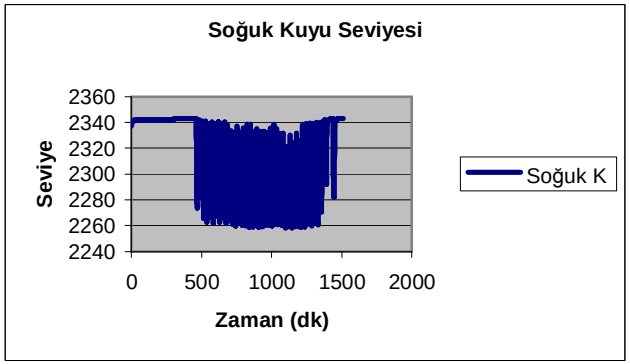


Şekil 140: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

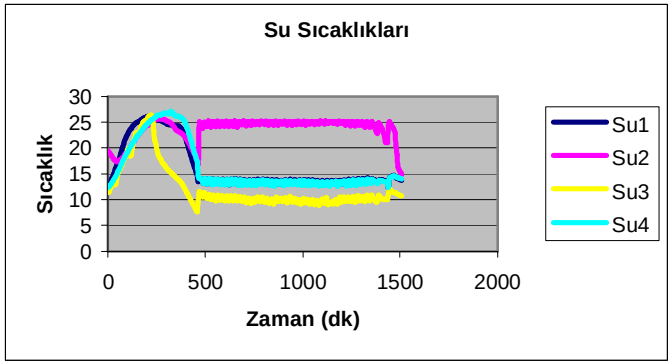
29 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 30 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



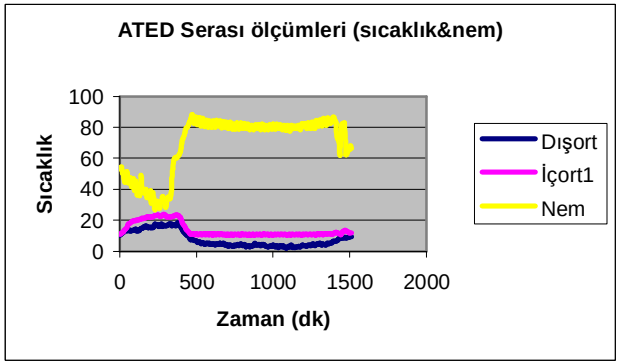
Şekil 141: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 142: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

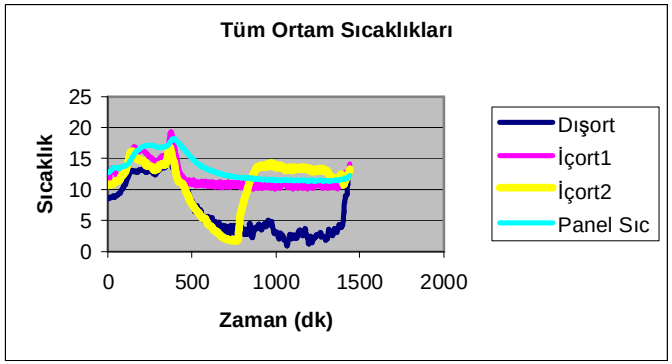


Şekil 143: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

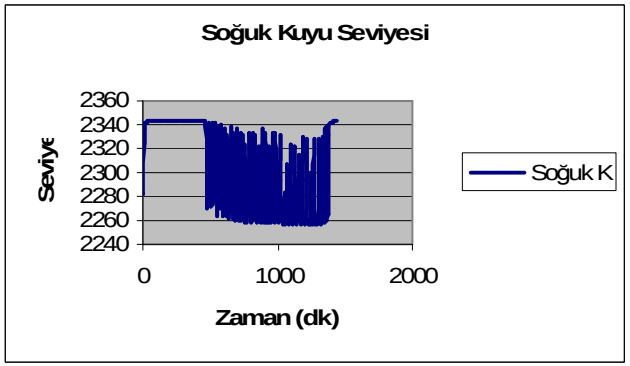


Şekil 144: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

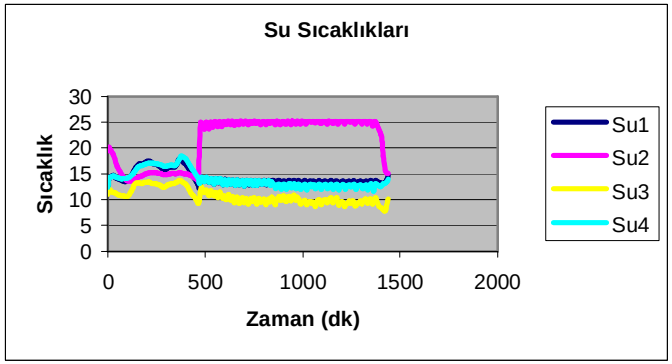
30 Aralık (sabah 9.^{00}) - 31 Aralık (sabah 9.^{00}) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



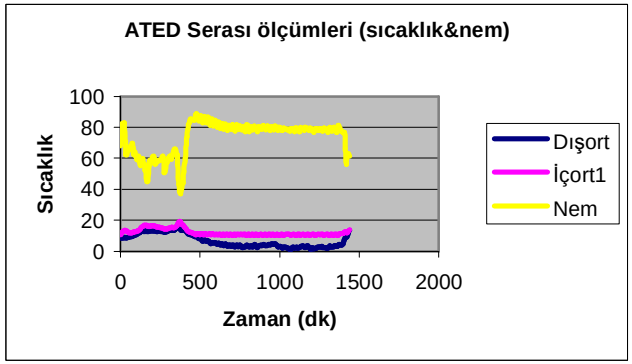
Şekil 145: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 146: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

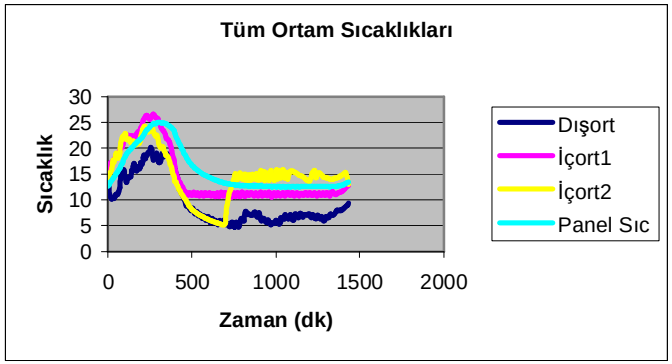


Şekil 147: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

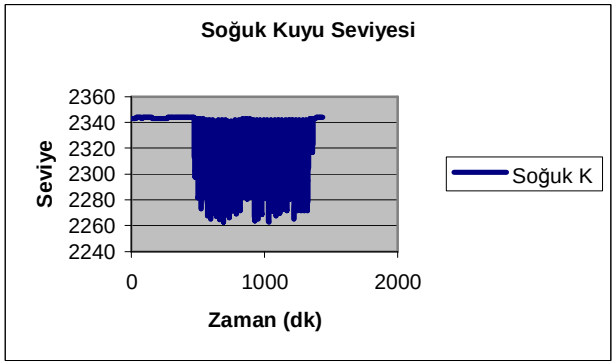


Şekil 148: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

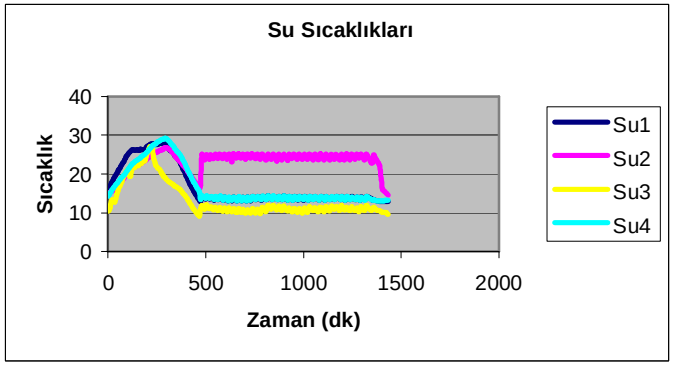
31 Aralık (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 - 01 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



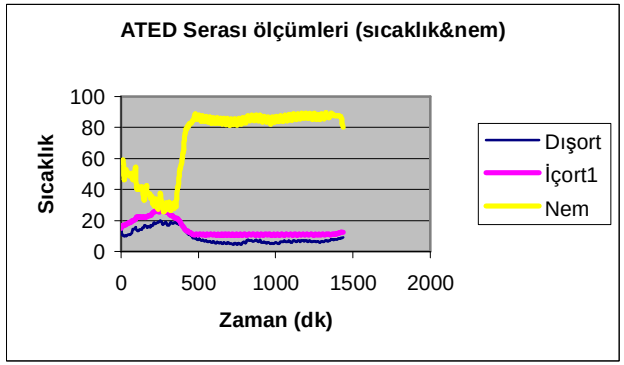
Şekil 149: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 150: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

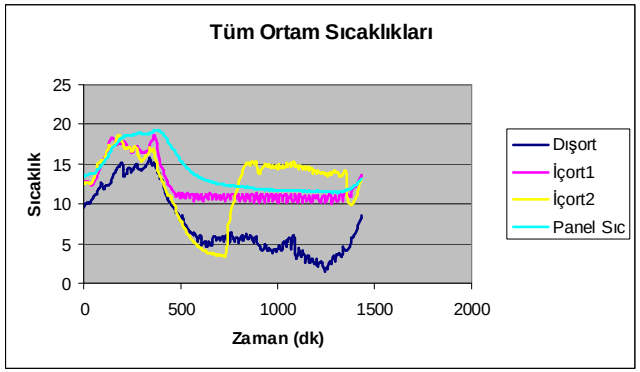


Şekil 151: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

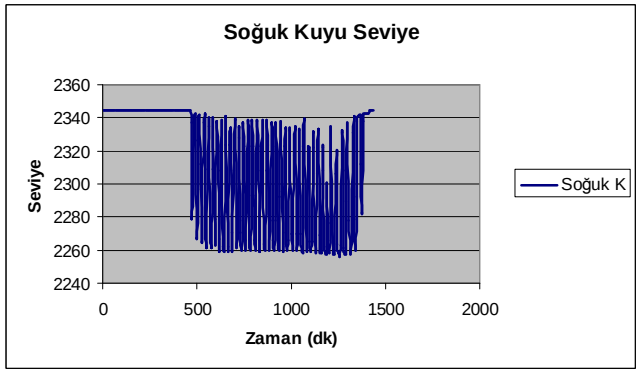


Şekil 152: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

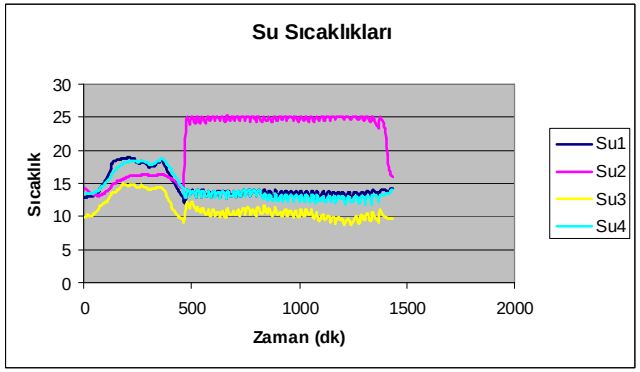
01 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 02 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



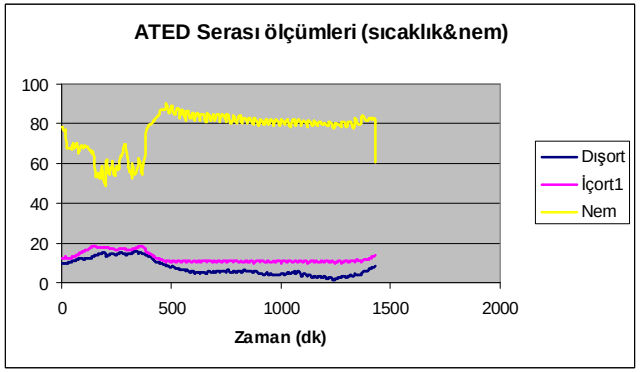
Şekil 153: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 154: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

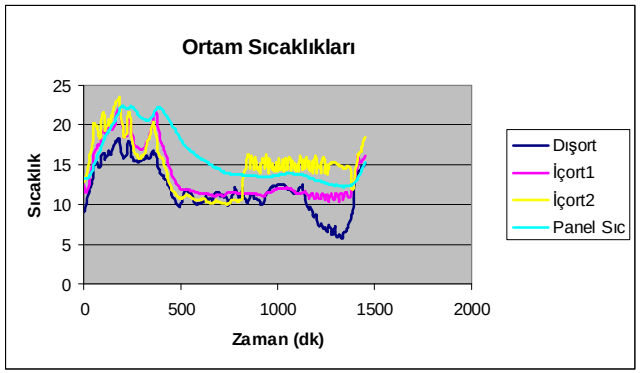


Şekil 155: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

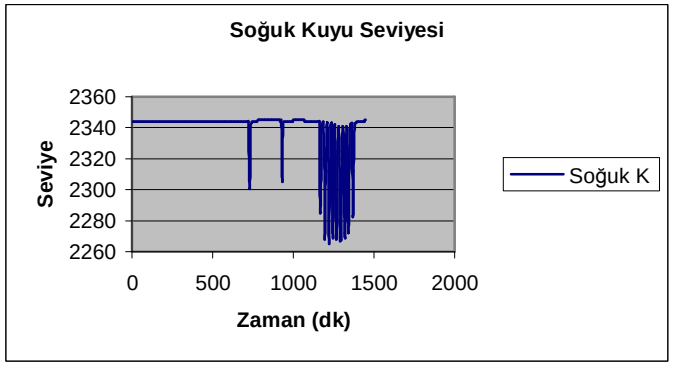


Şekil 156: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

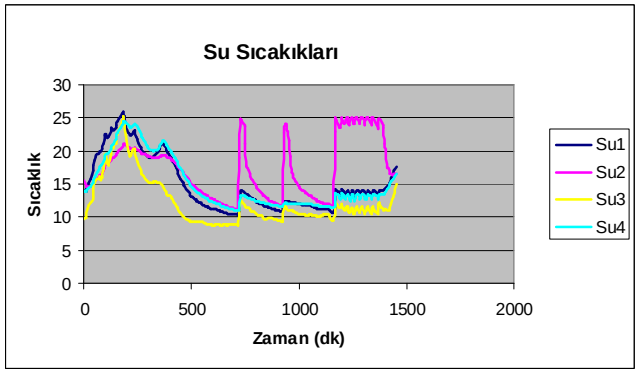
02 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 03 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



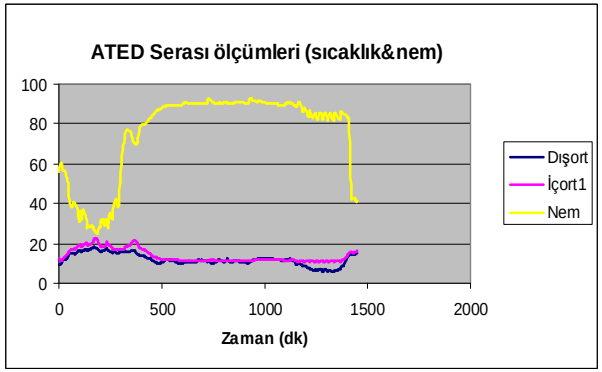
Şekil 157: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 158: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

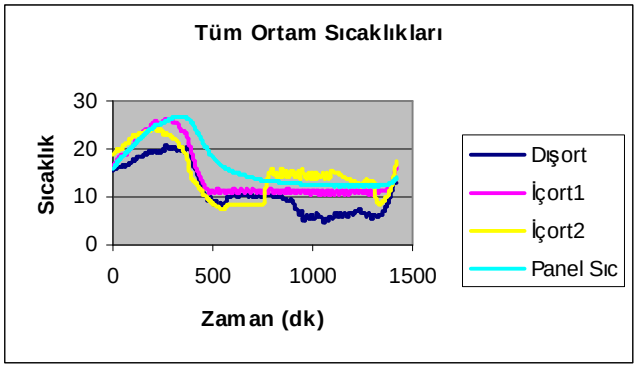


Şekil 159: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

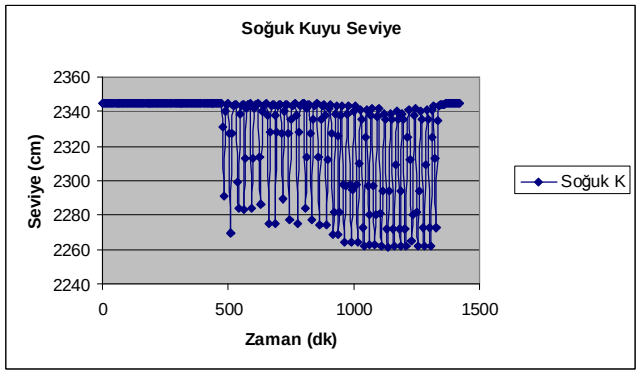


Şekil 160: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

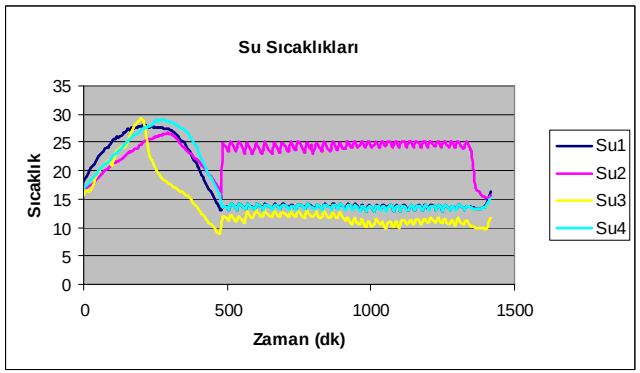
03 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 04 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



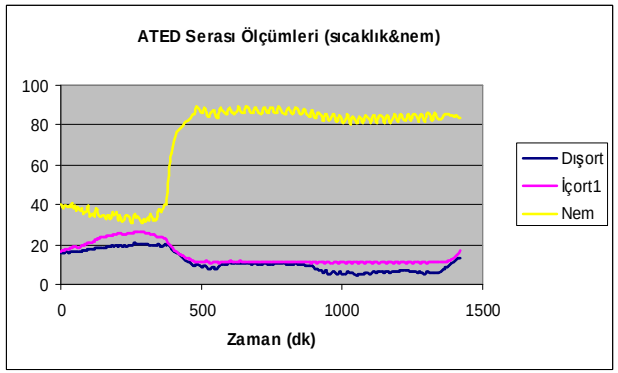
Şekil 161: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 162: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

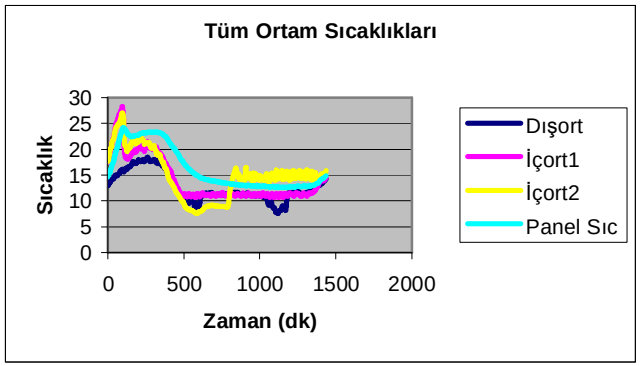


Şekil 163: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

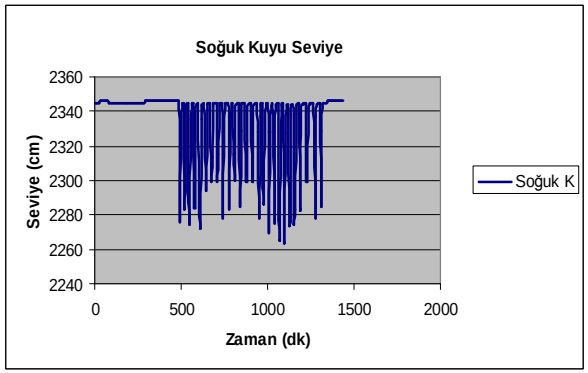


Şekil 164: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

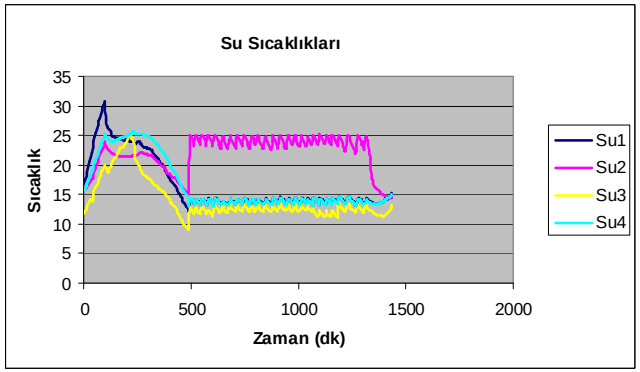
04 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 05 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler



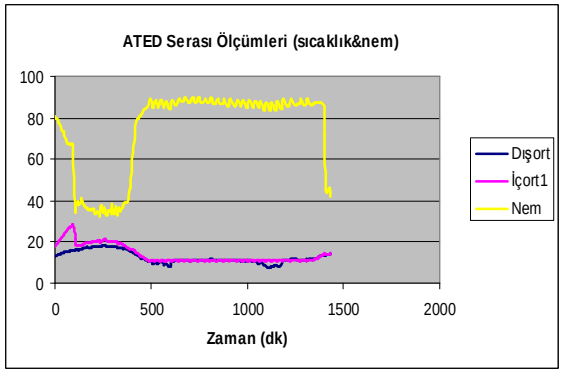
Şekil 165: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 166: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

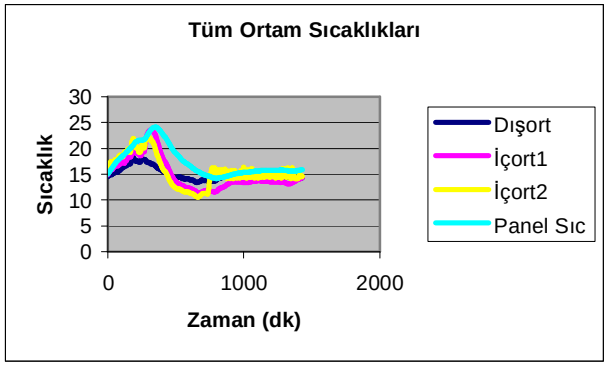


Şekil 167: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

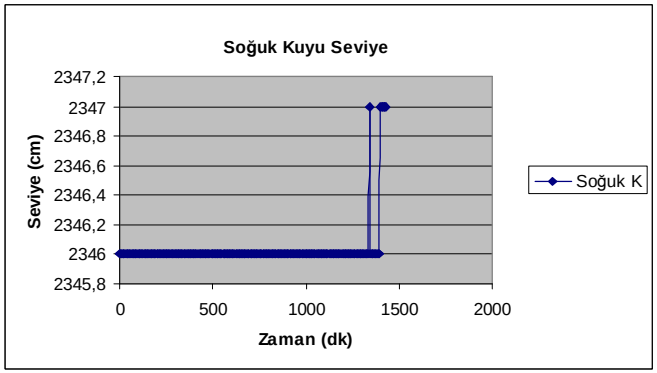


Şekil 168: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

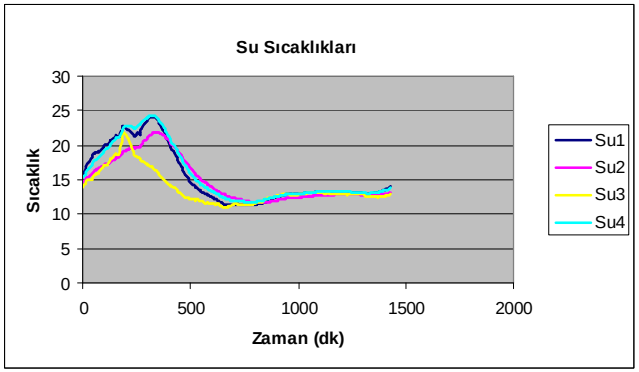
05 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 06 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



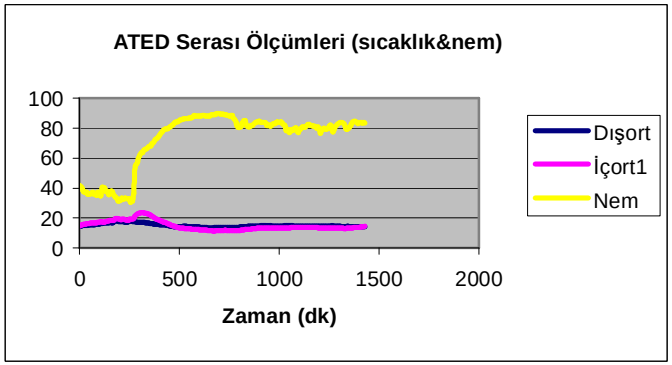
Şekil 169: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 170: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

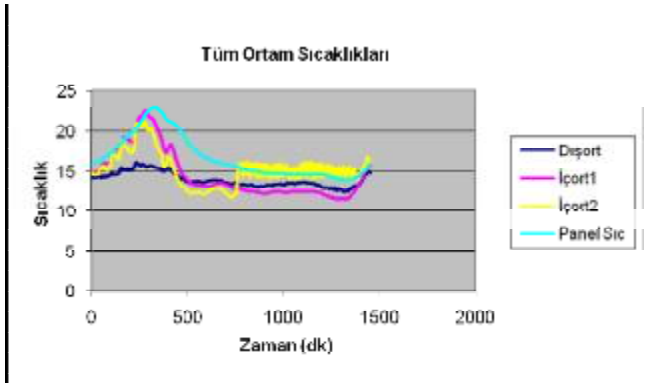


Şekil 171: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

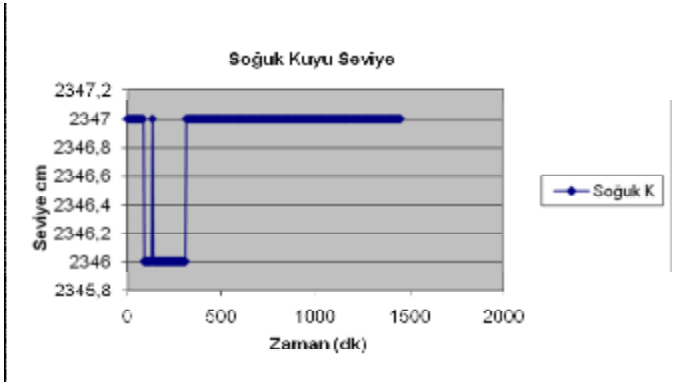


Şekil 172: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

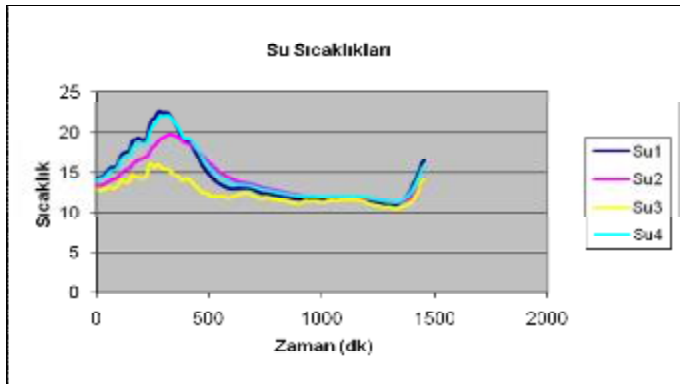
06 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 07 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



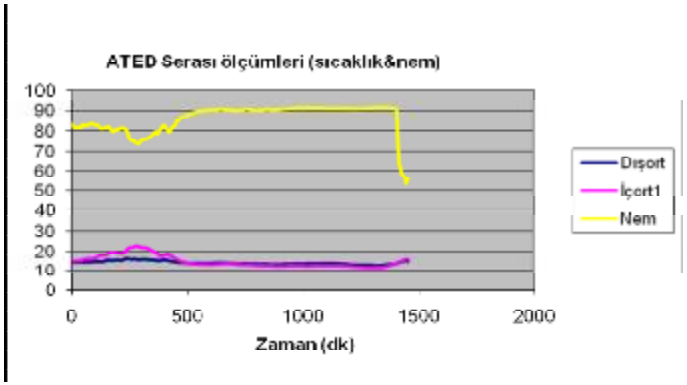
Şekil 173: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 174: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

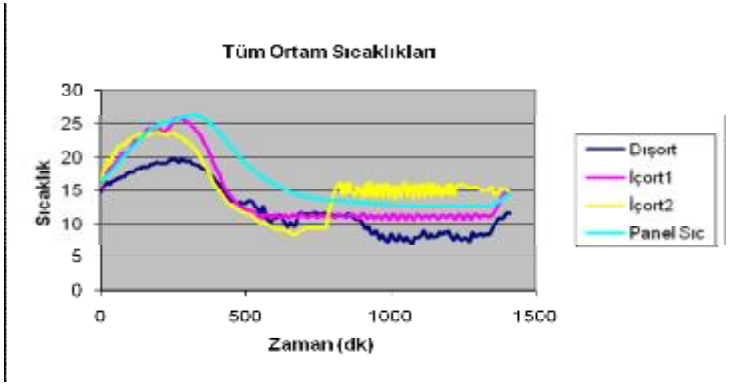


Şekil 175: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

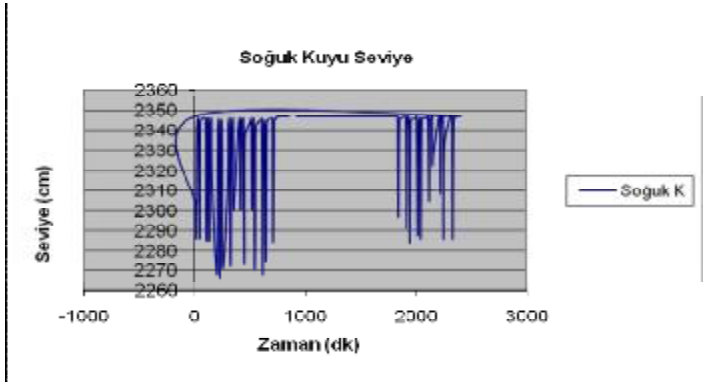


Şekil 176: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

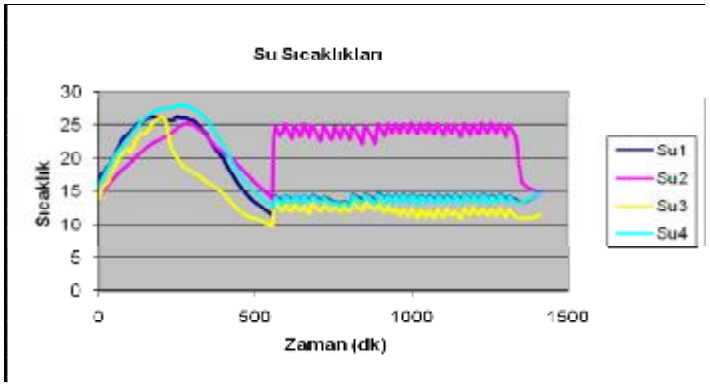
07 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 08 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



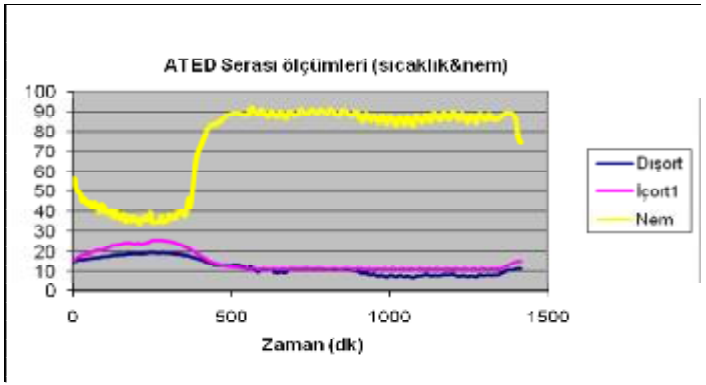
Şekil 177: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 178: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

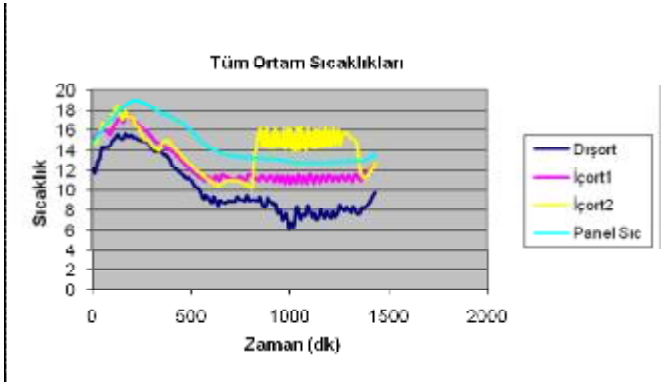


Şekil 179: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

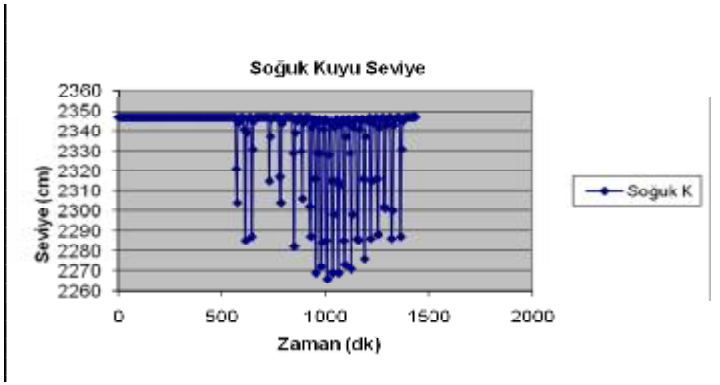


Şekil 180: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

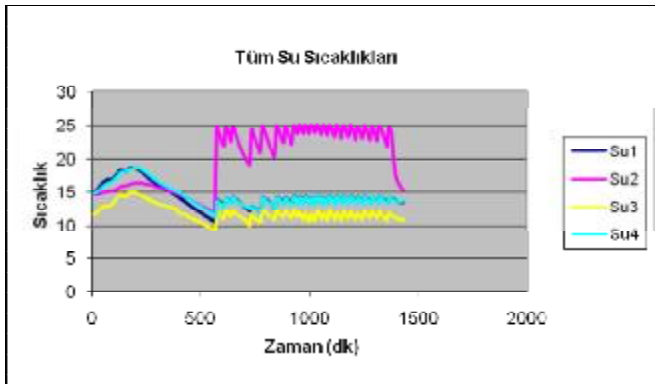
08 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 09 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



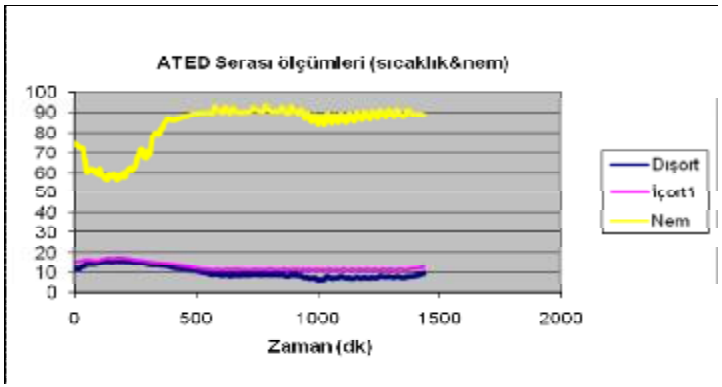
Şekil 181: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 182: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

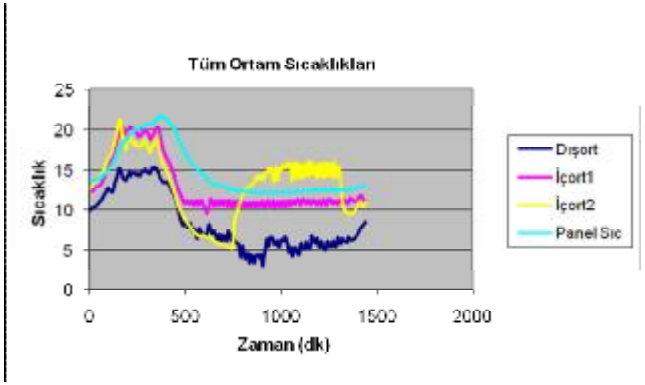


Şekil 183: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

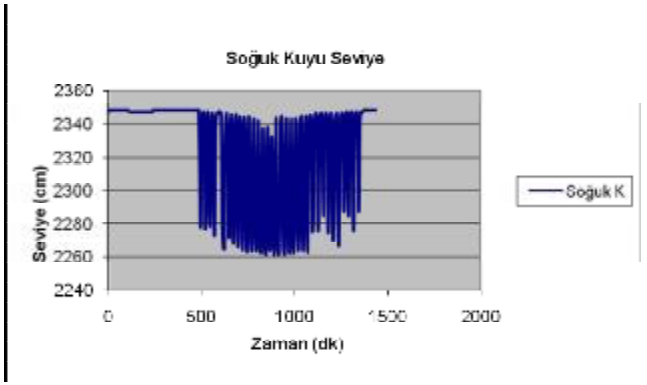


Şekil 184: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

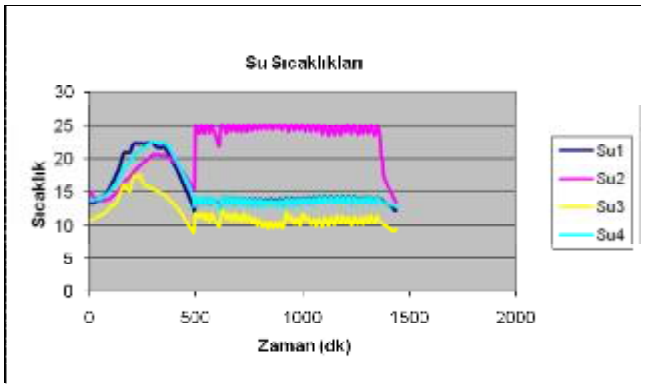
09 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 10 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



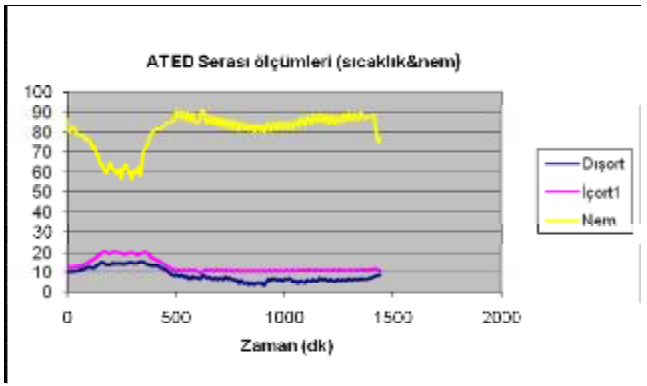
Şekil 185: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 186: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

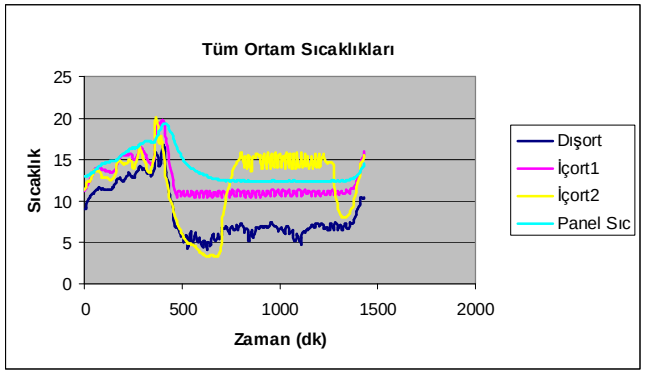


Şekil 187: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

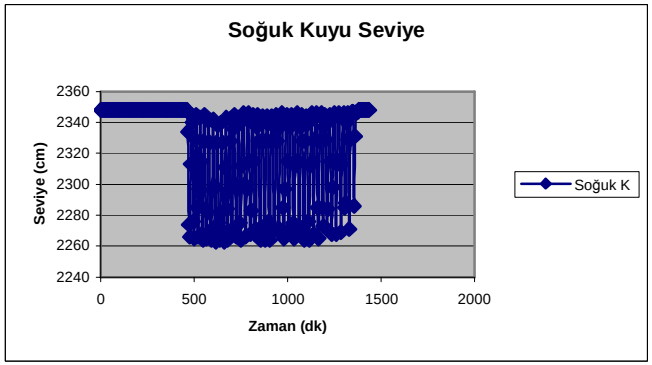


Şekil 188: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

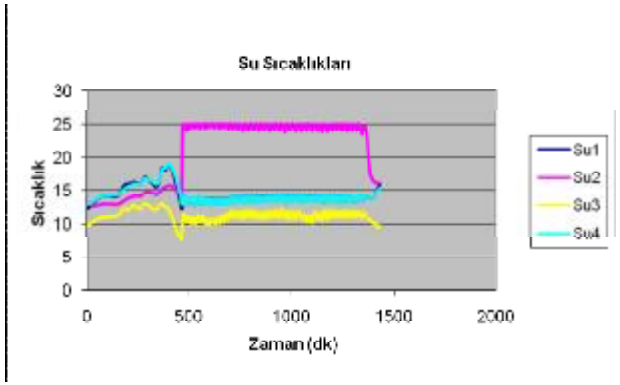
10 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 11 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



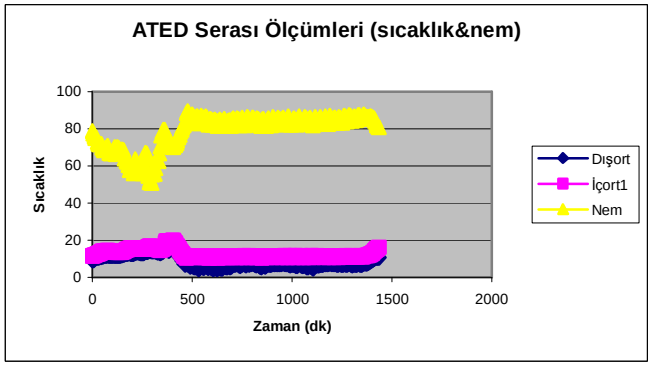
Şekil 189: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 190: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

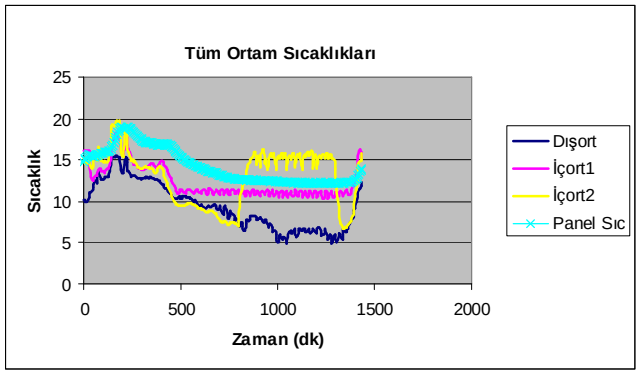


Şekil 191: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

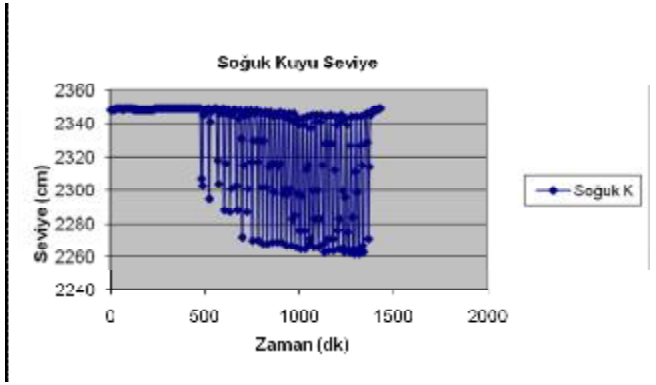


Şekil 192: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

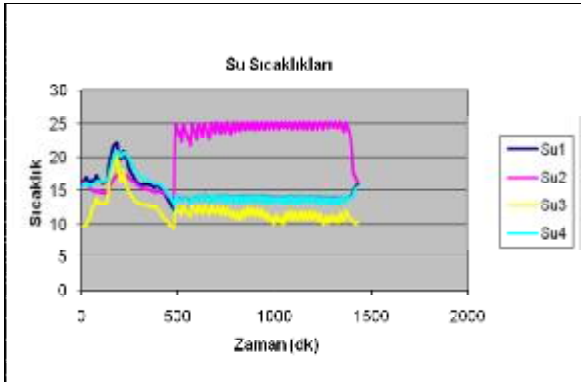
11 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 12 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



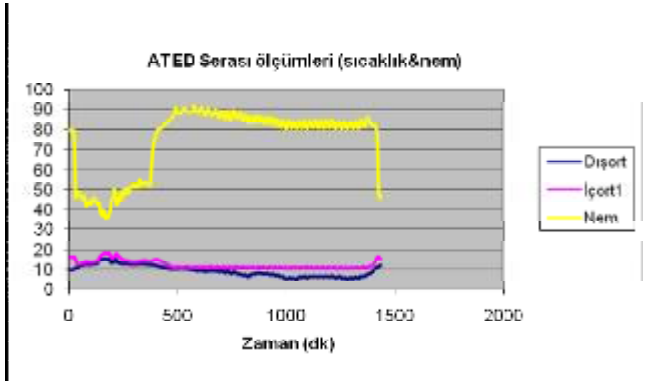
Şekil 193: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 194: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

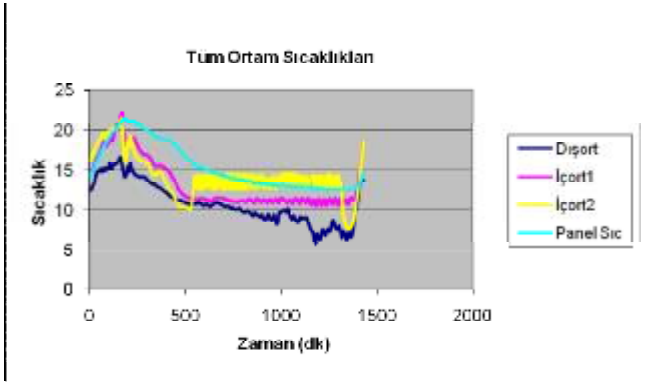


Şekil 195: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

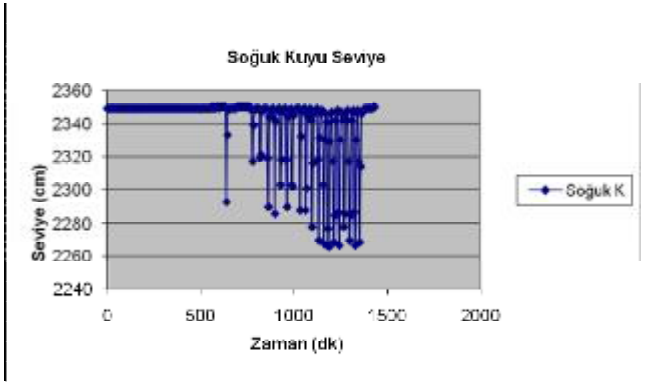


Şekil 196: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

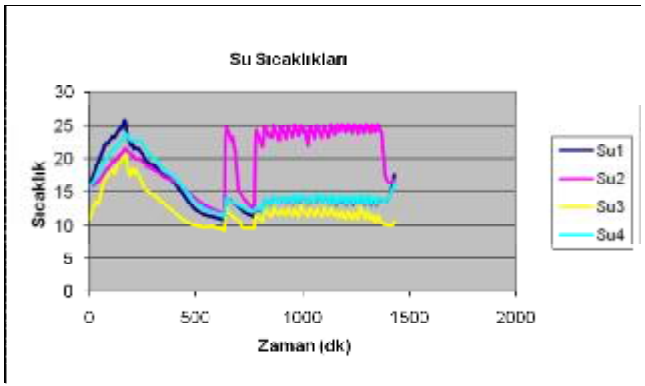
12 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 13 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



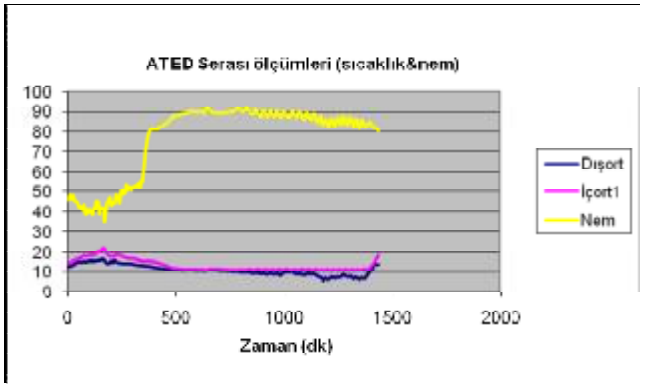
Şekil 197: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 198: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

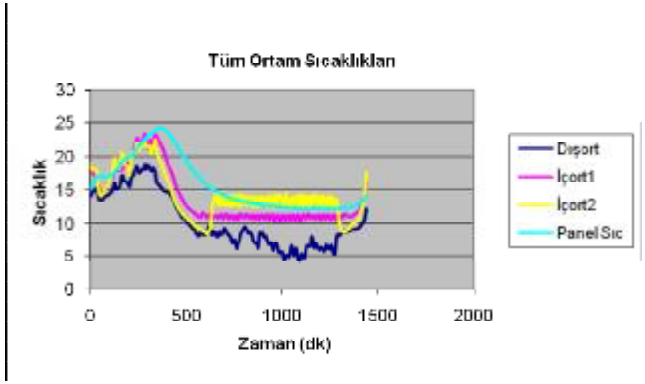


Şekil 199: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

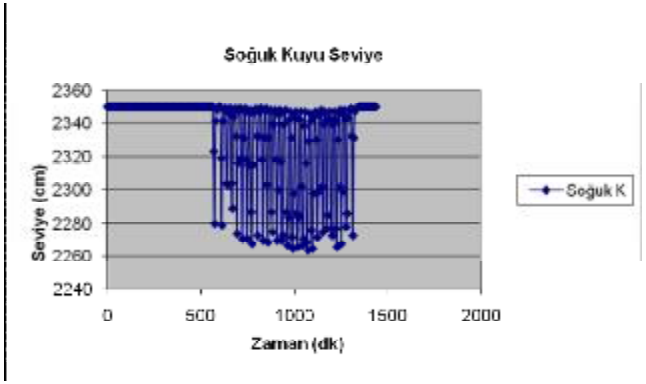


Şekil 200: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

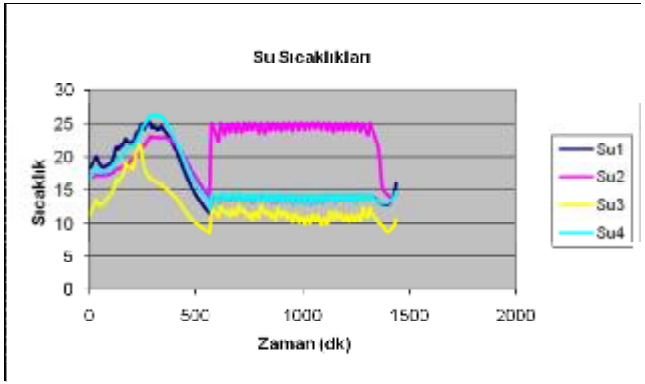
13 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 14 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



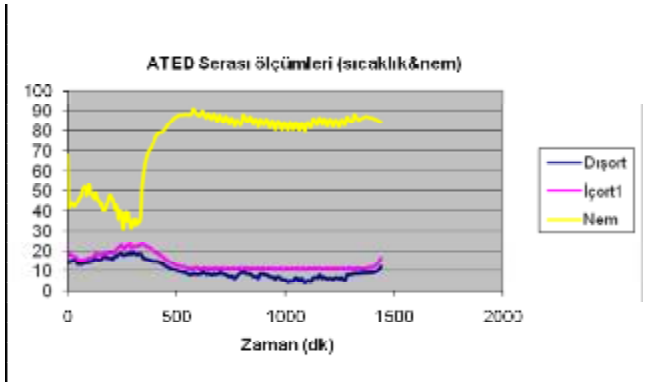
Şekil 201: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 202: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

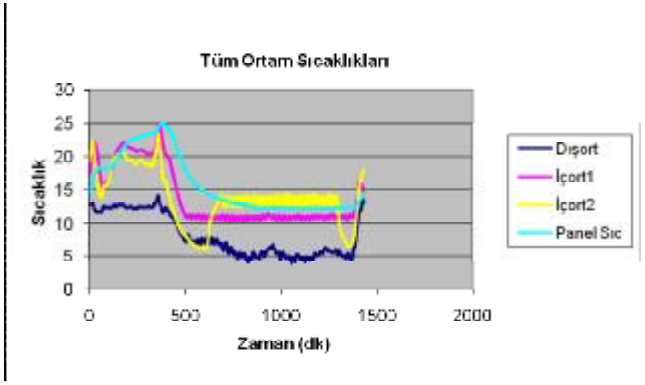


Şekil 203: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

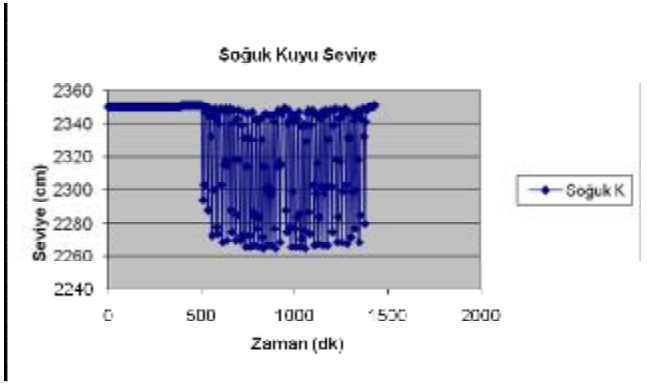


Şekil 204: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

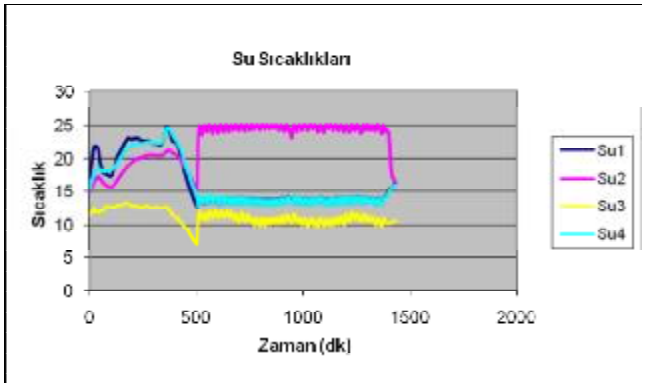
14 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 15 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



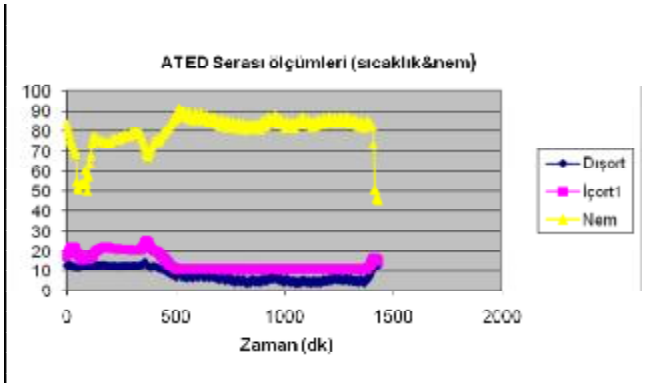
Şekil 205: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 206: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

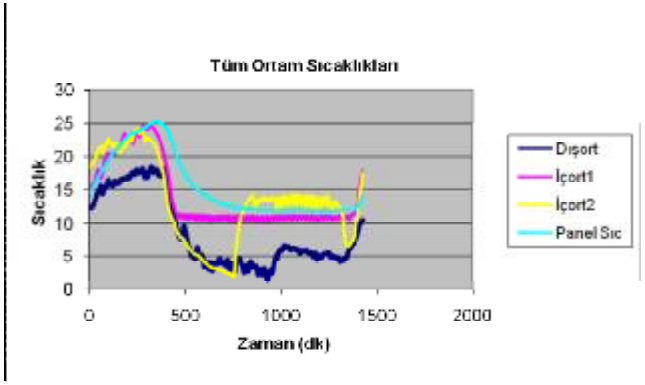


Şekil 207: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

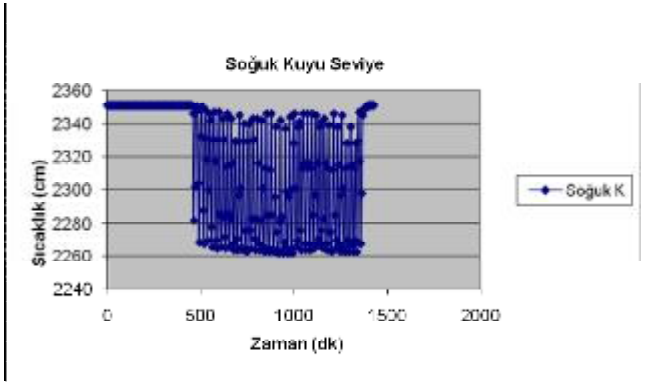


Şekil 208: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

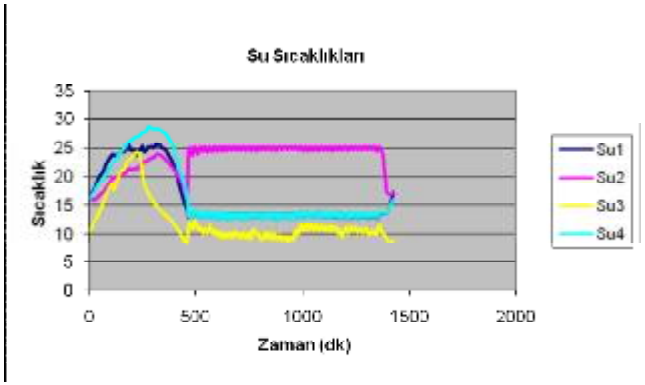
15 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 16 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



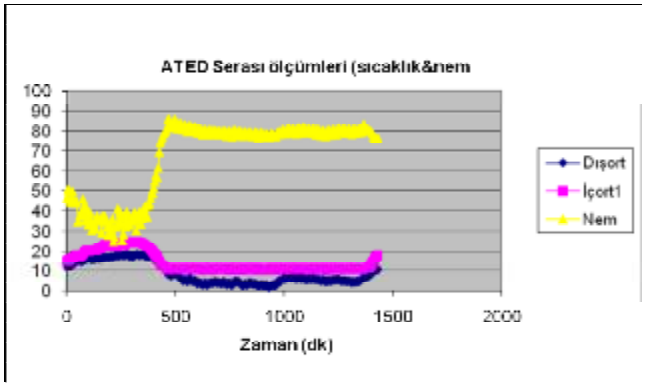
Şekil 209: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 210: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

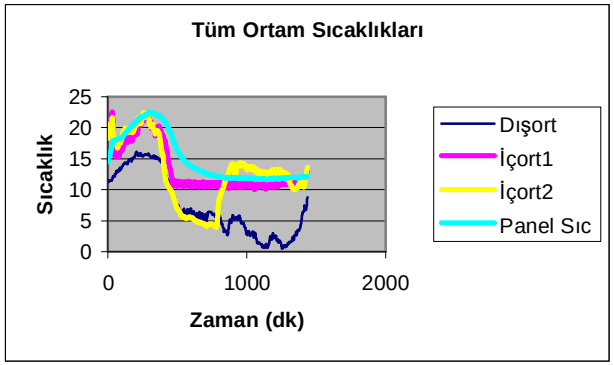


Şekil 211: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

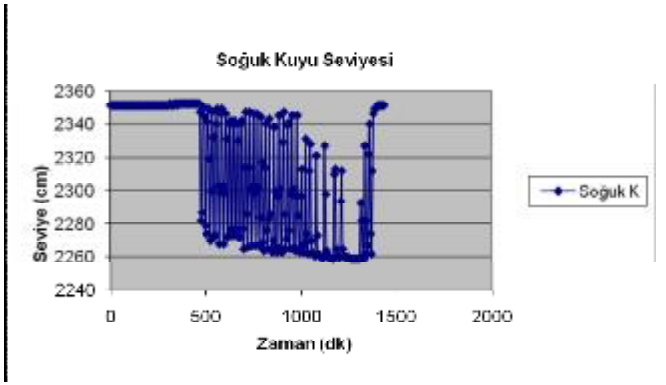


Şekil 212: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

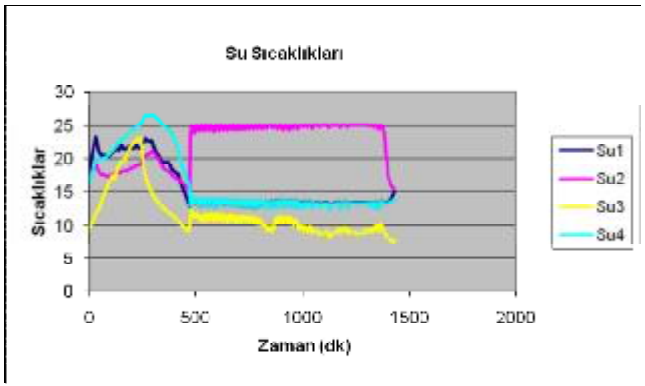
16 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 17 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



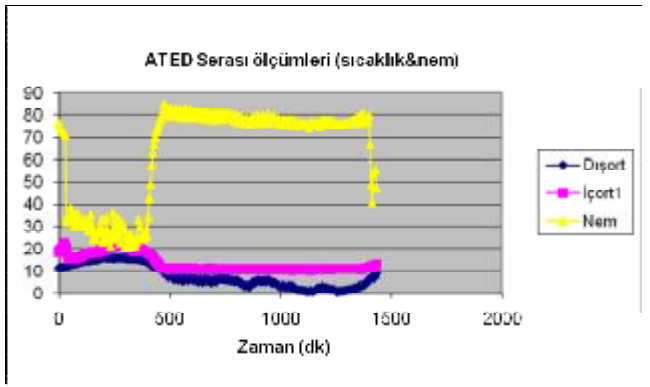
Şekil 213: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 214: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

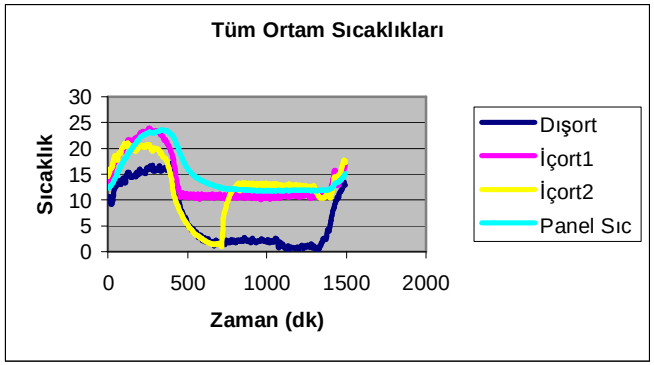


Şekil 215: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

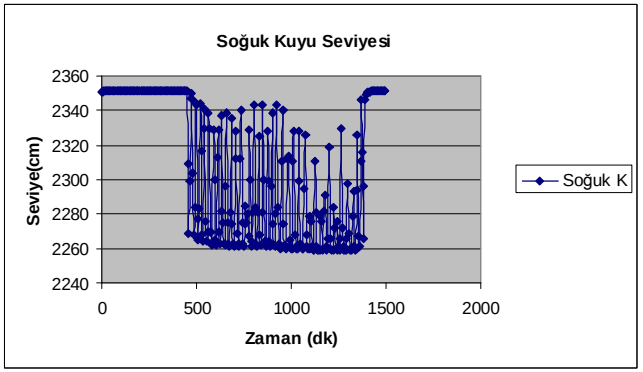


Şekil 216: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

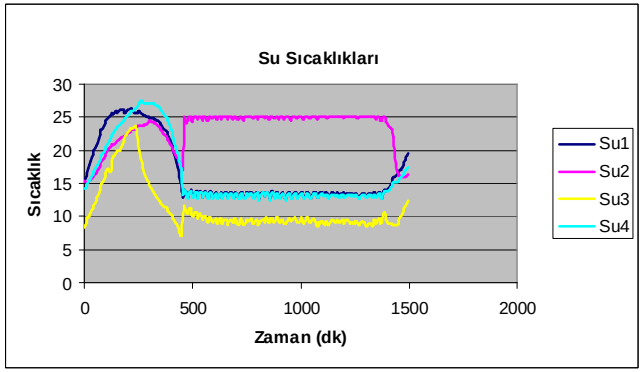
17 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 18 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



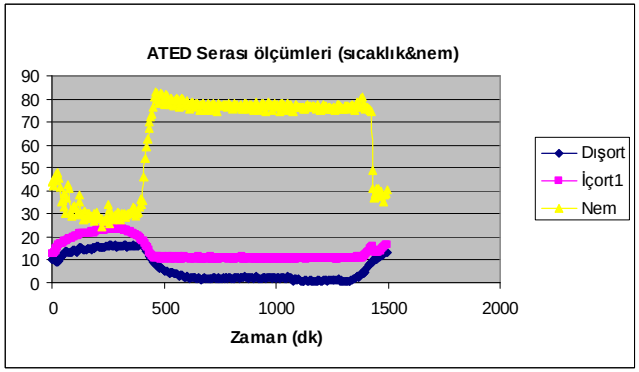
Şekil 217: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 218: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

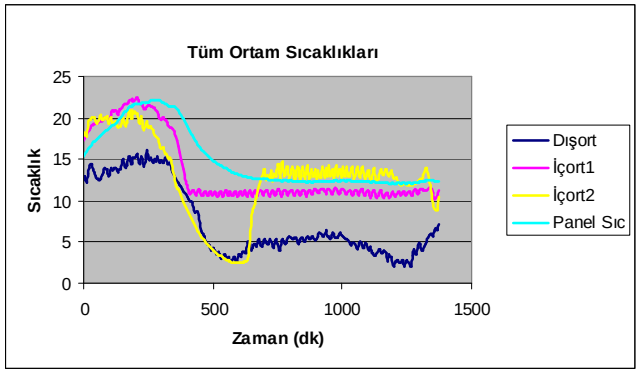


Şekil 219: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

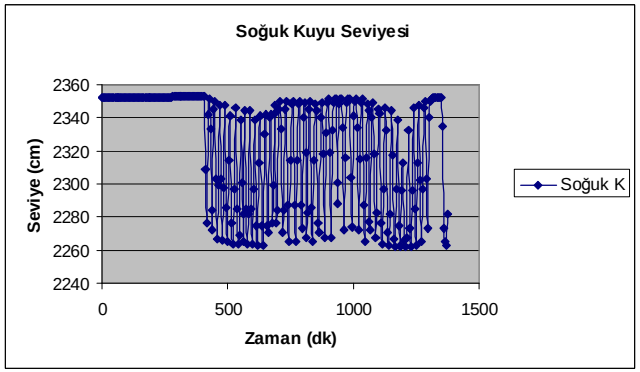


Şekil 220: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

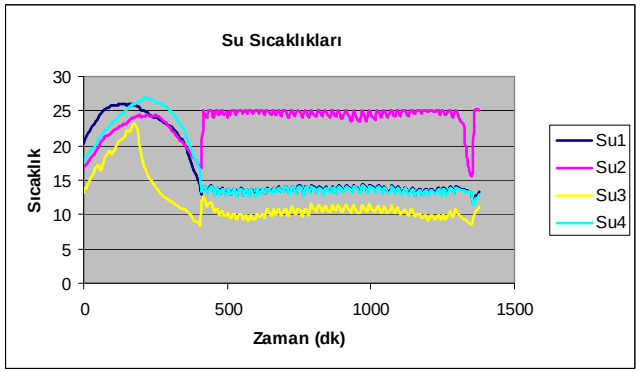
18 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 19 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



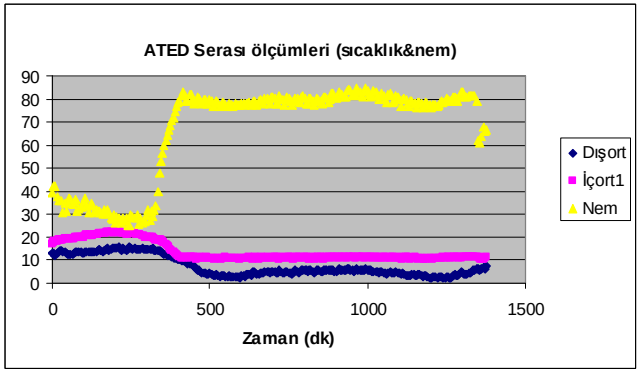
Şekil 221: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 222: TÜBİTAK-K1 den alının düşüm eğrileri

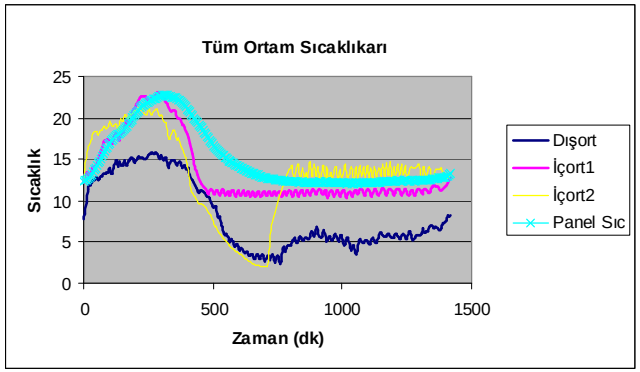


Şekil 223: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

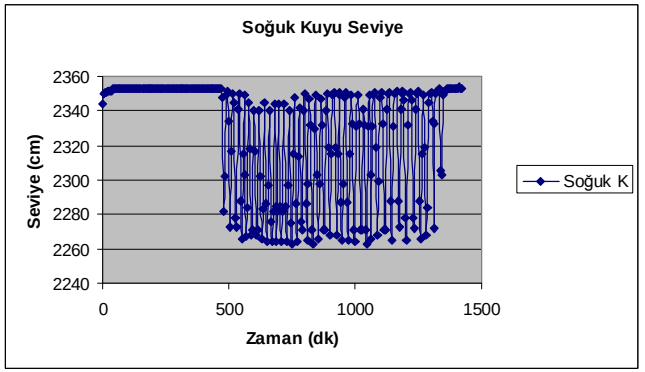


Şekil 224: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

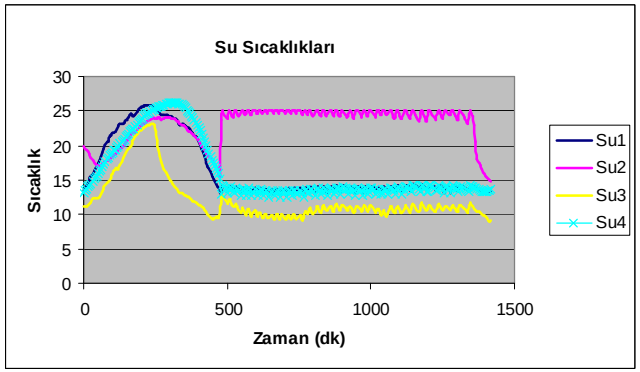
19 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 20 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



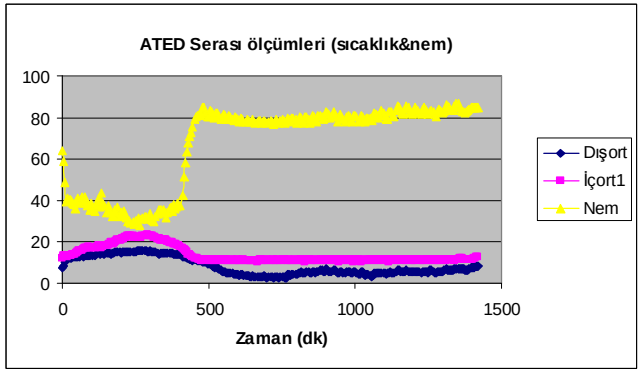
Şekil 225: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 226: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

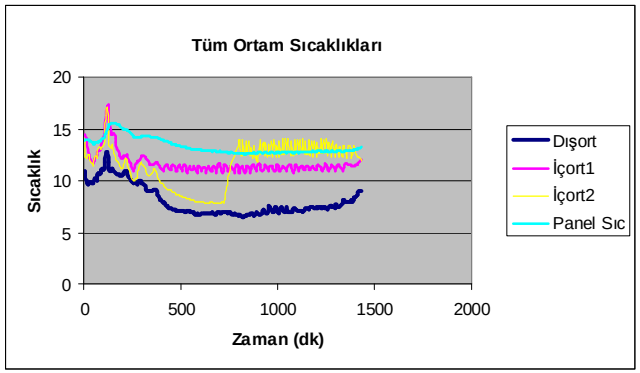


Şekil 227: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

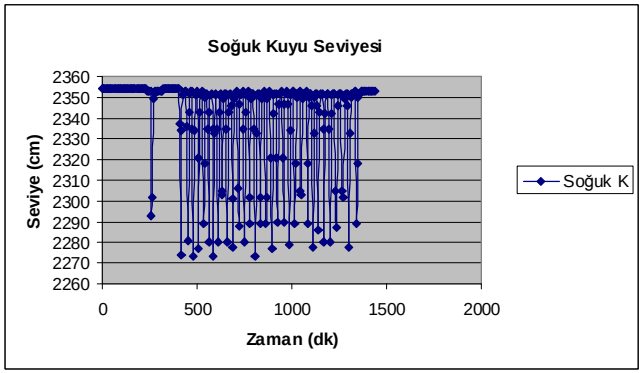


Şekil 228: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

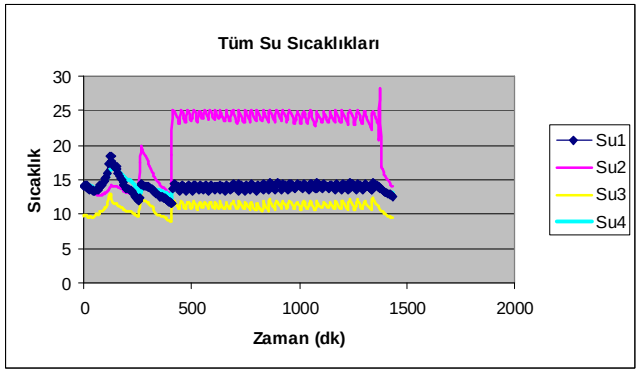
20 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 21 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



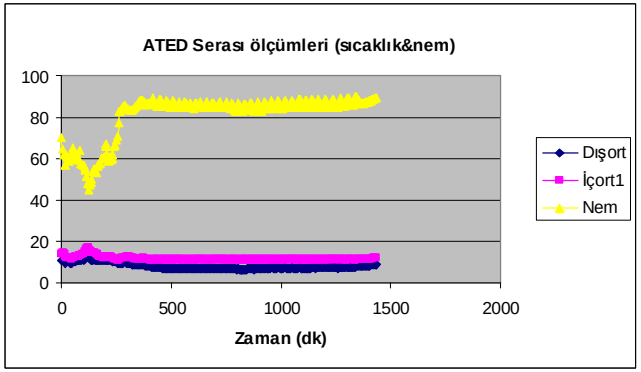
Şekil 229: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 230: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

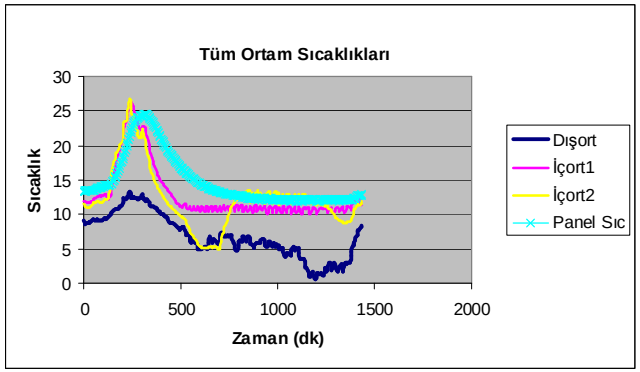


Şekil 231: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

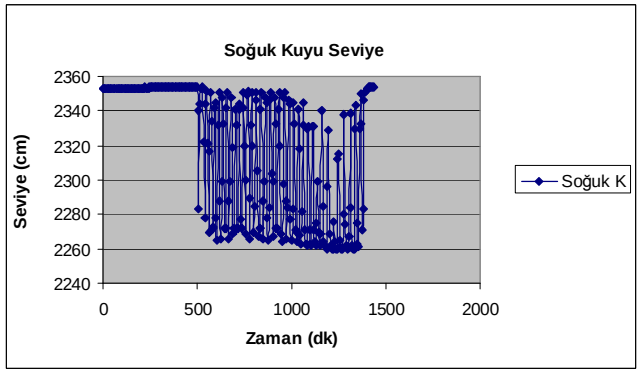


Şekil 232: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

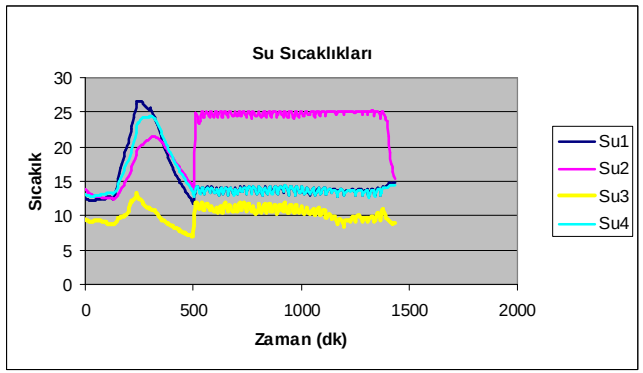
21 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 22 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



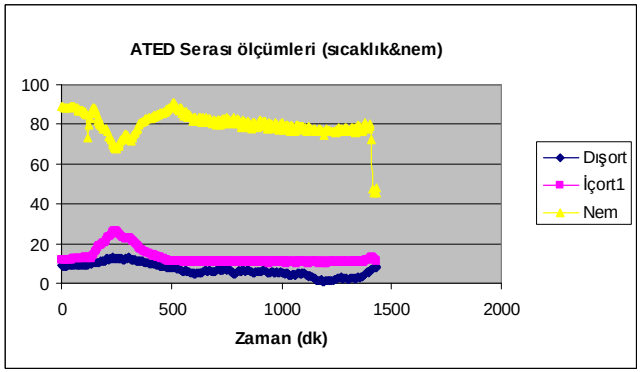
Şekil 233: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 234: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

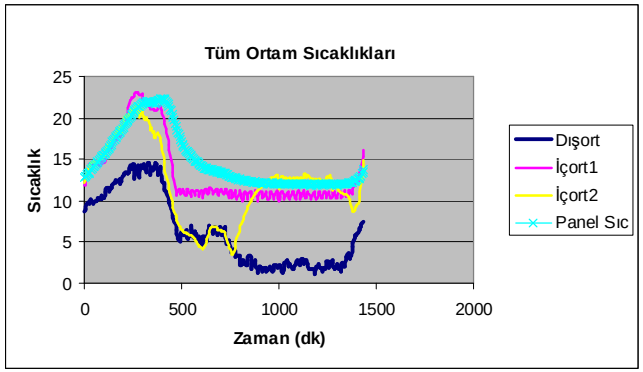


Şekil 235: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

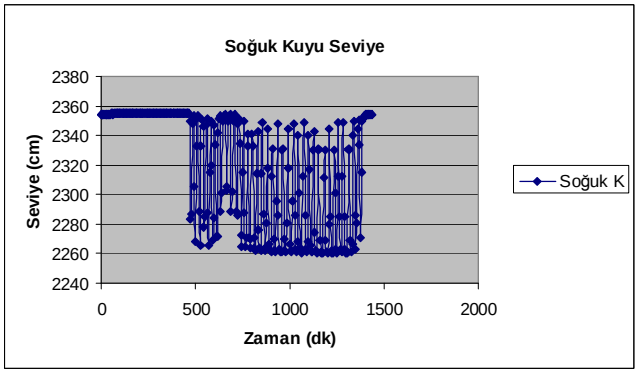


Şekil 236: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

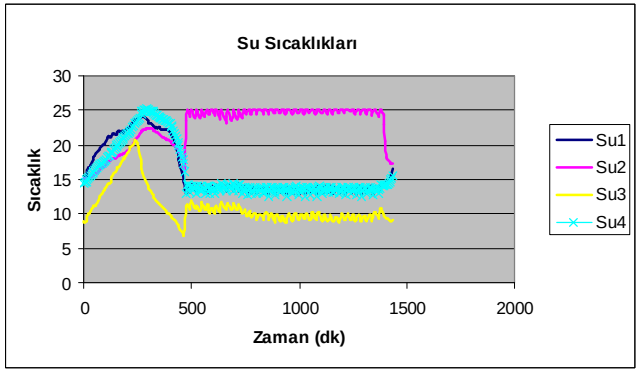
22 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 23 Ocak (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



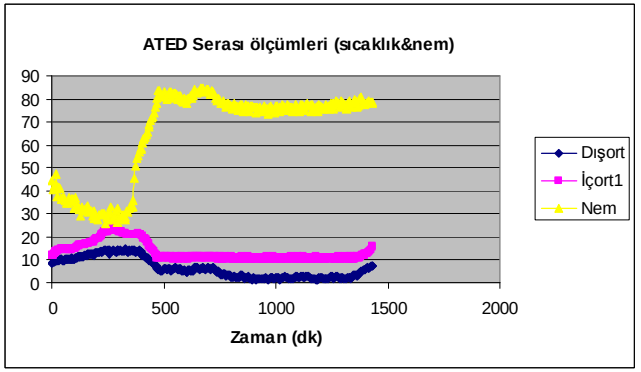
Şekil 237: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 238: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

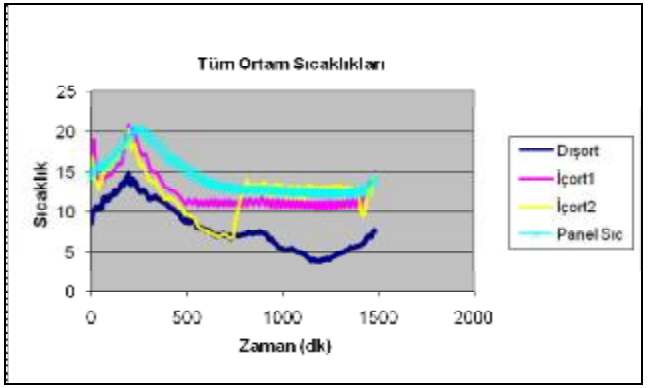


Şekil 239: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

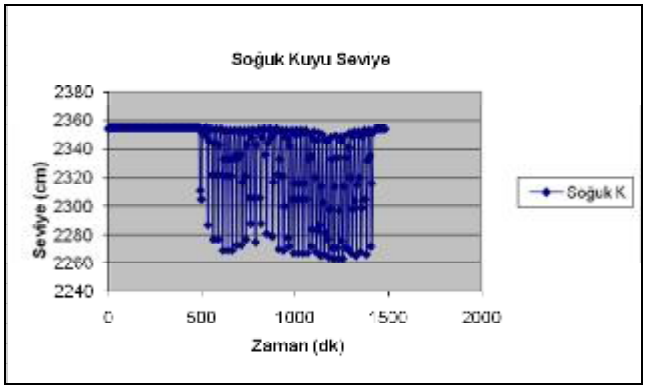


Şekil 240: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

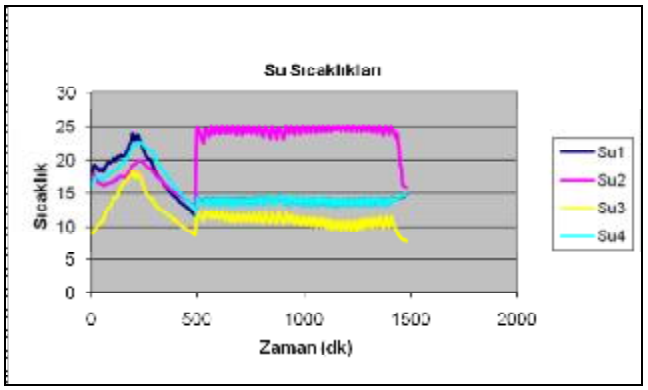
23 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 24 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



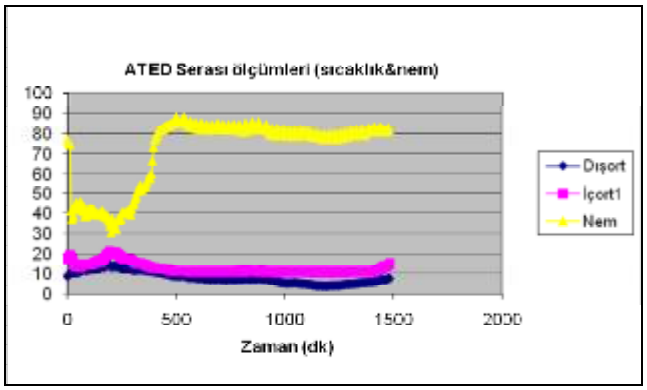
Şekil 241: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 242: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

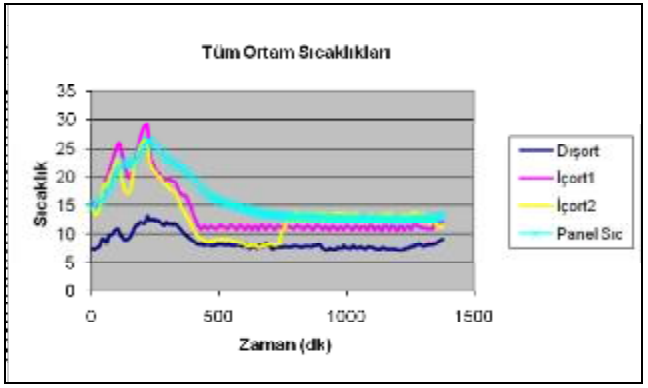


Şekil 243: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

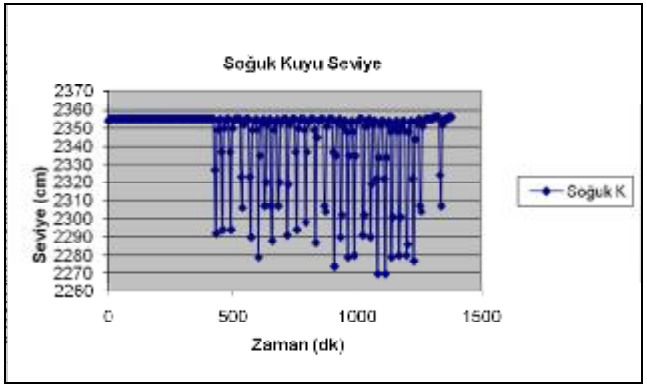


Şekil 244: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

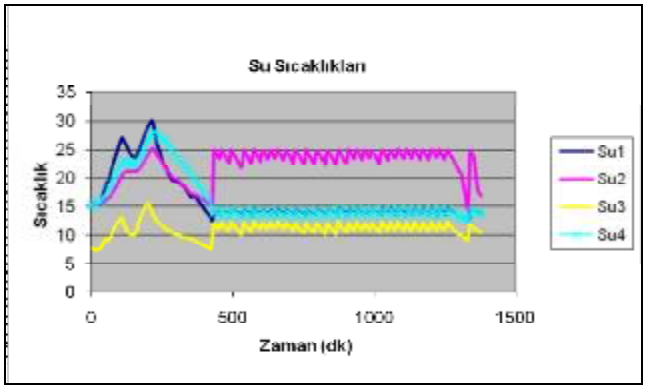
24 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 25 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



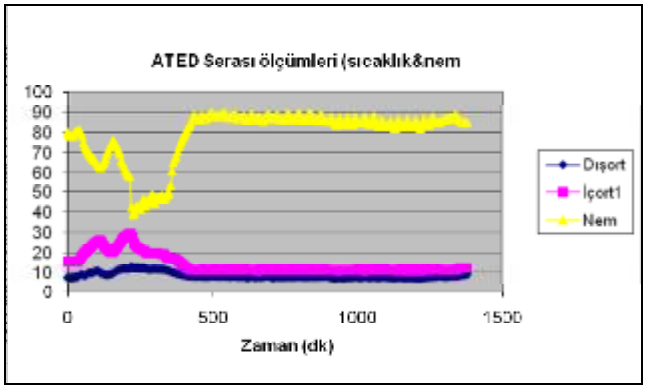
Şekil 245: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 246: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

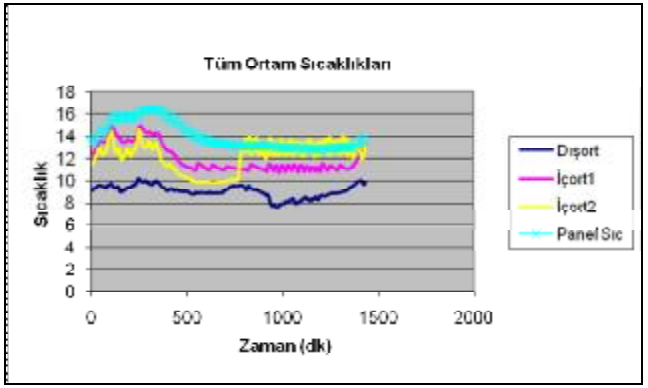


Şekil 247: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

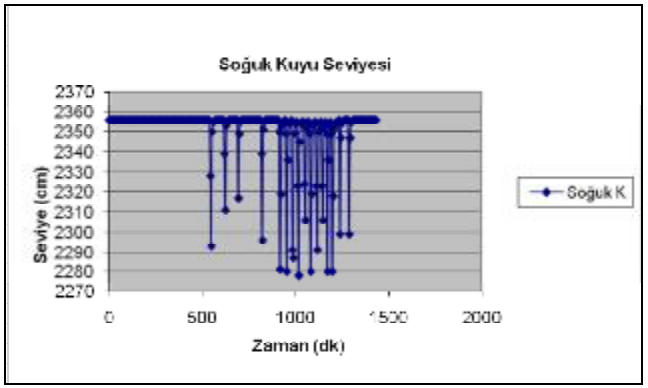


Şekil 248: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

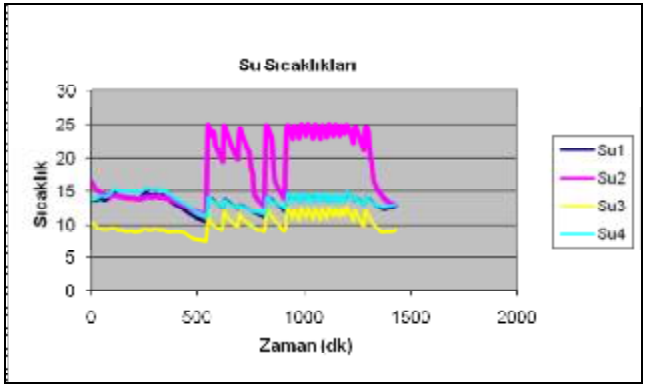
25 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 26 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



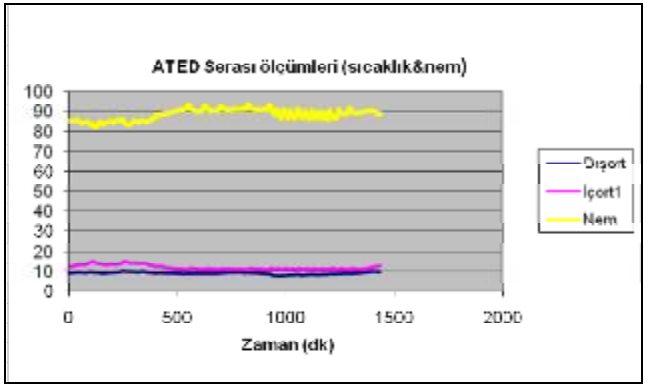
Şekil 249: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 250: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

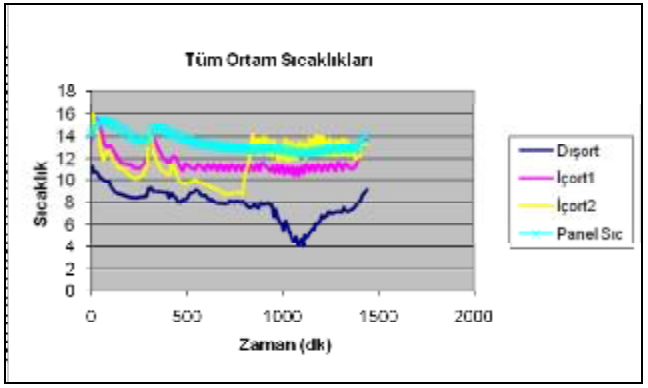


Şekil 251: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

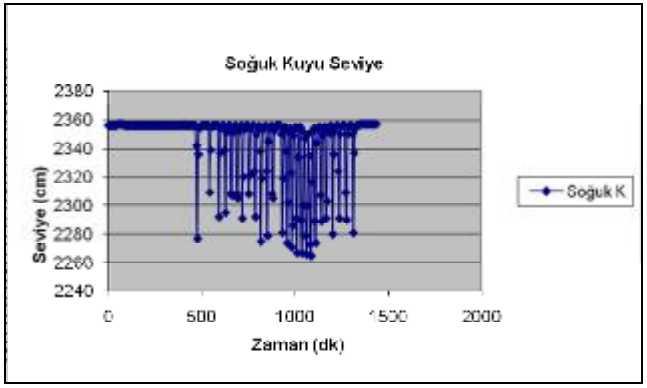


Şekil 252: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

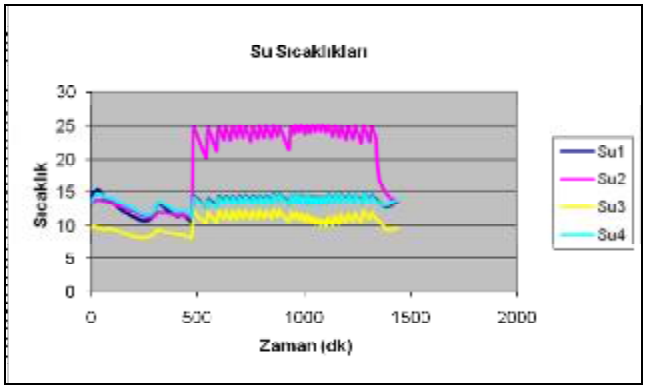
26 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 27 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



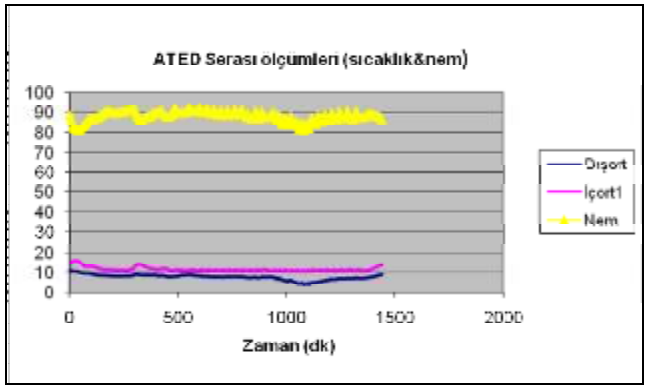
Şekil 253: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 254: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

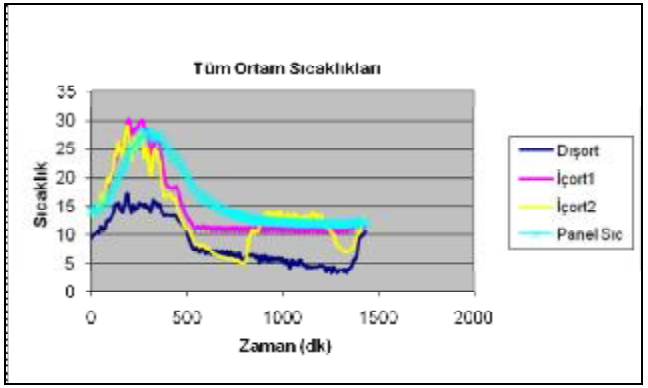


Şekil 255: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

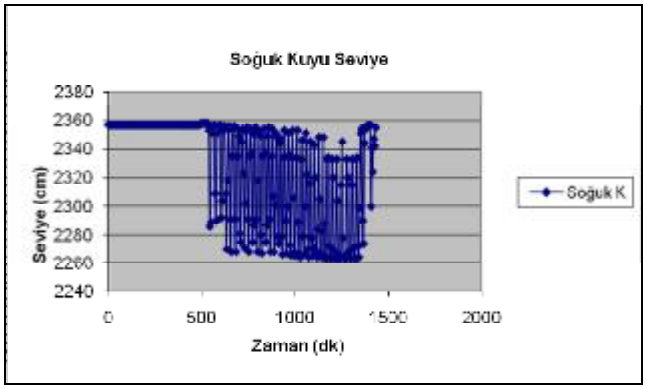


Şekil 256: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

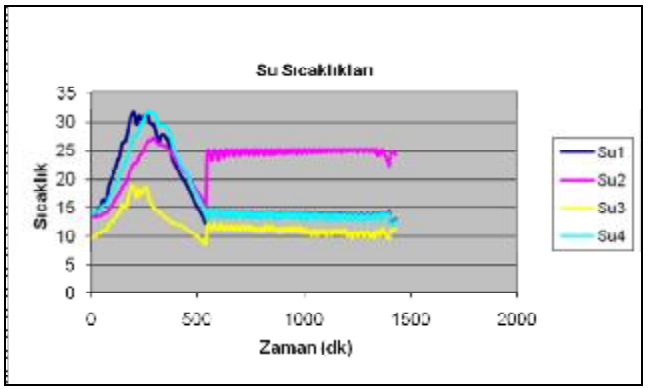
27 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 28 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



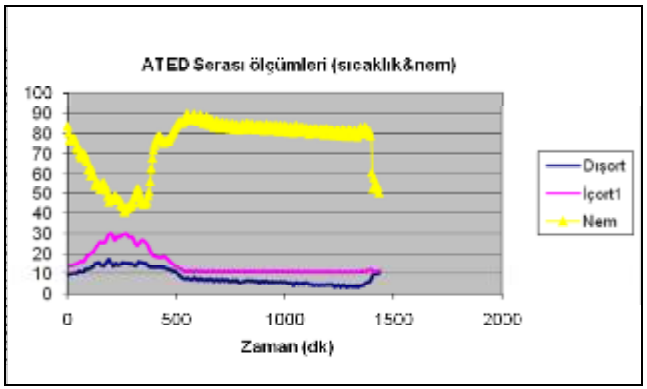
Şekil 257: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 258: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

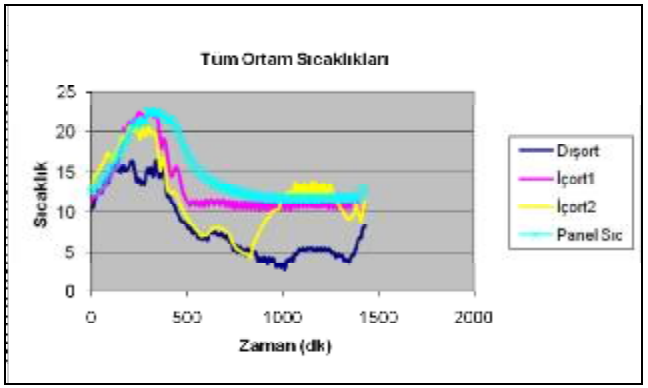


Şekil 259: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

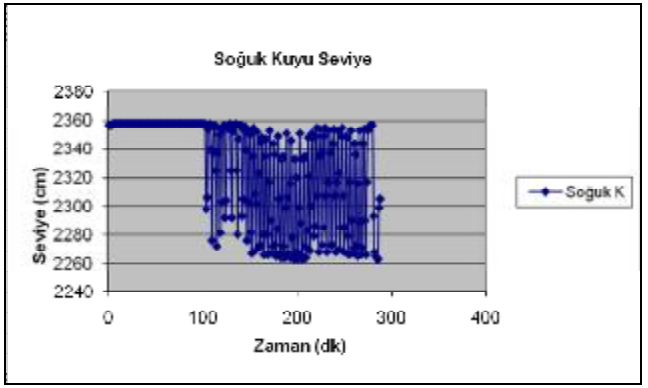


Şekil 260: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

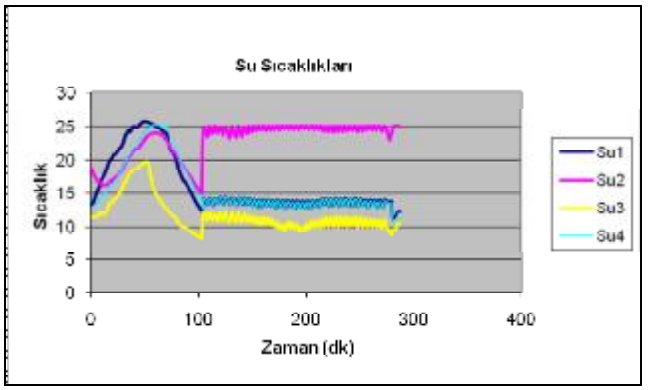
28 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 29 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



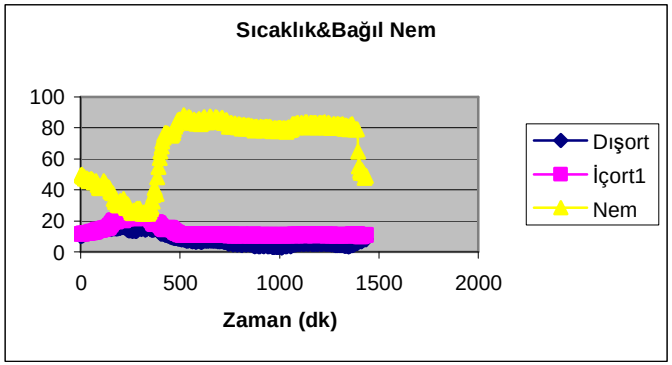
Şekil 261: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 262: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

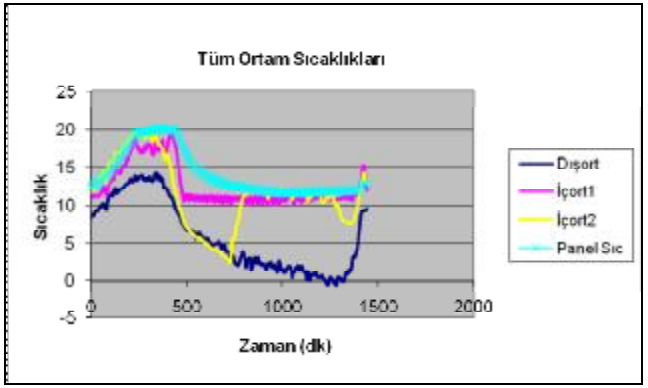


Şekil 263: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

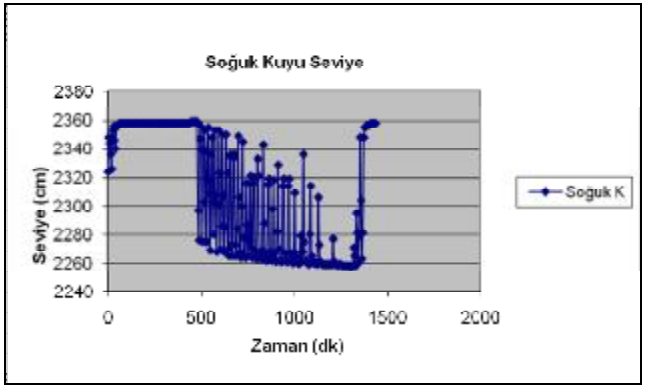


Şekil 264: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

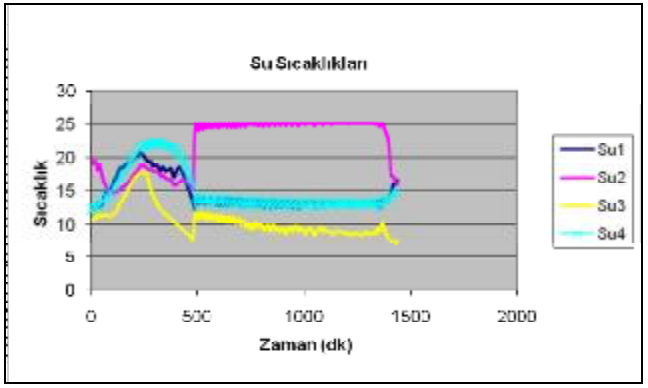
29 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 30 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



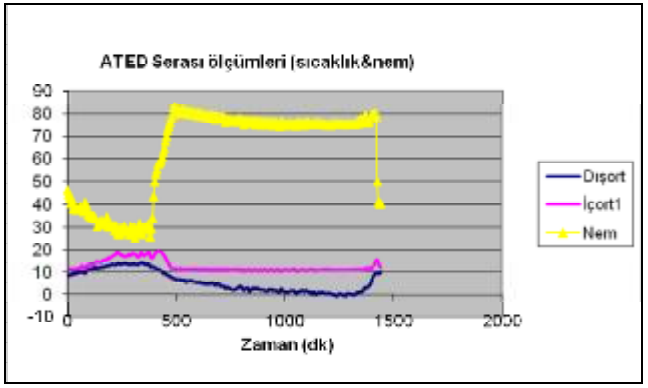
Şekil 265: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 266: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

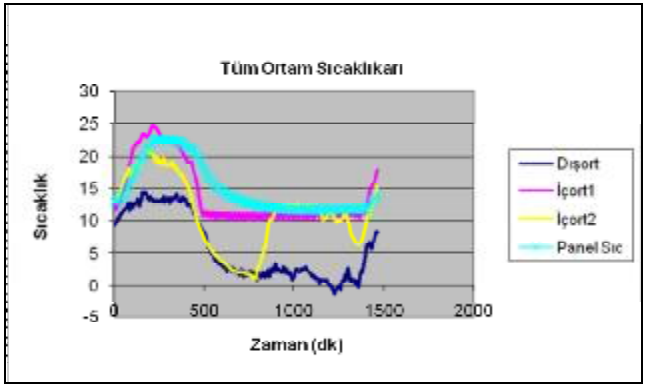


Şekil 267: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

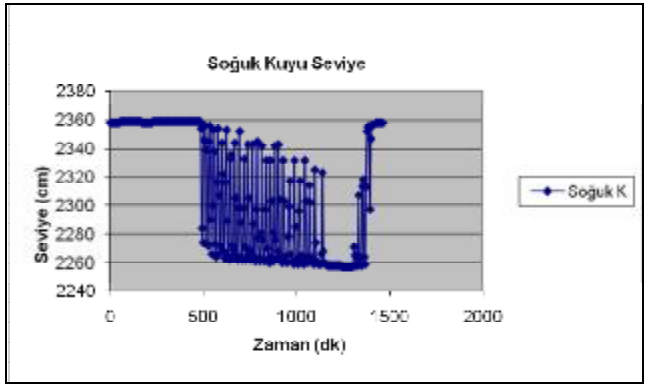


Şekil 268: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

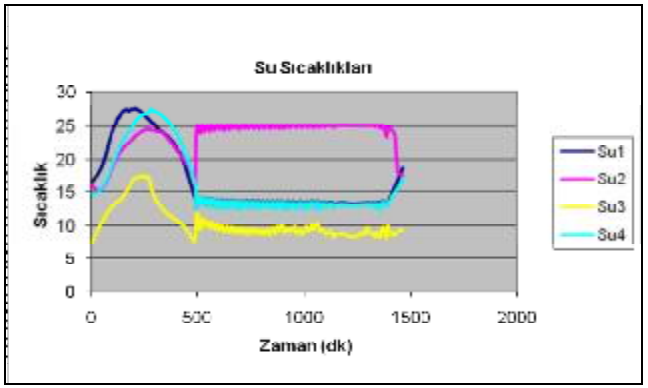
30 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 31 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



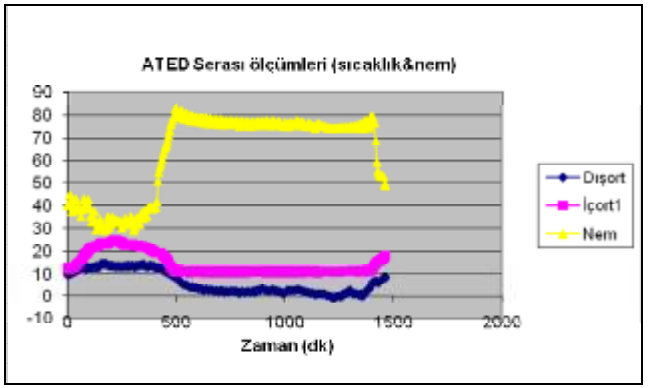
Şekil 269: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 270: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

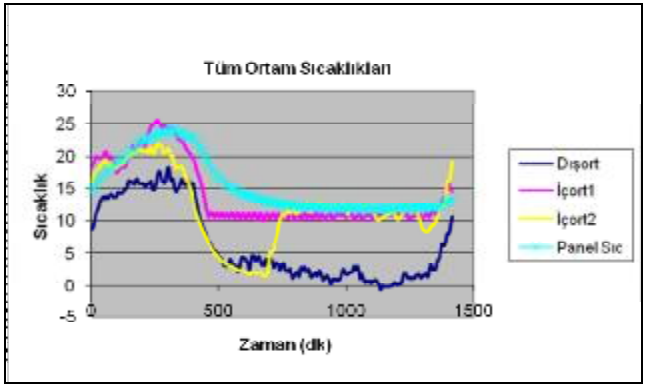


Şekil 271: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

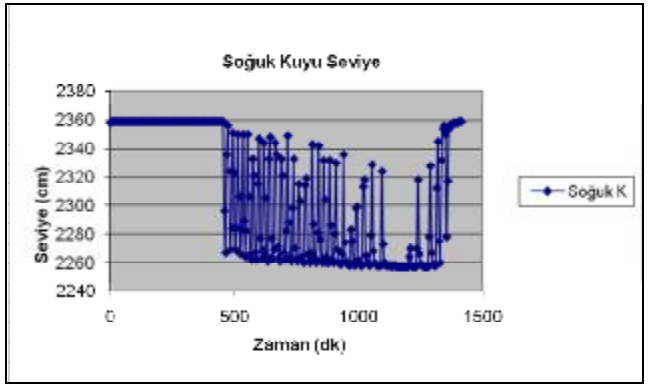


Şekil 272: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

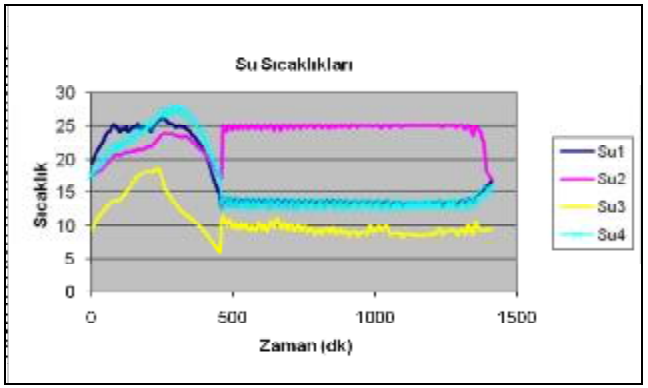
31 Ocak (sabah 9.^{00}) 2006 - 01 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



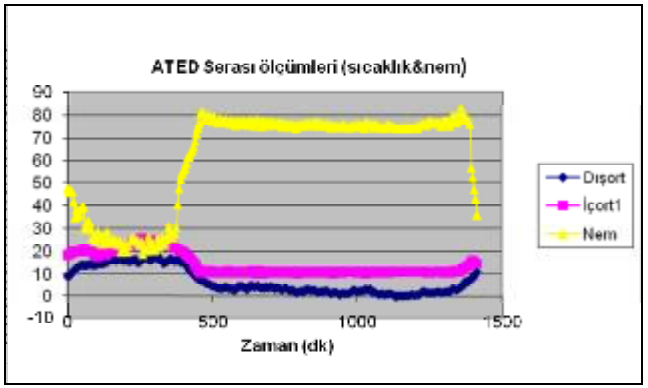
Şekil 273: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 274: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

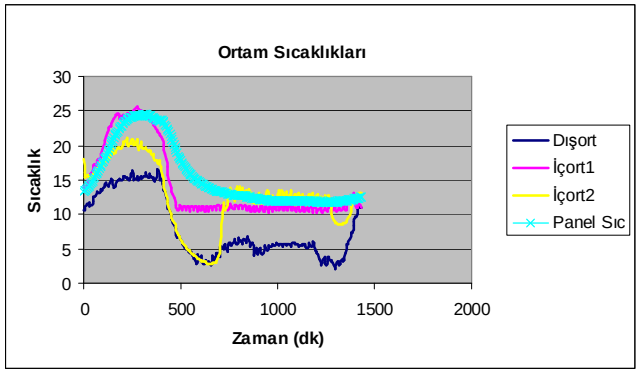


Şekil 275: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

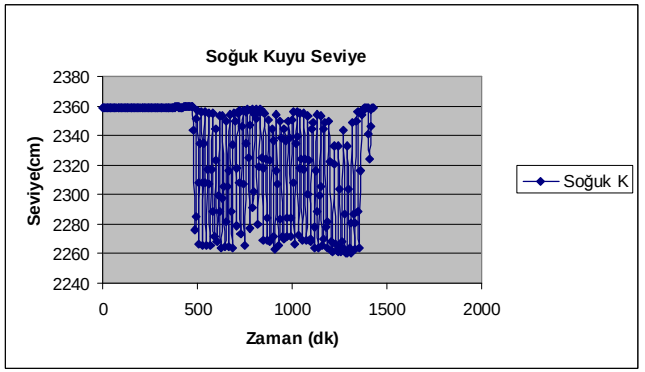


Şekil 276: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

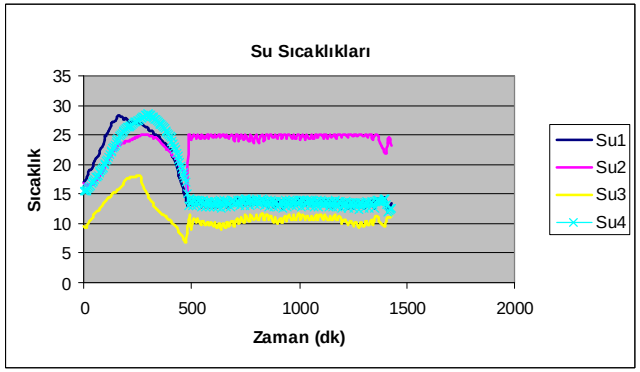
01 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 02 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



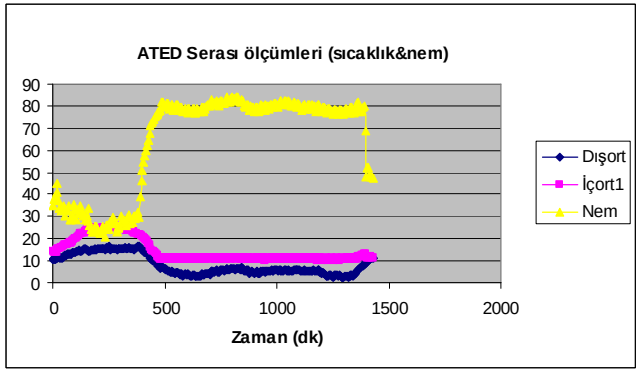
Şekil 277: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 278: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

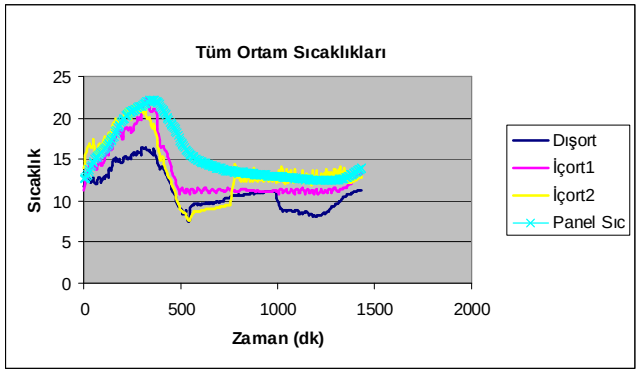


Şekil 279: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

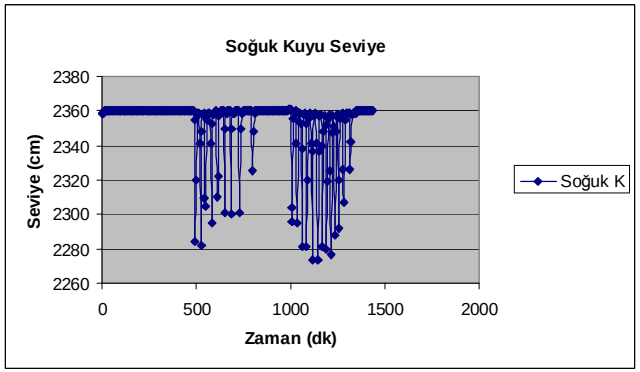


Şekil 280: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

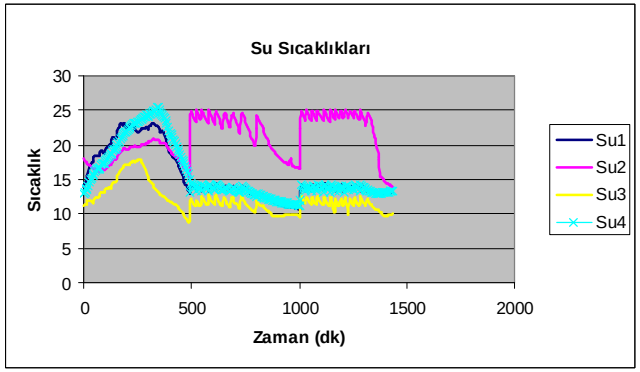
02 Şubat (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 - 03 Şubat (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



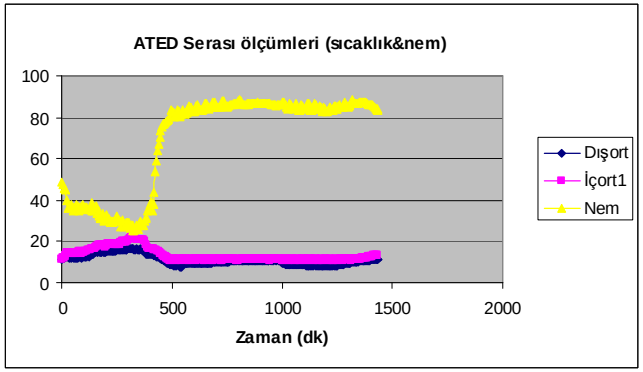
Şekil 281: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 282: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

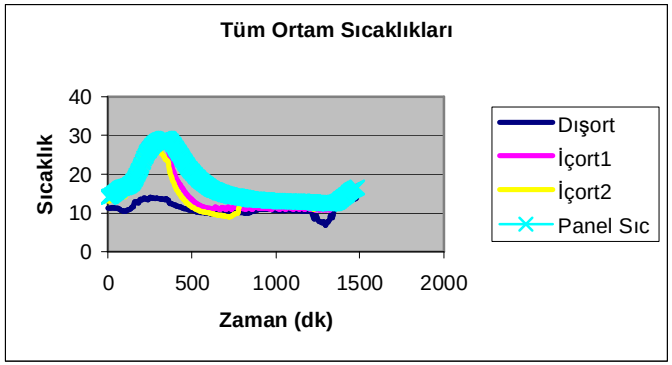


Şekil 283: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

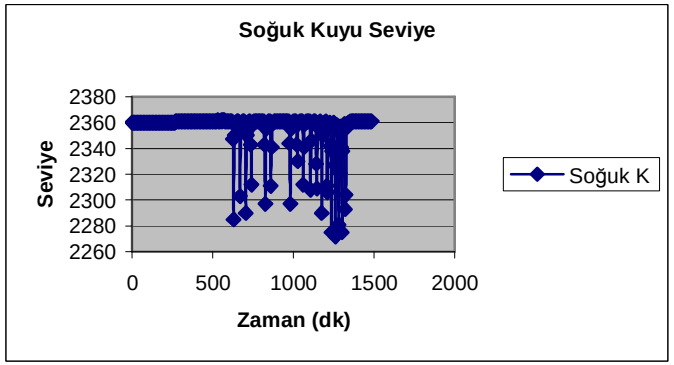


Şekil 284: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

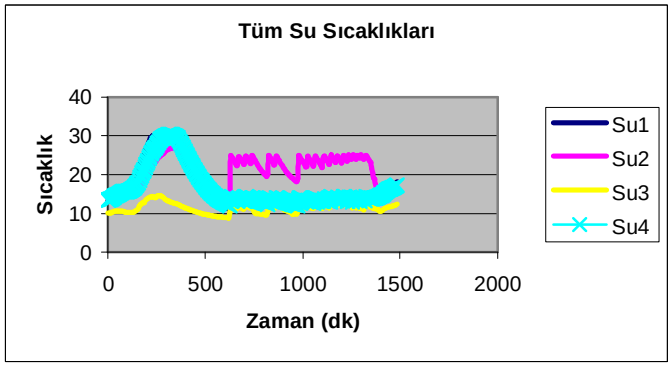
03 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 04 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



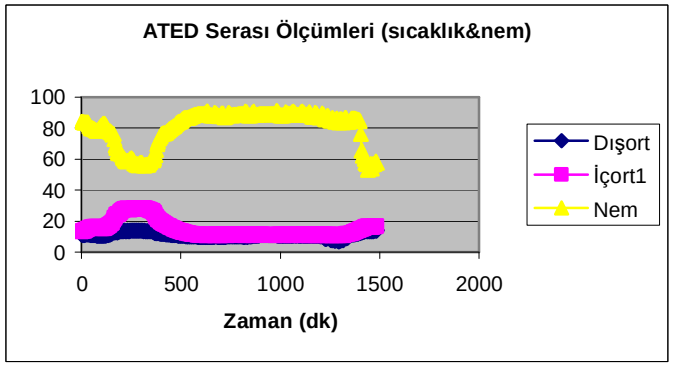
Şekil 285: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 286: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

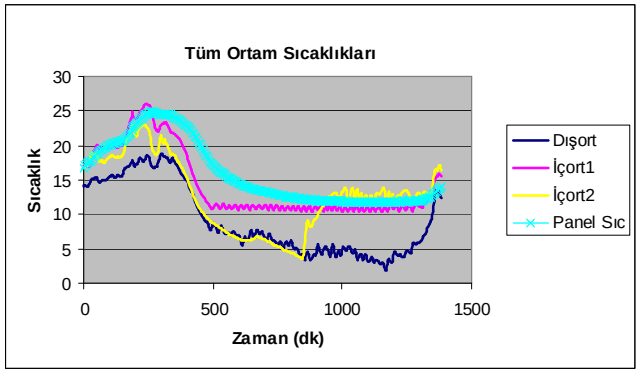


Şekil 287: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

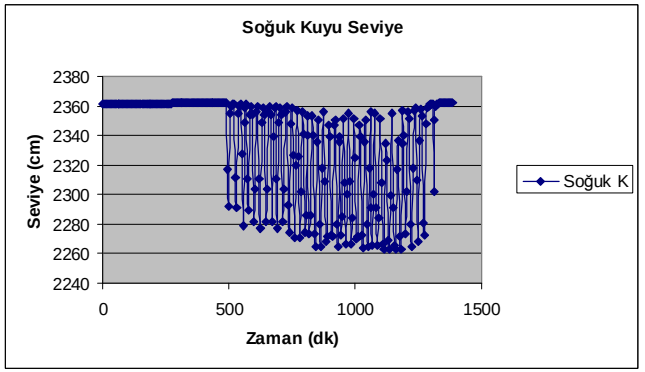


Şekil 288: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

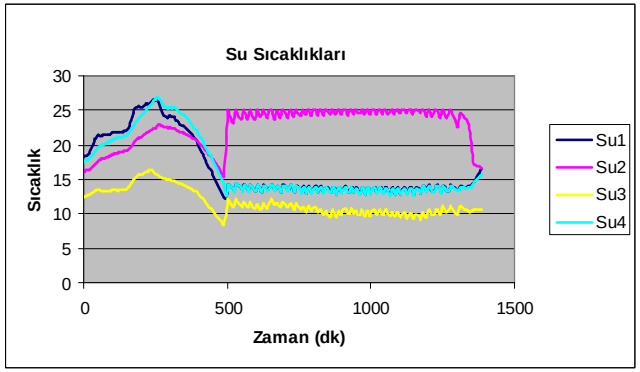
04 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 05 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



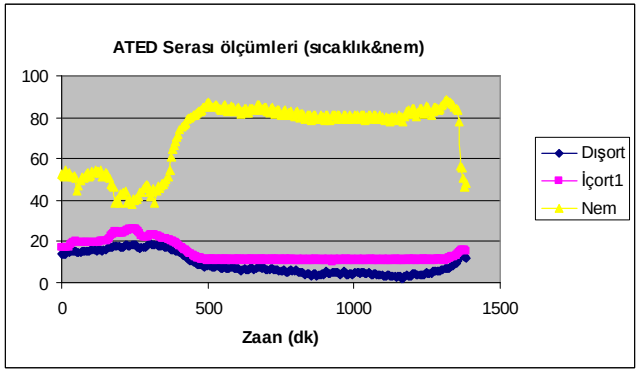
Şekil 289: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 290: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

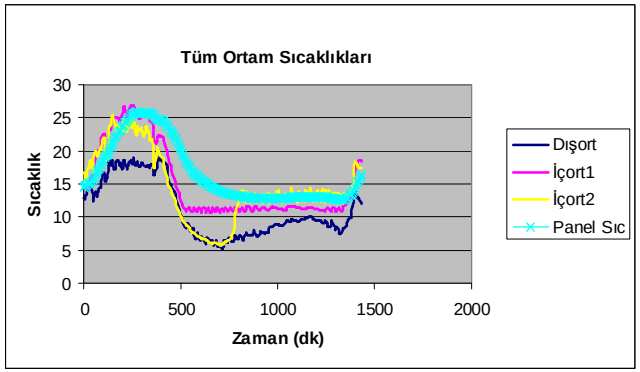


Şekil 291: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

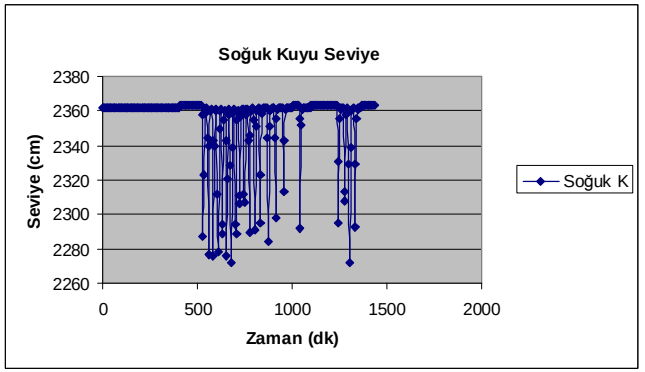


Şekil 292: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

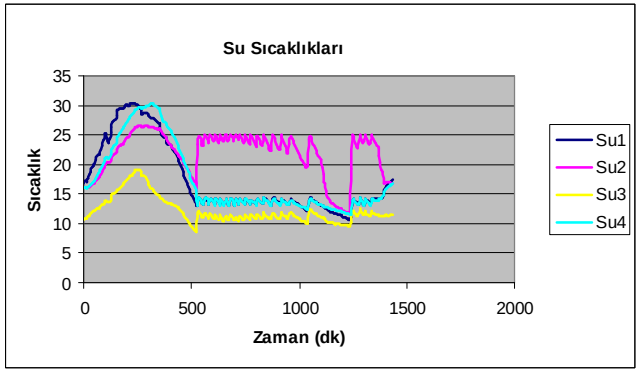
05 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 06 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



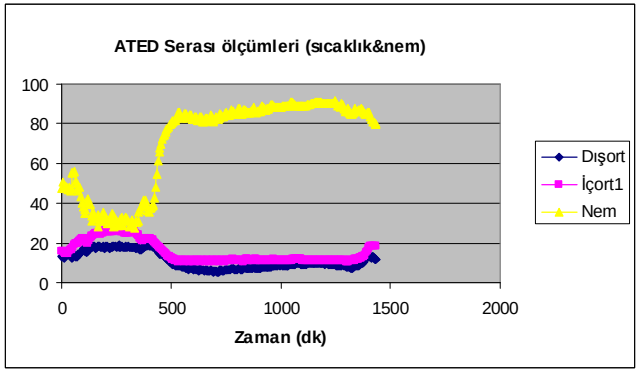
Şekil 293: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 294: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

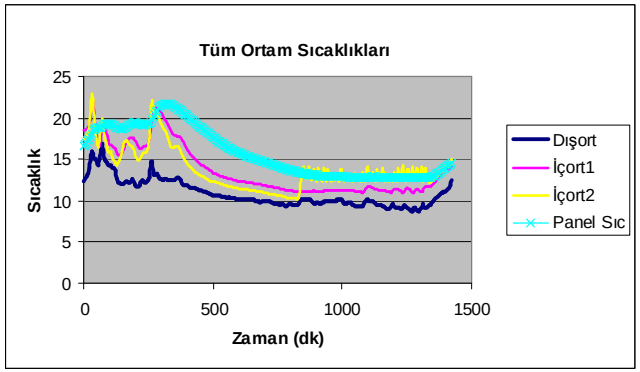


Şekil 295: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

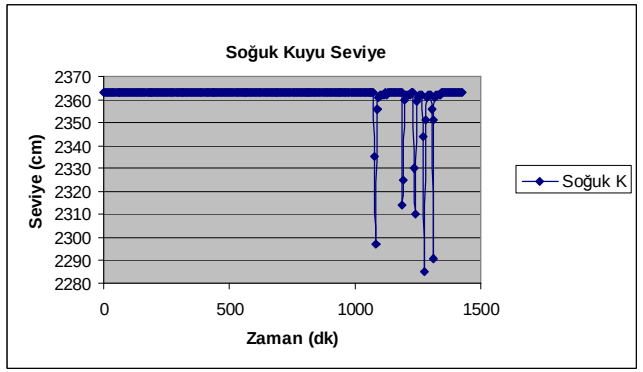


Şekil 296: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

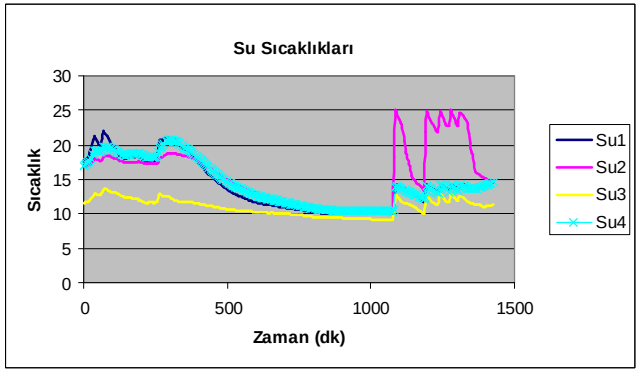
06 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 07 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



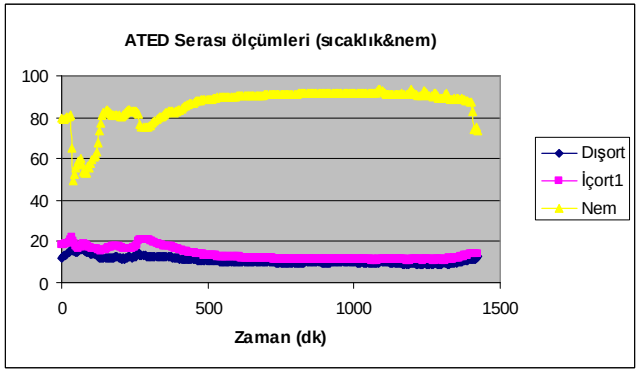
Şekil 297: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 298: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

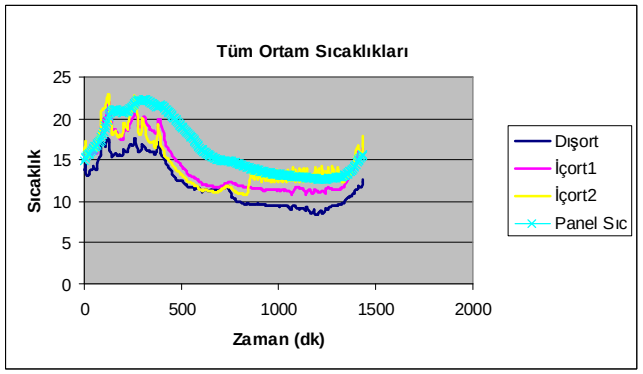


Şekil 299: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

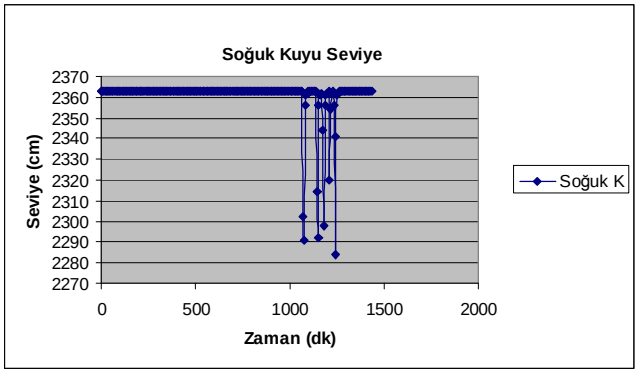


Şekil 300: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

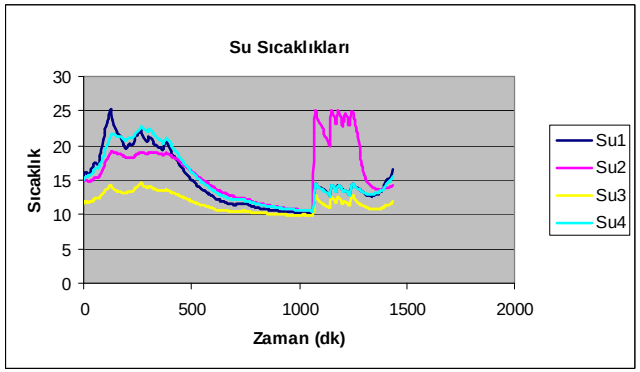
07 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 08 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



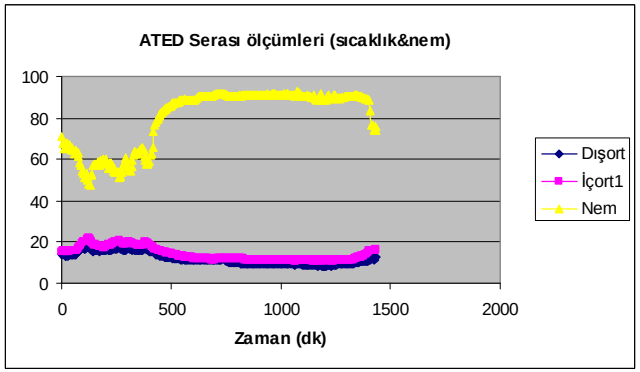
Şekil 301: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 302: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

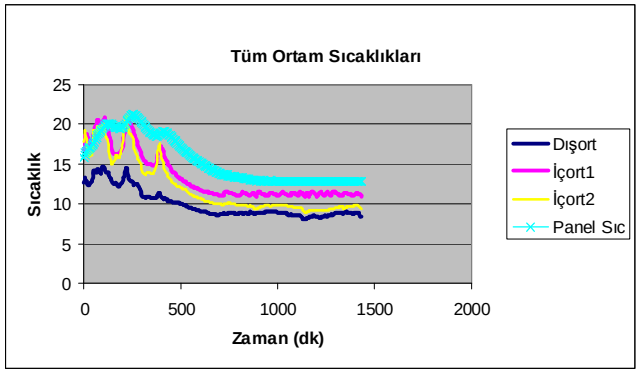


Şekil 303: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

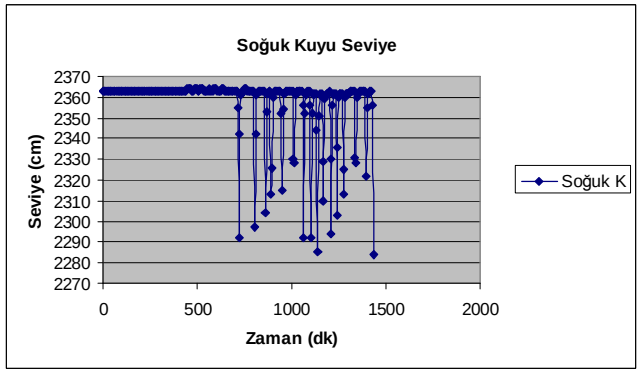


Şekil 304: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

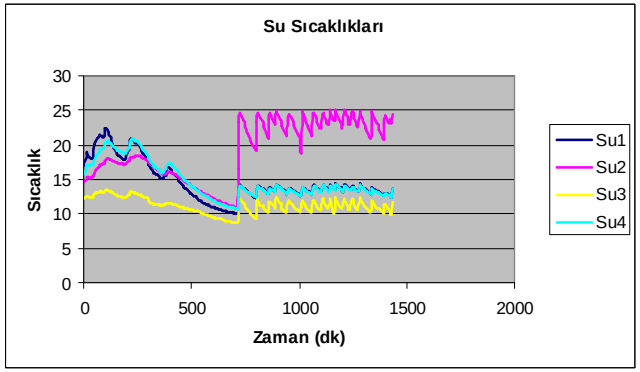
08 Şubat (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 - 09 Şubat (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



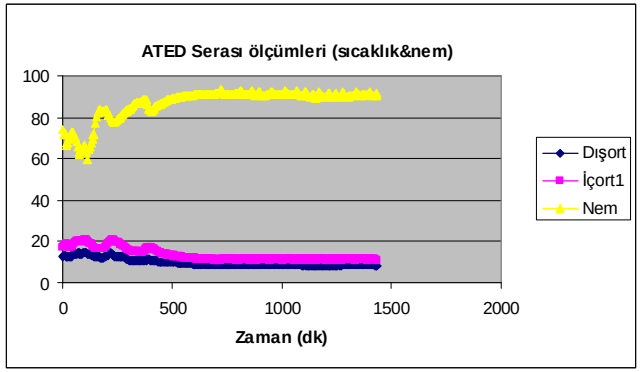
Şekil 305: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 306: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

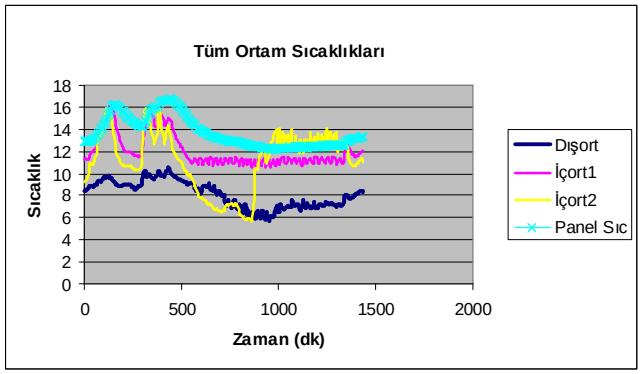


Şekil 307: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

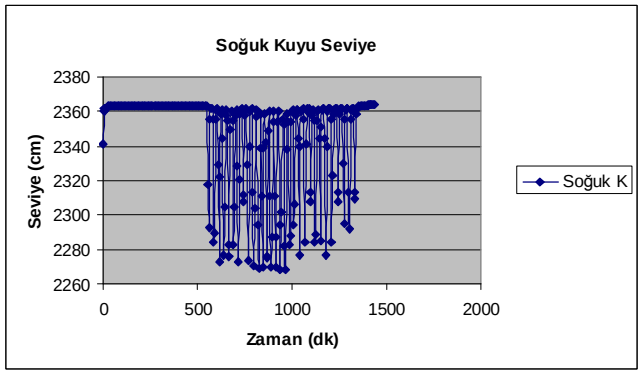


Şekil 308: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

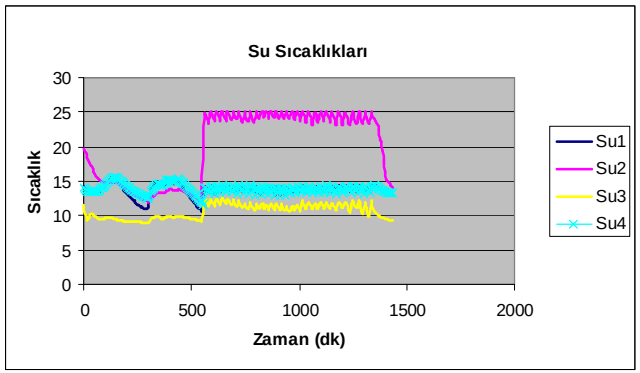
09 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 10 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



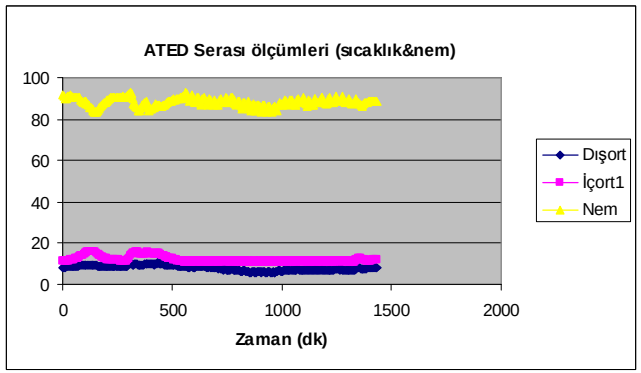
Şekil 309: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 310: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

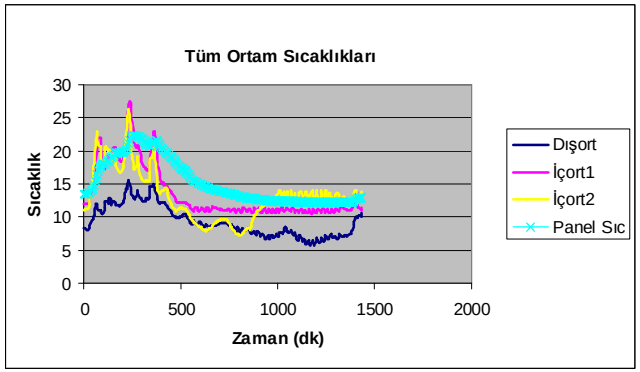


Şekil 311: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

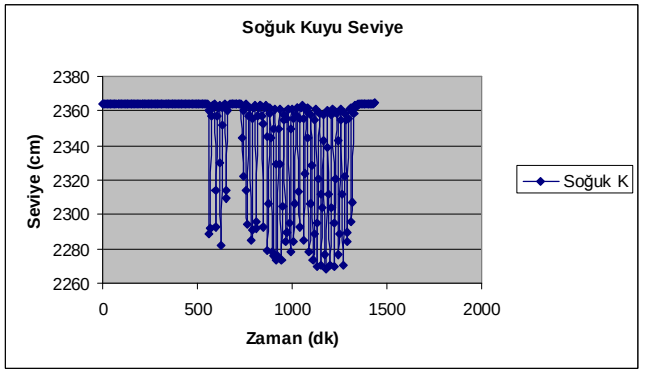


Şekil 312: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

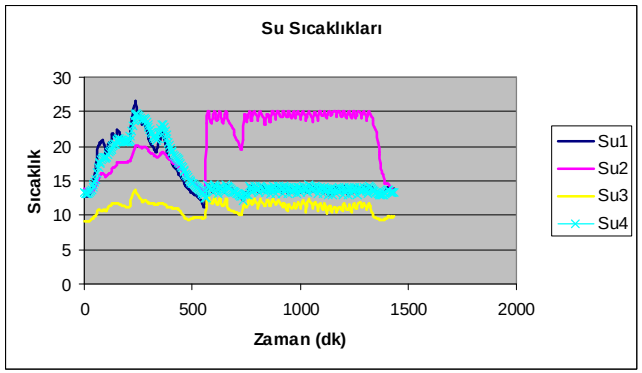
10 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 11 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



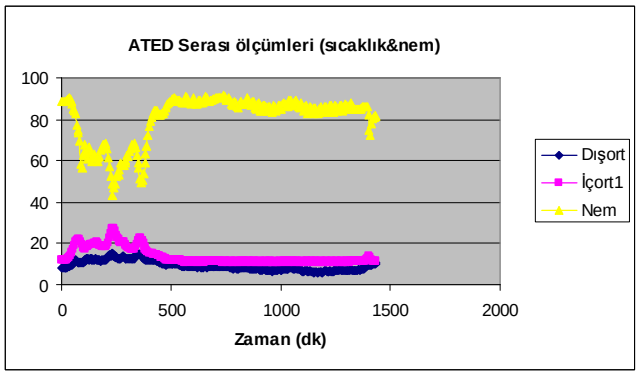
Şekil 313: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 314: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

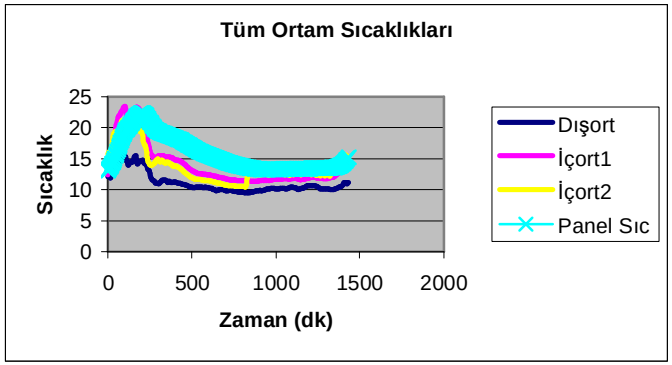


Şekil 315: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

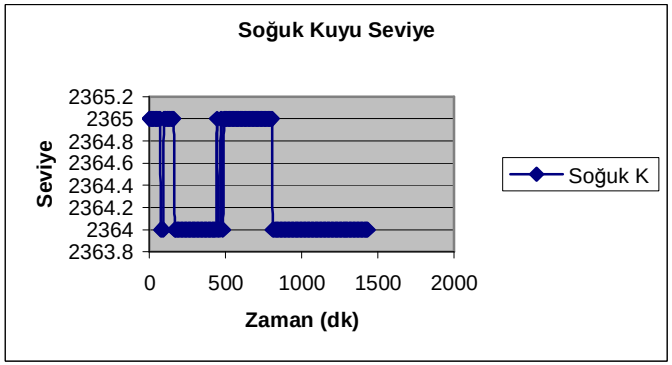


Şekil 316: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

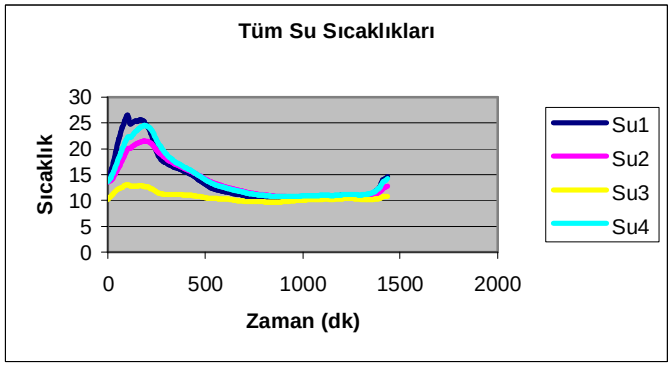
11 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 12 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



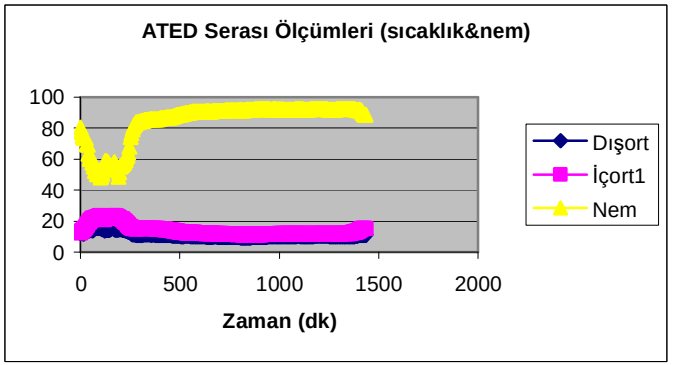
Şekil 317: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 318: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

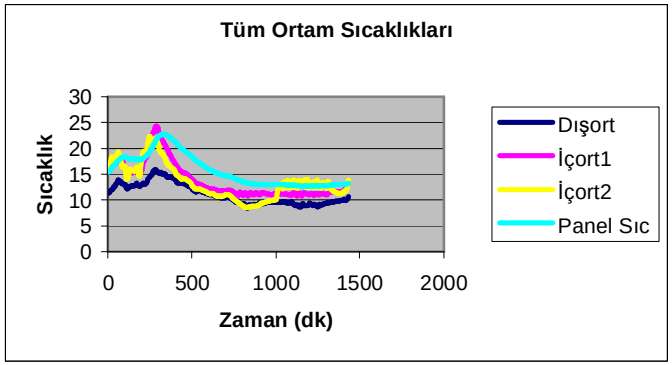


Şekil 319: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

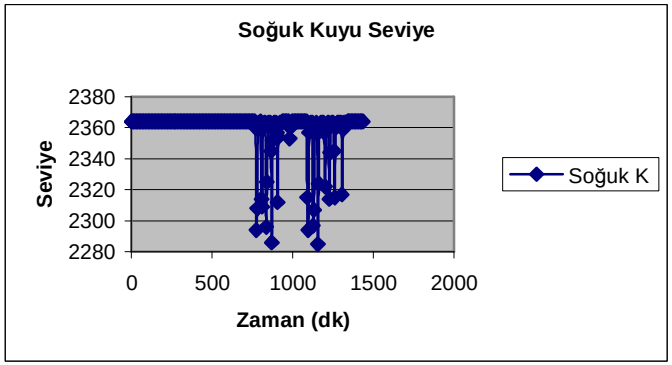


Şekil 320: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

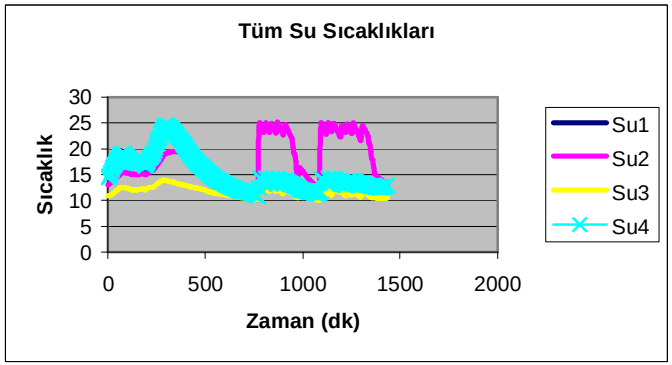
12 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 13 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



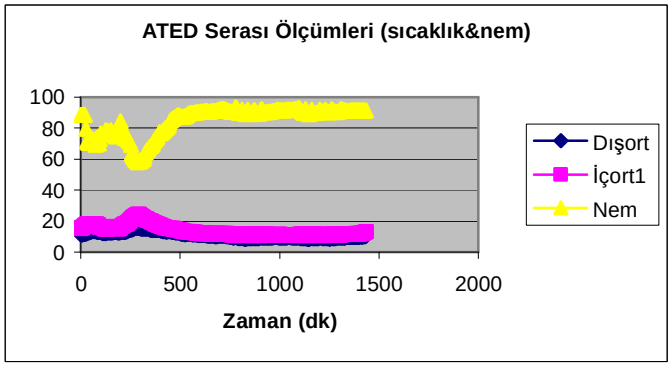
Şekil 321: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 322: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

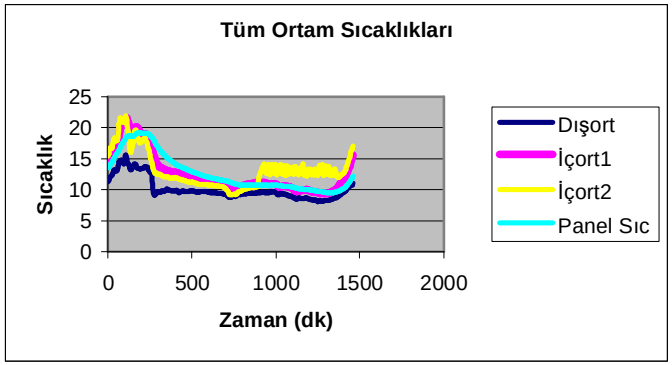


Şekil 323: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

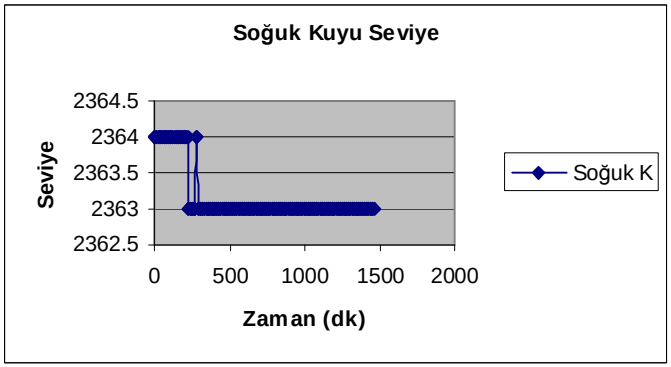


Şekil 324: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

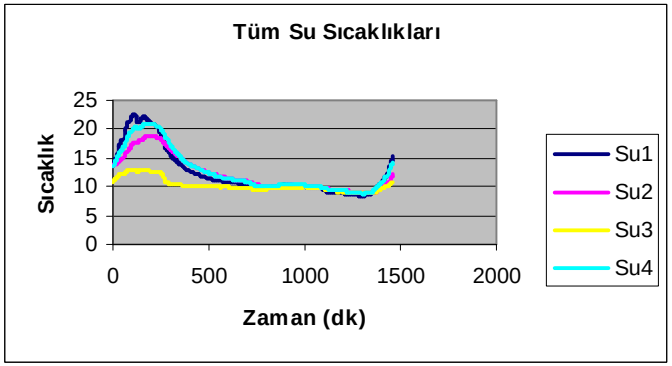
13 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 14 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler; (Deney amaçlı ATED sistemi bu tarihte çalıştırılmamıştır!)



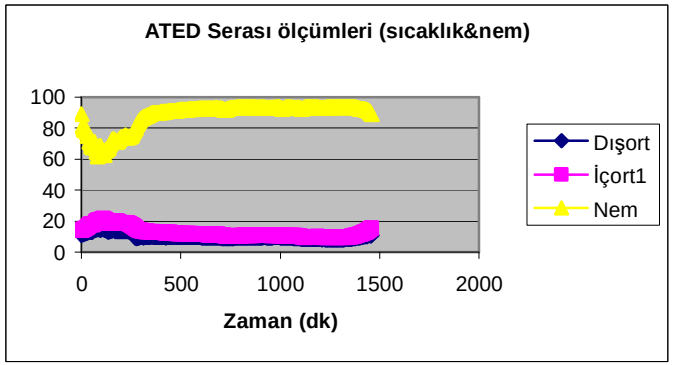
Şekil 325: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 326: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

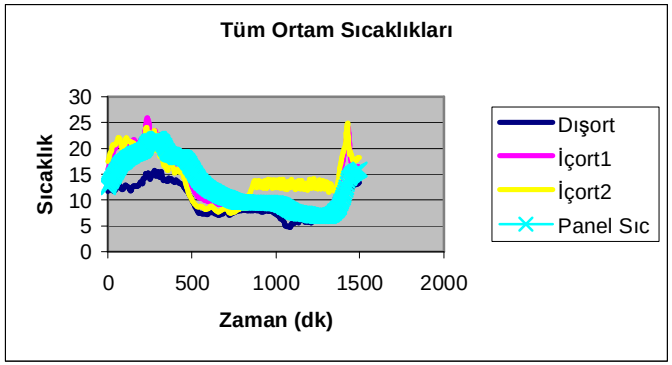


Şekil 327: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

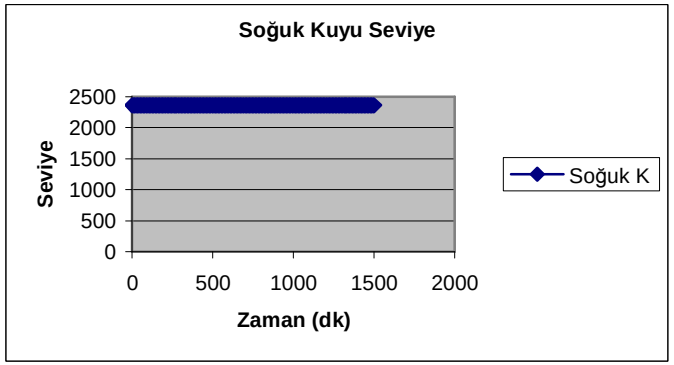


Şekil 328: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

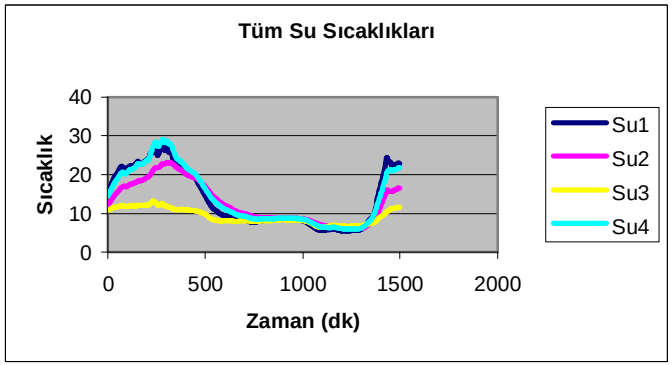
14 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 15 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler; (Deney amaçlı ATED sistemi bu tarihte çalıştırılmamıştır!)



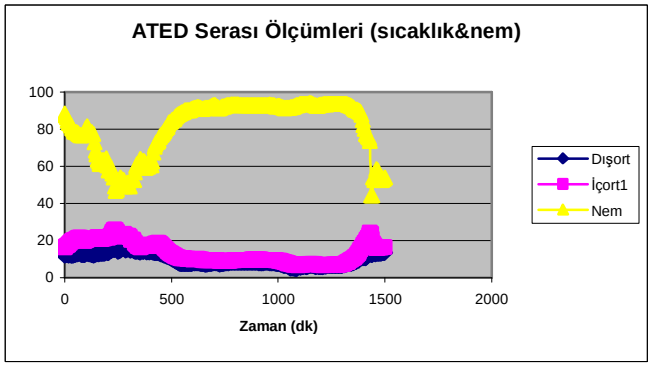
Şekil 329: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 330: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

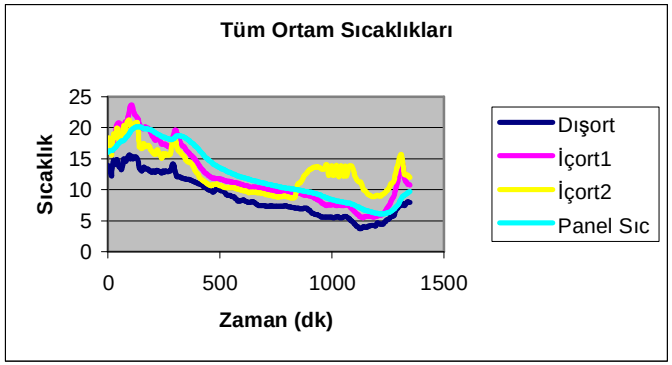


Şekil 331: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

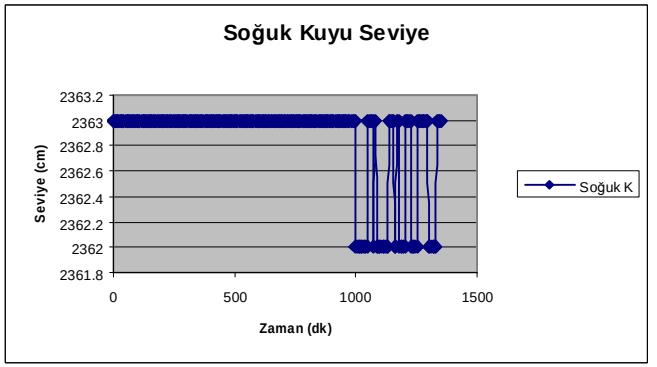


Şekil 332: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

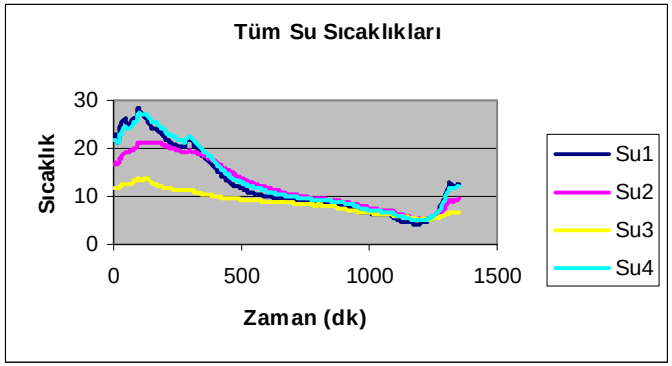
15 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 16 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler; (Deney amaçlı ATED sistemi bu tarihte çalıştırılmamıştır!)



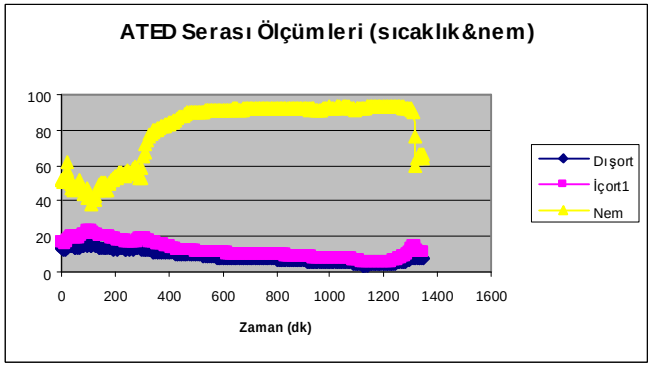
Şekil 333: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 334: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

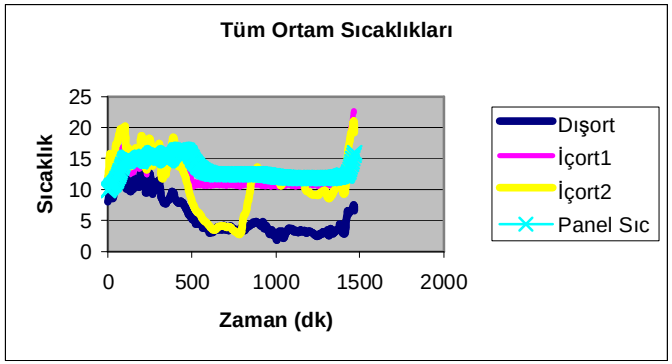


Şekil 335: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

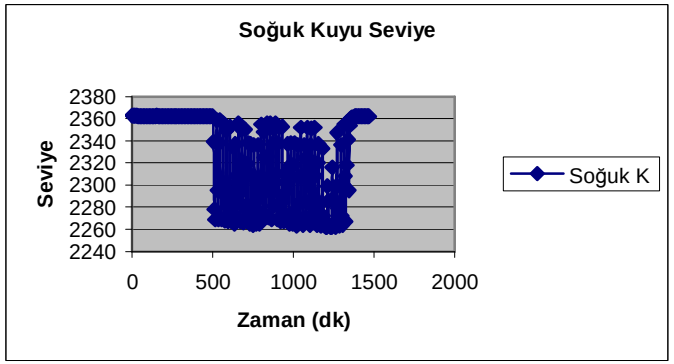


Şekil 336: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

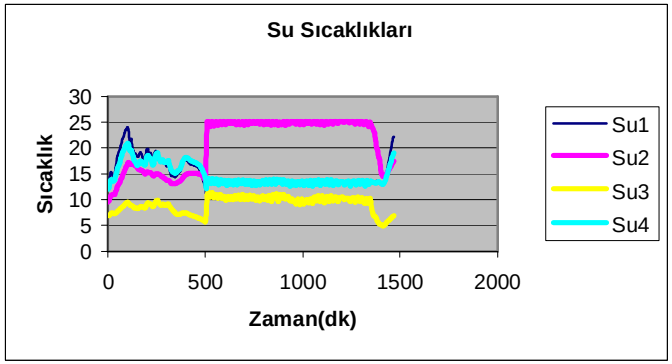
16 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 17 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



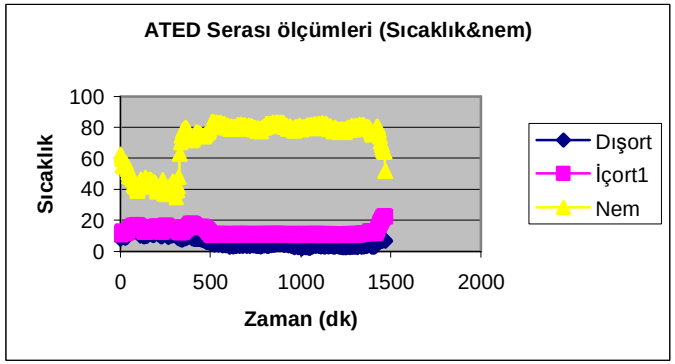
Şekil 337: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 338: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

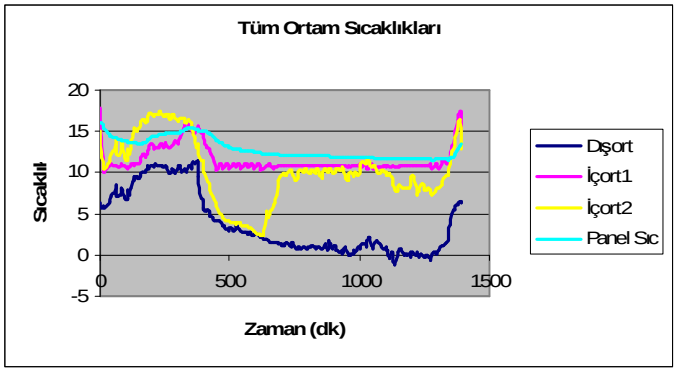


Şekil 339: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

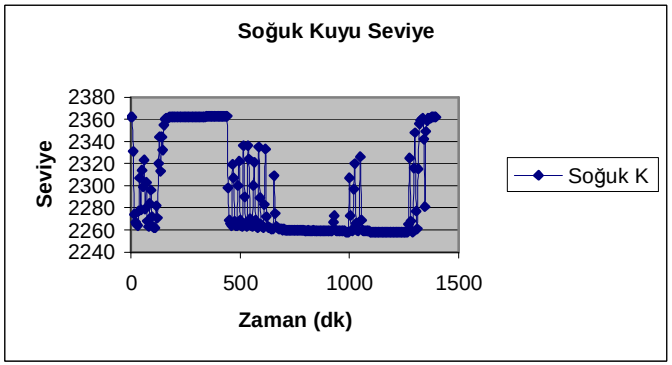


Şekil 340: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

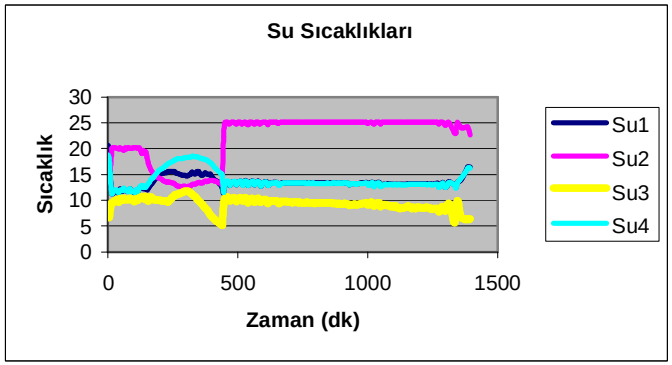
17 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 18 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



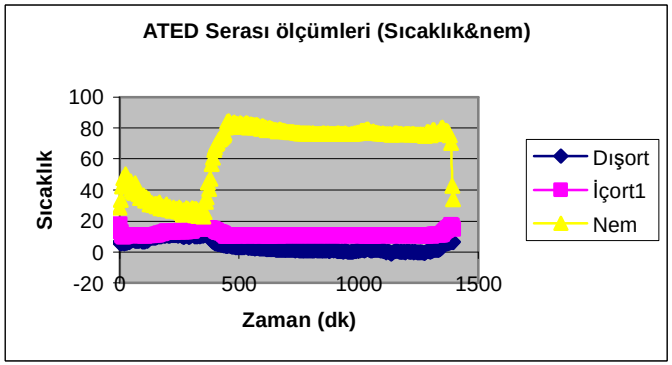
Şekil 341: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 342: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

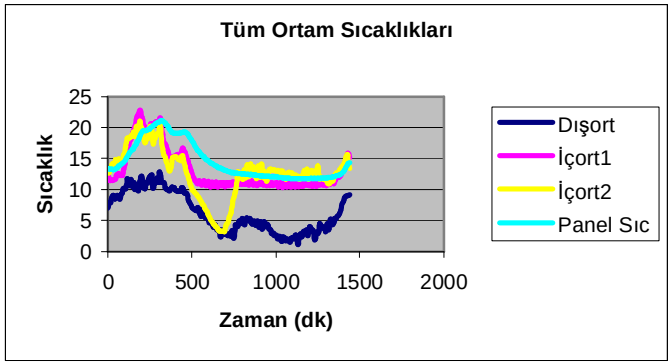


Şekil 343: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

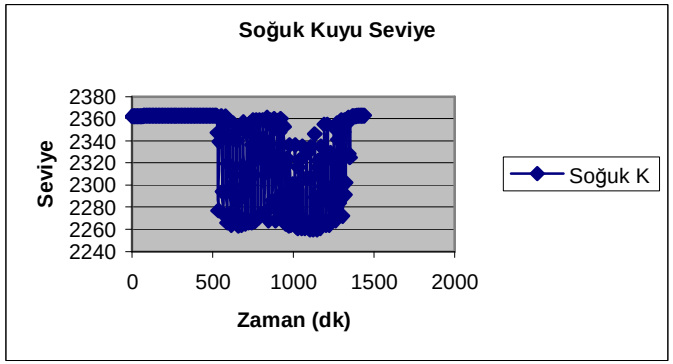


Şekil 344: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

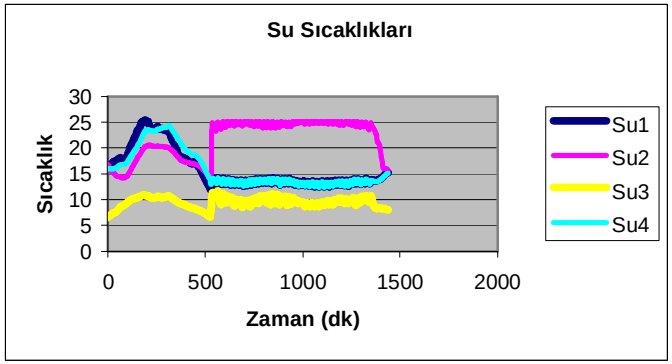
18 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 19 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



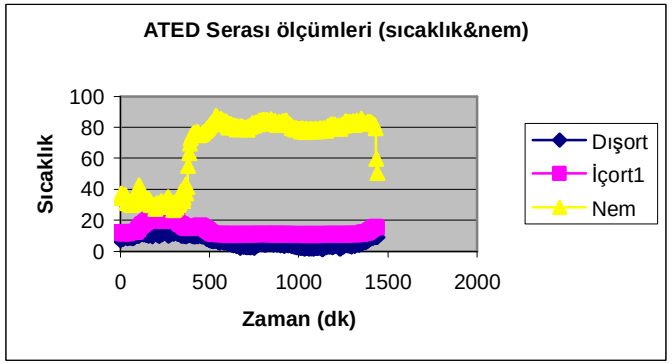
Şekil 345: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 346: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

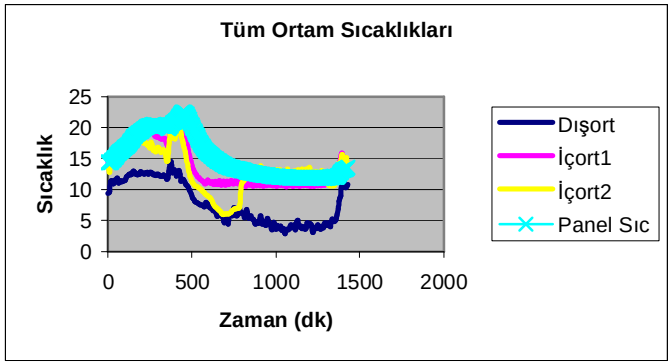


Şekil 347: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

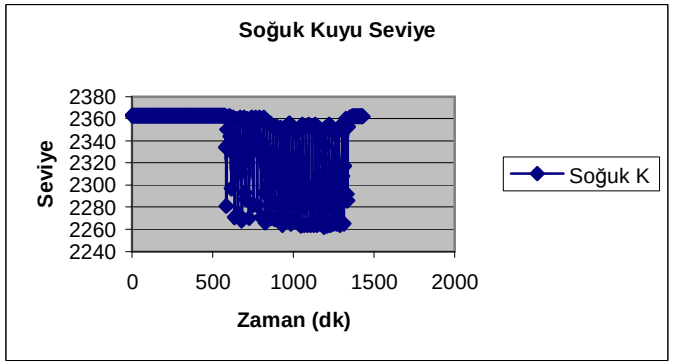


Şekil 348: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

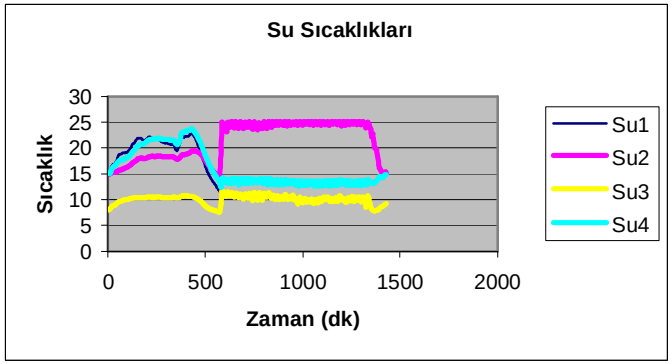
19 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 20 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



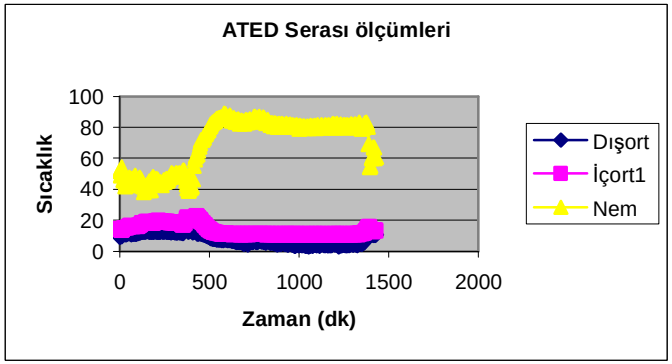
Şekil 349: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 350: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

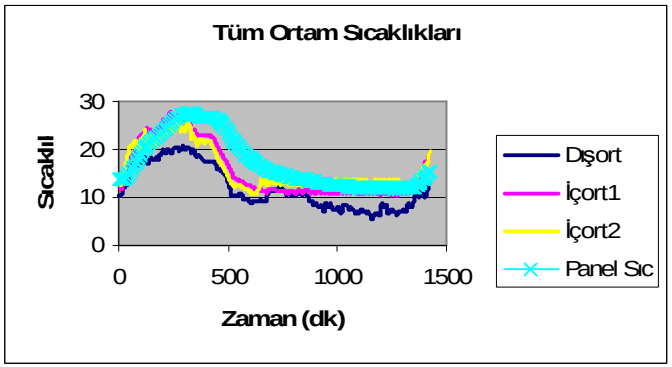


Şekil 351: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

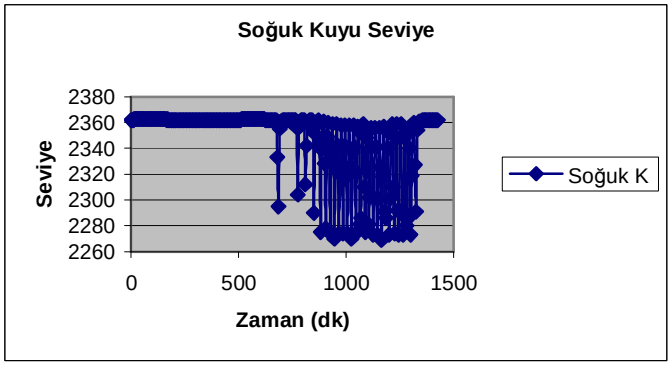


Şekil 352: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

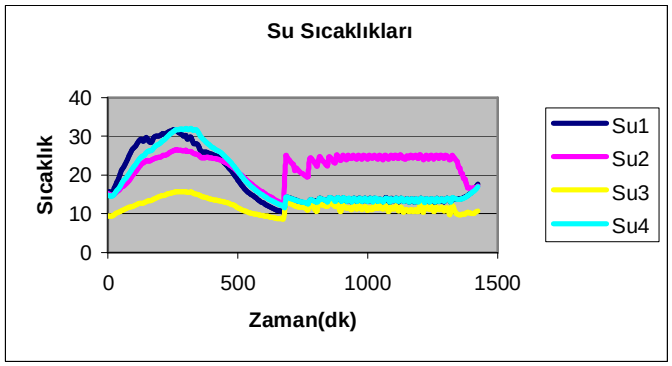
20 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 21 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



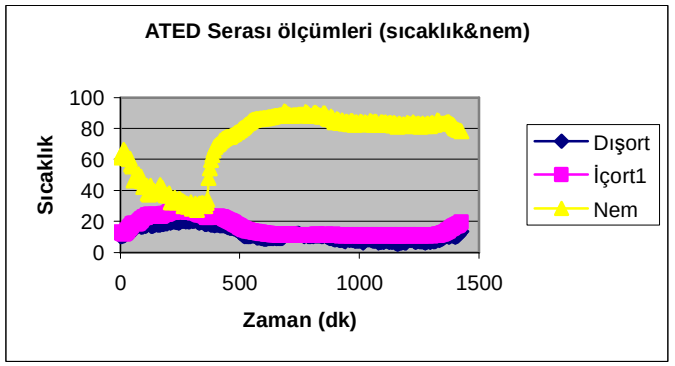
Şekil 353: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 354: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

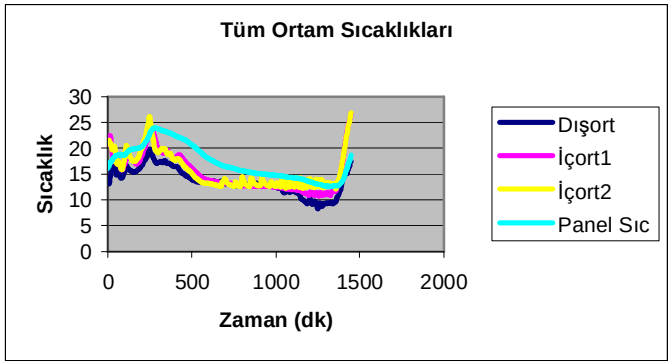


Şekil 355: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

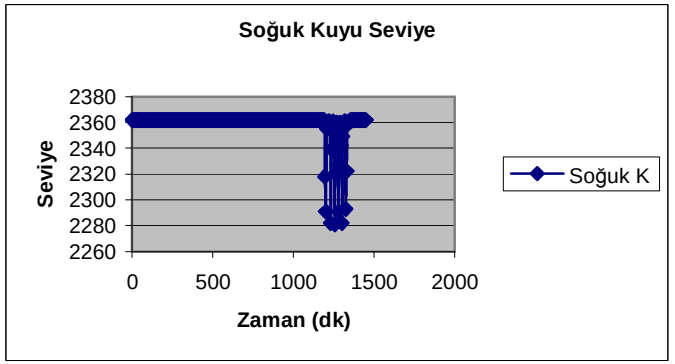


Şekil 356: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

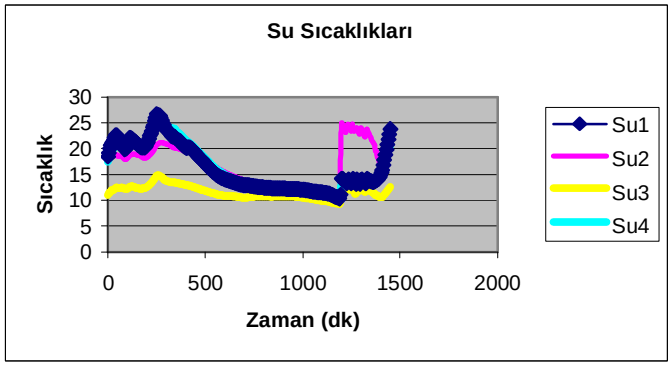
21 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 22 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



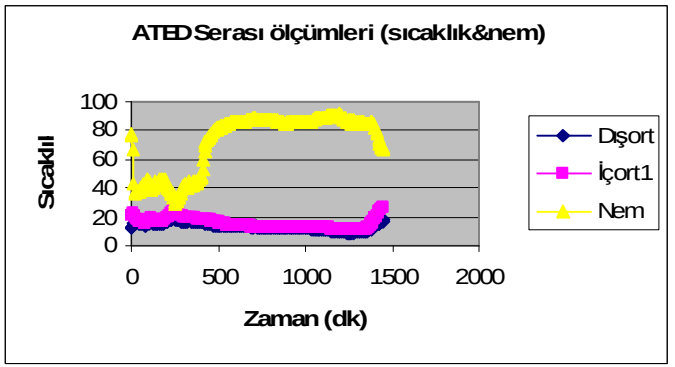
Şekil 357: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 358: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

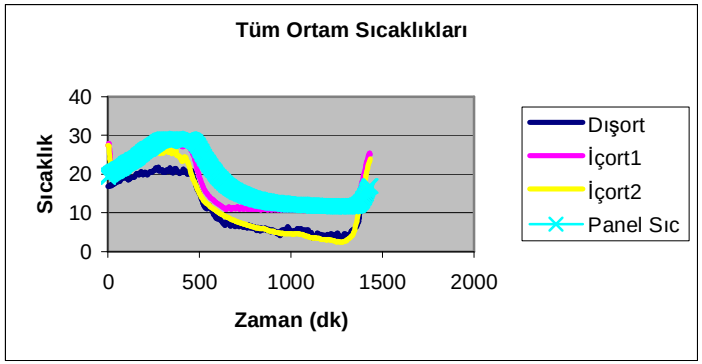


Şekil 359: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

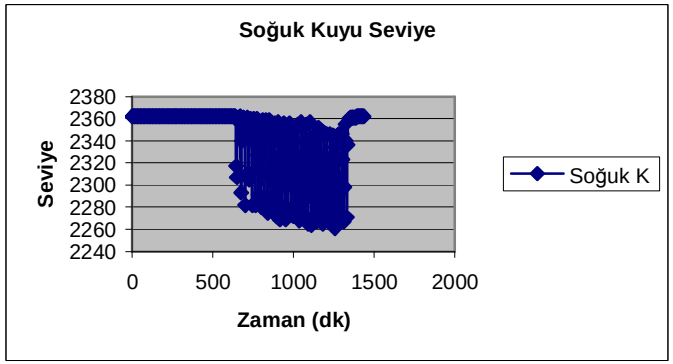


Şekil 360: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

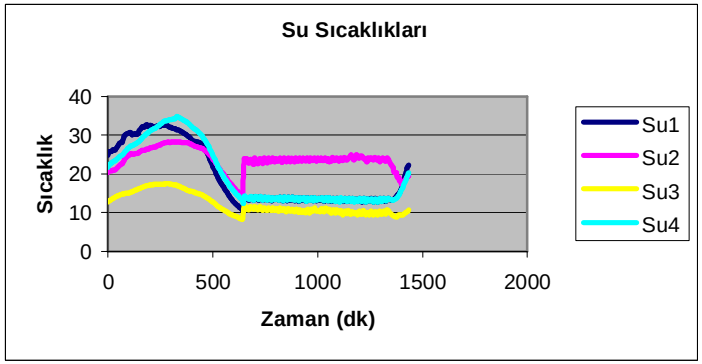
22 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 23 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



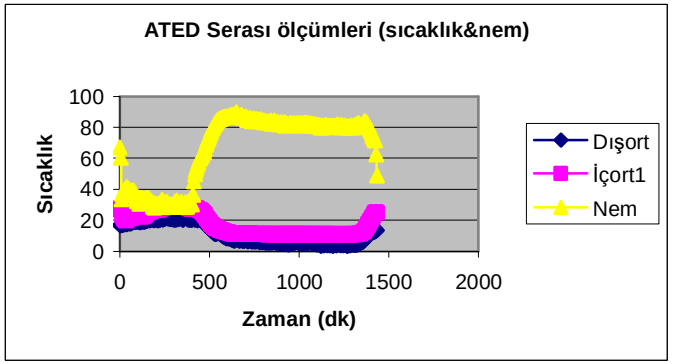
Şekil 361: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 362: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

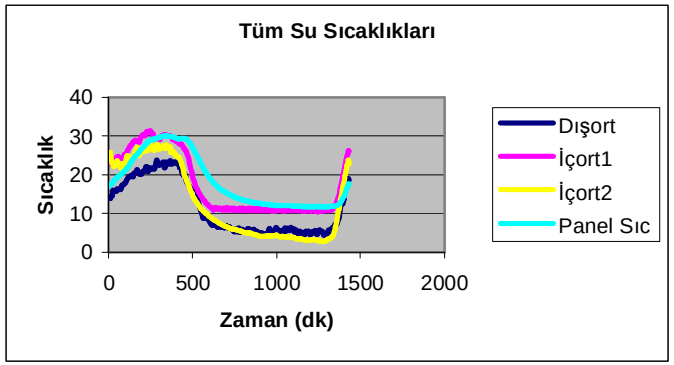


Şekil 363: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

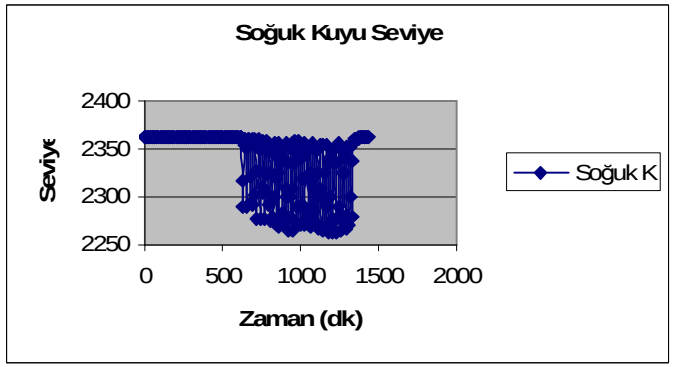


Şekil 364: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

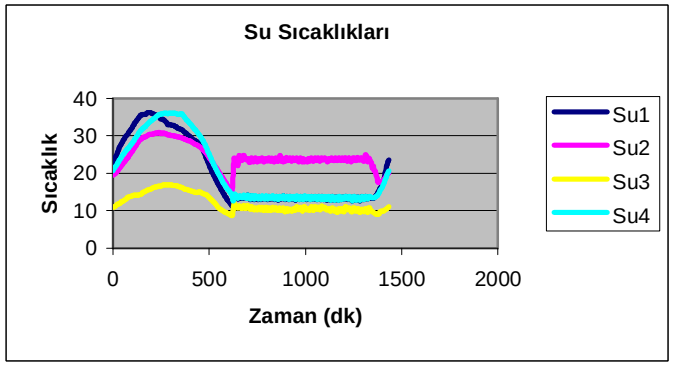
23 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 24 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



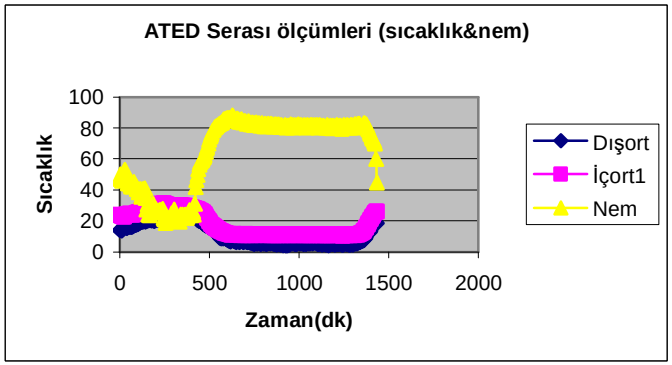
Şekil 365: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 366: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

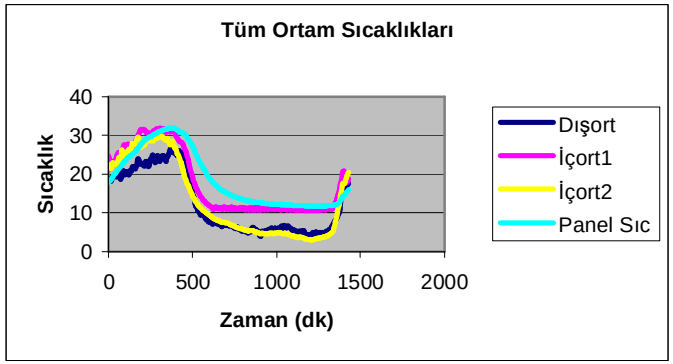


Şekil 367: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

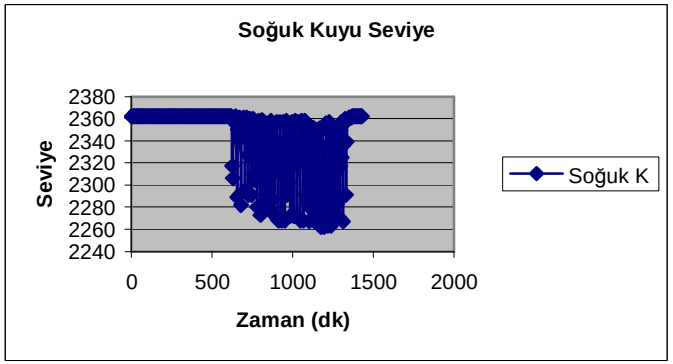


Şekil 368: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

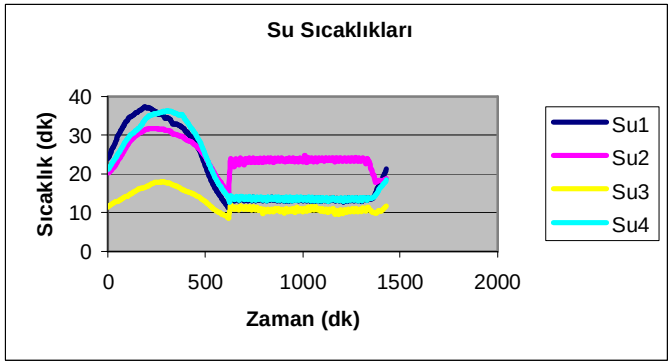
24 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 25 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



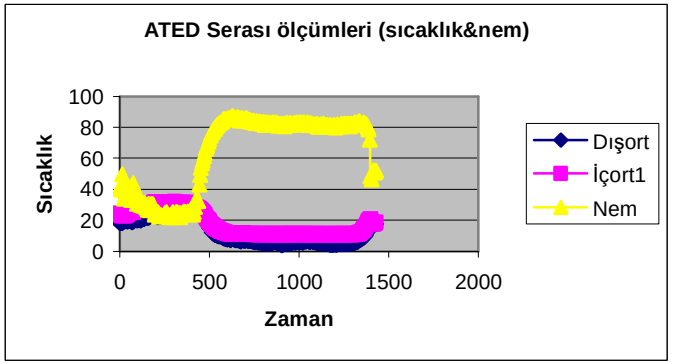
Şekil 369: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 370: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

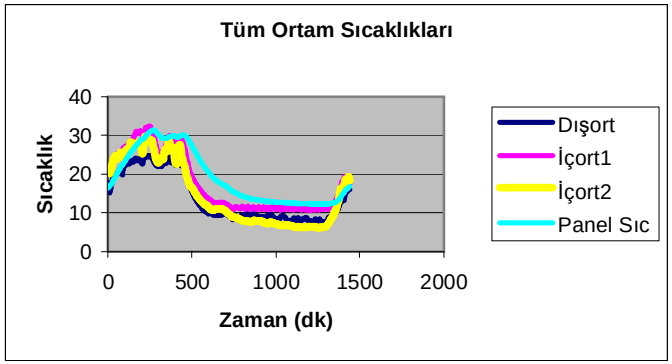


Şekil 371: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

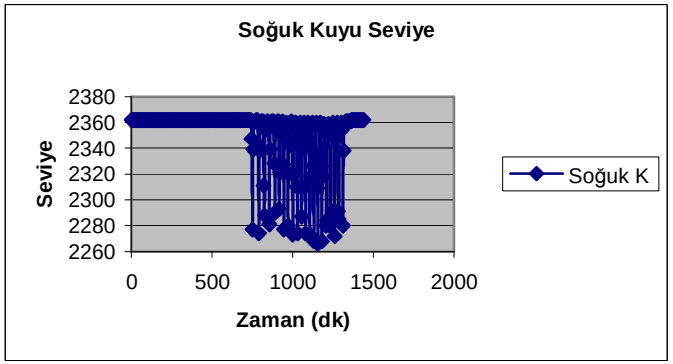


Şekil 372: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

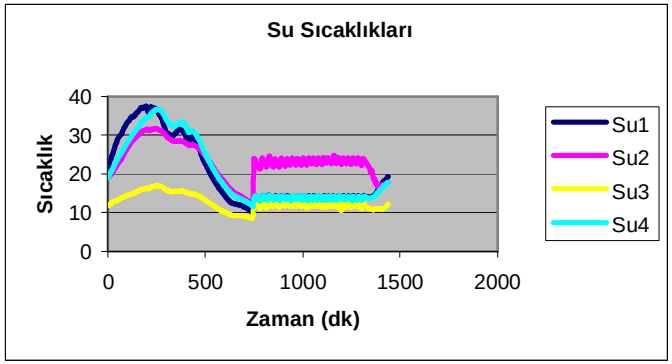
25 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 26 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



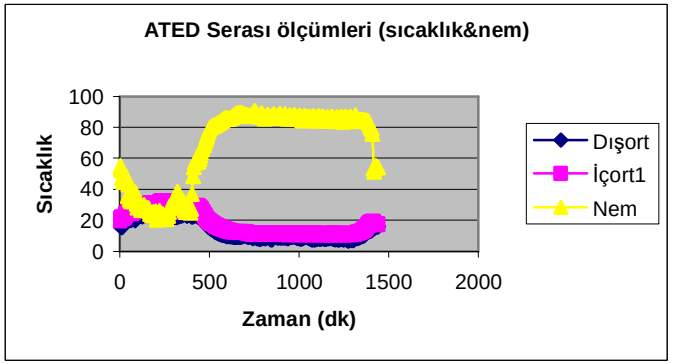
Şekil 373: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 374: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

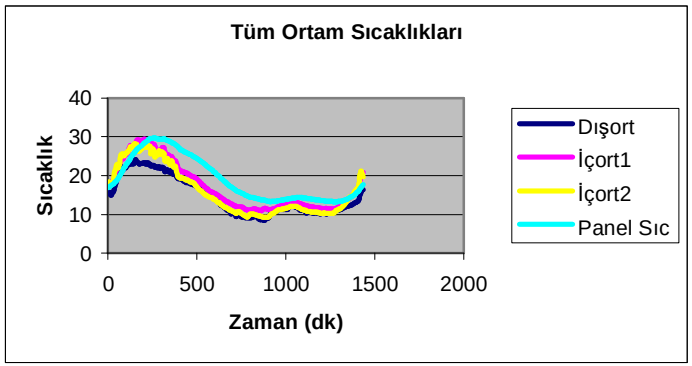


Şekil 375: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

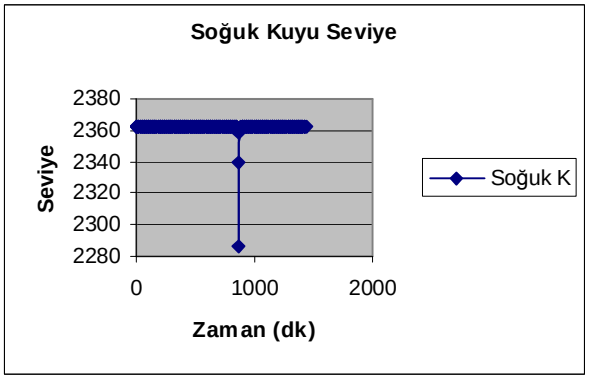


Şekil 375: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

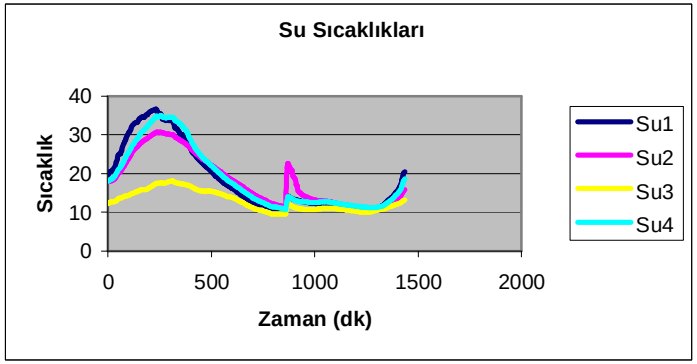
26 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 27 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



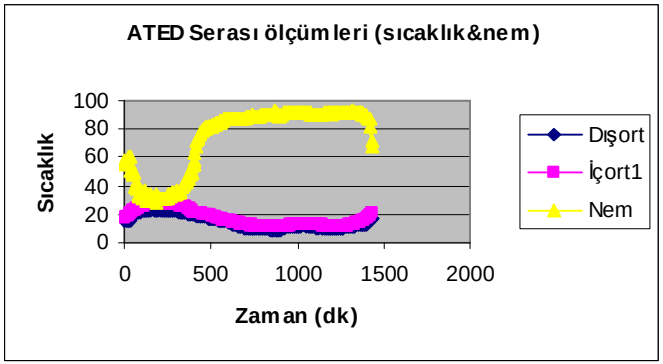
Şekil 376: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 377: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

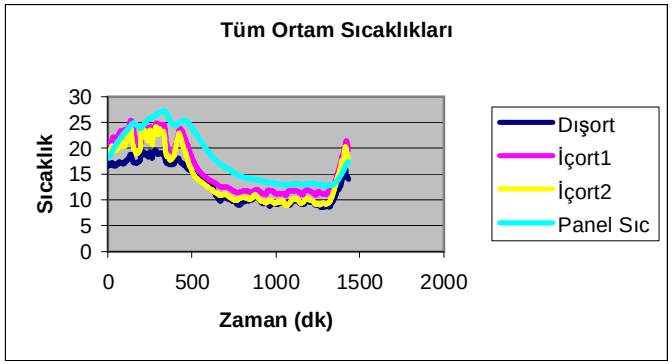


Şekil 378: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

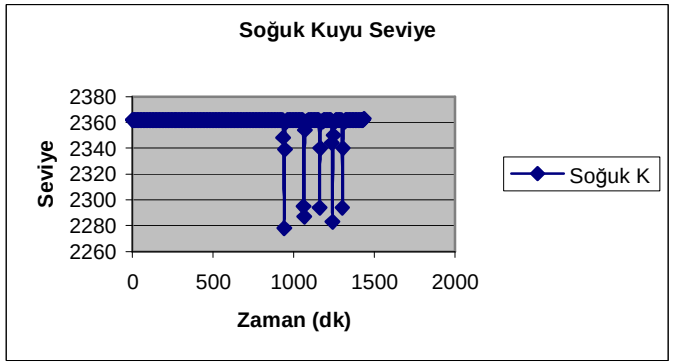


Şekil 379: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

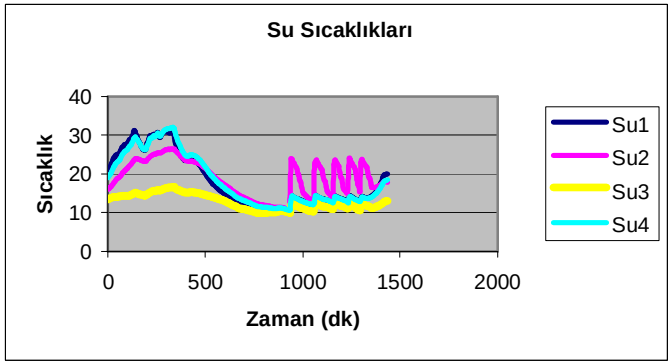
27 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 - 28 Şubat (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



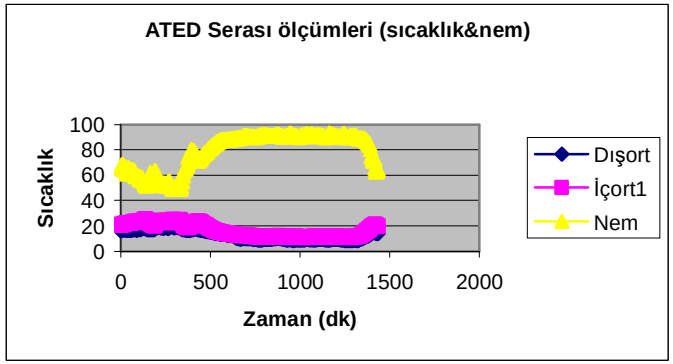
Şekil 380: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 381: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

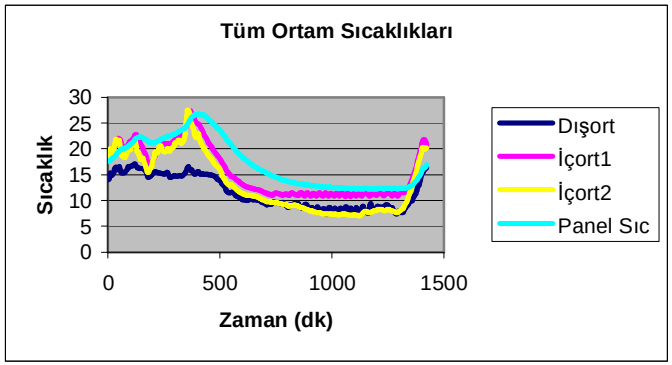


Şekil 382: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

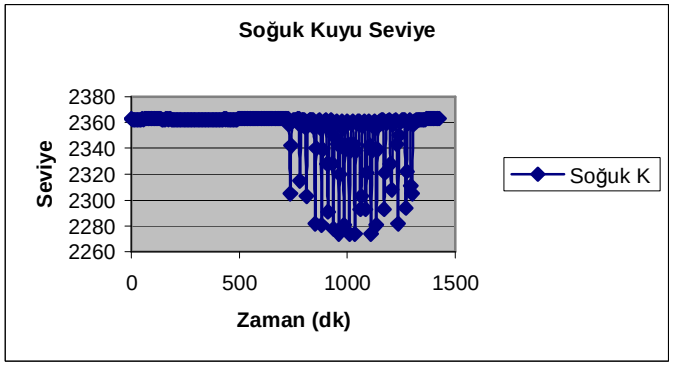


Şekil 383: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

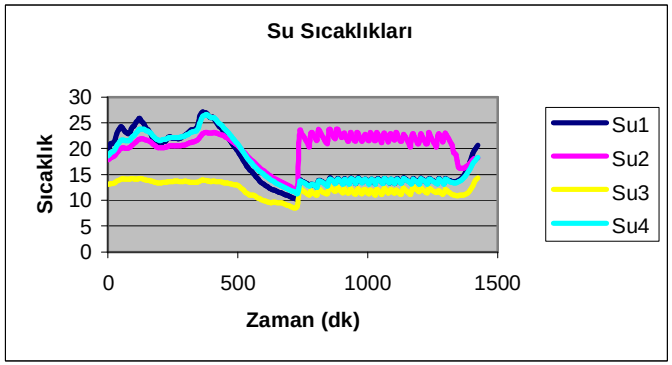
28 Şubat (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 - 01 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



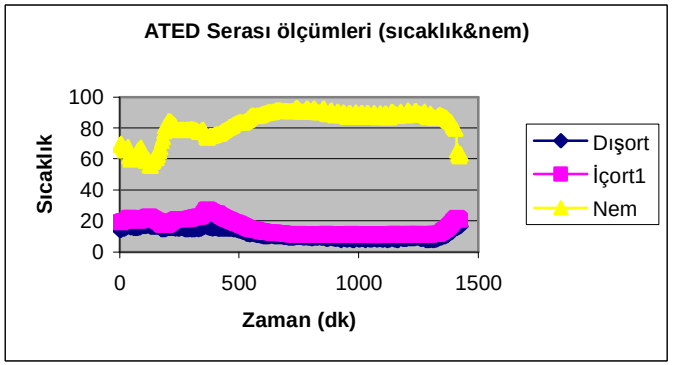
Şekil 380: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 381: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

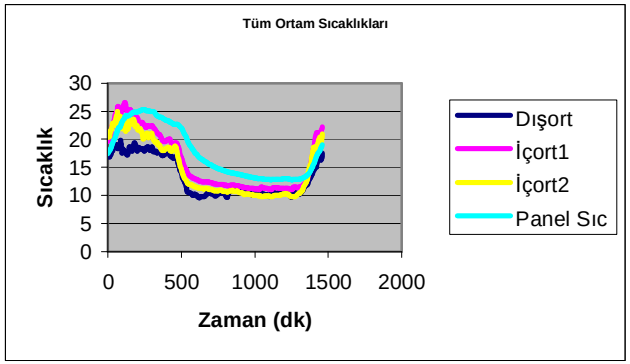


Şekil 382: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

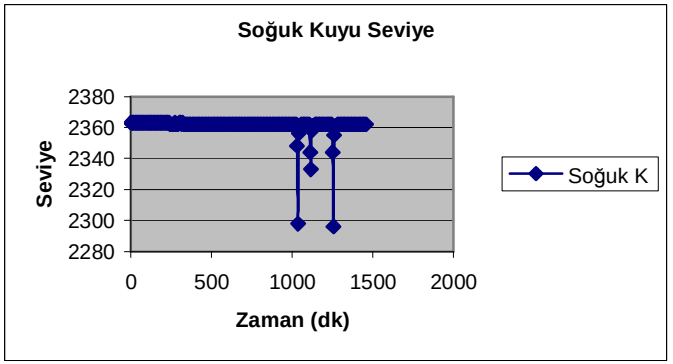


Şekil 383: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

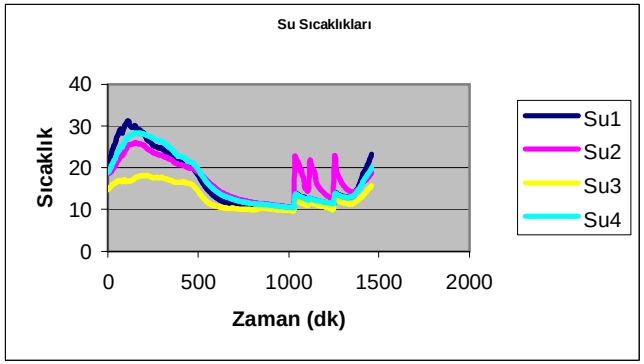
01 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 - 02 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



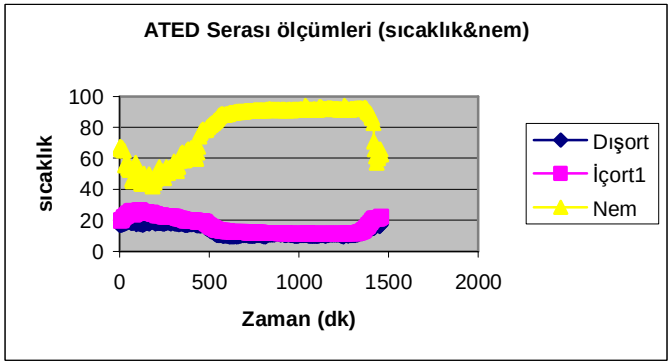
Şekil 384: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 385: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

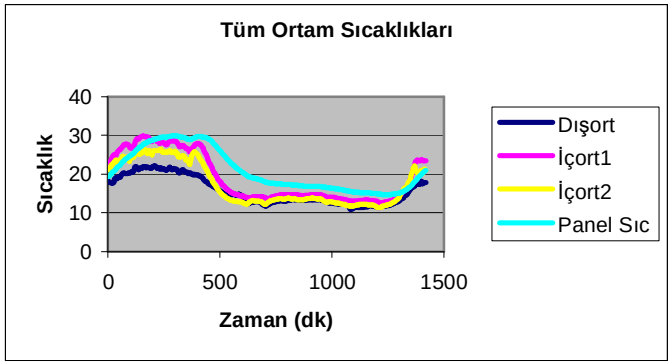


Şekil 386: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

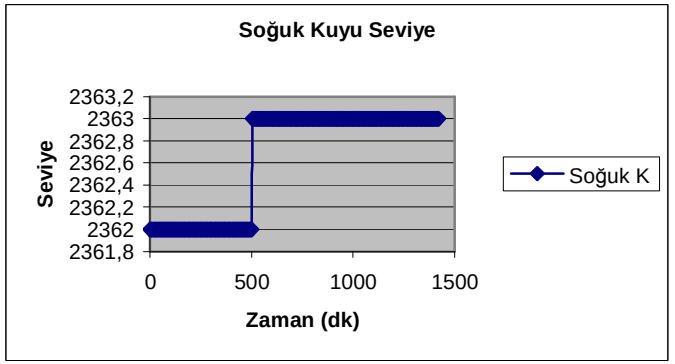


Şekil 387: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

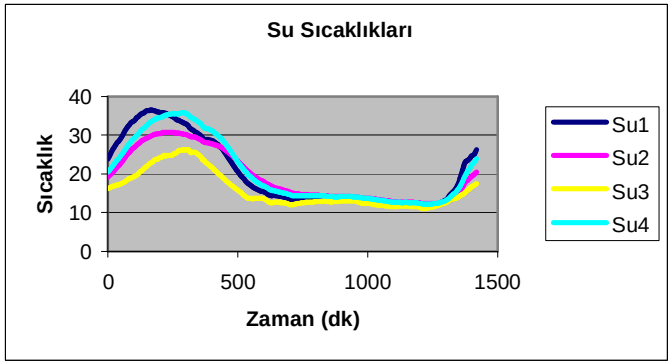
02 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 03 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



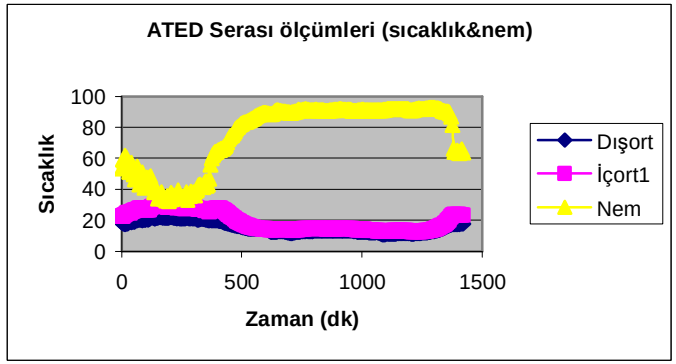
Şekil 388: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 389: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

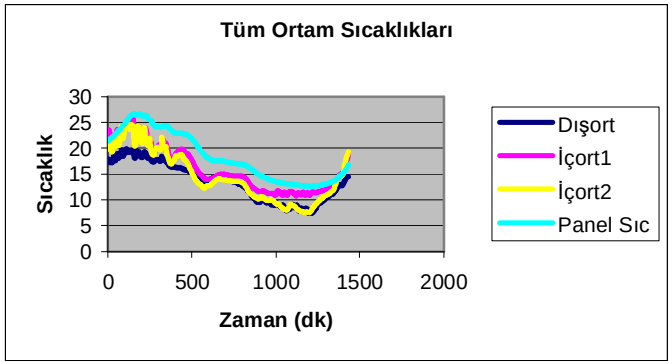


Şekil 390: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

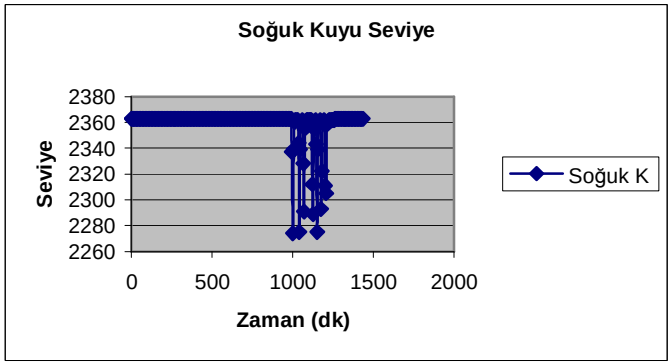


Şekil 391: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

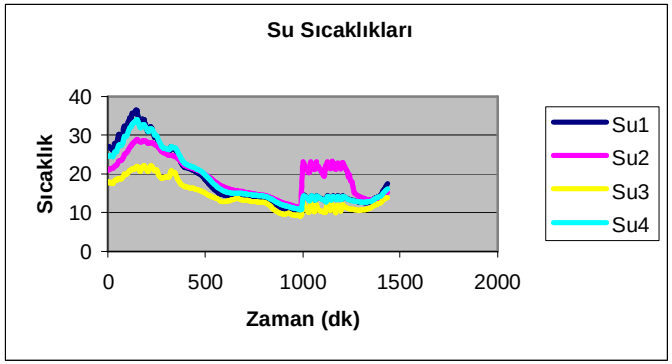
03 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 04 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



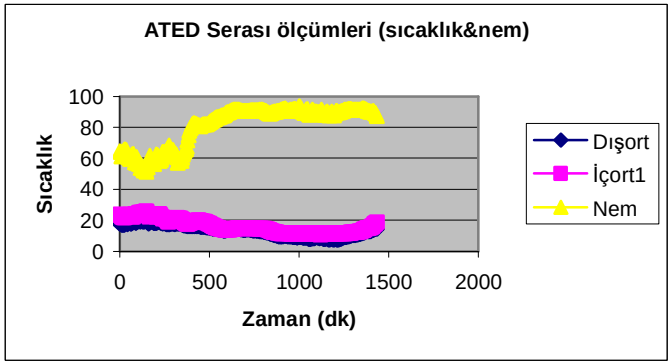
Şekil 392: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 393: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

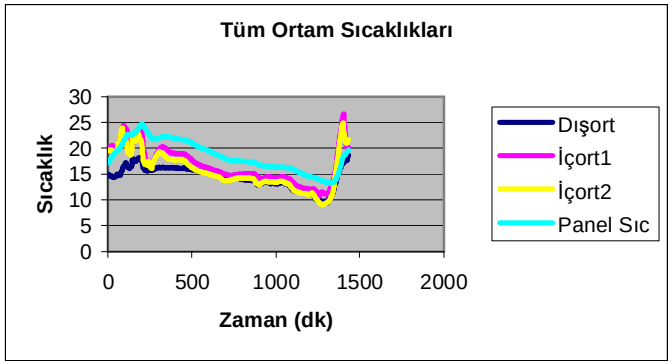


Şekil 394: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

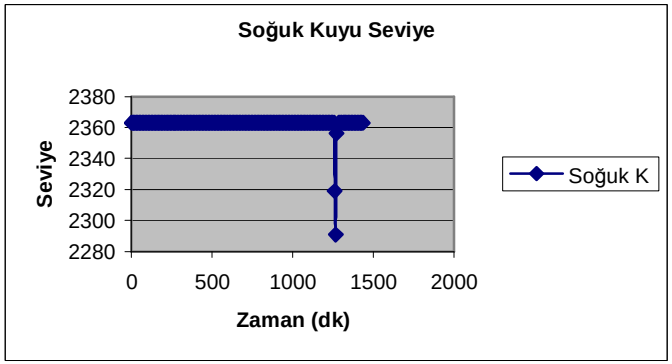


Şekil 395: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

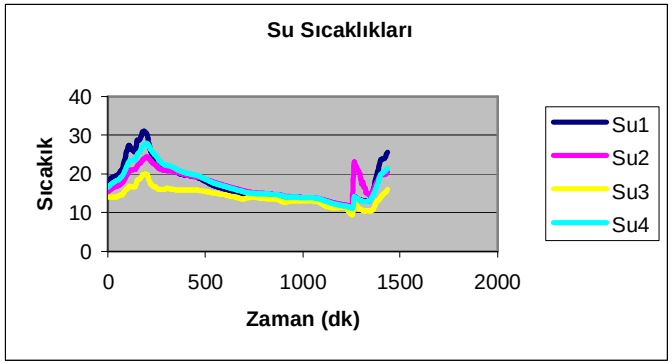
04 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 05 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



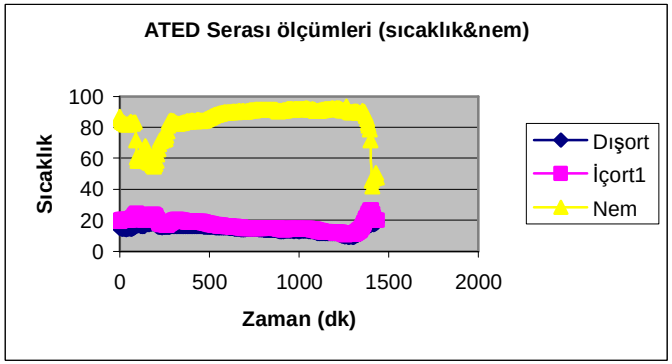
Şekil 396: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 397: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

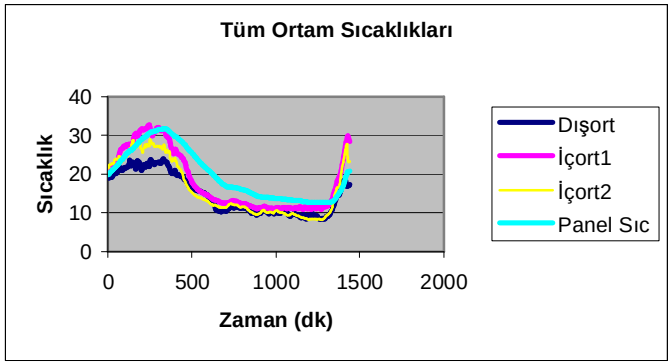


Şekil 398: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

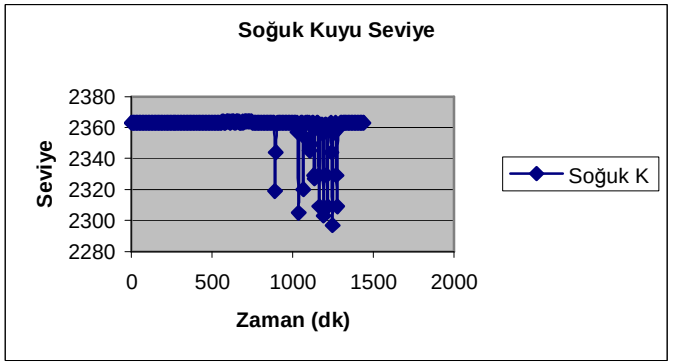


Şekil 399: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

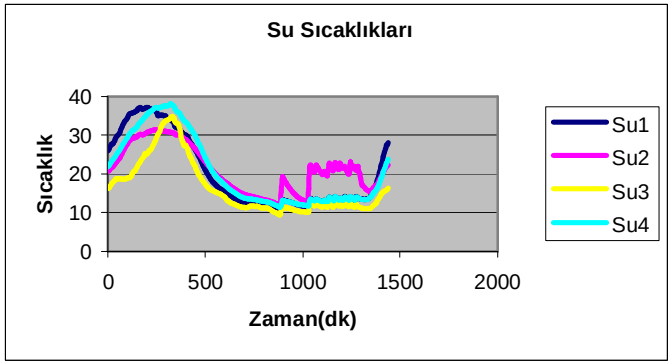
05 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 06 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



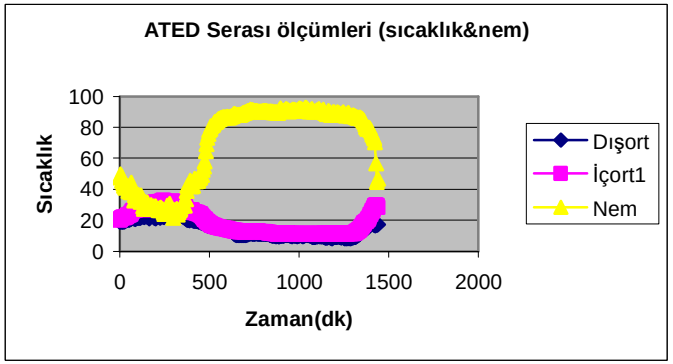
Şekil 400: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 401: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

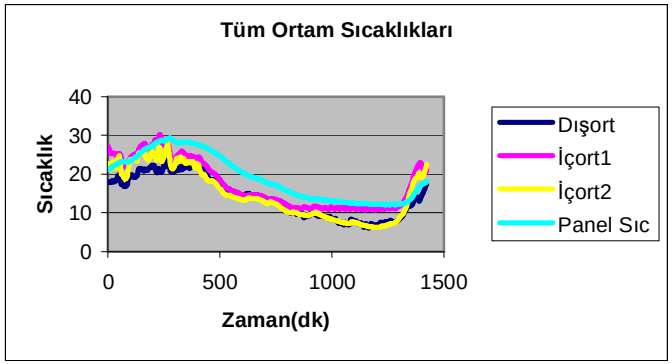


Şekil 402: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

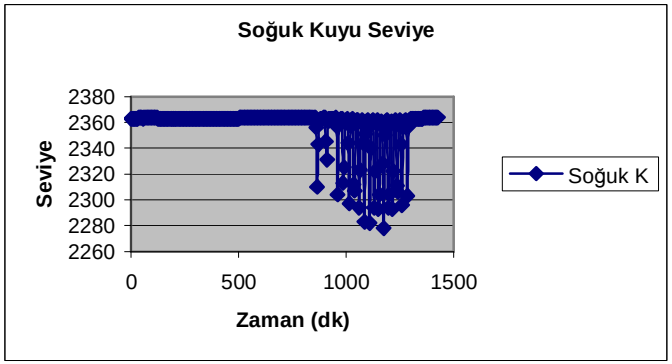


Şekil 403: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

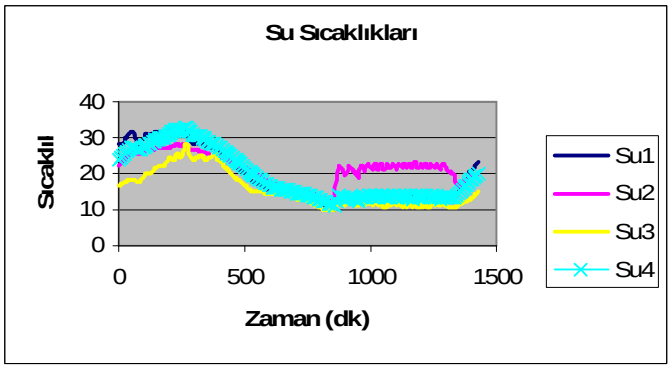
06 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 07 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



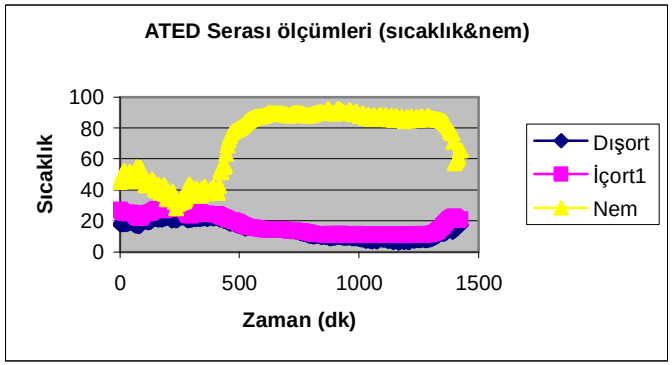
Şekil 404: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 405: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

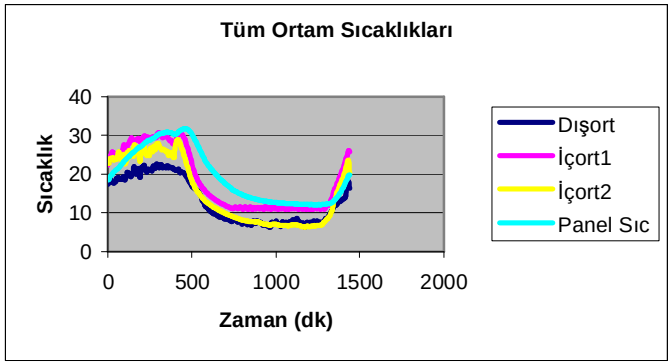


Şekil 406: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

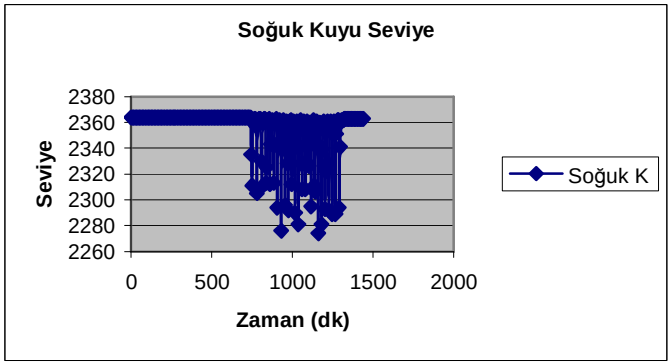


Şekil 407: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

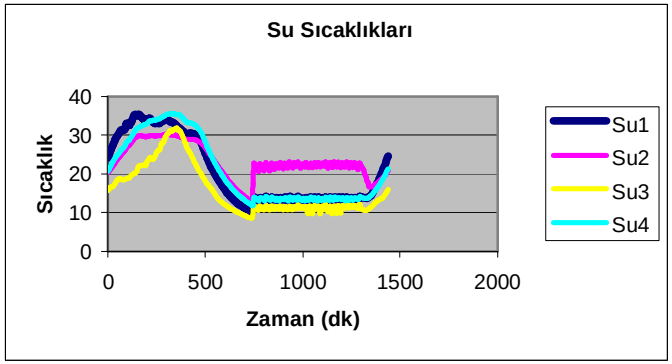
07 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 08 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



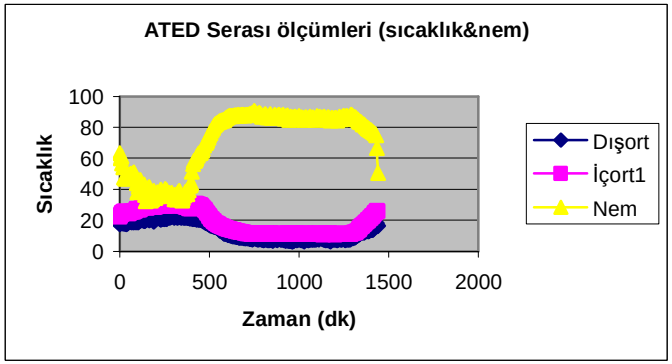
Şekil 408: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 409: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

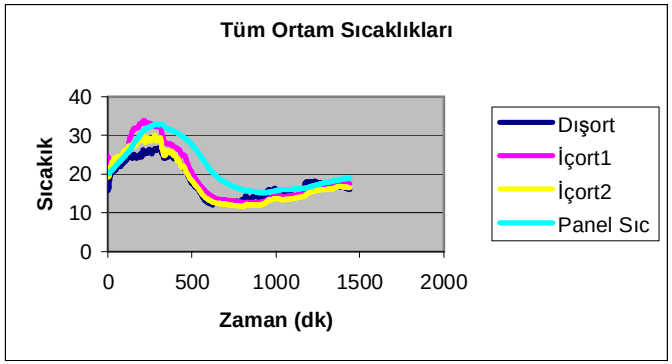


Şekil 410: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

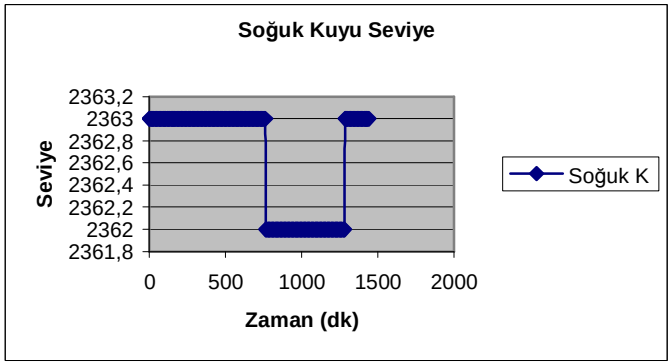


Şekil 411: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

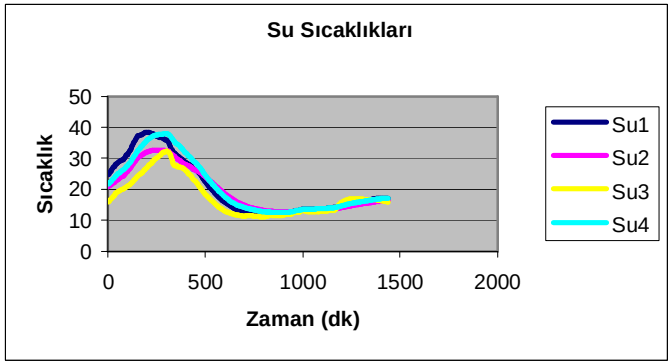
08 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 - 09 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



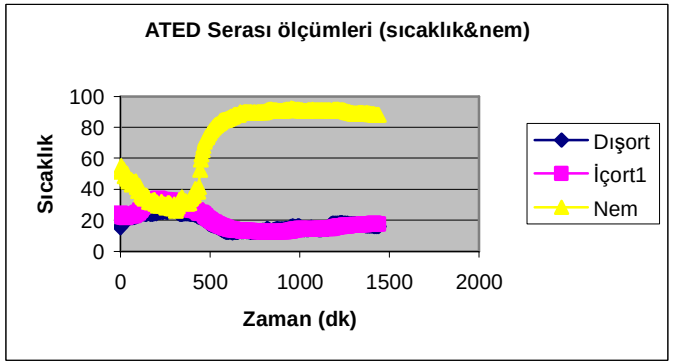
Şekil 412: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 413: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

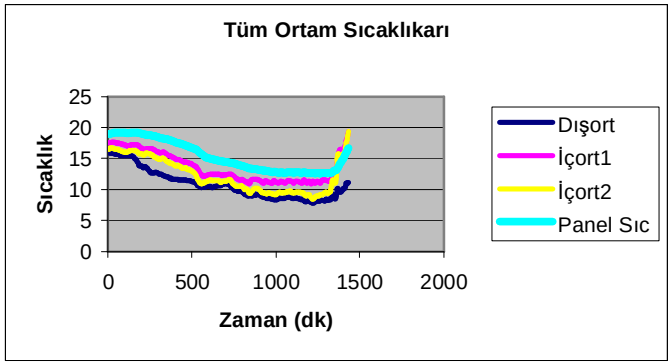


Şekil 414: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

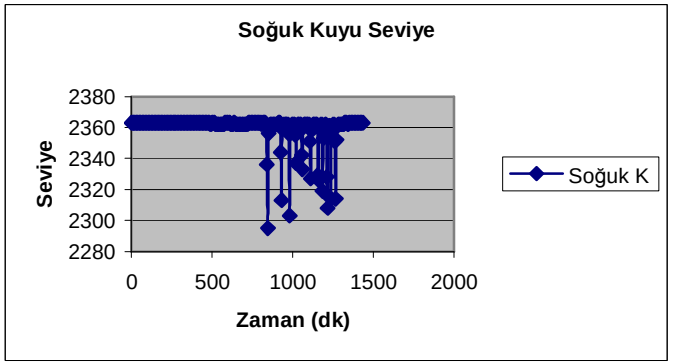


Şekil 415: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

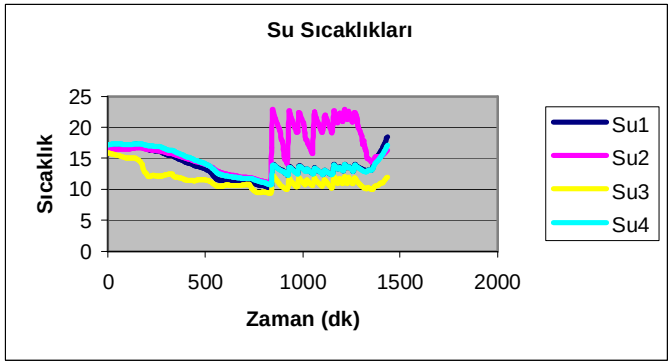
09 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -10 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



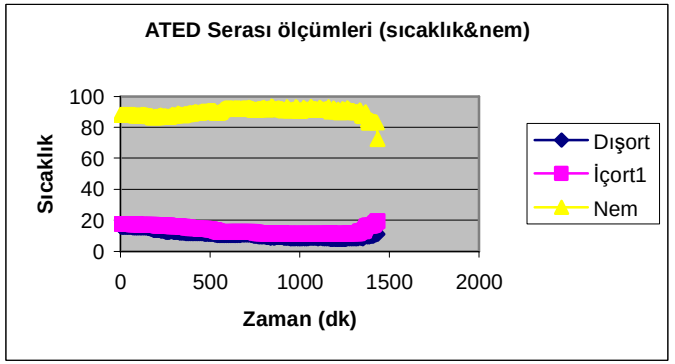
Şekil 416: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 417: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

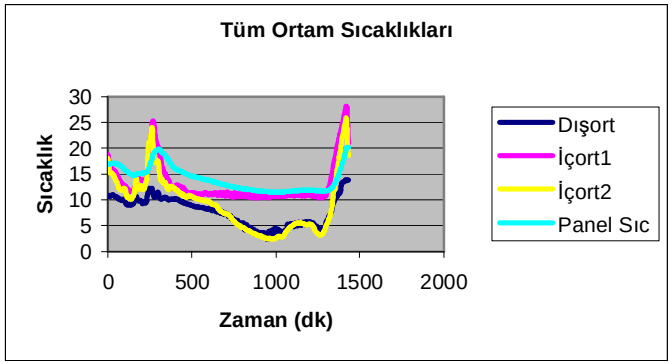


Şekil 418: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

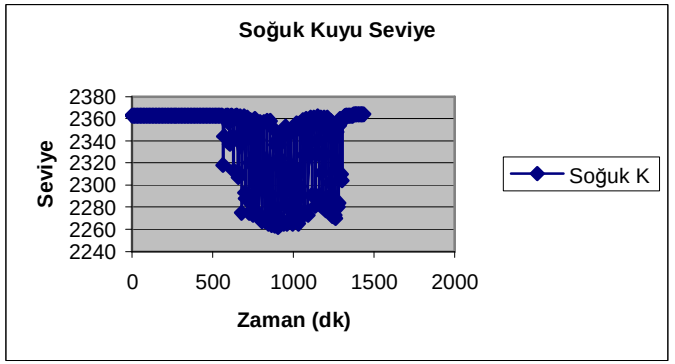


Şekil 419: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

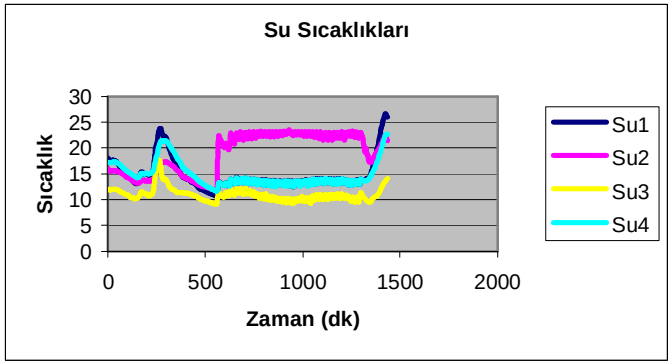
10 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -11 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



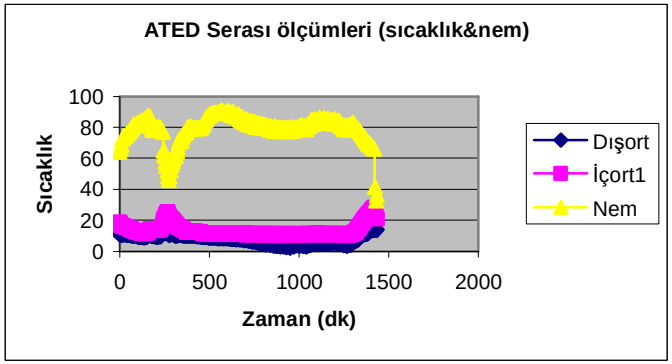
Şekil 420: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 421: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

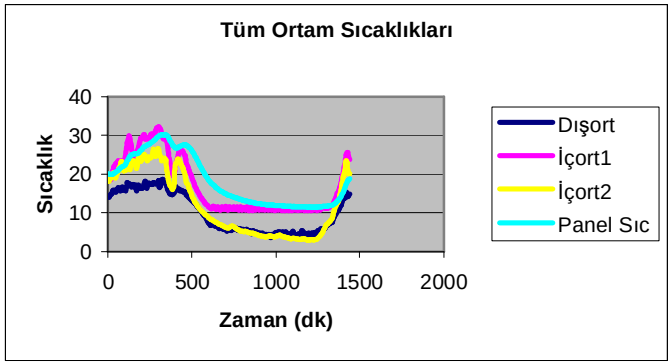


Şekil 422: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

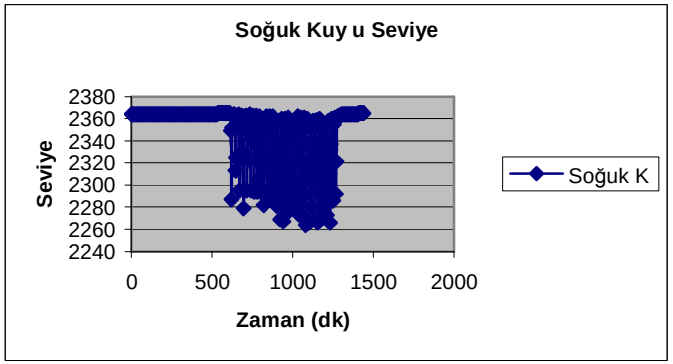


Şekil 423: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

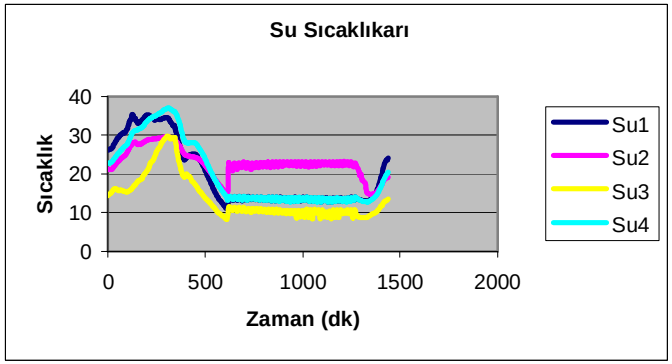
11 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -12 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



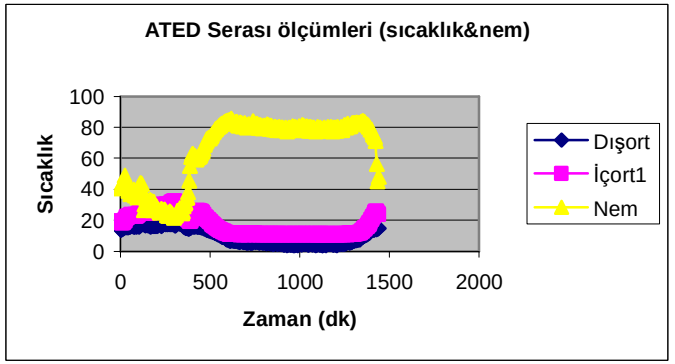
Şekil 424: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 425: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

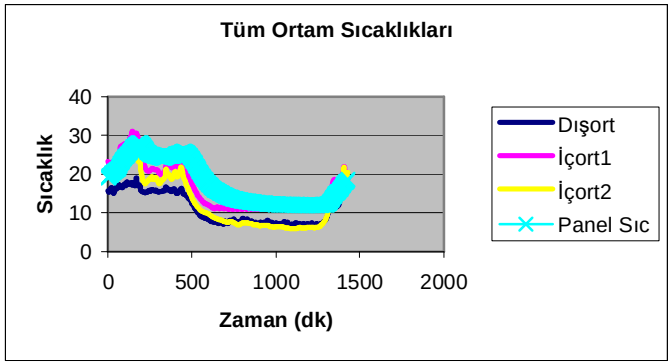


Şekil 426: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

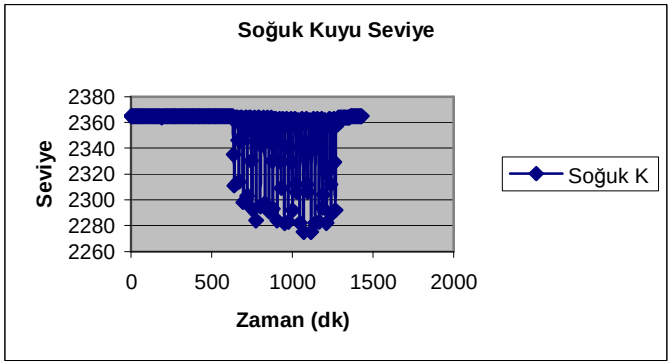


Şekil 427: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

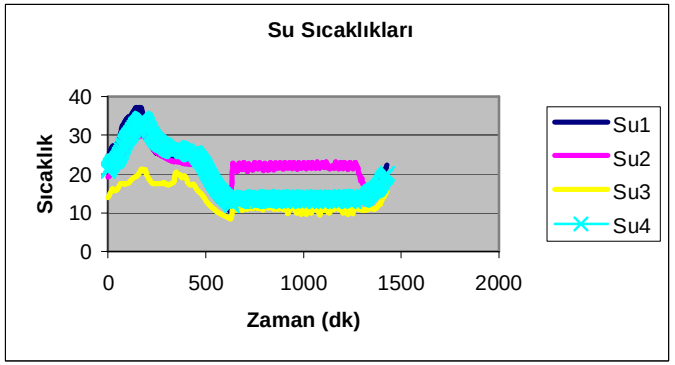
12 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -13 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



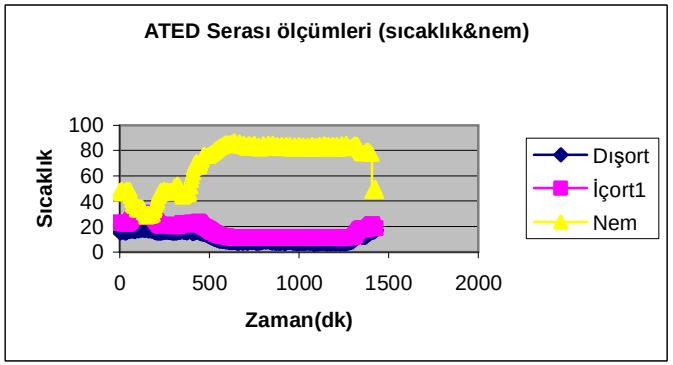
Şekil 428: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 429: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

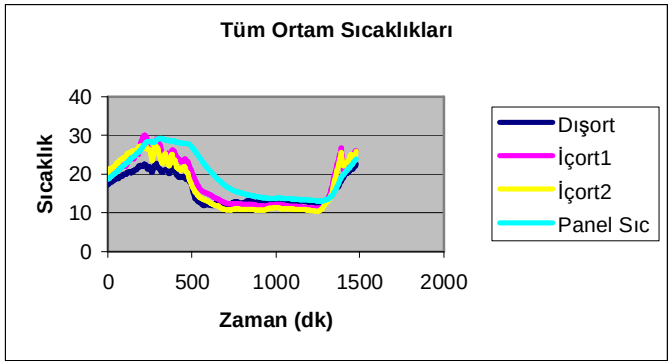


Şekil 430: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

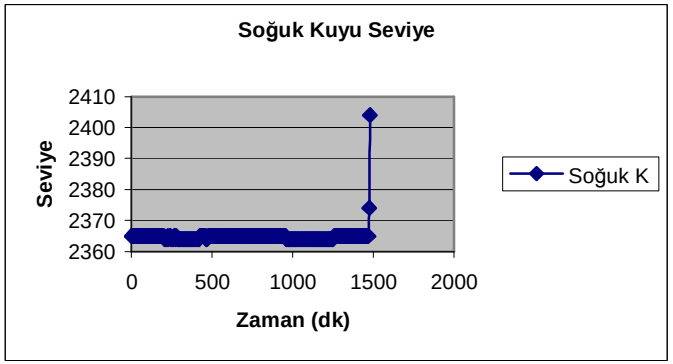


Şekil 431: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

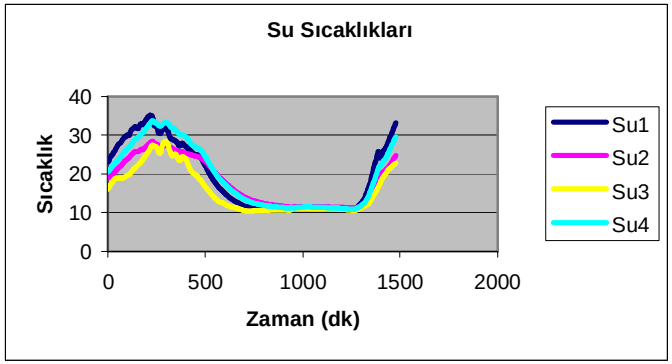
13 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -14 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



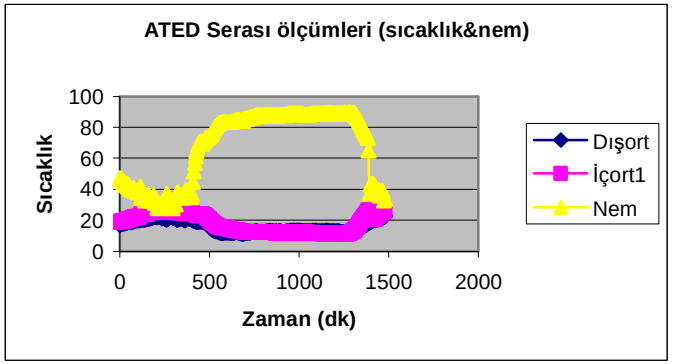
Şekil 432: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 433: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

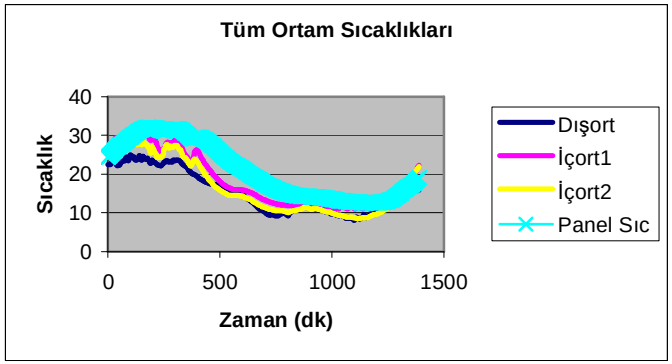


Şekil 434: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

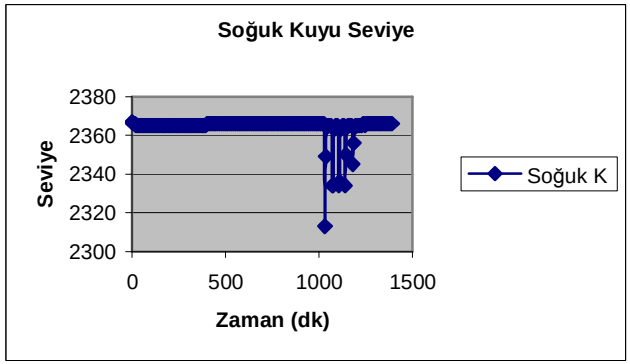


Şekil 435: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

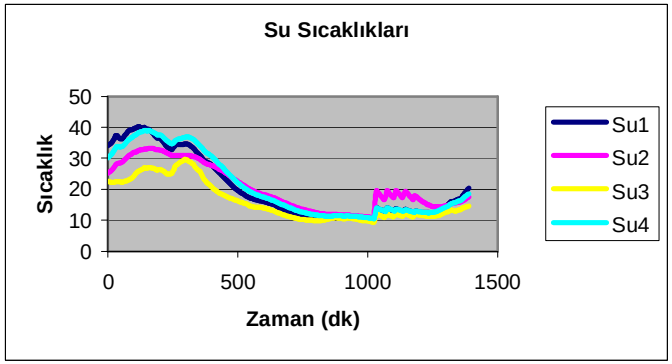
14 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -15 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



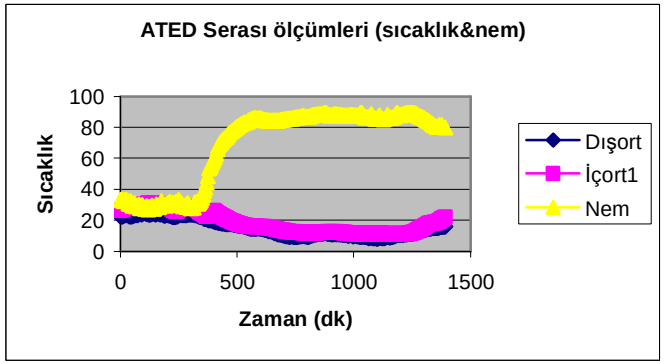
Şekil 436: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 437: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

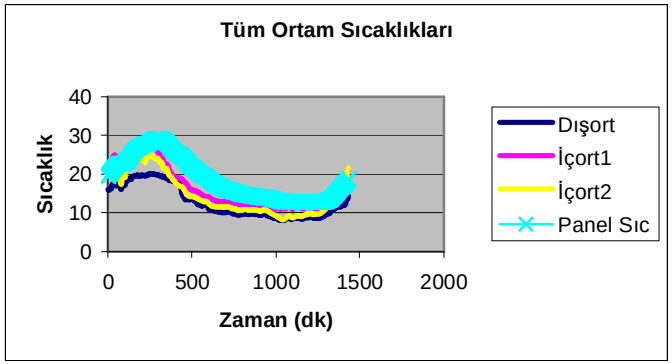


Şekil 438: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

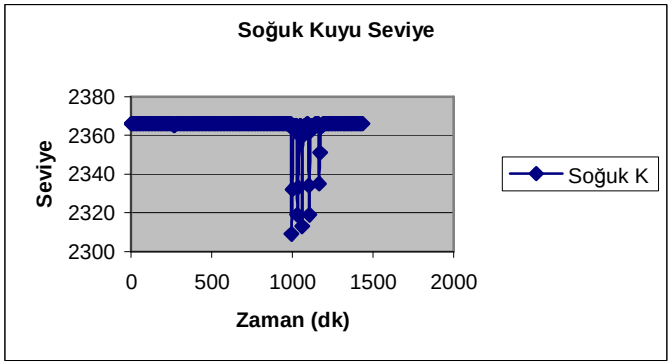


Şekil 439: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

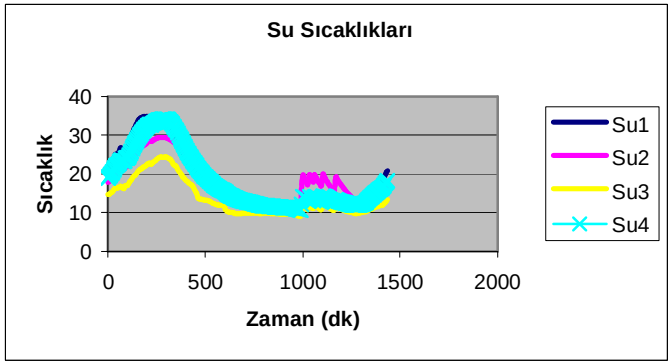
15 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 -16 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



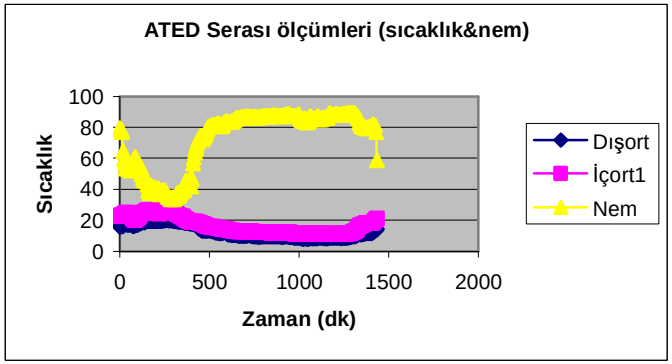
Şekil 440: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 441: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

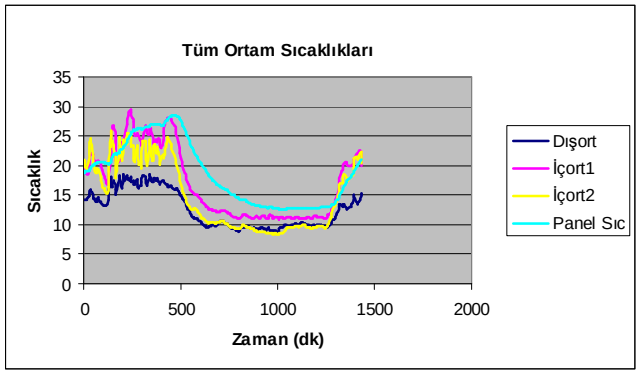


Şekil 442: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

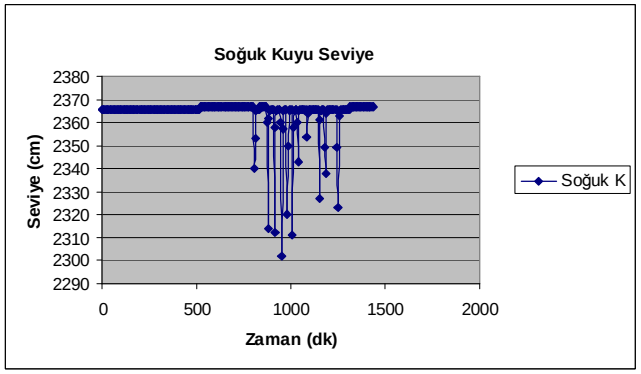


Şekil 443: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

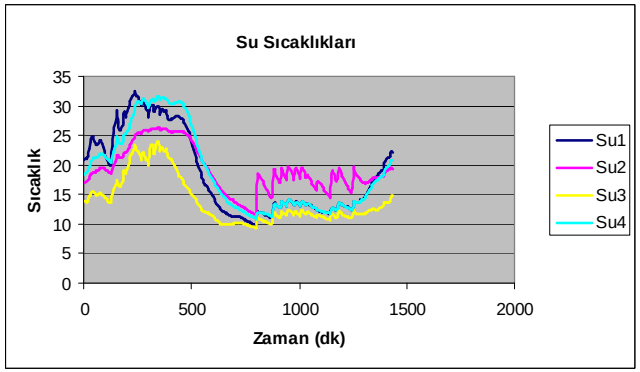
16 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 17 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2005 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



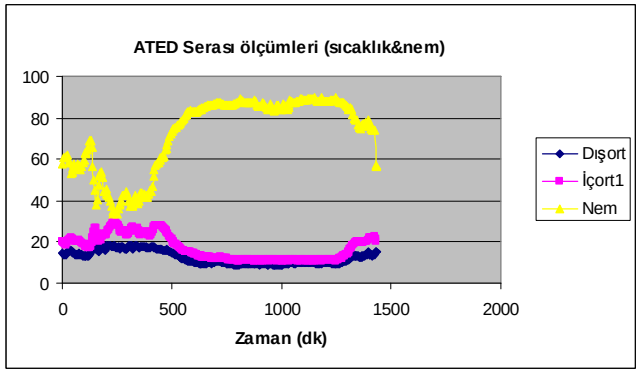
Şekil 444: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 445: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

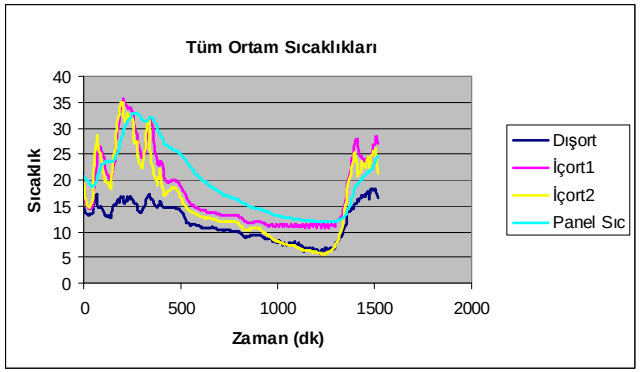


Şekil 446: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

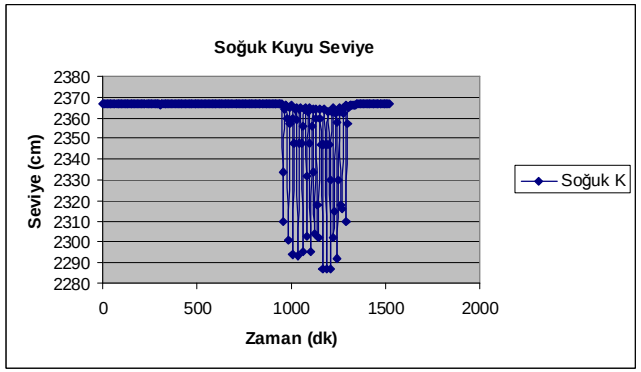


Şekil 447:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

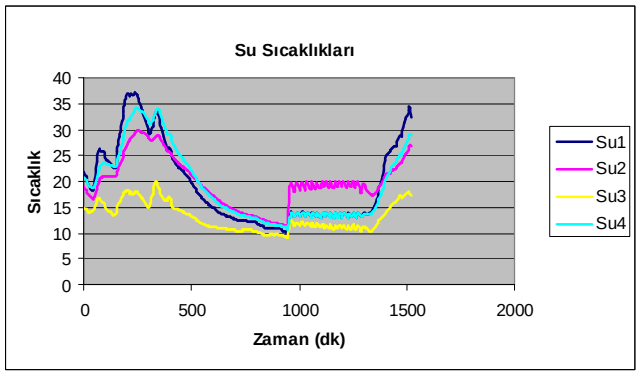
17 Mart (sabah 9.^{00}) - 18 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



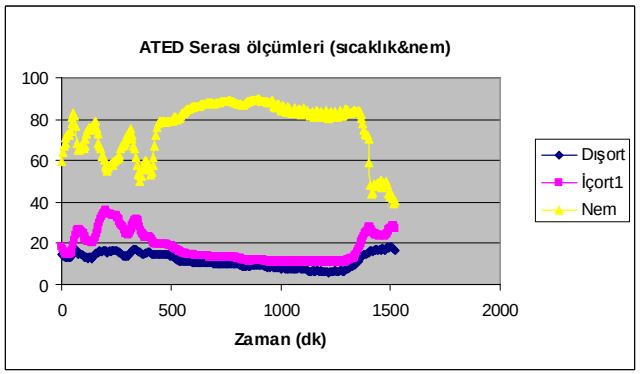
Şekil 448: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 449:TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

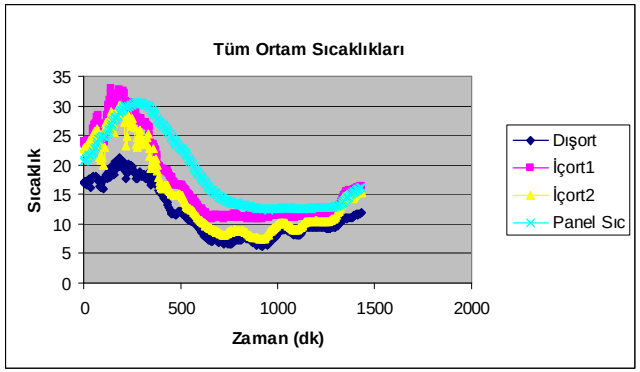


Şekil 450: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

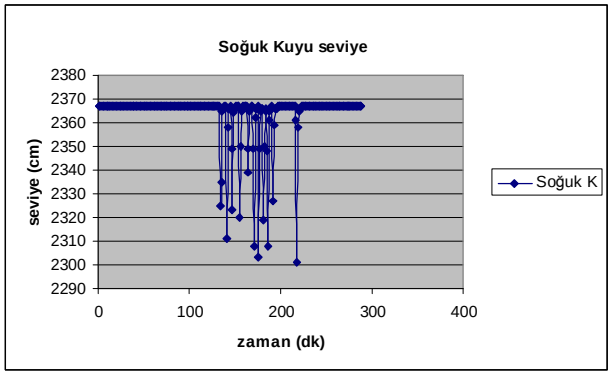


Şekil 451: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

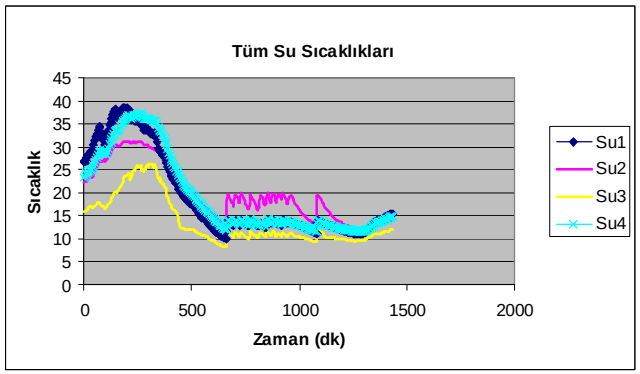
18 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 19 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



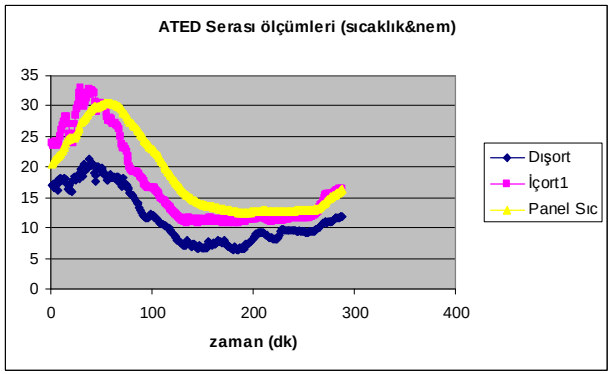
Şekil 452: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 453: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

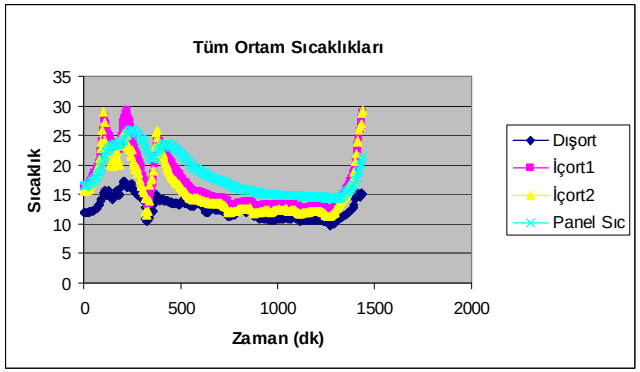


Şekil 454: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

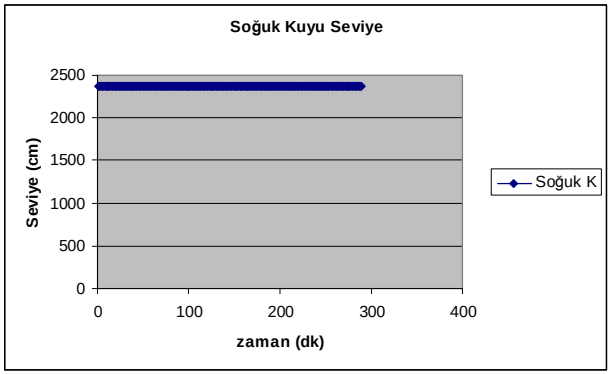


Şekil 455: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

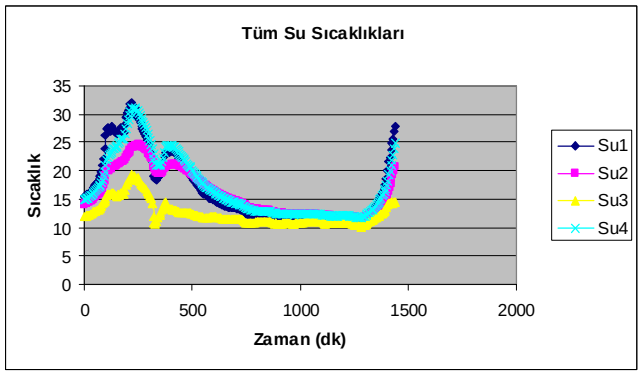
19 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 20 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



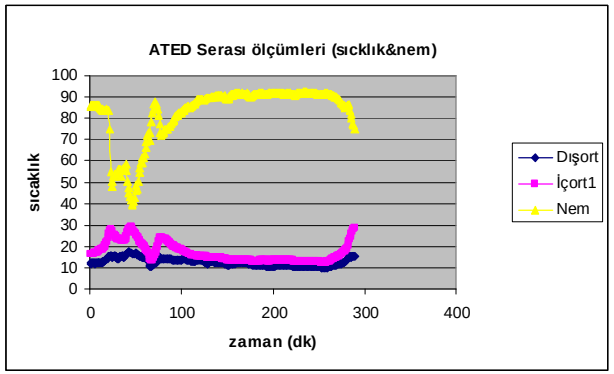
Şekil 456: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 457: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

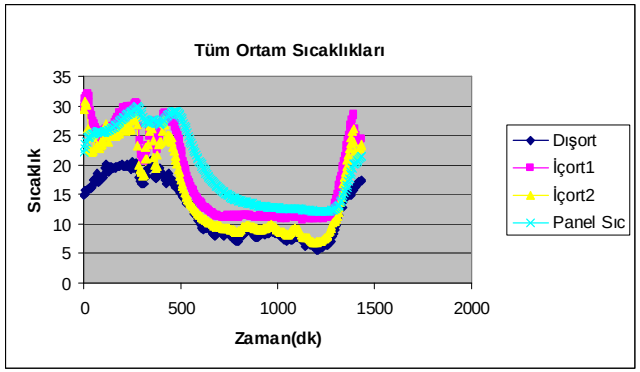


Şekil 458: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

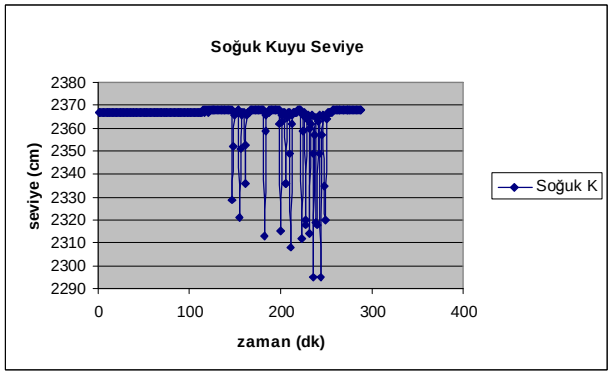


Şekil 459: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

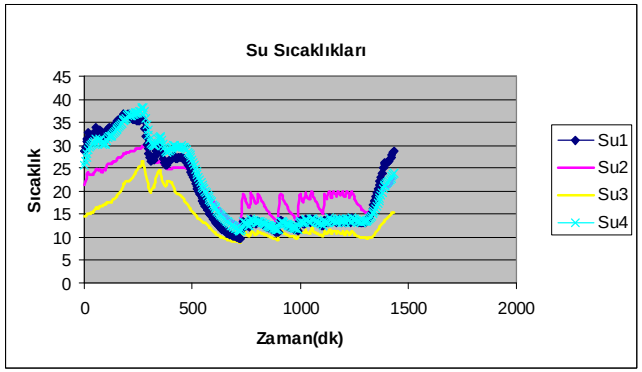
20 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) - 21 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



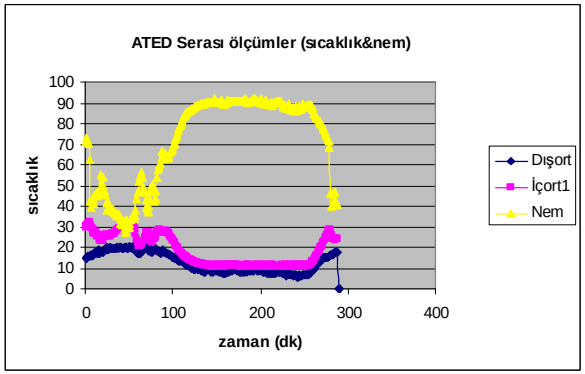
Şekil 460: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 461: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

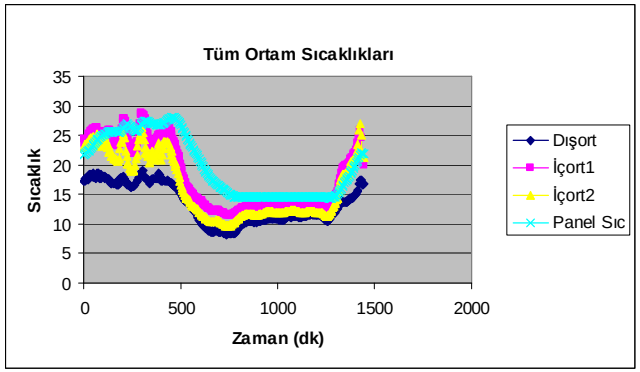


Şekil 462: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

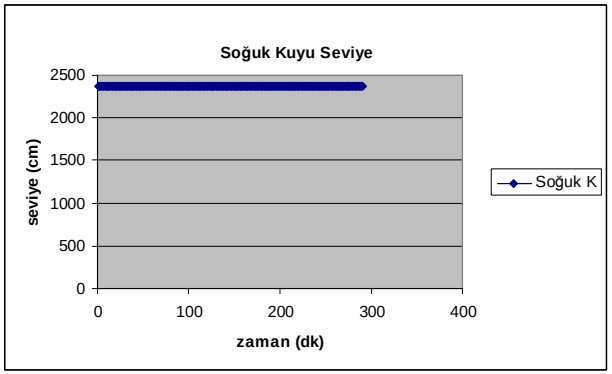


Şekil 463:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

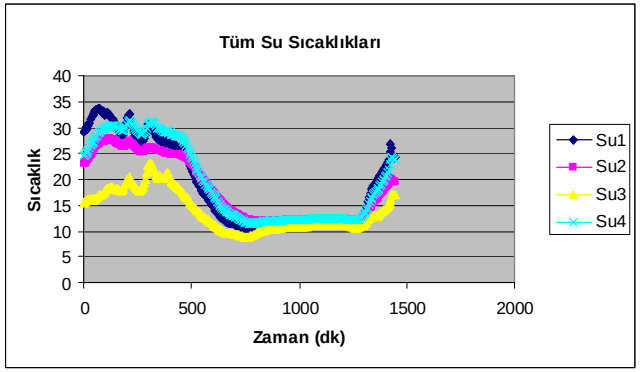
21 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 22 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



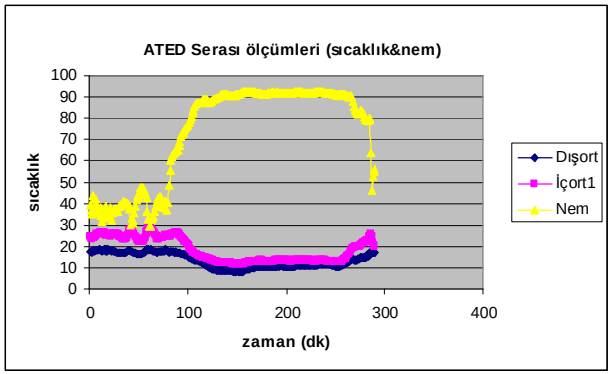
Şekil 464: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 465: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

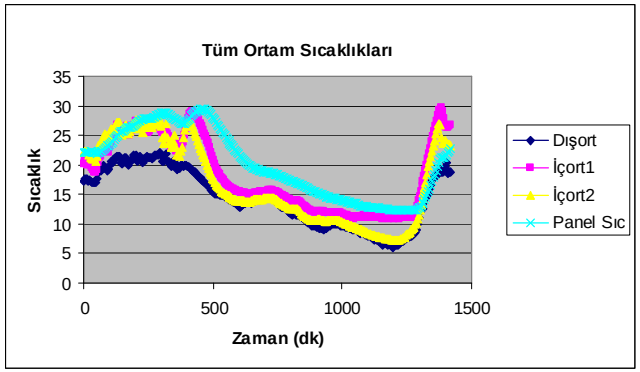


Şekil 466: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

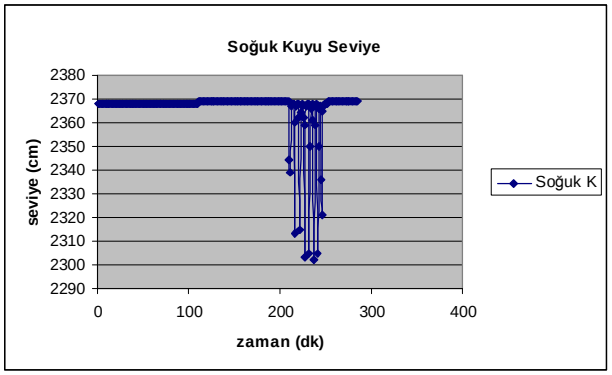


Şekil 467:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

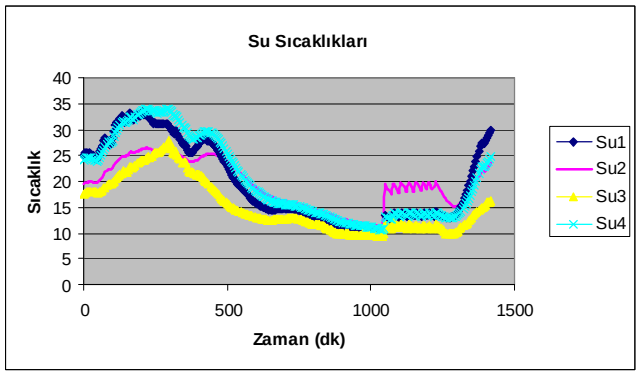
22 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 23 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



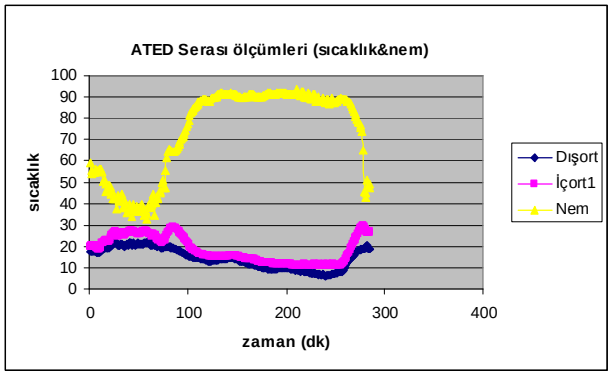
Şekil 468: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 469: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

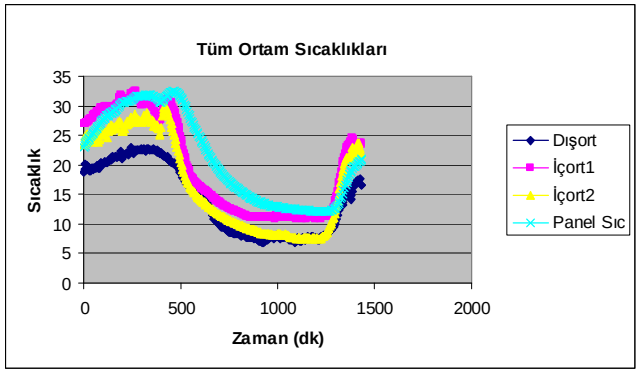


Şekil 470: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

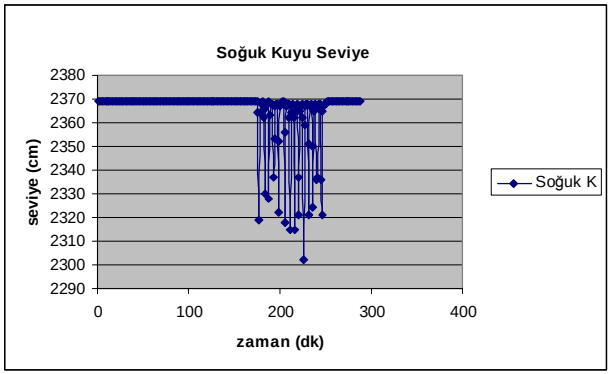


Şekil 471:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

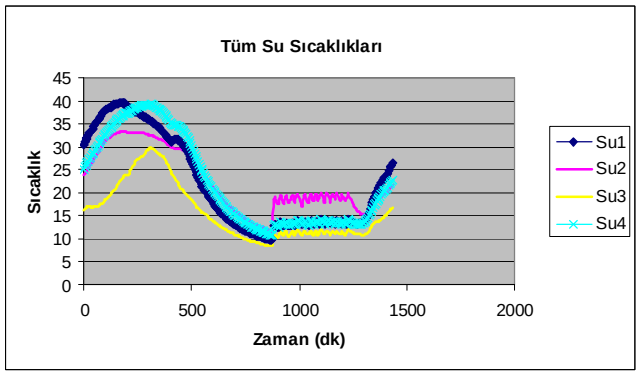
23 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 24 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



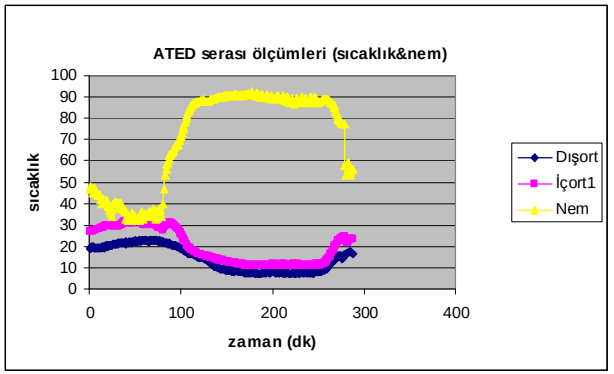
Şekil 472: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 473: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

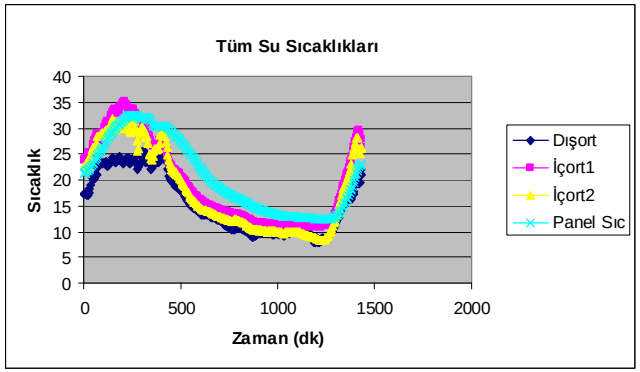


Şekil 474: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

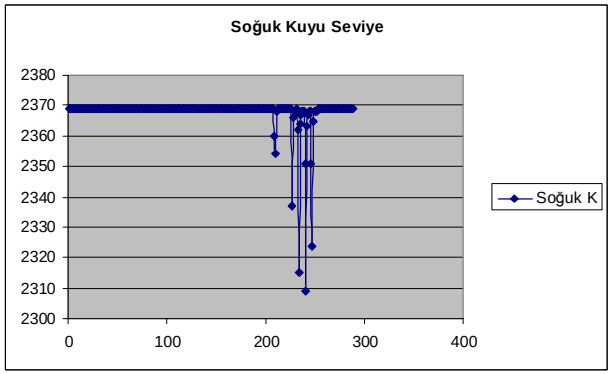


Şekil 475:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

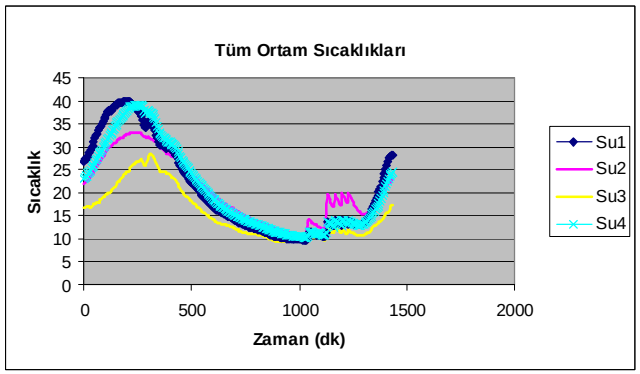
24 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 25 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



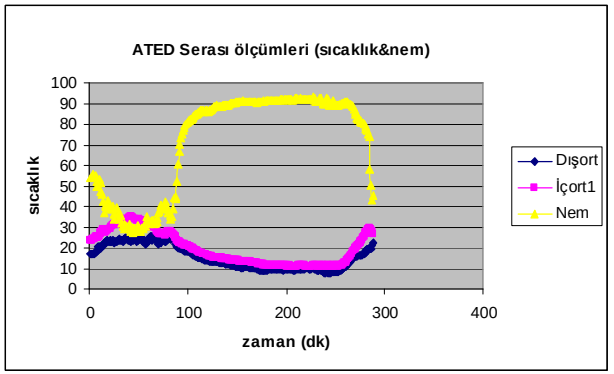
Şekil 476: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 477: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

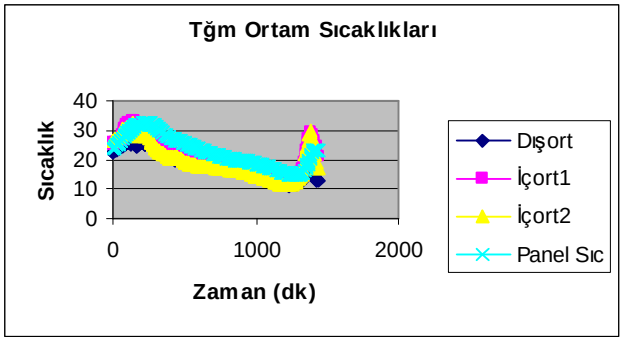


Şekil 478: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

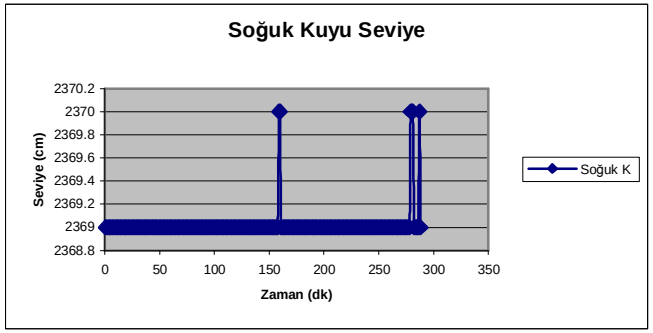


Şekil 479:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

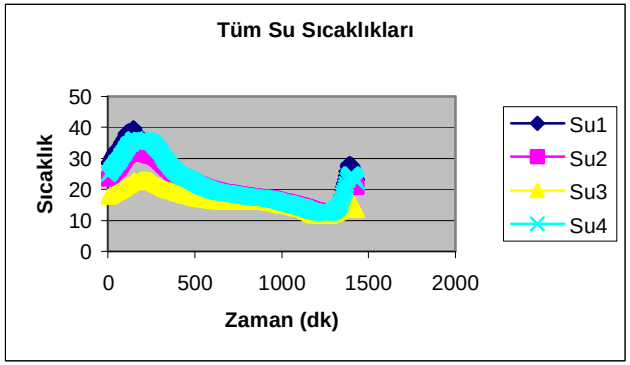
25 Mart (sabah 9.^{00}) - 26 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



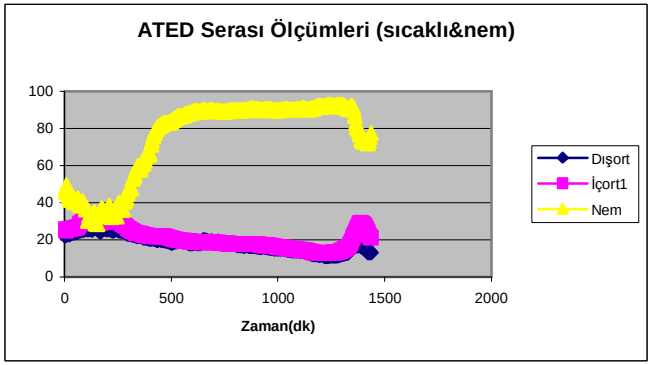
Şekil 480: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 481:TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

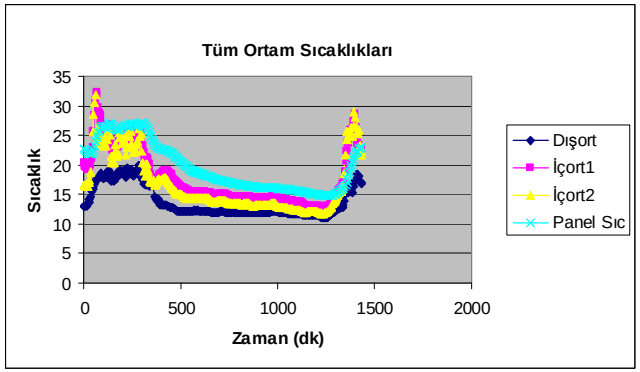


Şekil 482: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

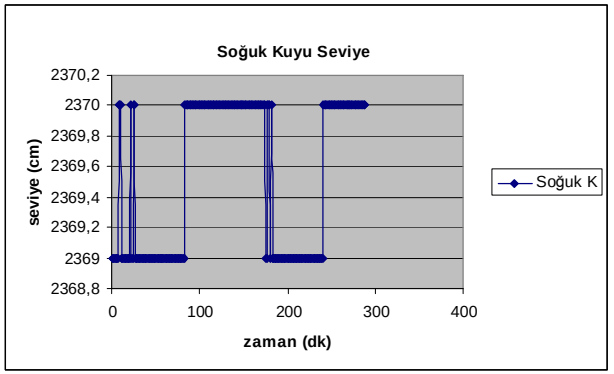


Şekil 483:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümler

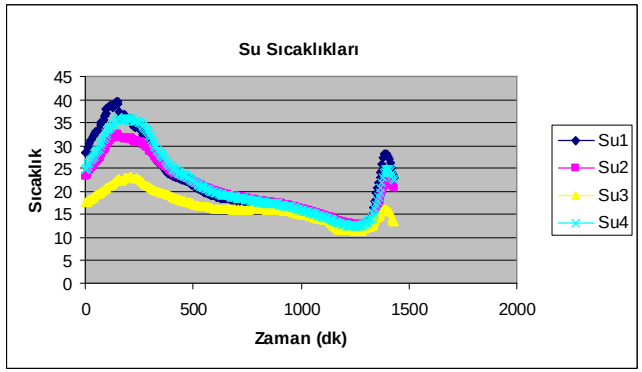
26 Mart (sabah 9.^{00}) - 27 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



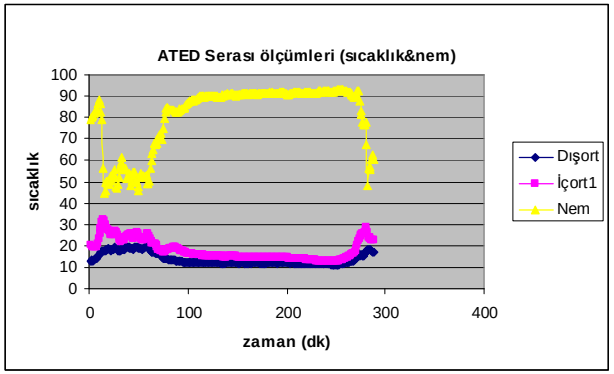
Şekil 484: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 485: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

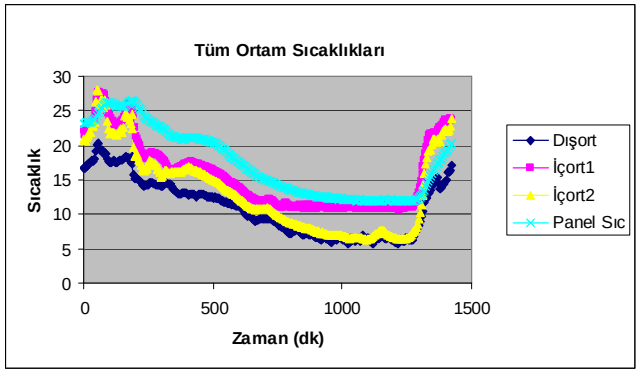


Şekil 486: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

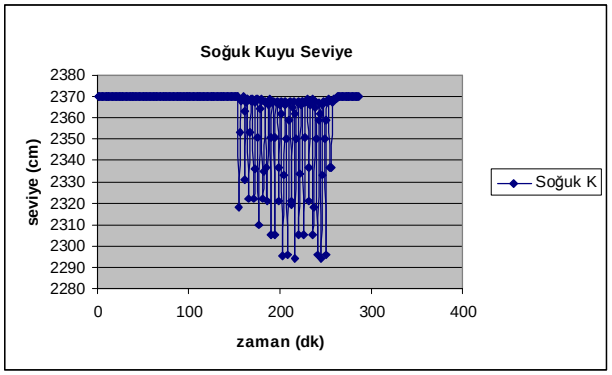


Şekil 487:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

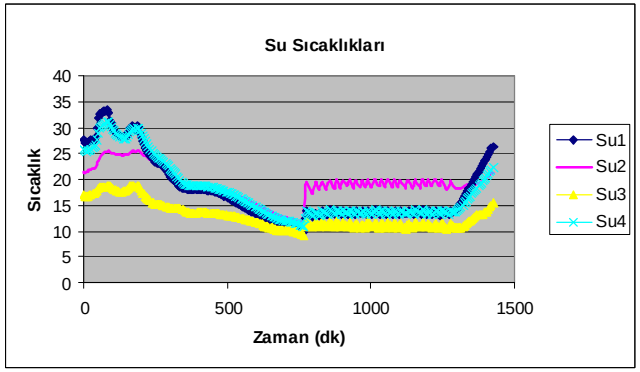
27 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) - 28 Mart (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



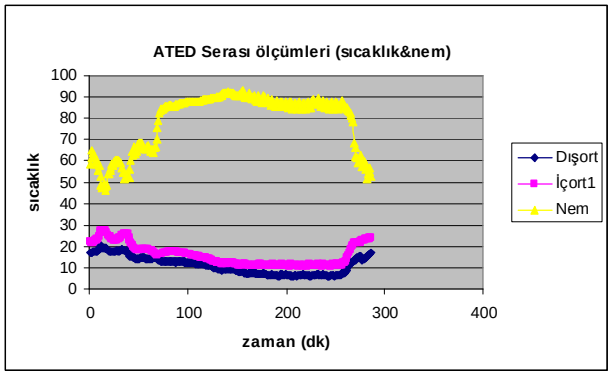
Şekil 488: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 489: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

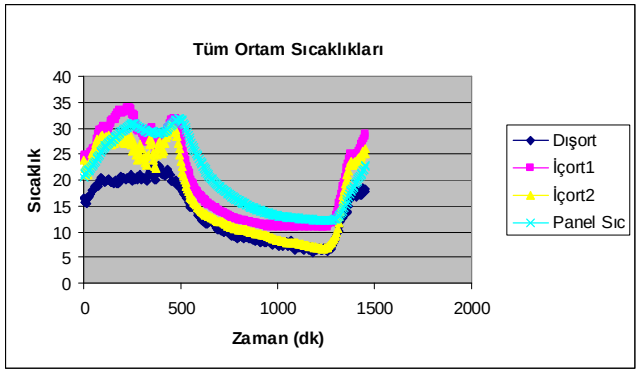


Şekil 490: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

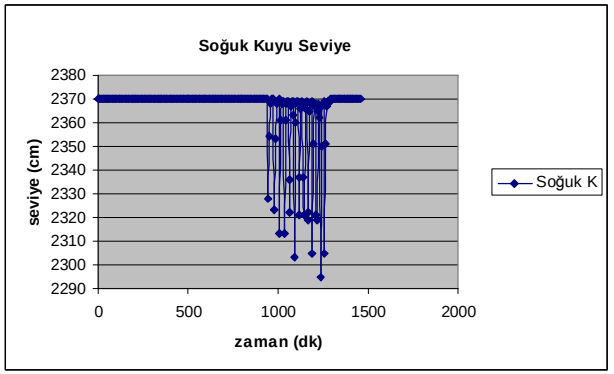


Şekil 491:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

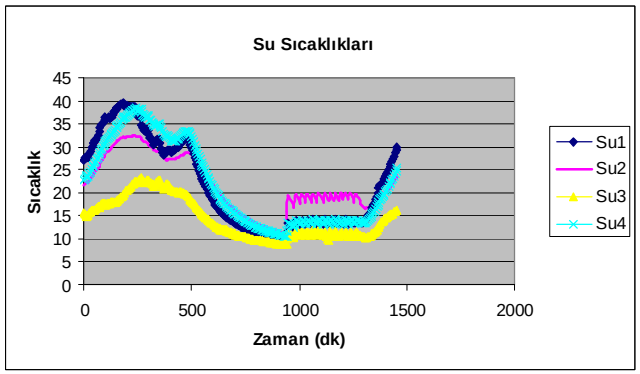
28 Mart (sabah 9.^{00}) - 29 Mart (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



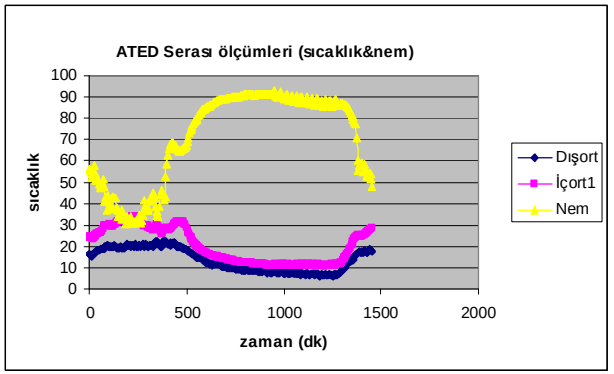
Şekil 492: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 493: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

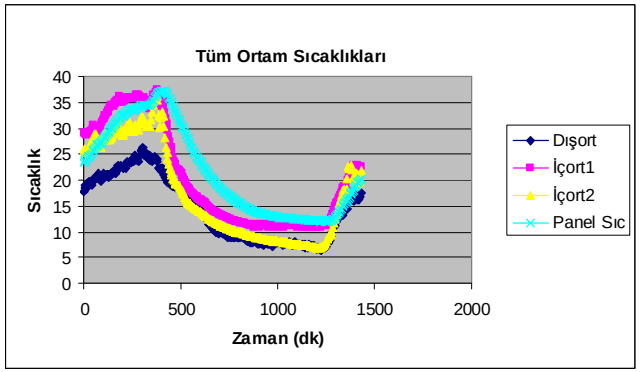


Şekil 494: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

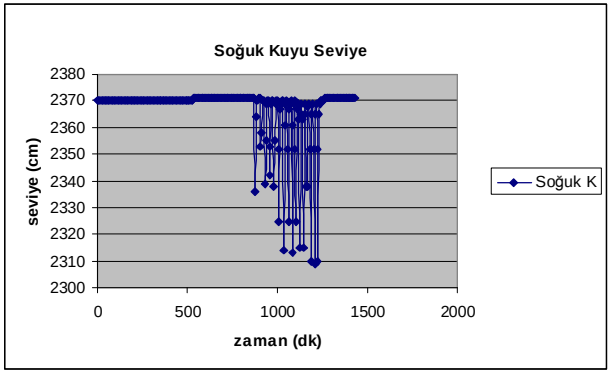


Şekil 495:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

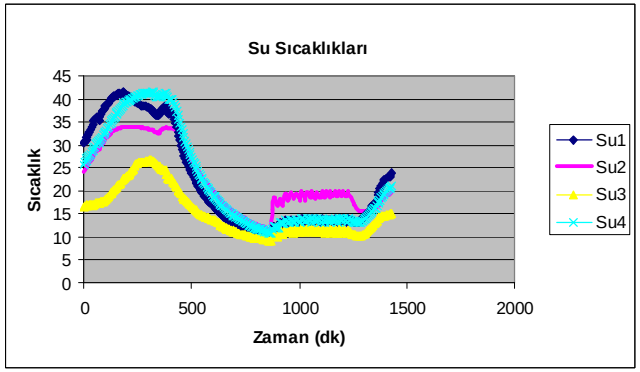
29 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 30 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



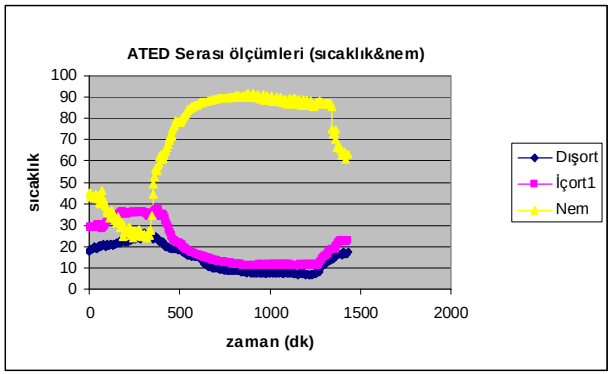
Şekil 496: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 497: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

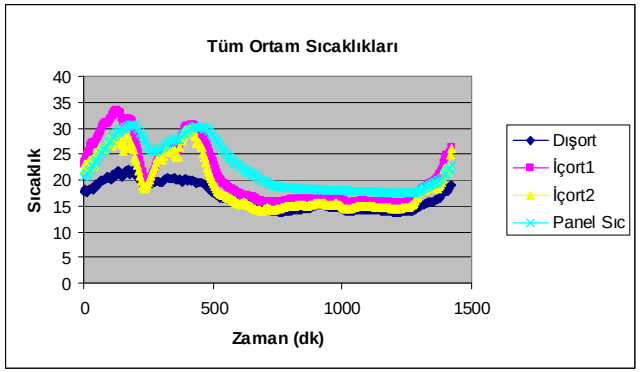


Şekil 498: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

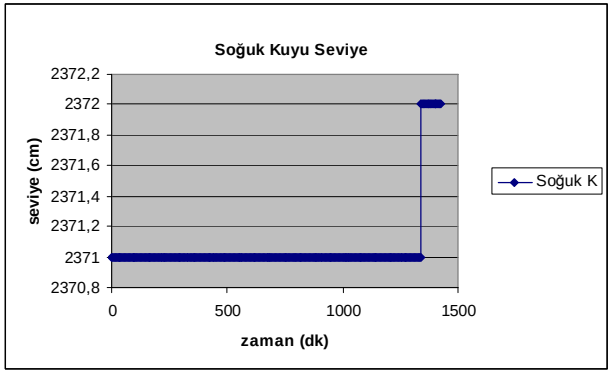


Şekil 499:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

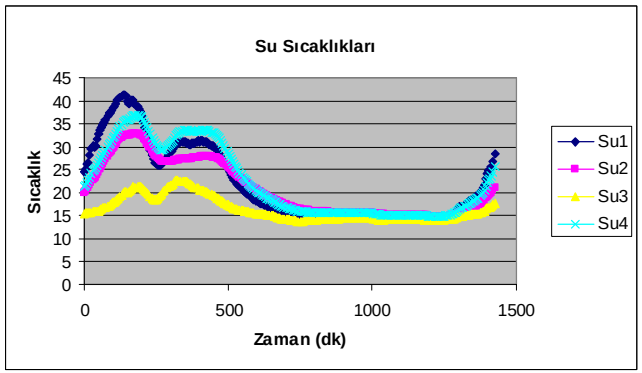
30 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 31 Mart (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



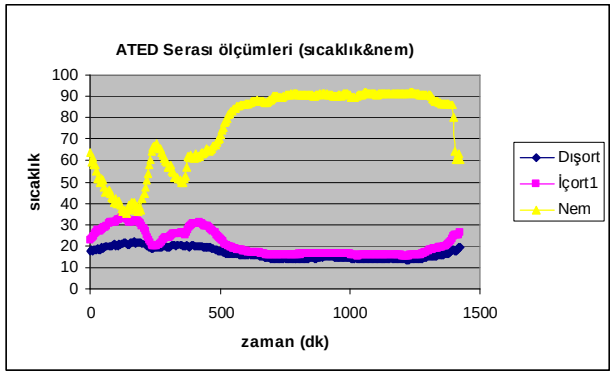
Şekil 500: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 501: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

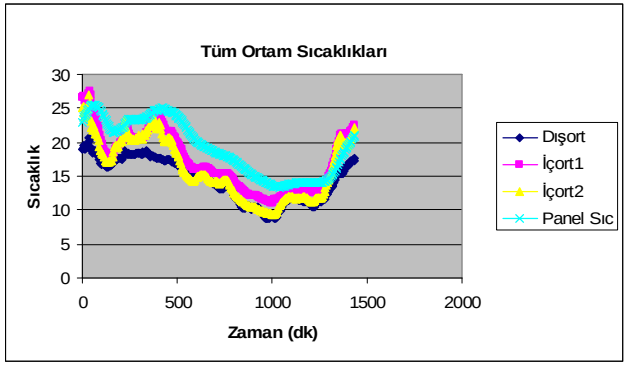


Şekil 502: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

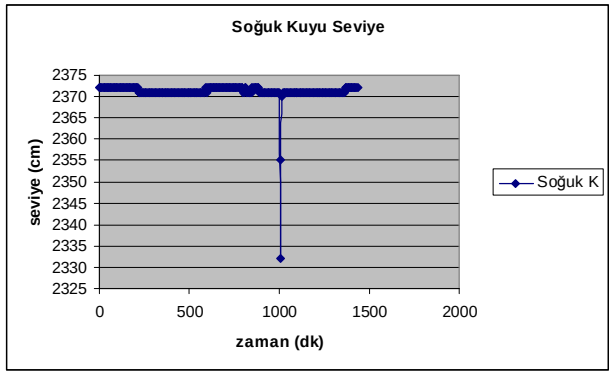


Şekil 503:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

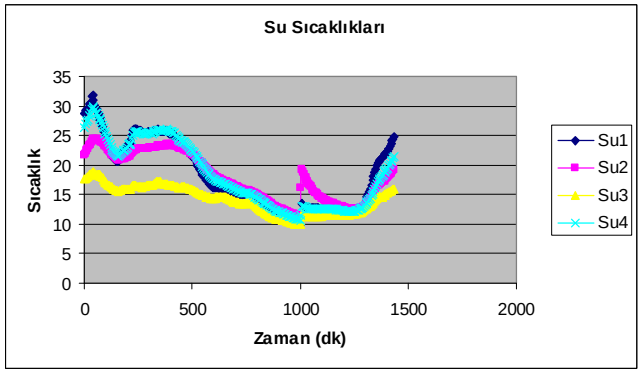
31 Mart (sabah 9.^{00}) - 01 Nisan (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



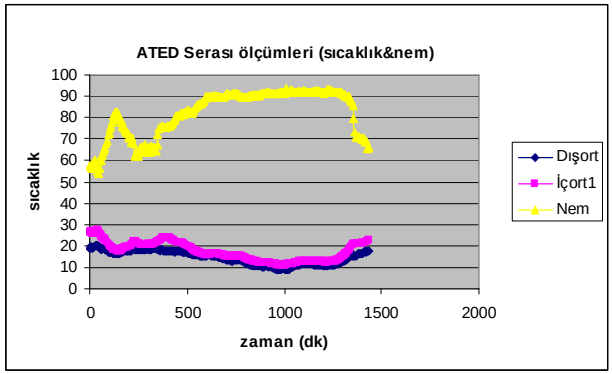
Şekil 504: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 505: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

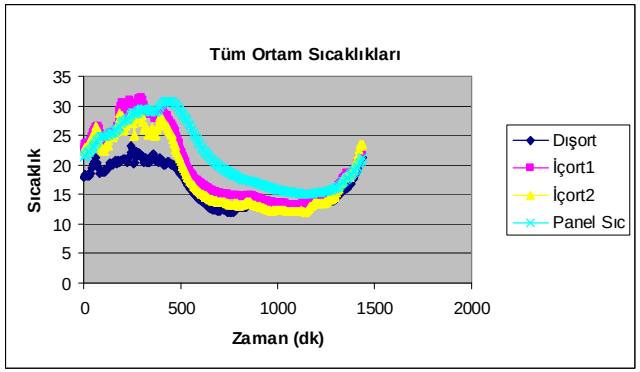


Şekil 506: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

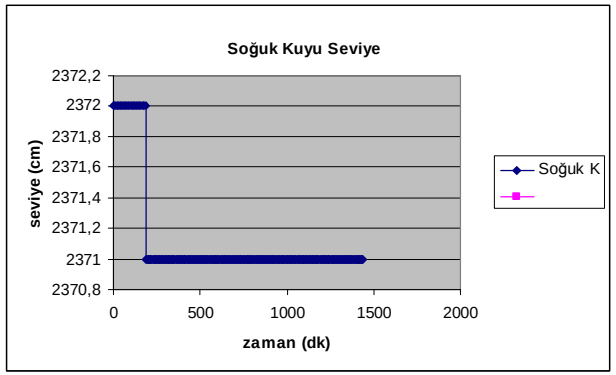


Şekil 507:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

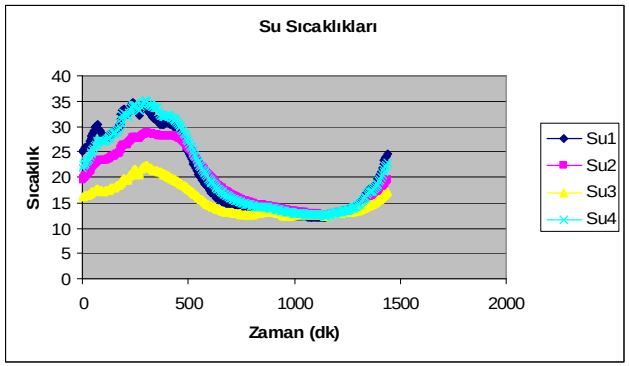
01 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 02 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



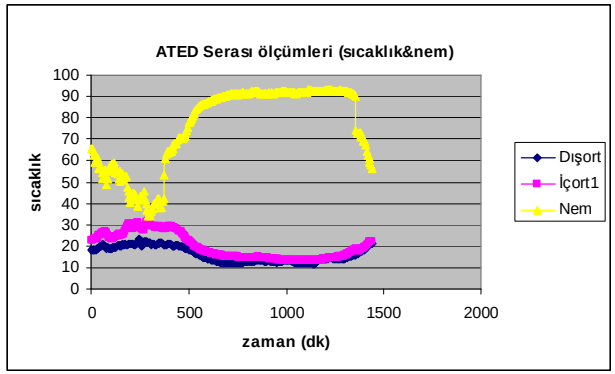
Şekil 508: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 509: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

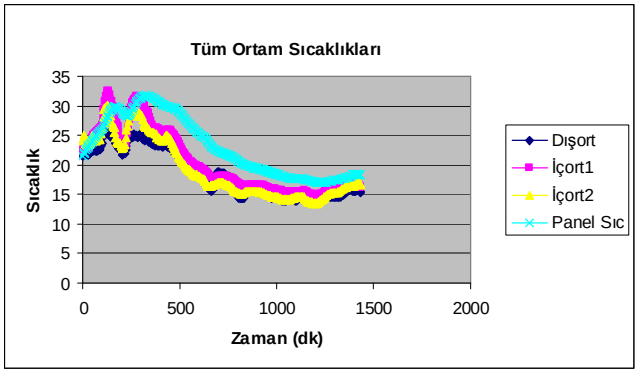


Şekil 510: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

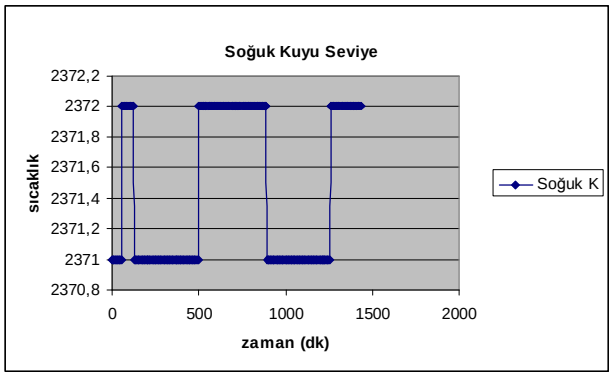


Şekil 511:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

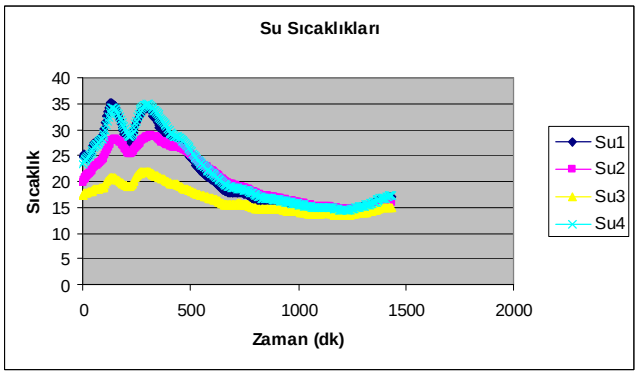
02 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 03 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



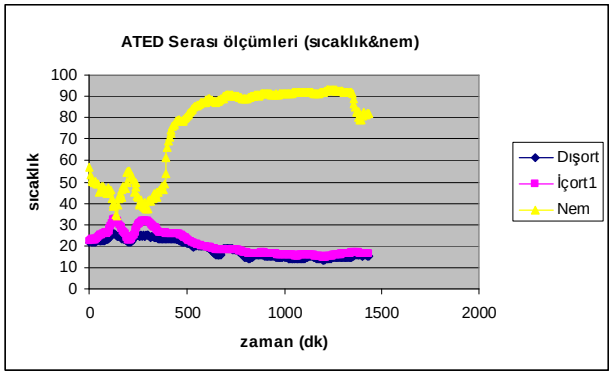
Şekil 512: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 513: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

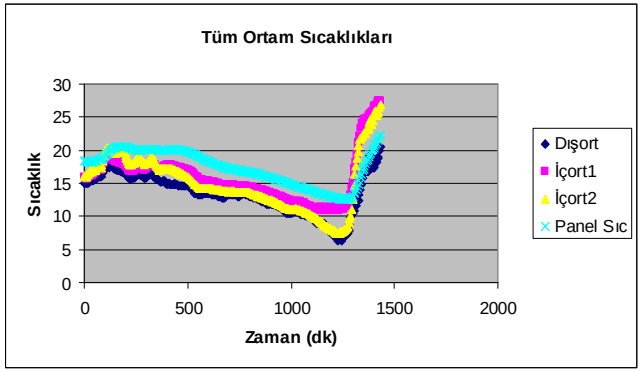


Şekil 514: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

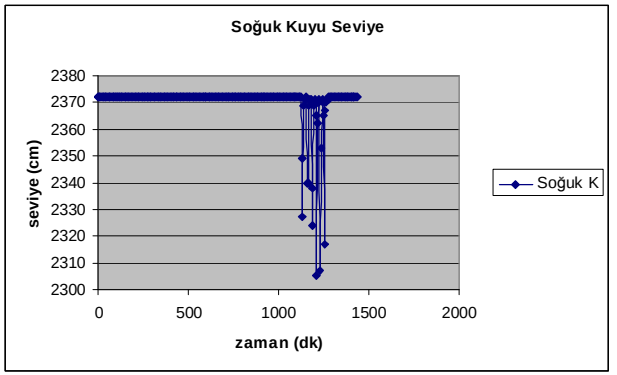


Şekil 515:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

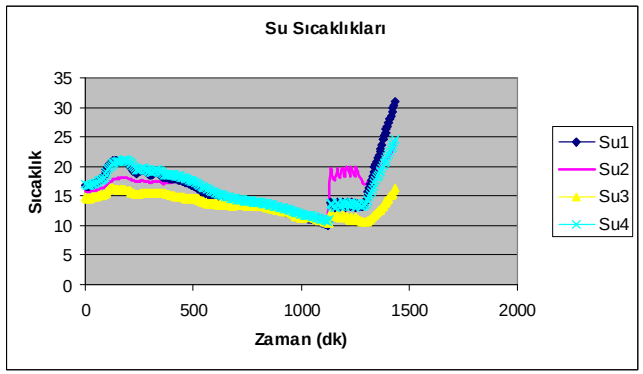
03 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 04 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



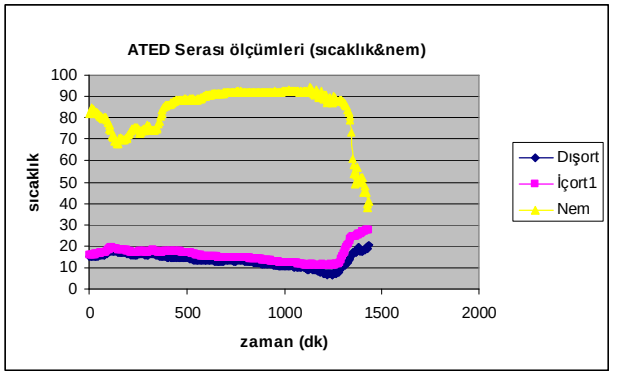
Şekil 516: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 517: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

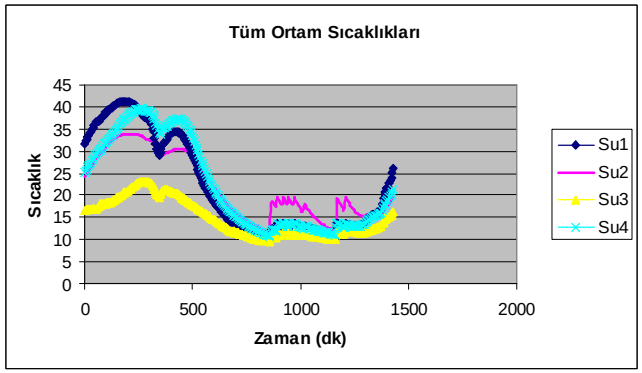


Şekil 518: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

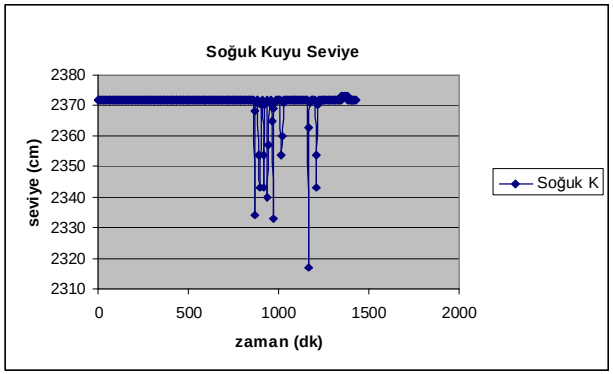


Şekil 519:ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

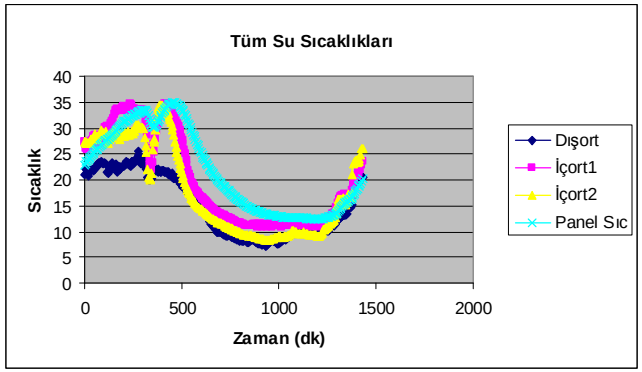
04 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 05 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



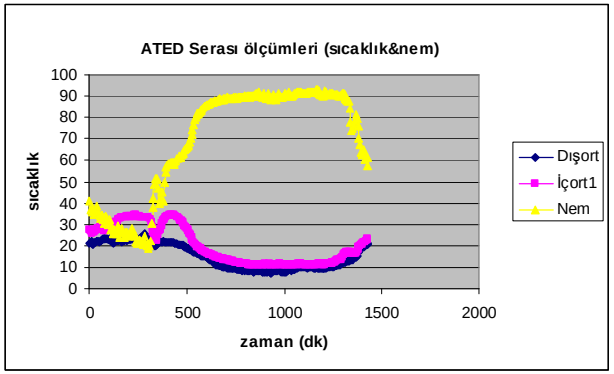
Şekil 520: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 521: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

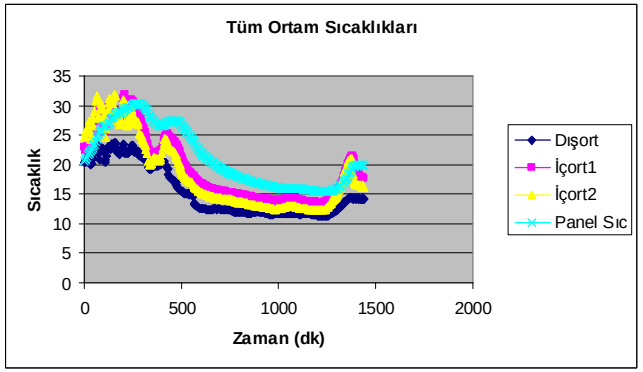


Şekil 522: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

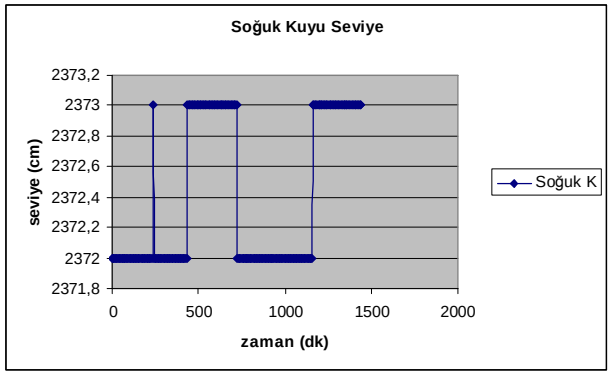


Şekil 523: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

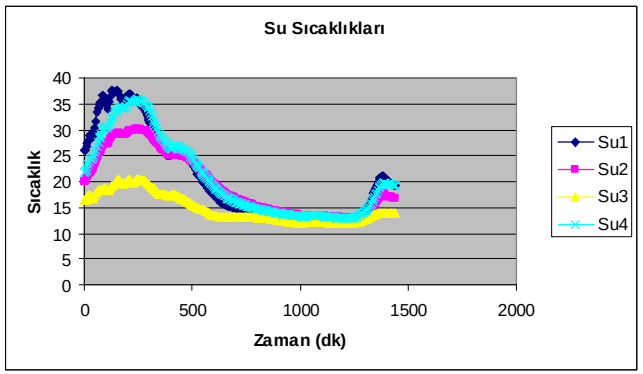
05 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 06 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



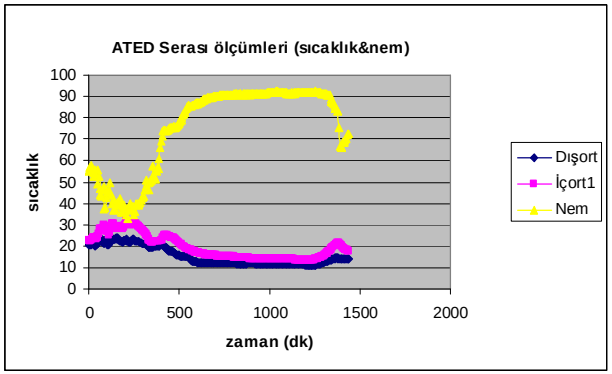
Şekil 524: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 525: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

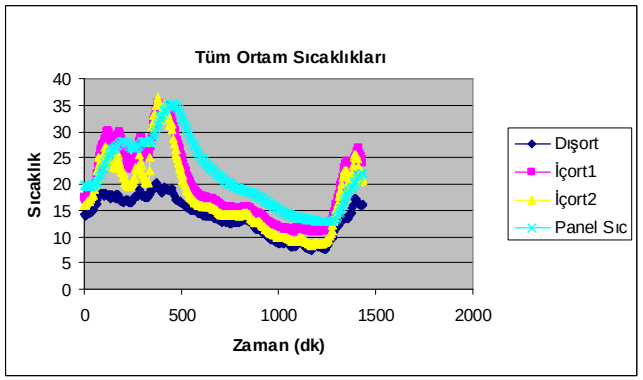


Şekil 526: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

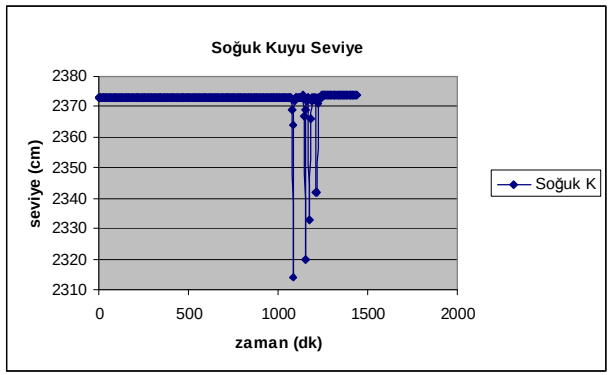


Şekil 527: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

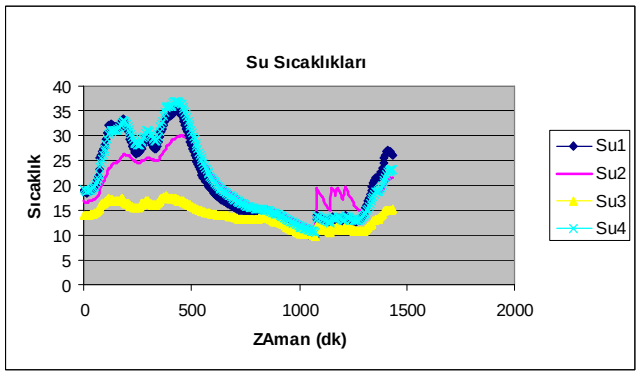
06 Nisan (sabah 9.^{00}) - 07 Nisan (sabah 9.^{00}) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



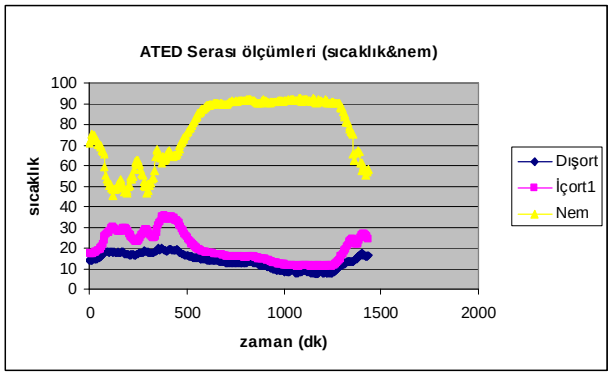
Şekil 528: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 529: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

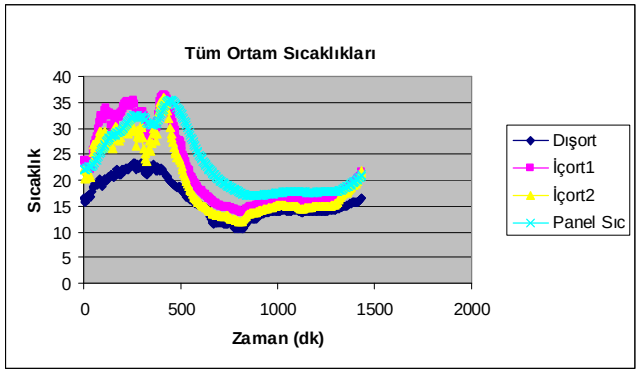


Şekil 530: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

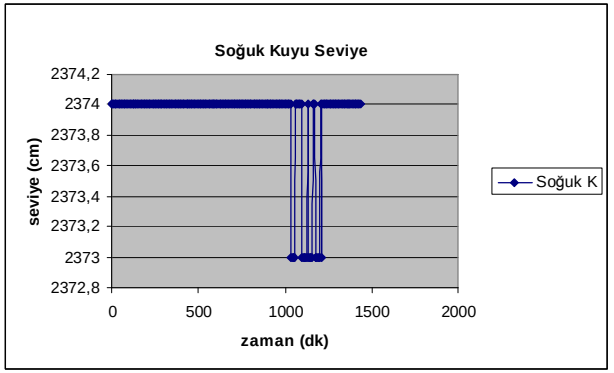


Şekil 531: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümler

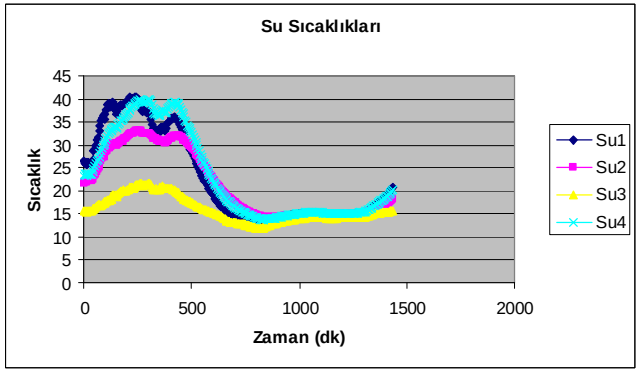
07 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 08 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



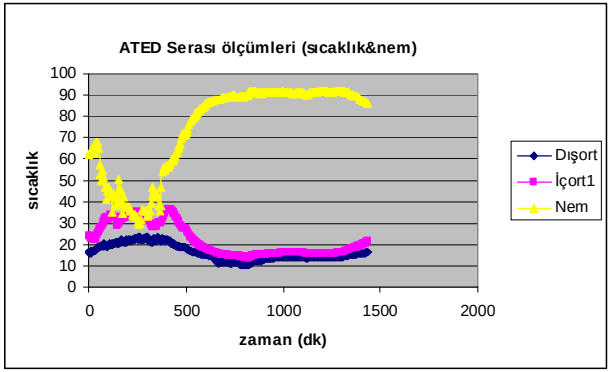
Şekil 532: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 533: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

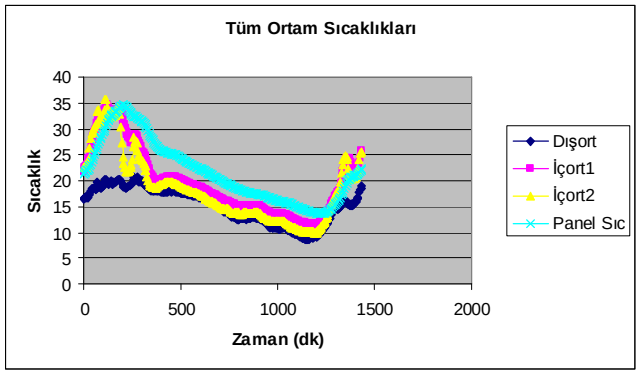


Şekil 534: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

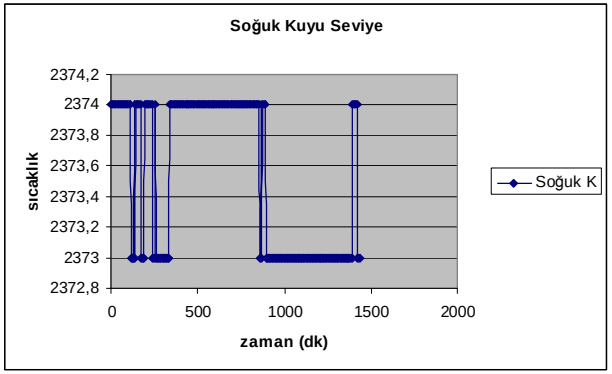


Şekil 535: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

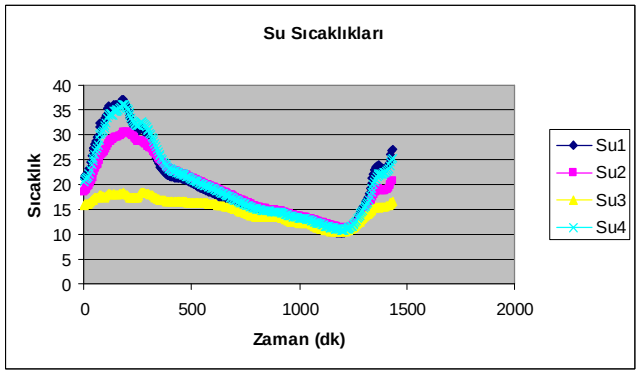
08 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 09 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



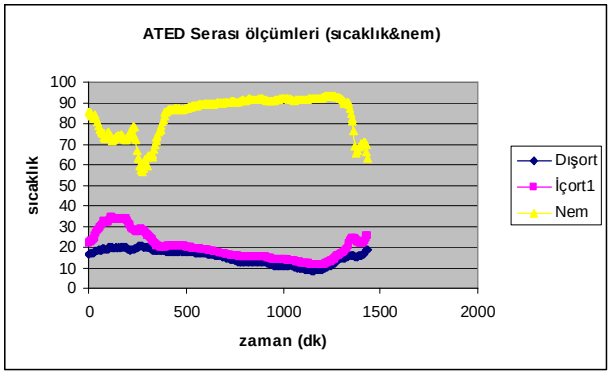
Şekil 536: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 537: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

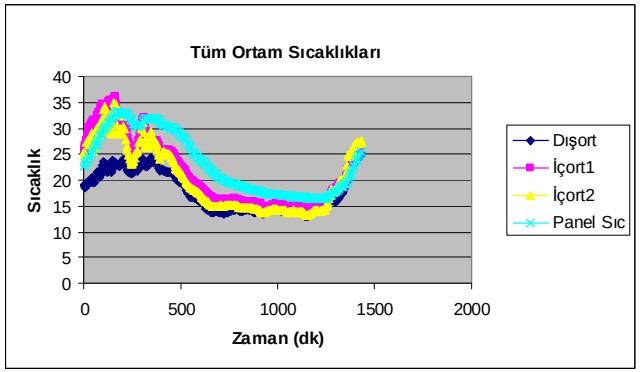


Şekil 538: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

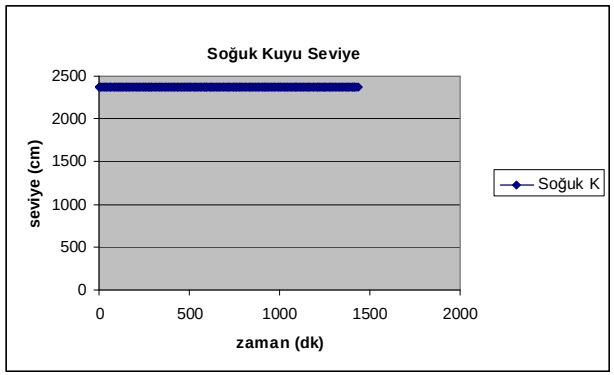


Şekil 539: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

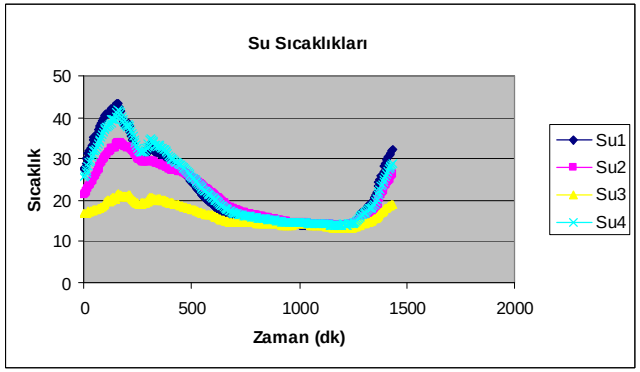
09 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 10 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



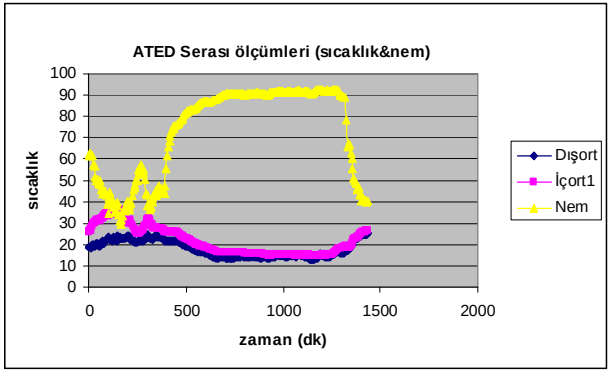
Şekil 540: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 541: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

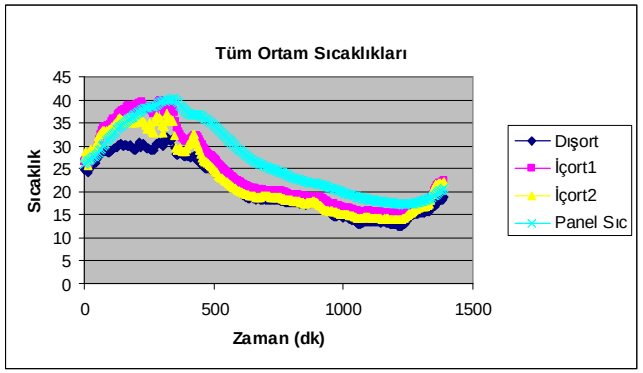


Şekil 542: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

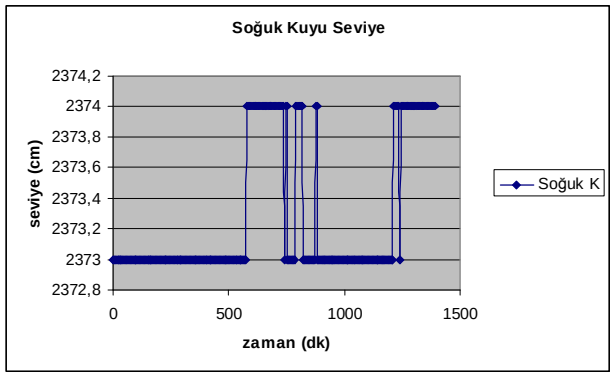


Şekil 543: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

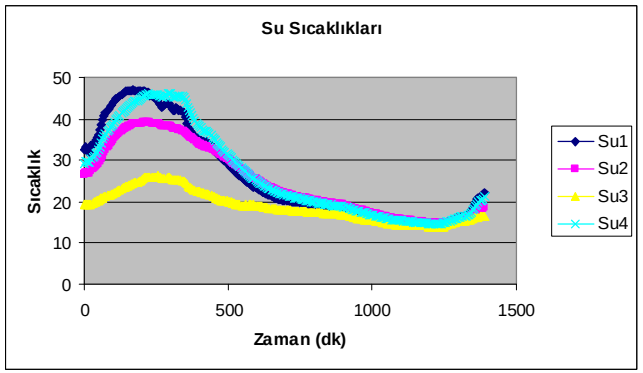
10 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 11 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 tarihlerinde sıcak geri kazanım&soğuk depolama için yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



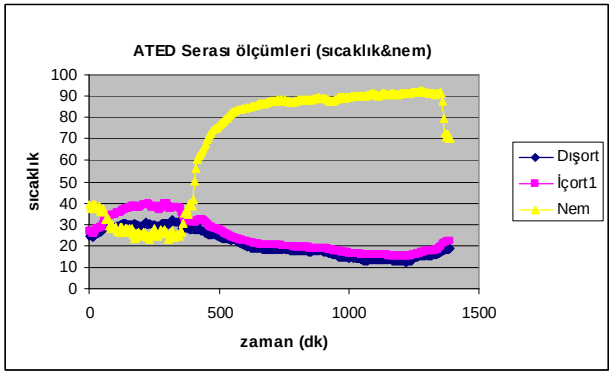
Şekil 544: Sıcak geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 545: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri



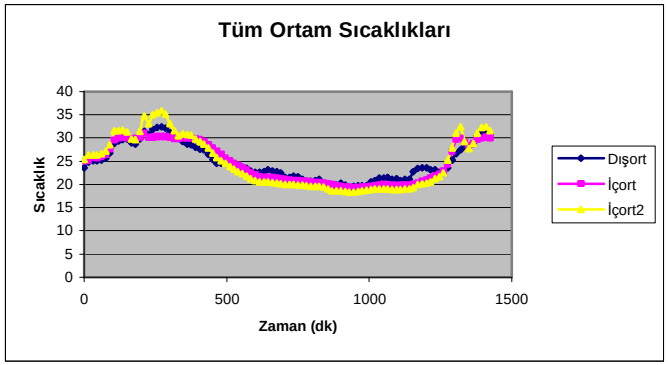
Şekil 546: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları



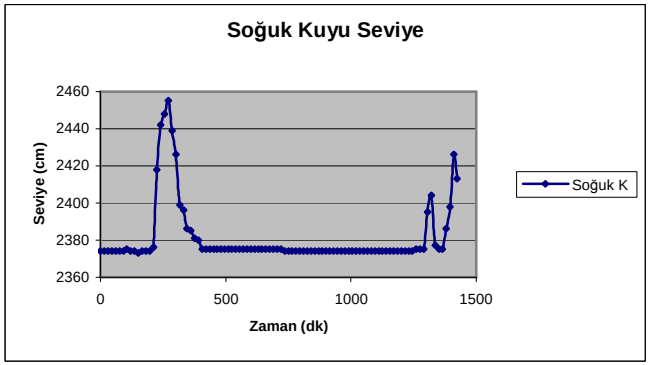
Şekil 547: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

EK 3: 2006 yılı yaz ayları soğuk geri kazanım işlemi günlük alınan veri grafikleri

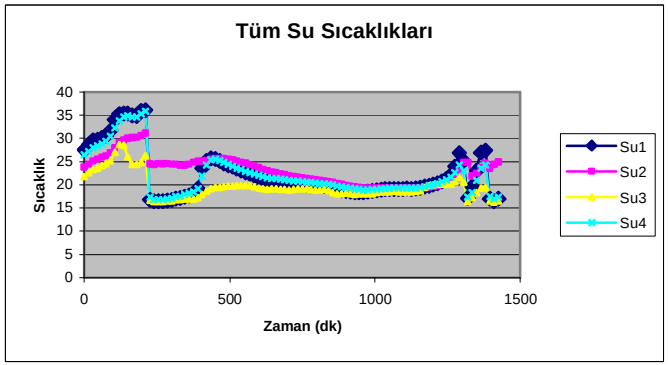
14 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 15 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



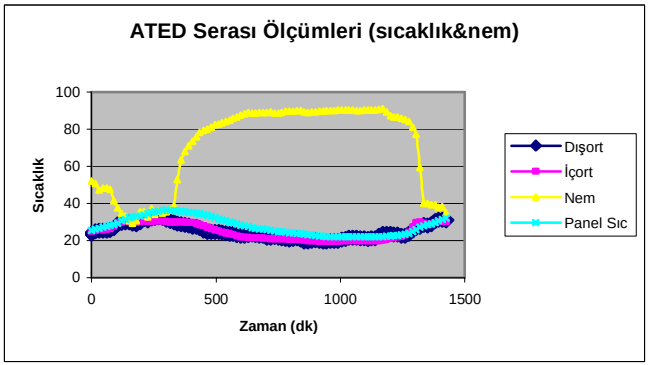
Şekil 1: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 2: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

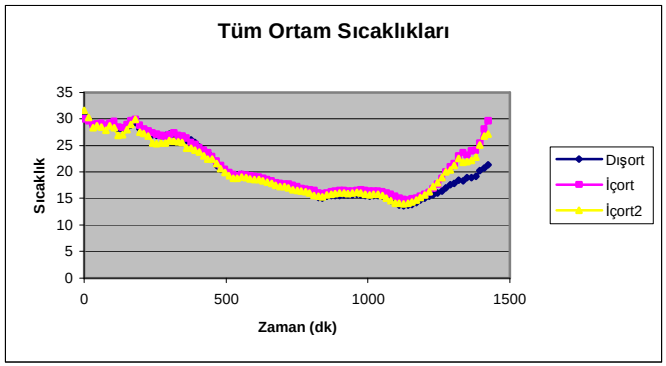


Şekil 3: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

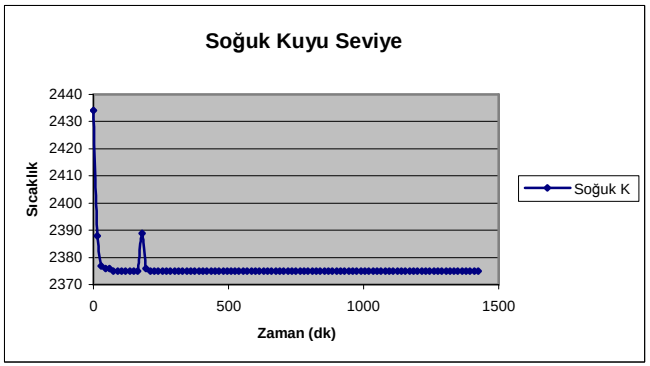


Şekil 4: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

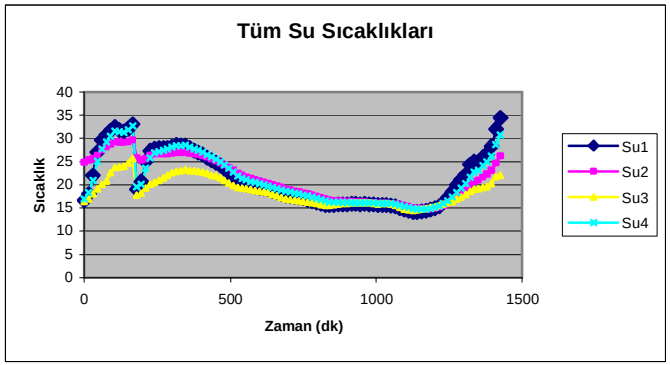
15 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 16 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



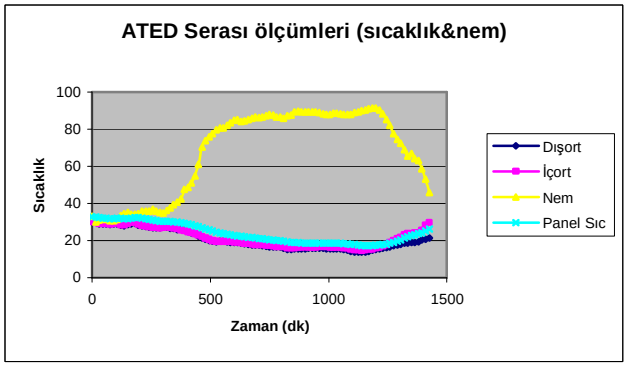
Şekil 5: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 6: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

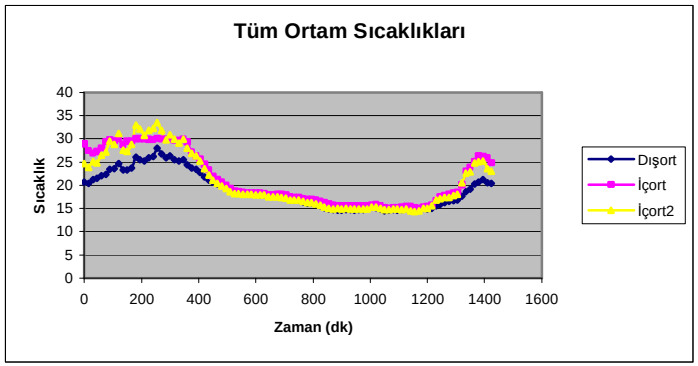


Şekil 7: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

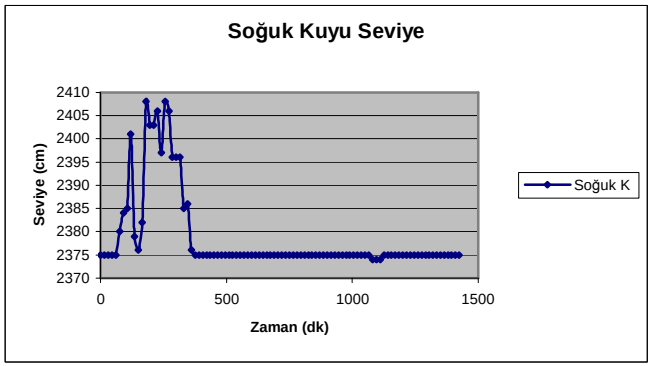


Şekil 8: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

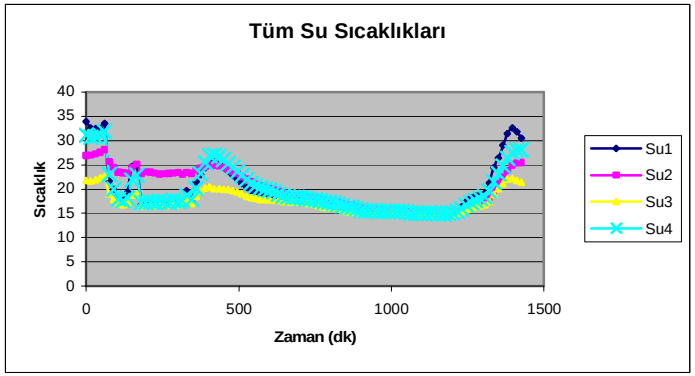
16 Nisan (sabah 9.^{00}) - 17 Nisan (sabah 9.^{00}) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



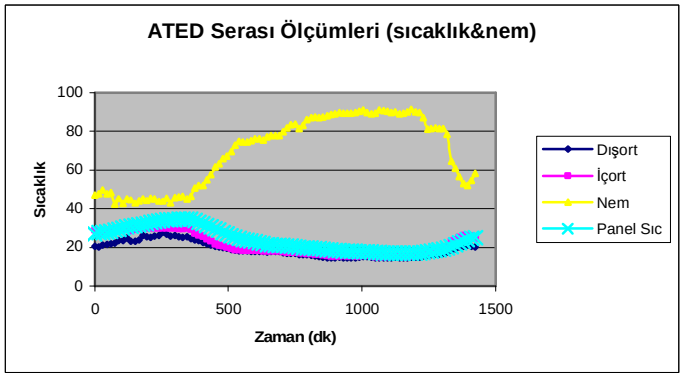
Şekil 9: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 10: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

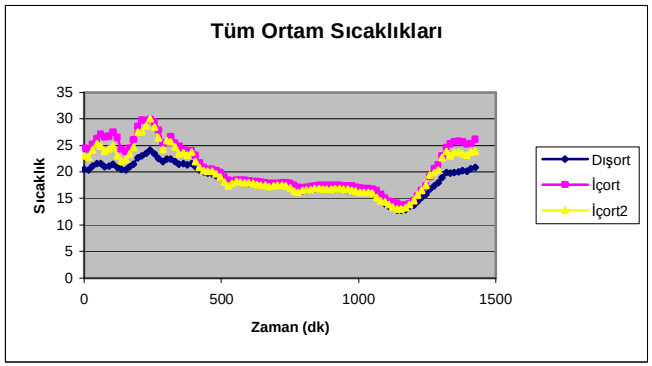


Şekil 11: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

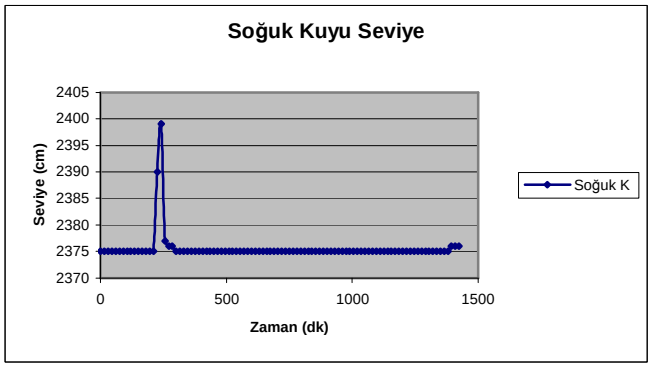


Şekil 12: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

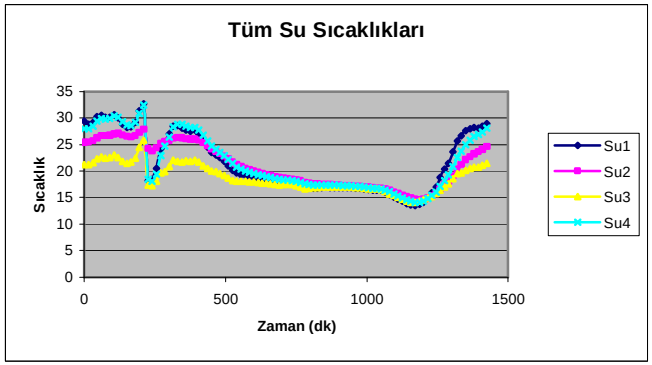
17 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 18 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



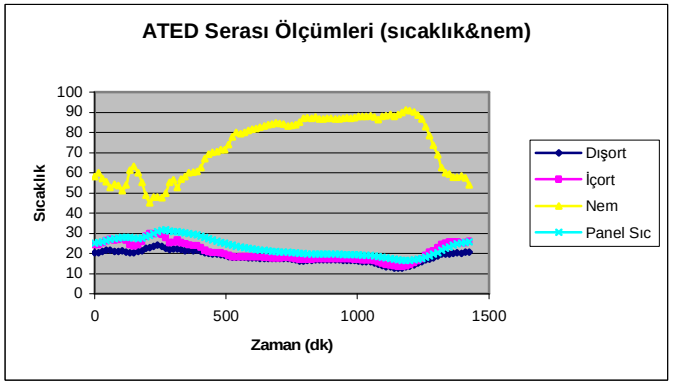
Şekil 13: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 14: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

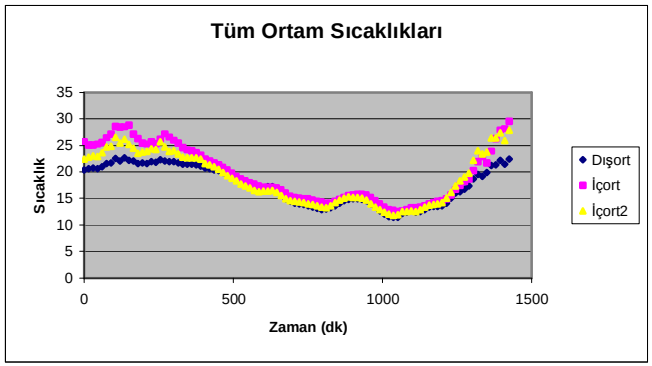


Şekil 15: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

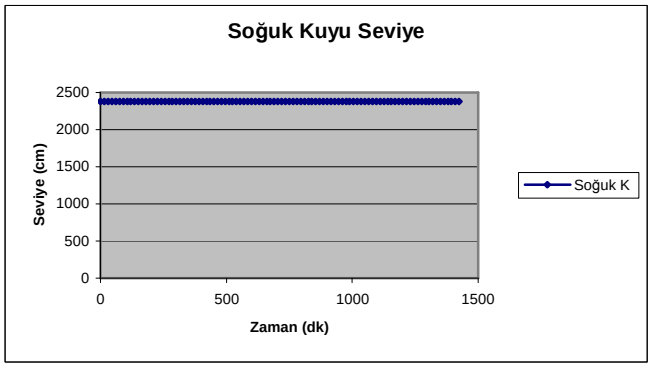


Şekil 16: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

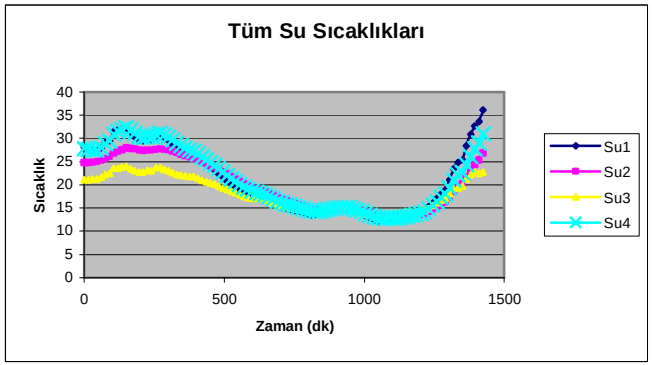
18 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 19 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



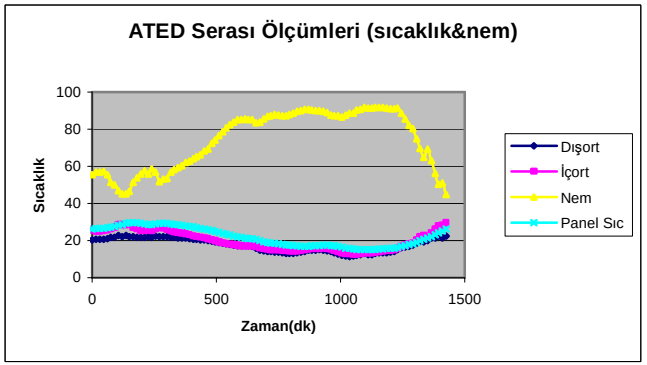
Şekil 17: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 18: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

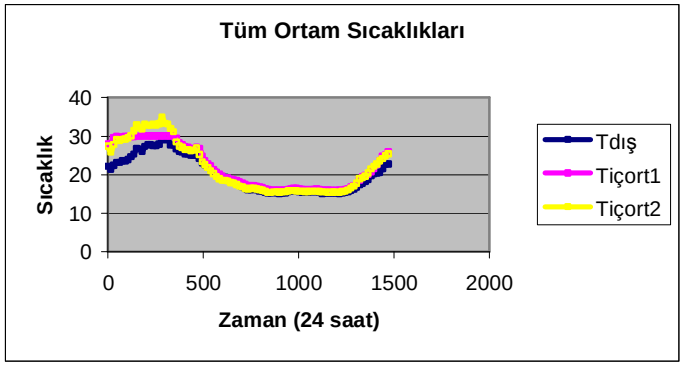


Şekil 19: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

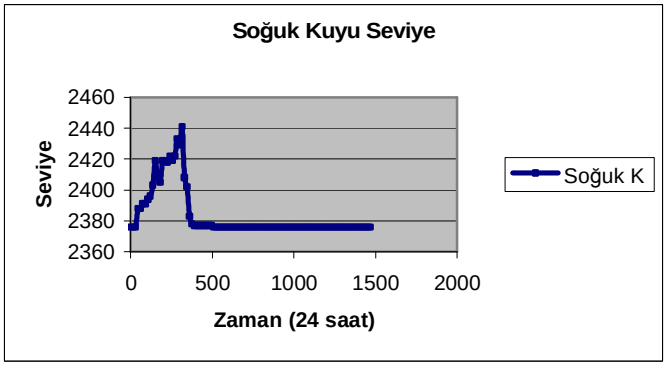


Şekil 20: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

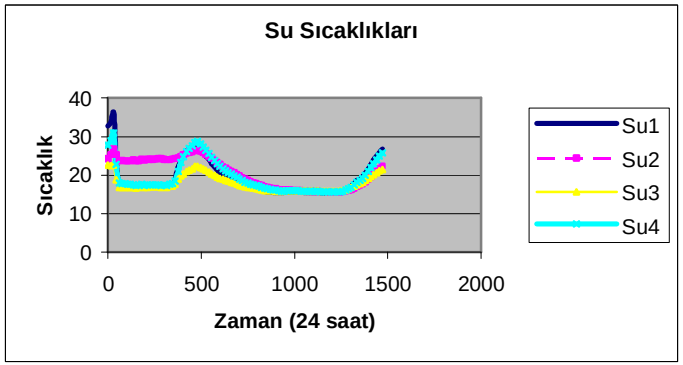
19 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 20 Nisan (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;
(Not: Bu tarihten sonra sistem 20 Mayıs 2006 tarihine kadar çalışmamıştır. Arızanın sebebi araştırma alanında meydana gelen genel bir elektrik arızasıdır)



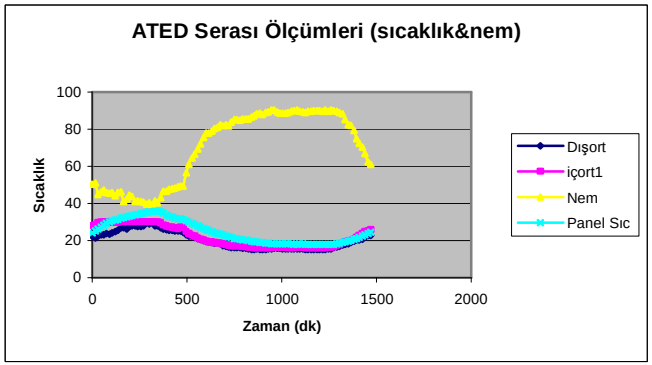
Şekil 21: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 22: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

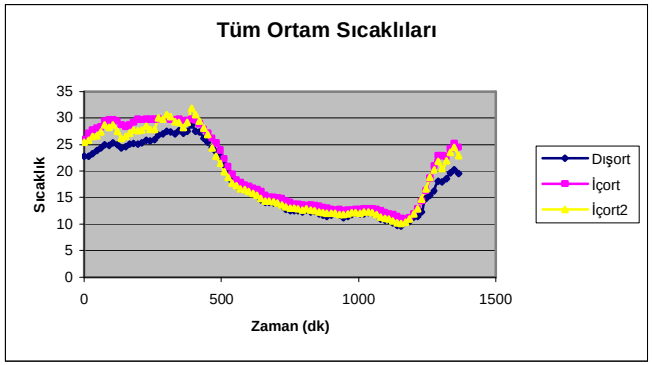


Şekil 23: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

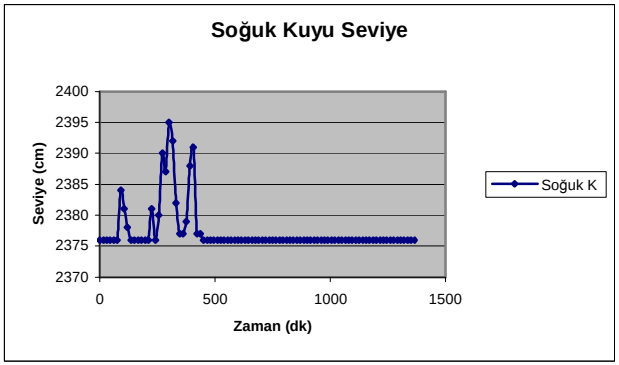


Şekil 24: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

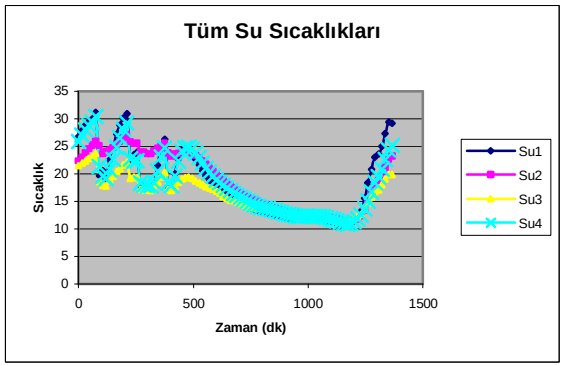
20 Mayıs (sabah 9.^{00}) - 21 Mayıs (sabah 9.^{00}) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;
(Not: 19 Nisan 2006 – 20 Mayıs 2006 arasında kalan yaklaşık 1 ayluk sürede deneme alanında meydana gelen merkezi elektrik arızası nedeni ile ölçüm alınamamıştır.)



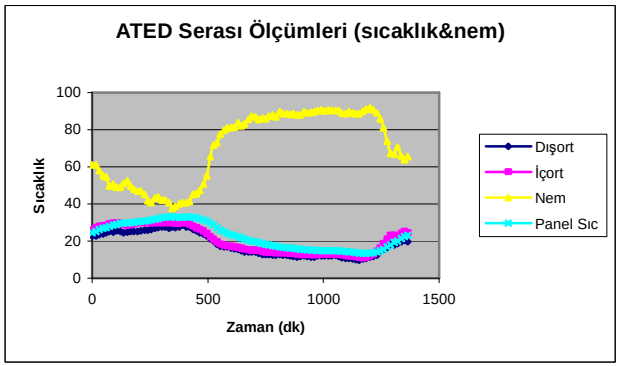
Şekil 25: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 26: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

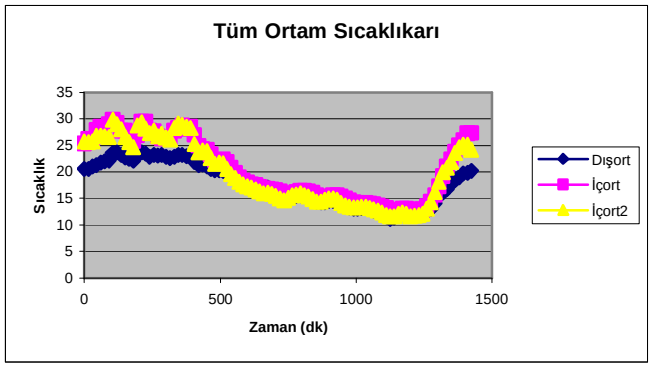


Şekil 27: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

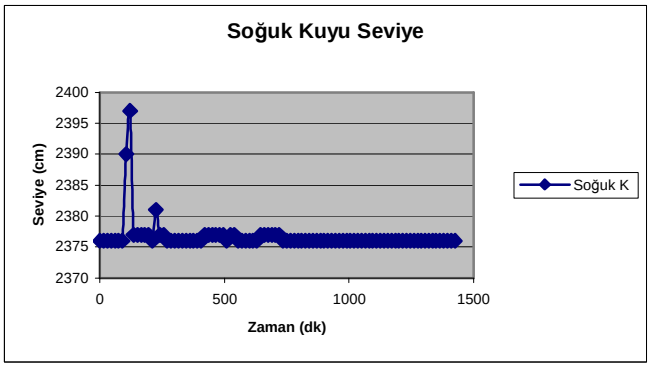


Şekil 28: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

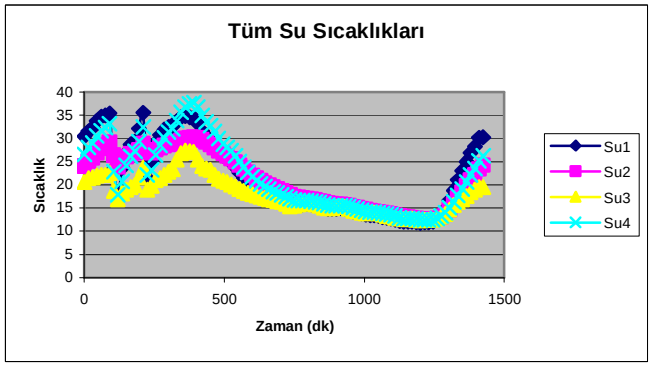
21 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) - 22 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



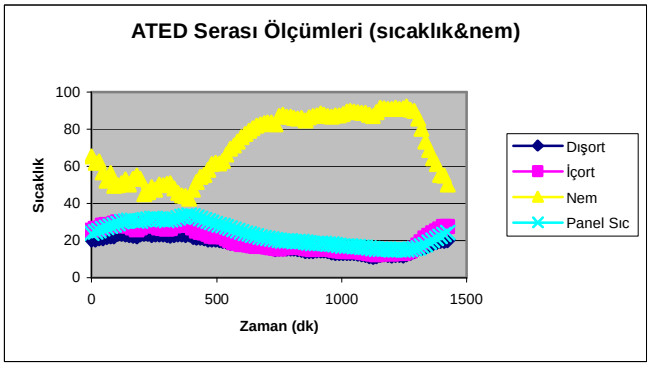
Şekil 29: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 30: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

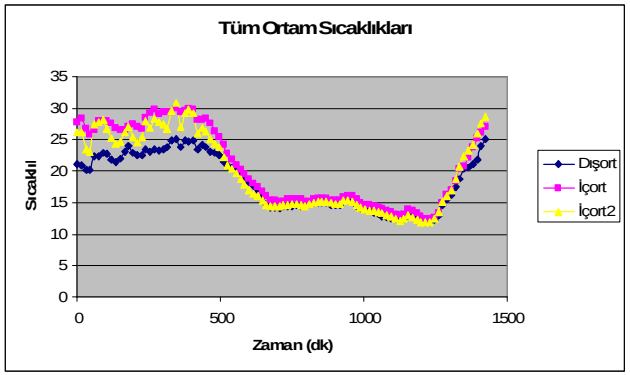


Şekil 31: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

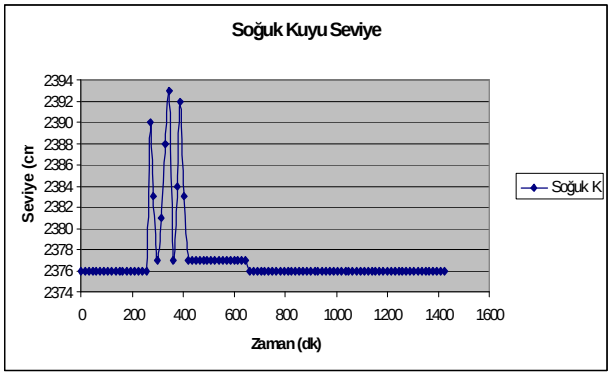


Şekil 32: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

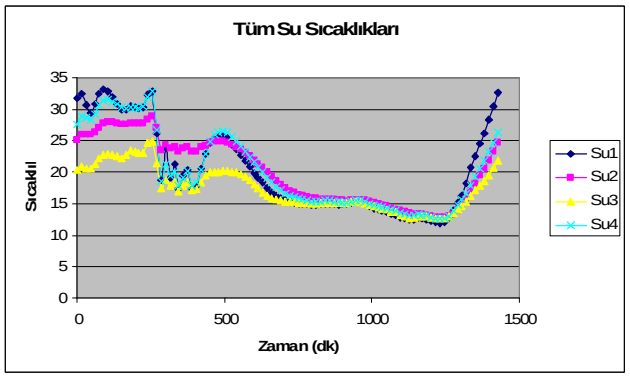
22 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) - 23 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



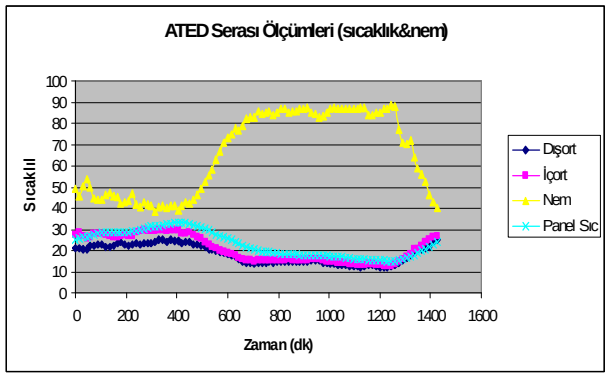
Şekil 33: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 34: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

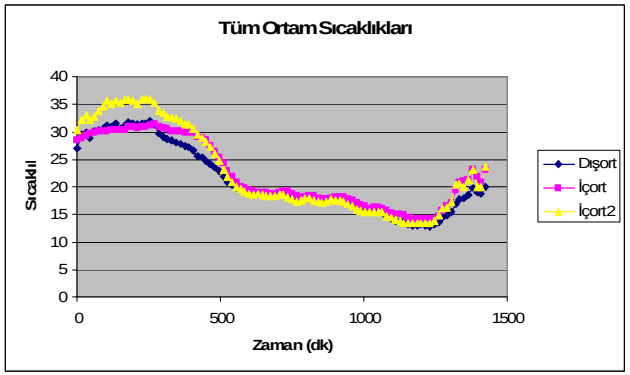


Şekil 35: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

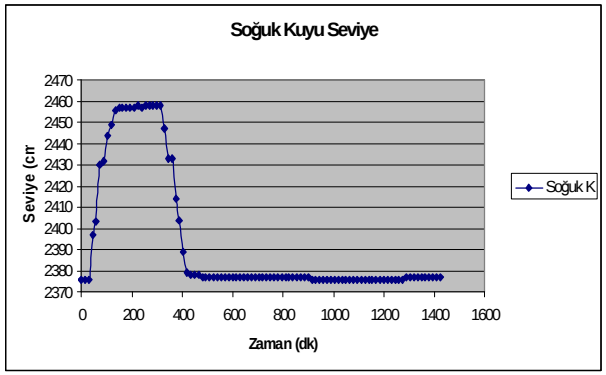


Şekil 36: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

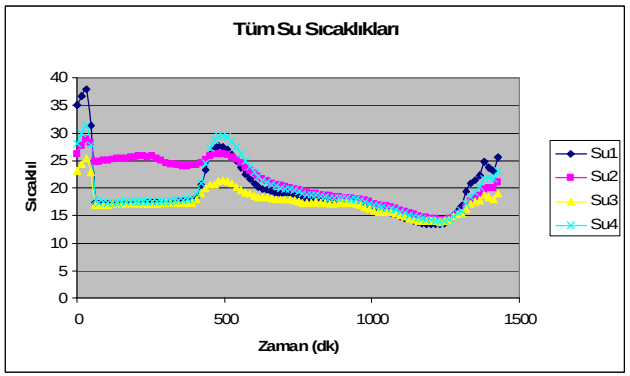
23 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 24 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



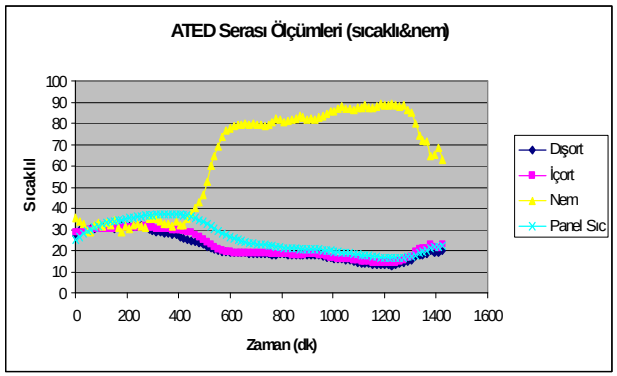
Şekil 37: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 38: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

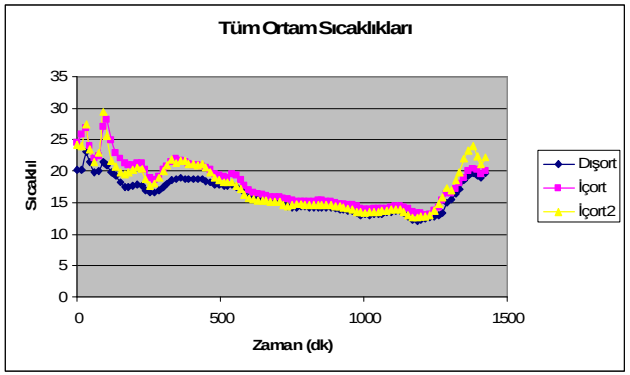


Şekil 39: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

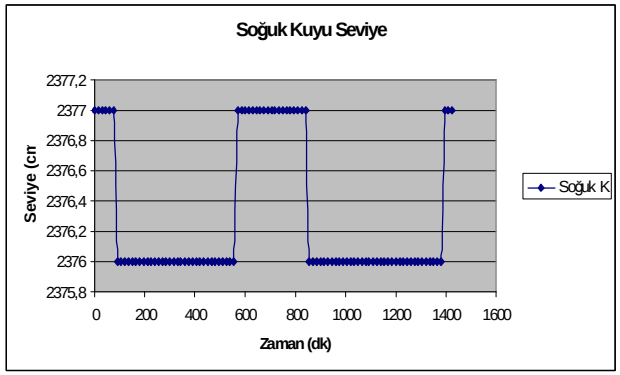


Şekil 40: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

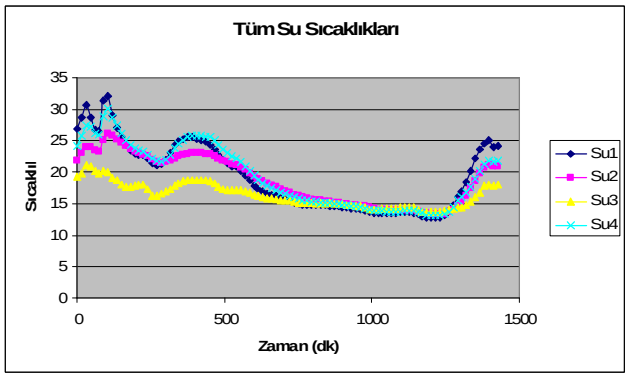
24 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 25 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



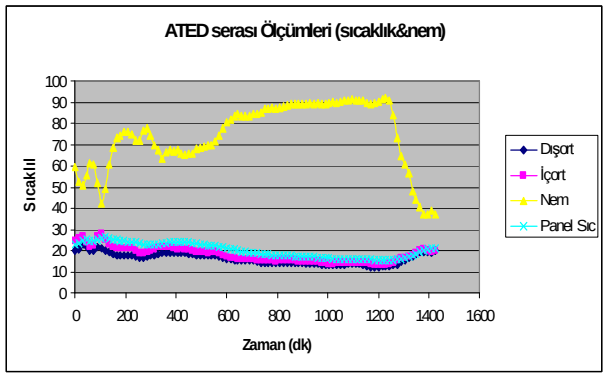
Şekil 41: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 42: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

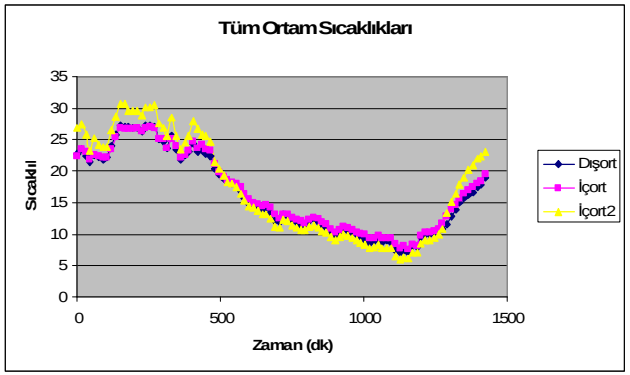


Şekil 43: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

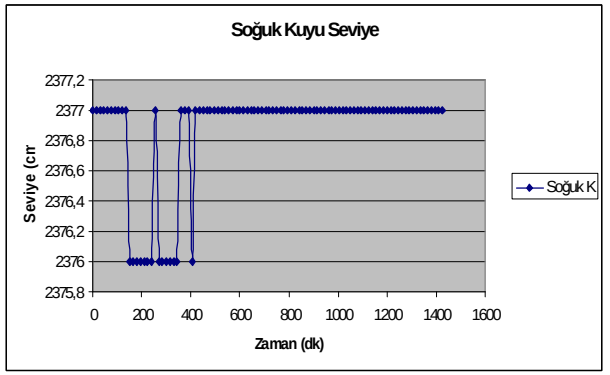


Şekil 44: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

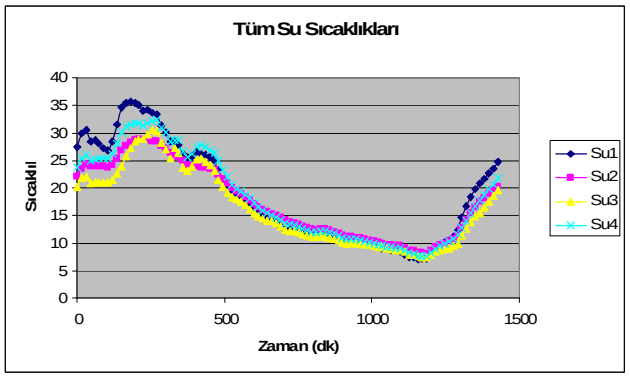
25 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) - 26 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



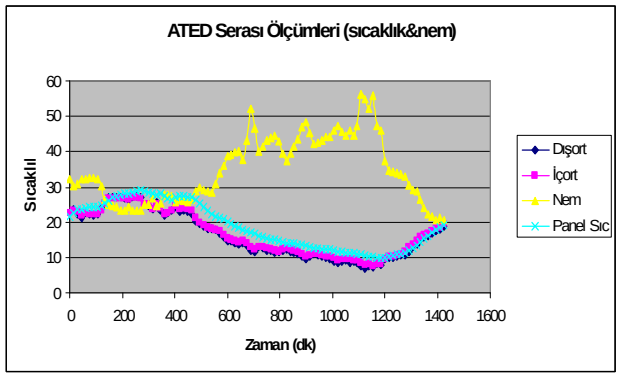
Şekil 45: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 46: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

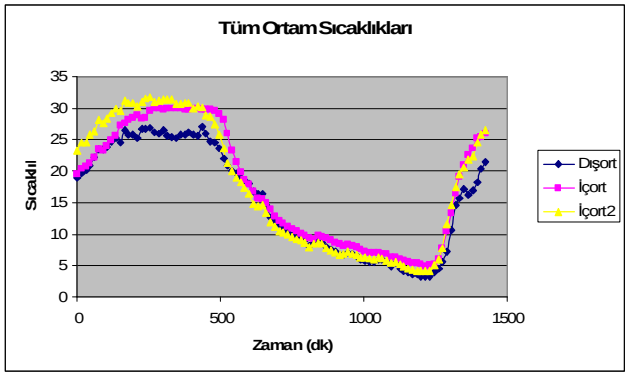


Şekil 47: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

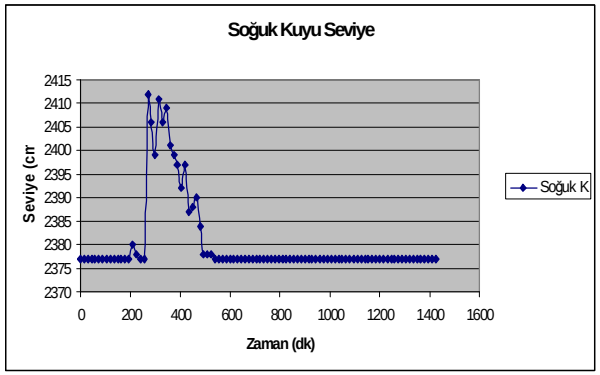


Şekil 48: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

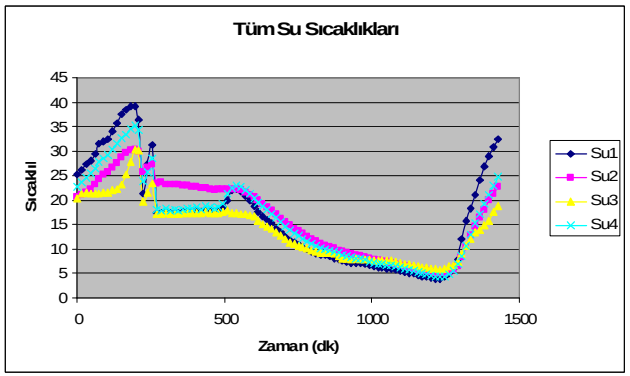
26 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) - 27 Mayıs (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



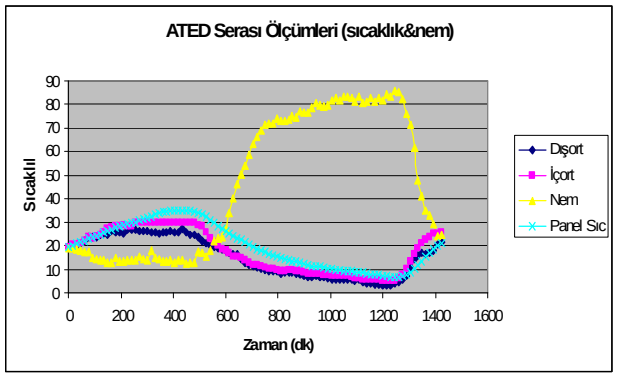
Şekil 49: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 50: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

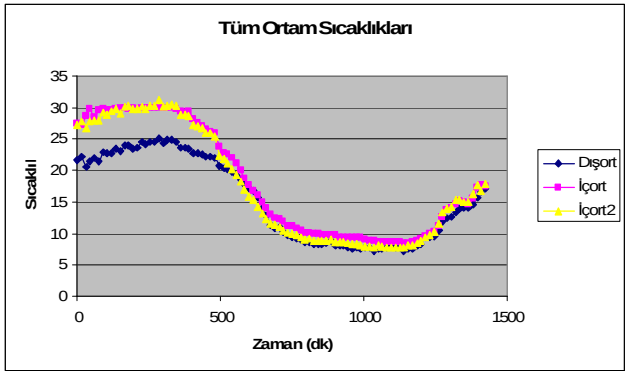


Şekil 51: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

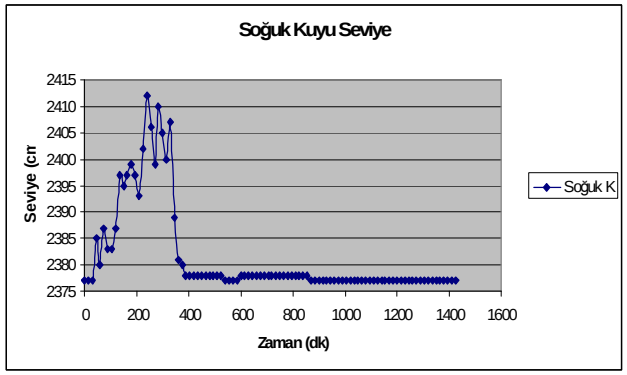


Şekil 52: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

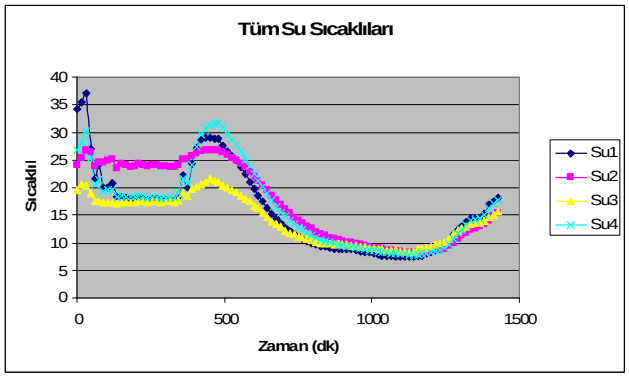
27 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 28 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



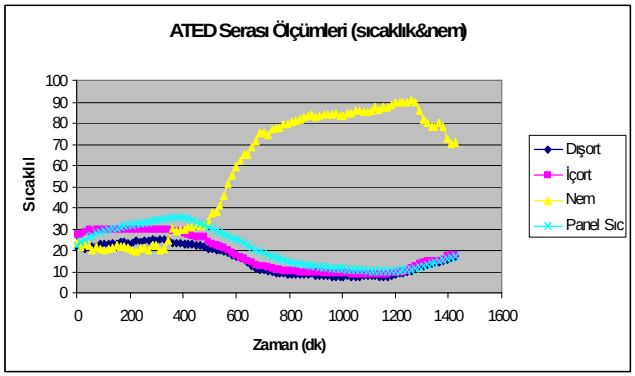
Şekil 53: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 54: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

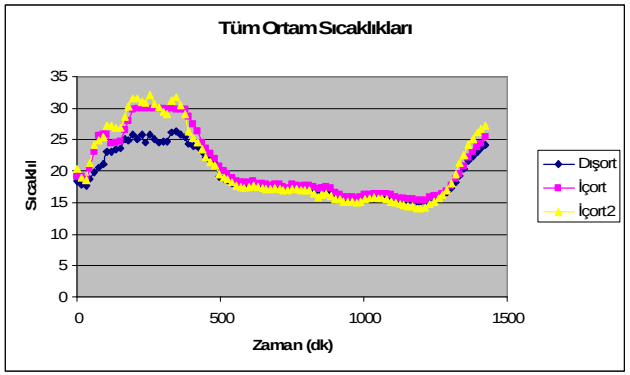


Şekil 55: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

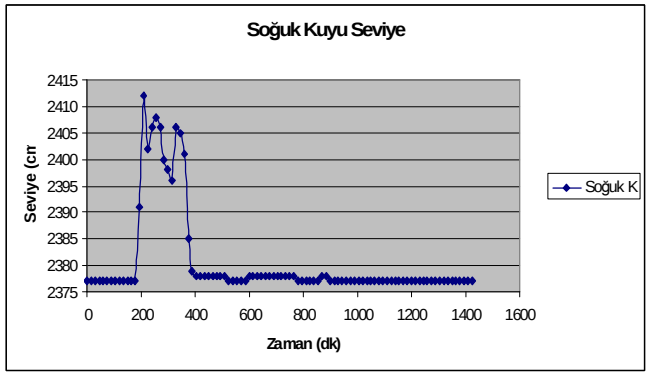


Şekil 56: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

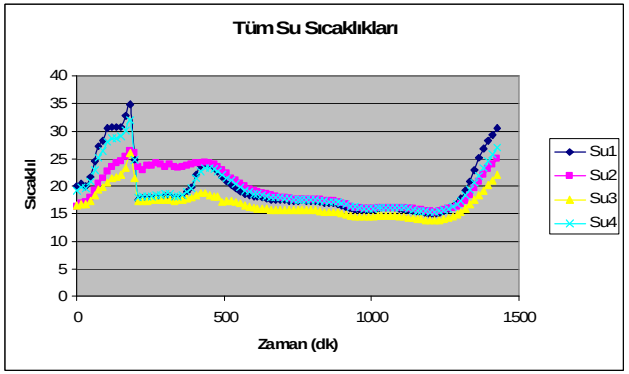
28 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 29 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



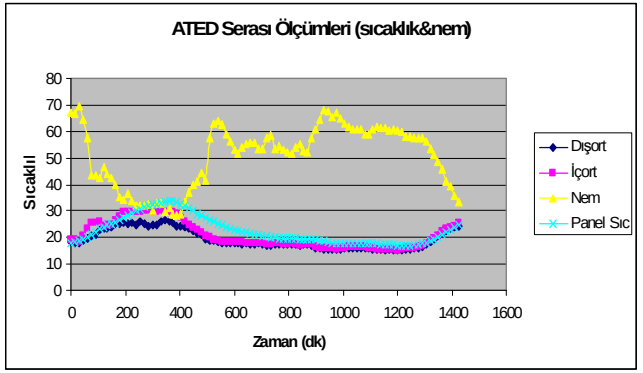
Şekil 57: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 58: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

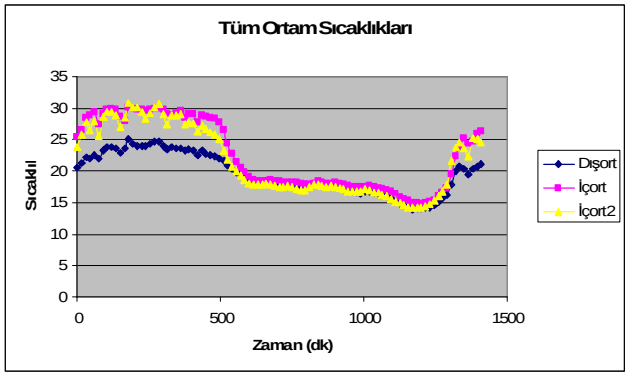


Şekil 59: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

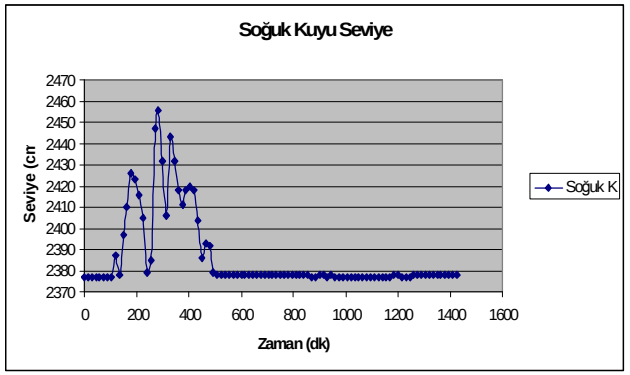


Şekil 60: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

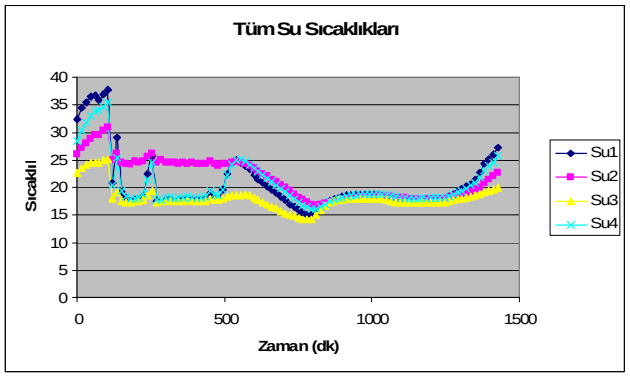
29 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 30 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



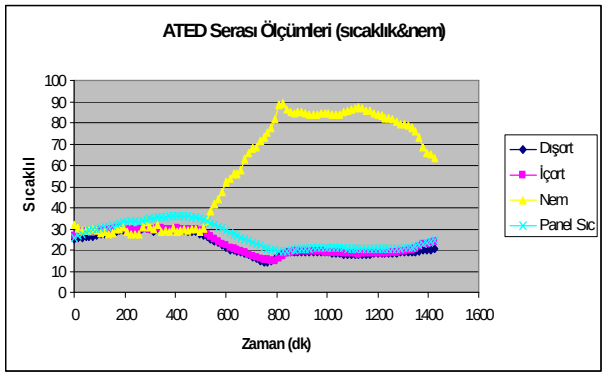
Şekil 61: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 62: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

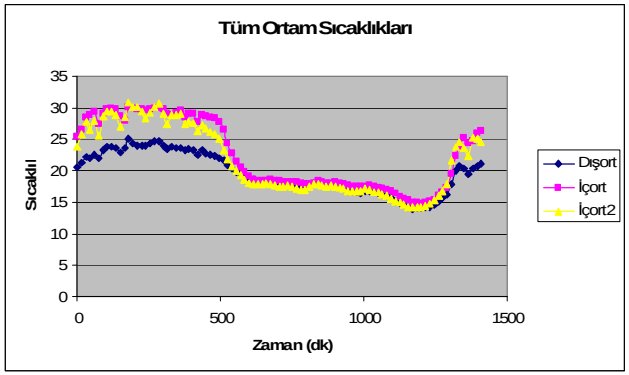


Şekil 63: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

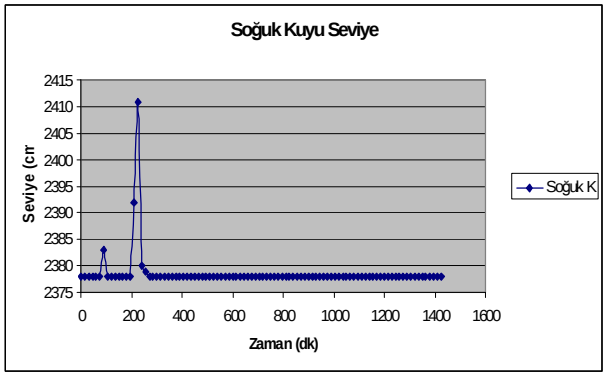


Şekil 64: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

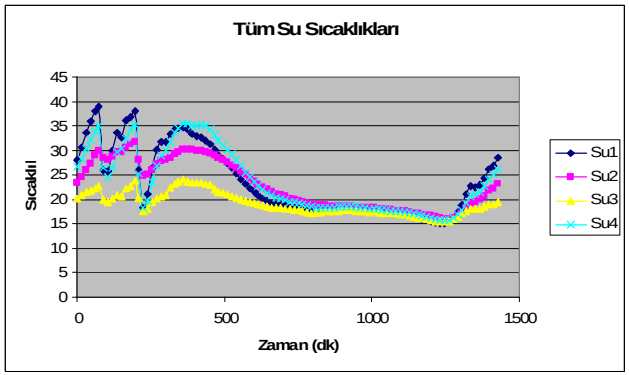
30 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 31 Mayıs (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



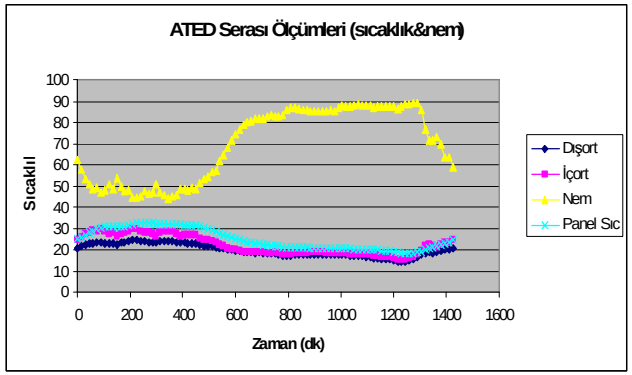
Şekil 65: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 66: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

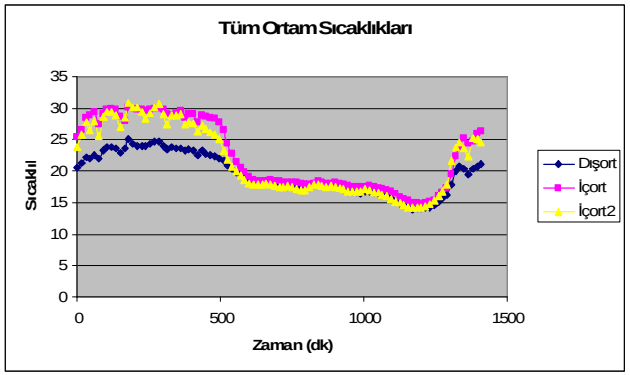


Şekil 67: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

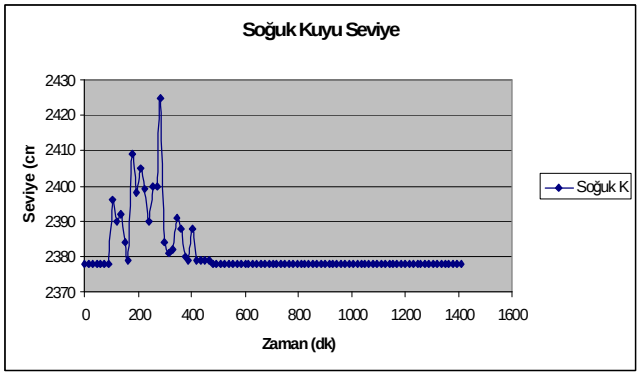


Şekil 68: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

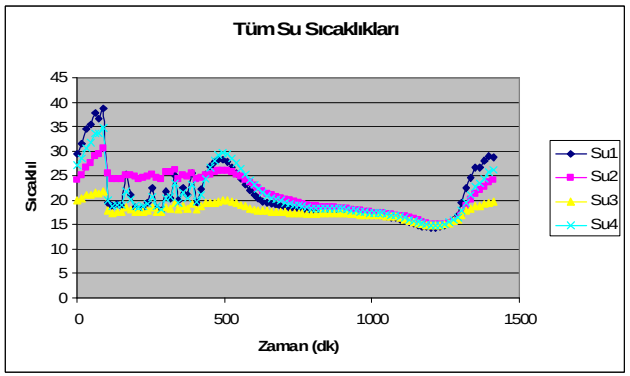
31 Mayıs (sabah 9.^{00}) - 01 Haziran (sabah 9.^{00}) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



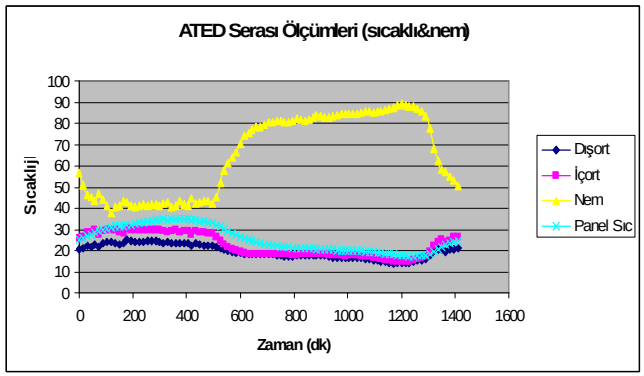
Şekil 69: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 70: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

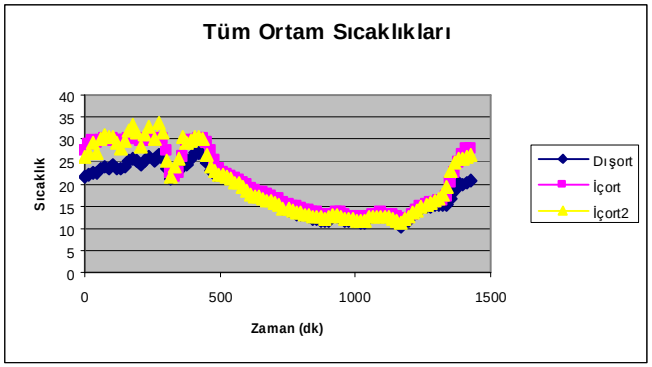


Şekil 71: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

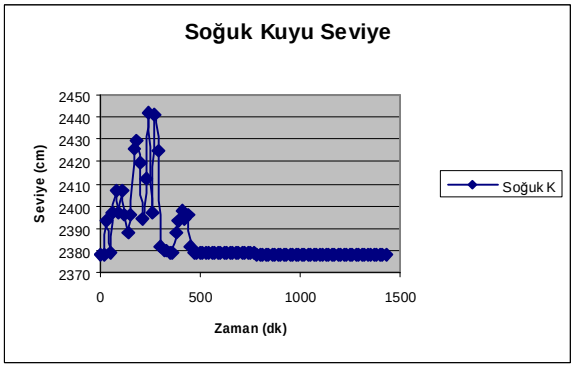


Şekil 72: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

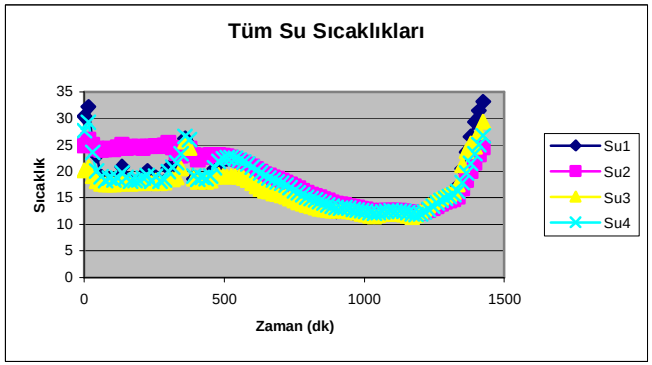
01 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 02 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



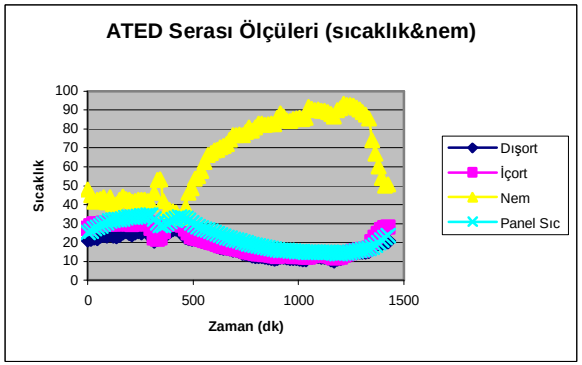
Şekil 73: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 74: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

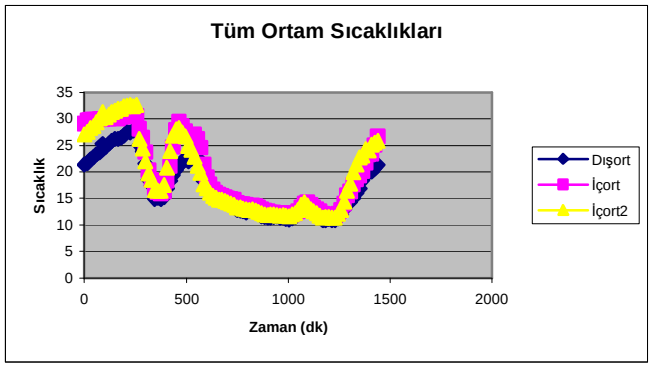


Şekil 75: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

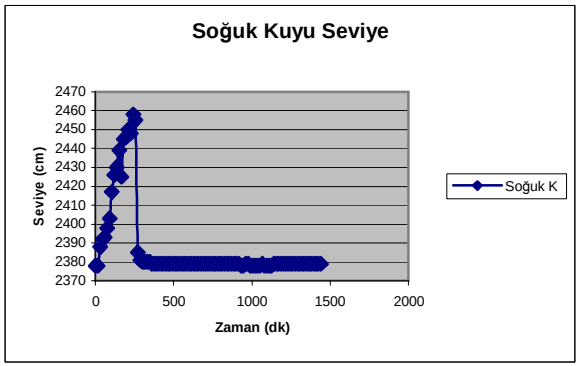


Şekil 76: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

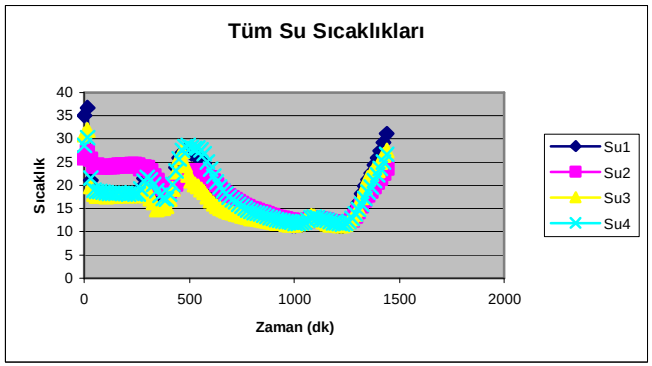
02 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 03 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



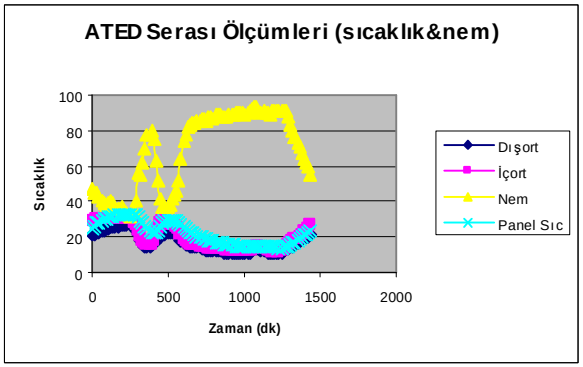
Şekil 77: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 78: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

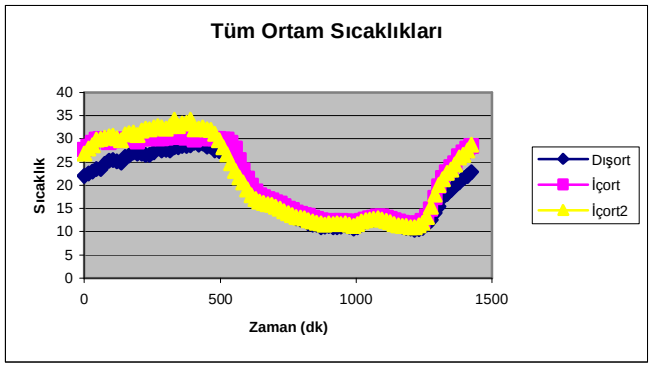


Şekil 79: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

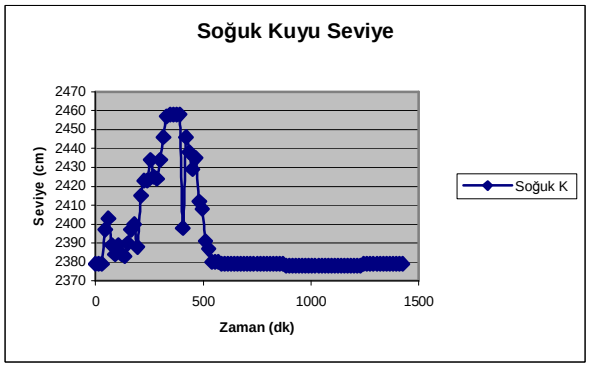


Şekil 80: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

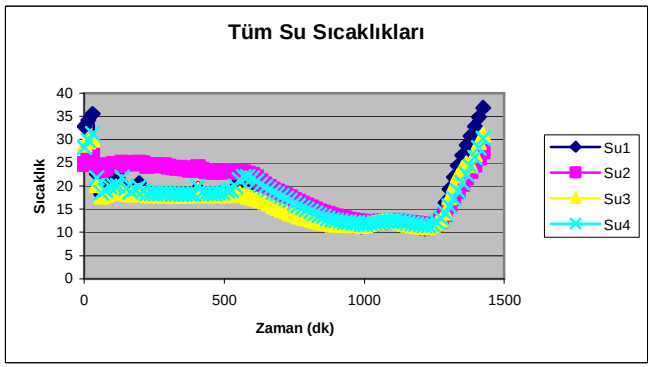
03 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 04 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



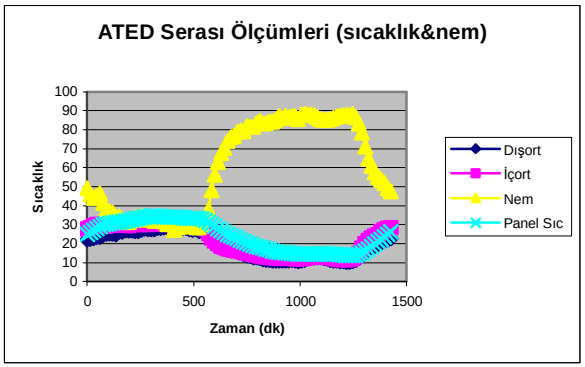
Şekil 81: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 82: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

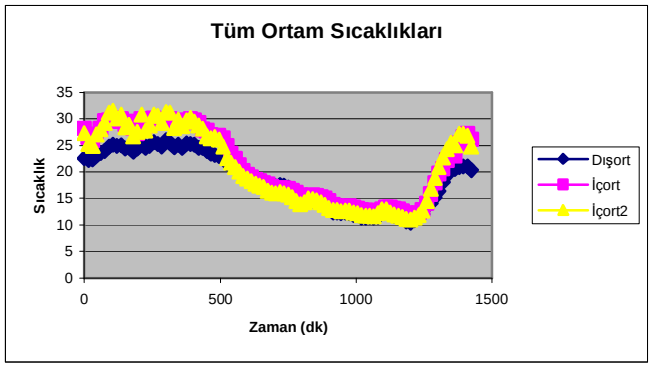


Şekil 83: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

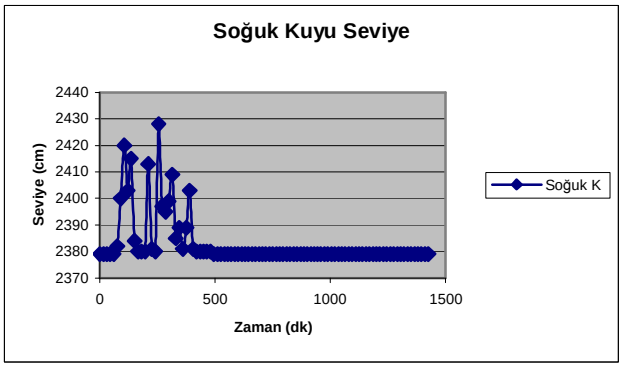


Şekil 84: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

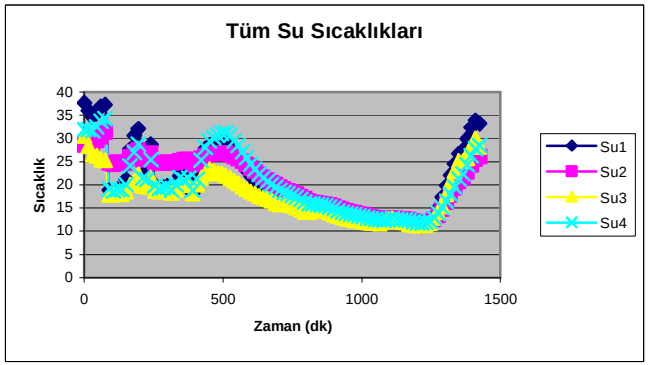
04 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 05 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



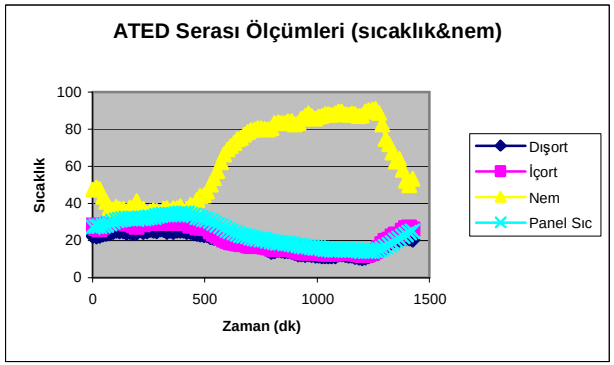
Şekil 85: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 86: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

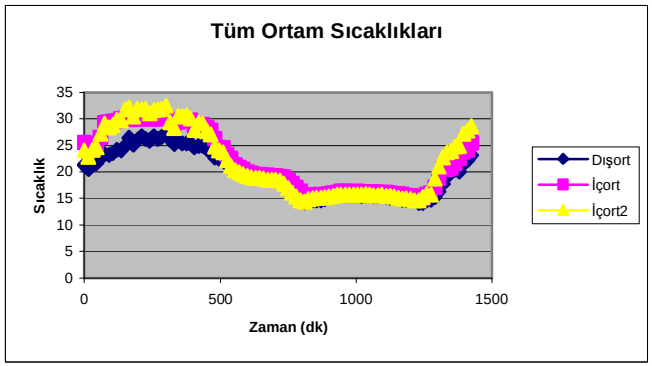


Şekil 87: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

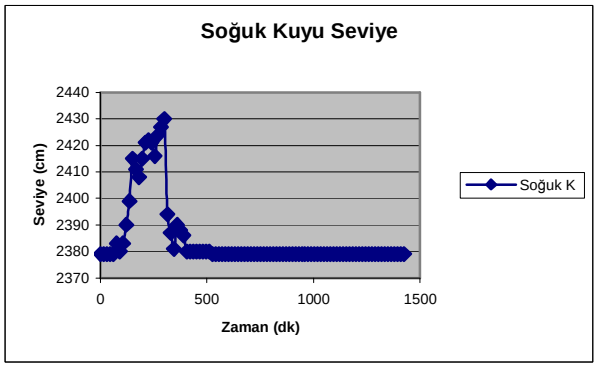


Şekil 88: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

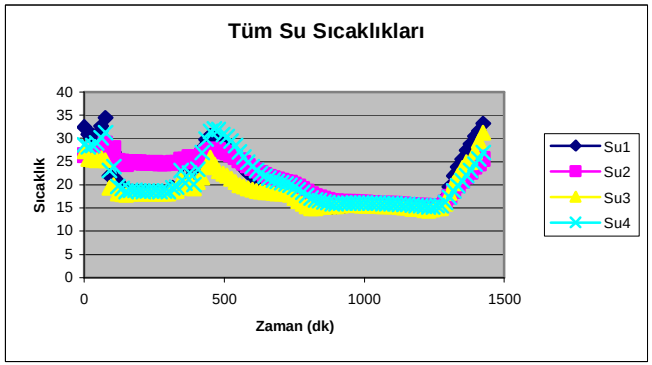
05 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 06 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



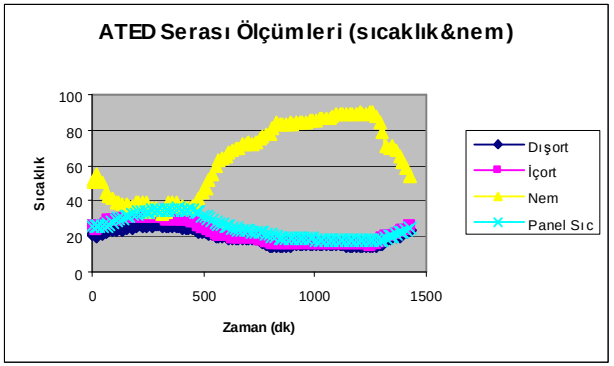
Şekil 89: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 90: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

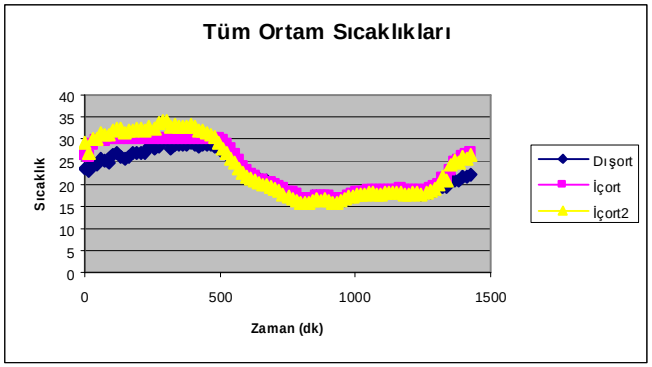


Şekil 91: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

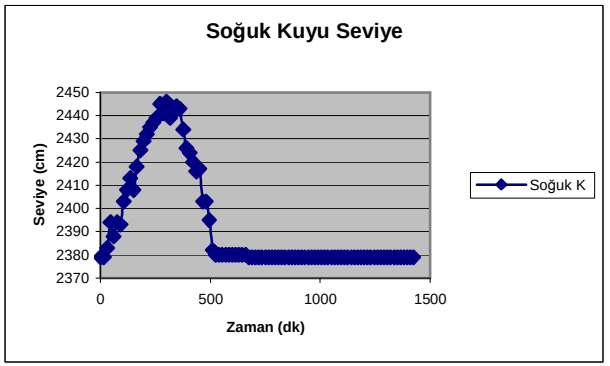


Şekil 92: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

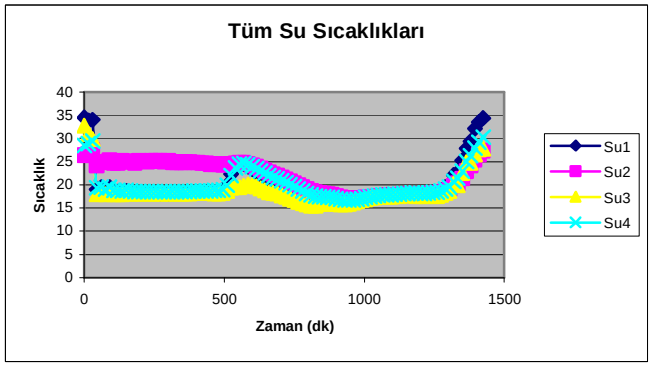
06 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 07 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



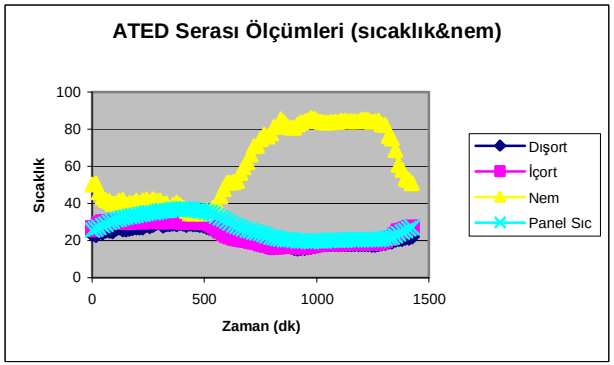
Şekil 93: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 94: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

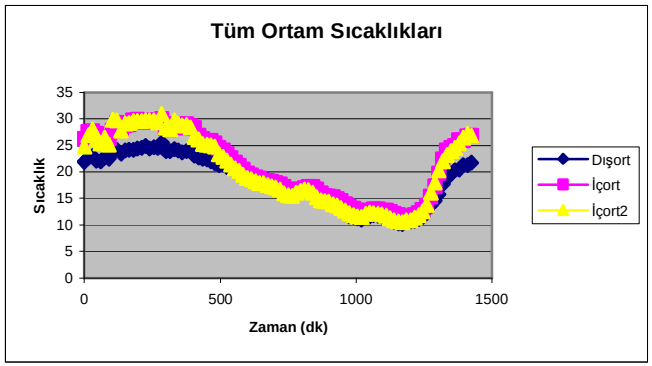


Şekil 95: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

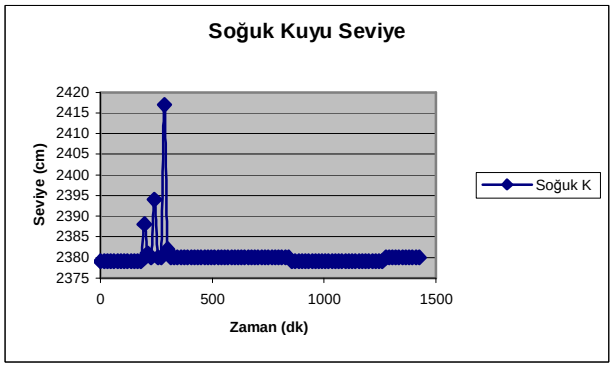


Şekil 96: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

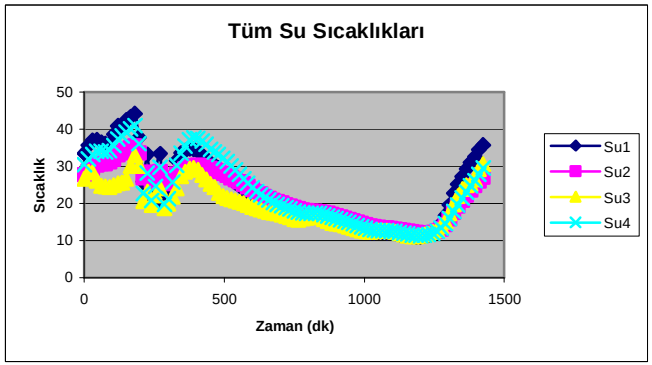
07 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 08 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



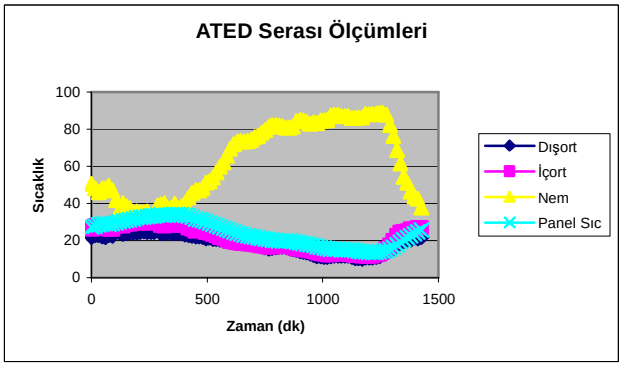
Şekil 97: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 98: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

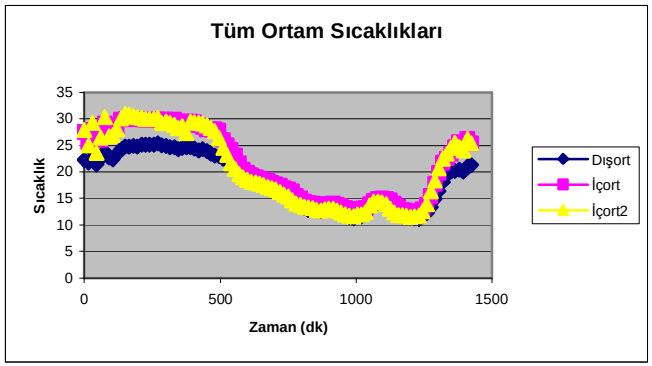


Şekil 99: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

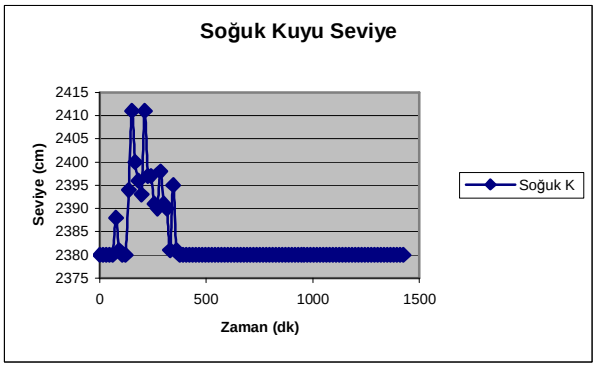


Şekil 100: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

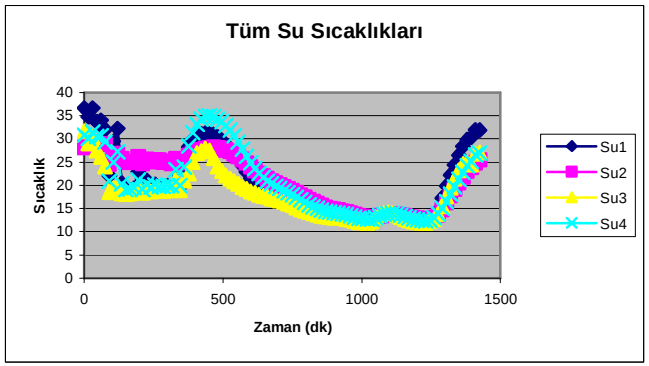
08 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 09 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



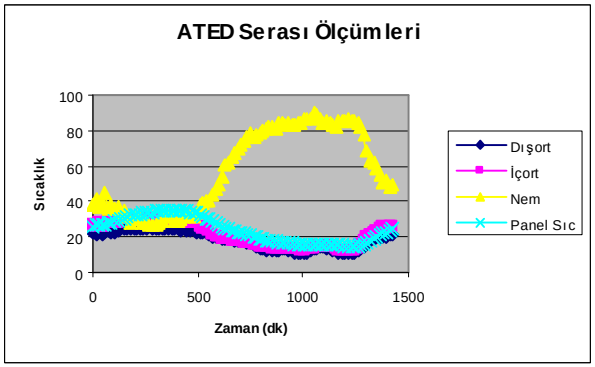
Şekil 101: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 102: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

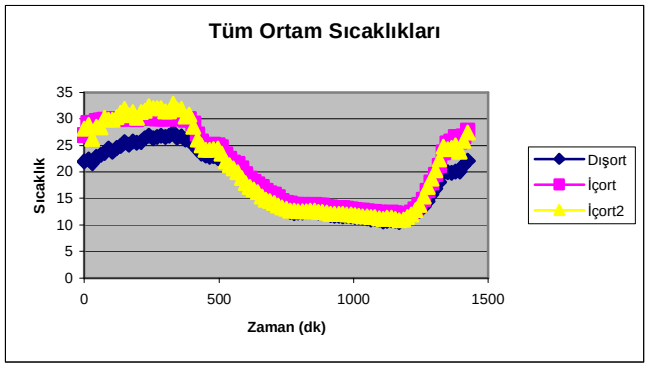


Şekil 103: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

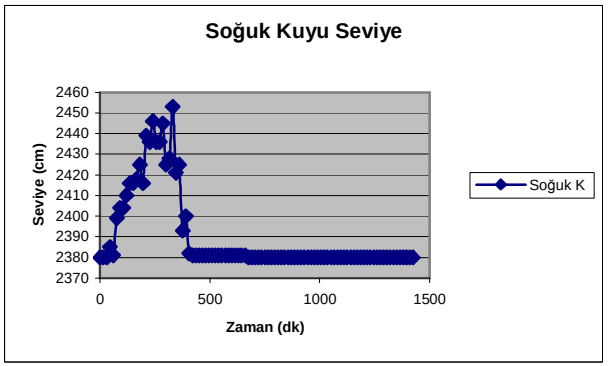


Şekil 104: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

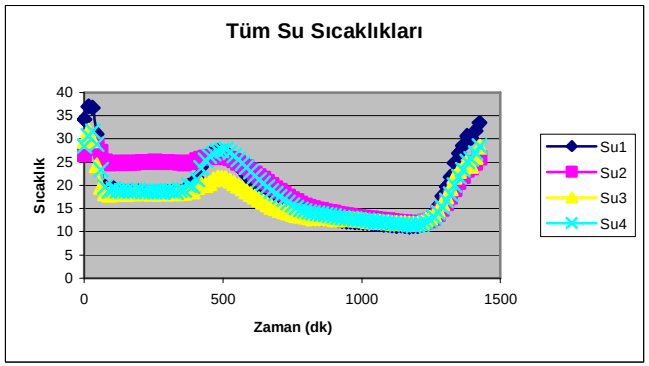
09 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 10 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



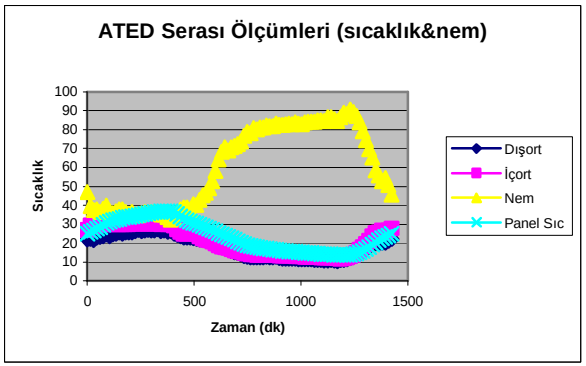
Şekil 105: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 106: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

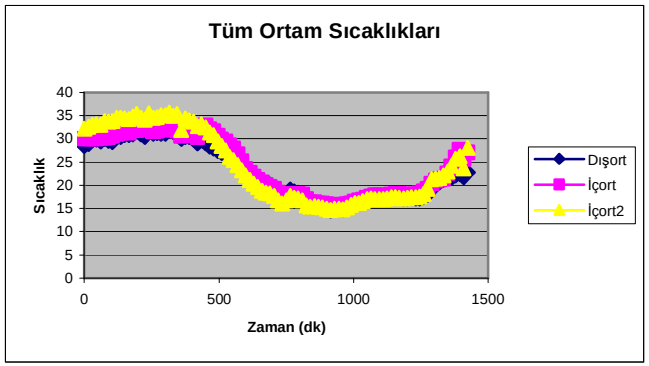


Şekil 107: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

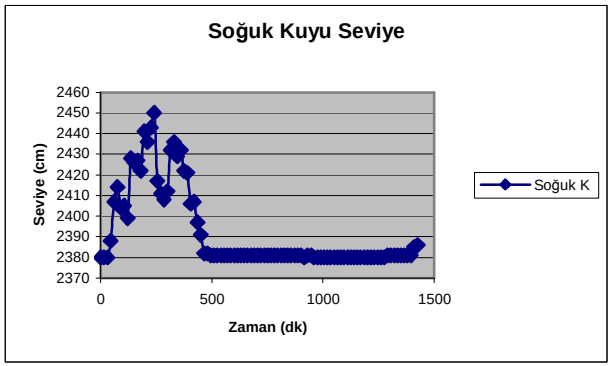


Şekil 108: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

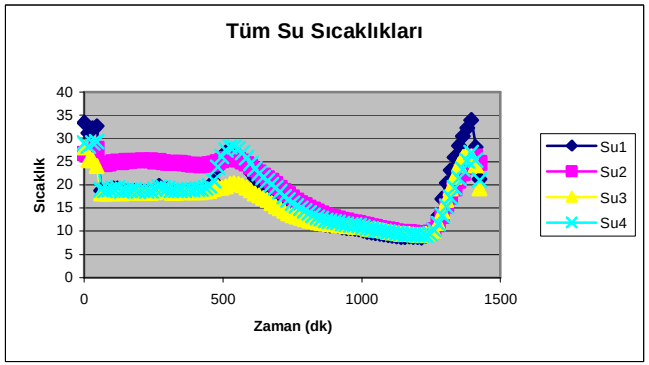
10 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 11 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



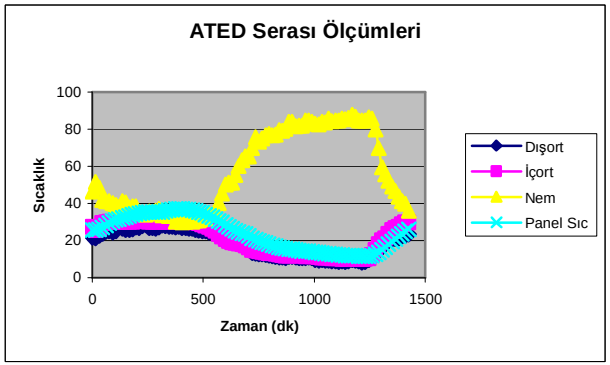
Şekil 109: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 110: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

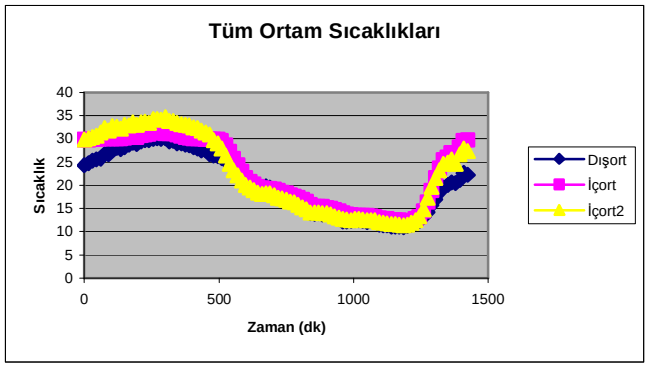


Şekil 111: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

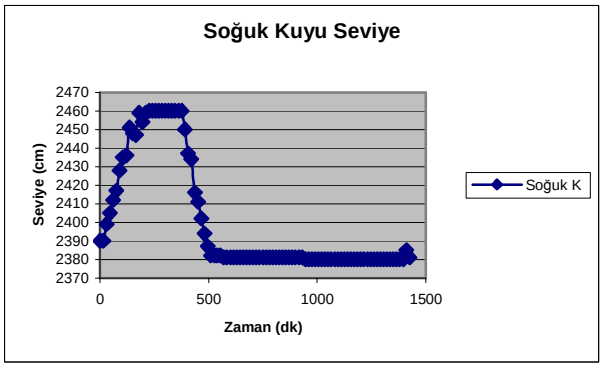


Şekil 112: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

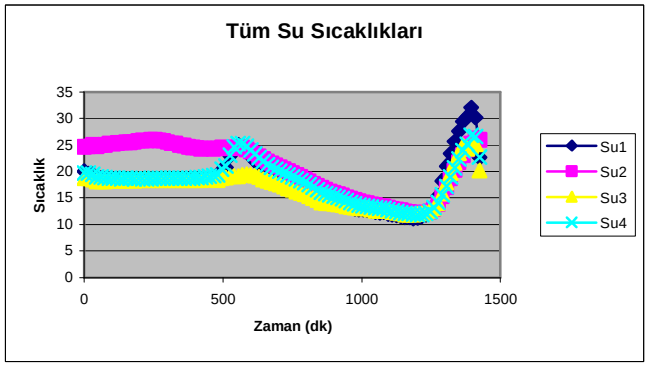
11 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 12 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



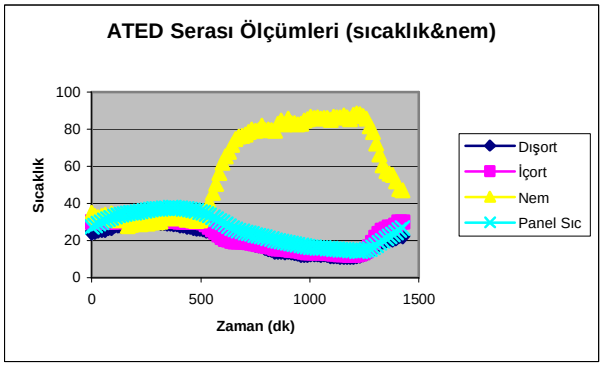
Şekil 113: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 114: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

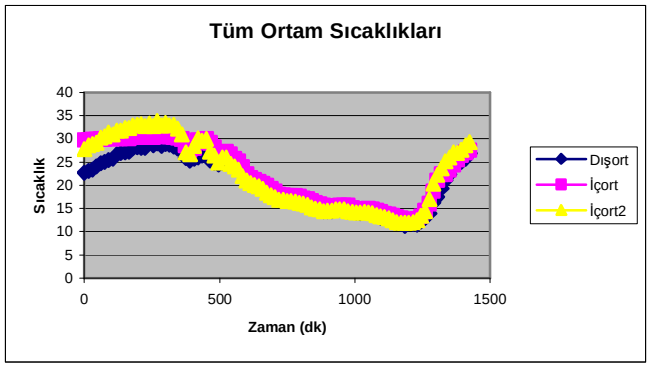


Şekil 115: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

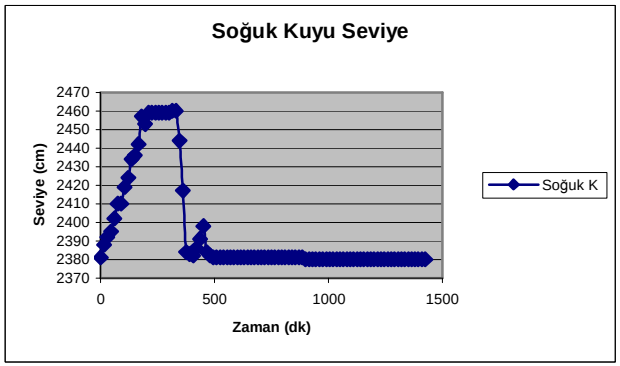


Şekil 116: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

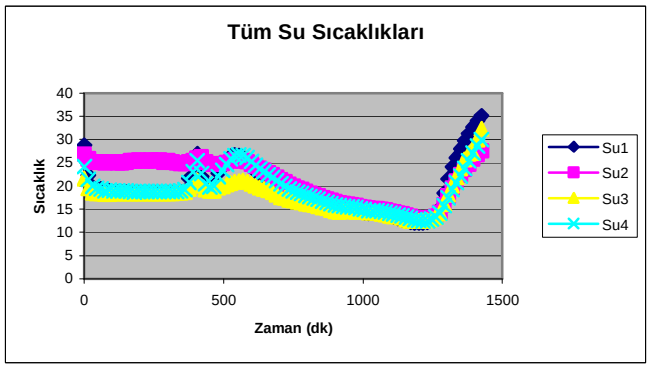
12 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 13 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



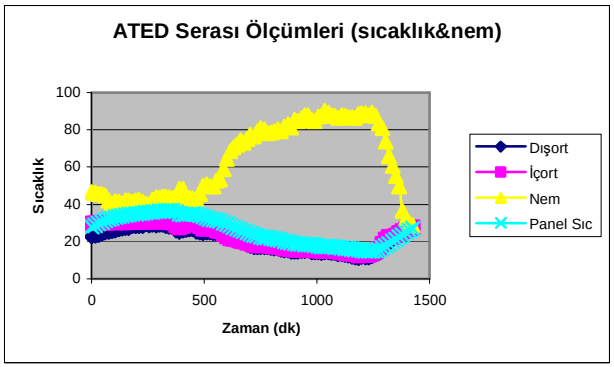
Şekil 117: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 118: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

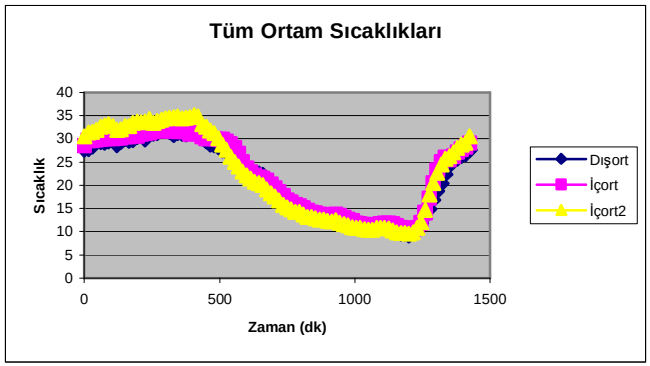


Şekil 119: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

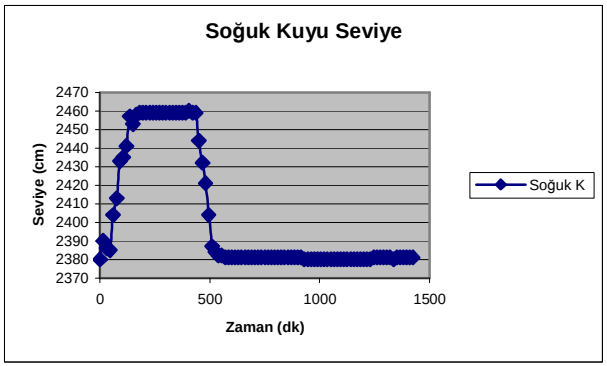


Şekil 120: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

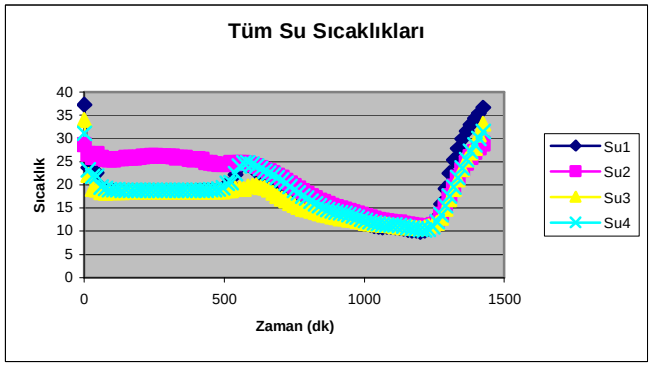
13 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 14 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



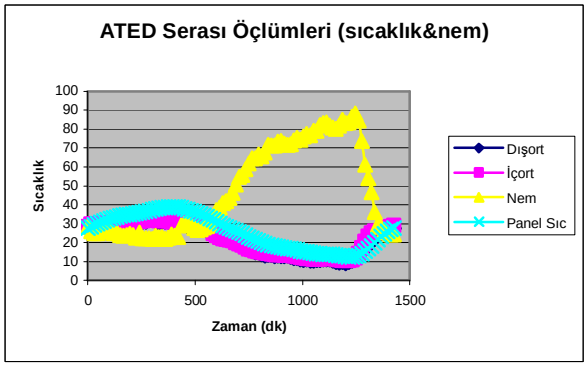
Şekil 121: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 122: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

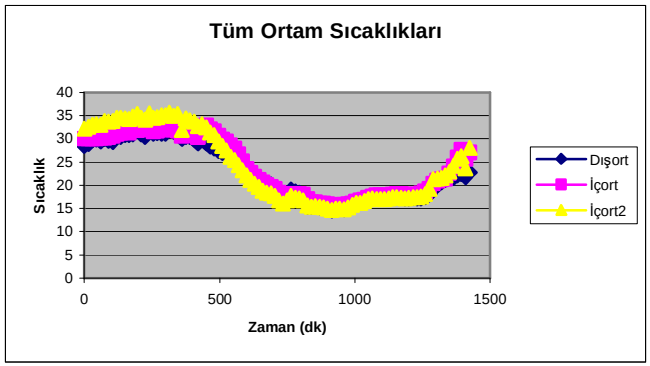


Şekil 123: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

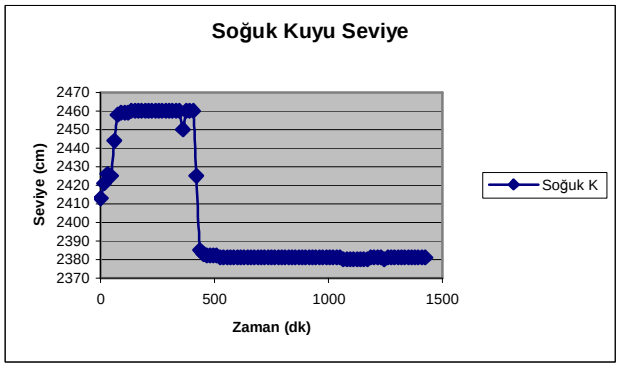


Şekil 124: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

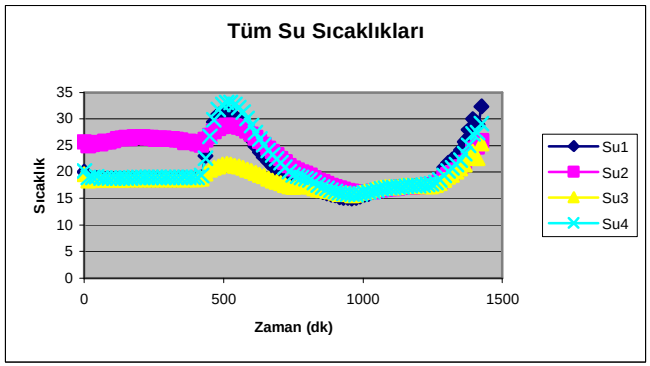
14 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) - 15 Haziran (sabah 9.$^{\underline{00}}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



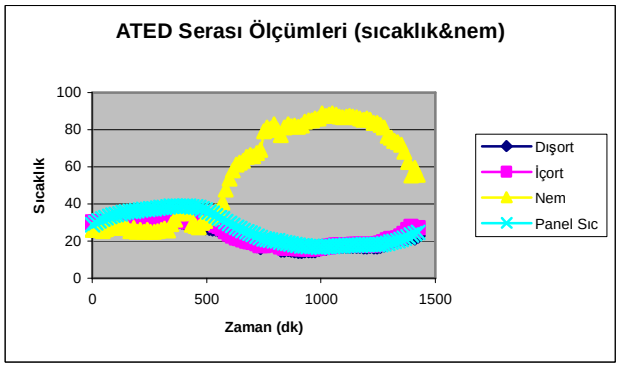
Şekil 125: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 126: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri

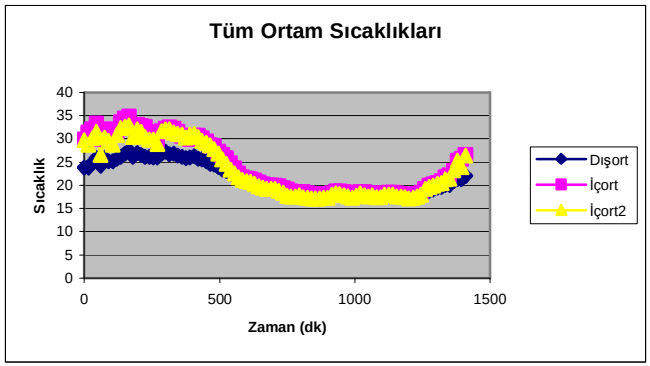


Şekil 127: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları

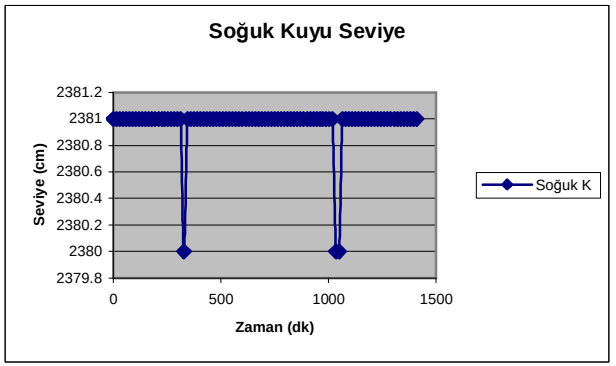


Şekil 128: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri

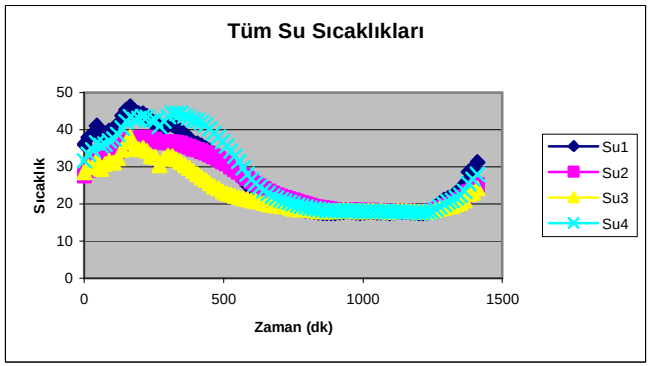
15 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) - 16 Haziran (sabah 9.$\underline{00}$) 2006 arasında soğuk geri kazanım sırasında yapılan 24 saatlik tüm ölçümler;



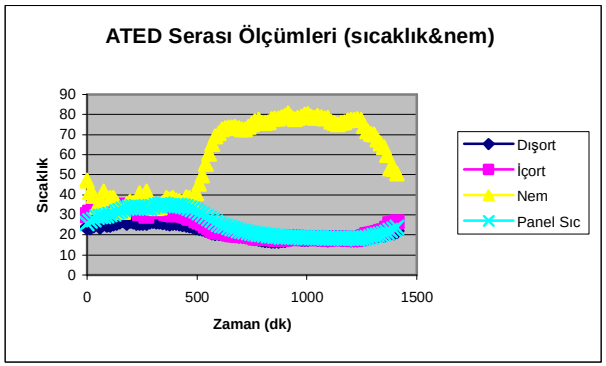
Şekil 129: Soğuk geri kazanım sırasında alınan tüm ortam sıcaklıkları



Şekil 130: TÜBİTAK-K1 den alınan düşüm eğrileri



Şekil 131: Çekim ve enjeksiyon suyu sıcaklıkları



Şekil 132: ATED serası sıcaklık&bağıl nem ölçümleri