

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TIBBİ AMAÇLI SOĞUTUCU GİYSİ TASARIMI
ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR**

Özlem KAYACAN

**Ekim, 2007
İZMİR**

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TIBBİ AMAÇLI SOĞUTUCU GİYSİ TASARIMI
ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR**

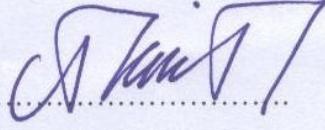
**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi
Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

Özlem KAYACAN

**Ekim, 2007
İZMİR**

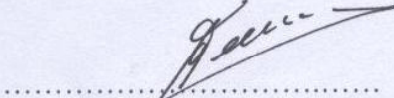
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ÖZLEM KAYACAN, tarafından PROF. DR. ARİF KURBAK yönetiminde hazırlanan “TIBBİ AMAÇLI SOĞUTUCU GİYSİ TASARIMI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Arif KURBAK

Danışman



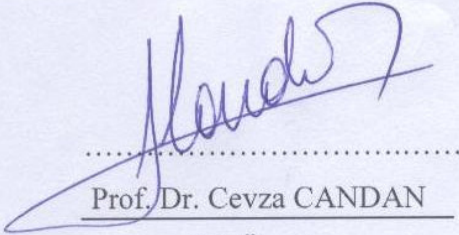
Prof. Dr. Güngör BAŞER

Tez İzleme Komitesi Üyesi



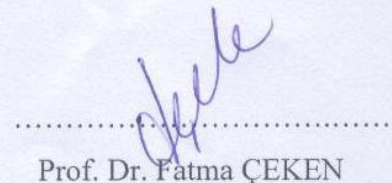
Prof. Dr. Sami AKSOY

Tez İzleme Komitesi Üyesi



Prof. Dr. Cevza CANDAN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Fatma ÇEKEN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Doktora çalıőmam sırasında beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danıőmanım Sn. Prof. Dr. Arif KURBAK'a teşekkür ederim. Doktora çalıőmam boyuca, bilimsel katkı ve takviyelerinden dolayı doktora tez izleme komitesi yeleri Sn. Prof. Dr. Güngör BAŞER'e ve Sn. Prof. Dr. Sami AKSOY'ya, tezimde kullandığım materyallerin temininde yardımcı olan Sn. Prof. Dr. Yalçın BOZKURT'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

Bu tez kapsamında kullanılan deneysel cihazların tasarımına ve üretimine yardımcı olan Sn Zeki OKUR'a ve Okur Makina San ve Tic. firmasına, tez örneklerimin oluőturulmasına yardımcı olan San&Fa Tekstil Tic. ve San. A.Ő. firması çalıőanlarına teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca beni destekleyen hep yanımda olan aileme, babam Hasan BİŐER'e ve annem Gldan BİŐER'e, kayınpederim Cemal KAYACAN'a ve kayınvalidem İnci KAYACAN'a en derin teőekkürlerimi sunarım.

Doktora çalıőmamı yaptığım süre boyunca anlayıőını ve desteğini benden esirgemeyen, her konuda bana yardımcı olan eőim Ozan KAYACAN'a teşekkür ederim.

Özlem KAYACAN

TIBBİ AMAÇLI SOĞUTUCU GİYSİ TASARIMI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR

ÖZ

Çok sıcak ortamlarda bulunma-çalışma, çeşitli biyolojik rahatsızlıklar gibi durumlar sonucunda insan vücudunun sıcaklığı yükselmektedir. Bu sıcaklığı düşürmek amacıyla özel giysiler kullanılmaktadır. Bu giysilere mikroiklim soğutmalı giysiler adı verilmektedir. Su, hava ve faz değiştiren materyaller kullanarak soğutma yapan sistemler mevcuttur. Askeri alanlarda, uzay giysilerinde ve endüstriyel alanda kullanılan koruyucu giysilerin içinde, tıp alanında çeşitli hastalıkların belirtilerinin hafifletilmesinde (Multipl skleroz ve ektodermal displazi) ve doktorların cerrahi giysilerinin içinde, bu sistemler kullanılmaktadır.

Mikroiklim soğutmalı giysi çeşitlerinden biri olan su soğutmalı sistemler yurt dışında yaygın olarak araştırılmaktadır. Ancak ülkemizde bu sistemlerle ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada da yurt dışında oluşturulan diğer soğutmalı giysilerden farklı yapılarda tıbbi amaçlı dört farklı su soğutmalı giysi tasarlanmıştır ve bu giysilerin soğutma etkisini test etmek için bir test yöntemi geliştirilmiştir. Bu amaçla giysilere soğuk suyu pompalayacak bir soğutma cihazı ve bir termal manken tasarlanmış ve imal ettirilmiştir. Yapılan deneylerde su giriş sıcaklığının ve suyun debisinin değişimlerinin soğutmaya etkisi ve mankenin vücut sıcaklığı değişimleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroiklim soğutmalı giysi, su soğutmalı giysi, termal manken, ısı stresi, örme kumaş

SOME INVESTIGATIONS ON THE DESIGN OF MEDICAL COOLING GARMENTS

ABSTRACT

The body temperatures of individuals could increase when they are working in hot conditions, when they have special illness etc. In order to decrease this temperature, special garments are needed. These garments are called microclimate cooling garments and can be classified as water cooling, air cooling and phase changing materials cooling systems. They are used in military clothes, space suits, protective clothes, in surgical clothes and in medical field to relieve the symptoms of special diseases like multiple sclerosis and ectodermal dysplasias.

Liquid cooling garments are one of the most popular topics about investigation of cooling systems. But there is no research about these systems in our country. In this work, four types of water cooling garments, which are different from the other researches, are designed. In order to investigate the cooling effects of these garments, a test method is developed. For this aim a cooling device which is pumping the water into these garments and a thermal manikin are designed and manufactured. The effects of water inlet temperature and flow rate on cooling effect and the differences of manikin temperature are investigated.

Keywords: Microclimate cooling garment, water cooling garment, thermal manikin, heat stress, knitted fabric

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Tıbbi Tekstiller.....	5
1.1.1 Tıbbi Tekstillerin Vücut Dışı Uygulamaları.....	6
1.1.1.1 İmplant Edilmeyen Ürünler.....	6
1.1.1.2 Hijyen Amaçlı Tekstil Ürünleri.....	12
1.1.1.3 Vücut Dışında Kullanılan Cihazlar.....	14
1.1.2 Tıbbi Tekstillerin Vücut İçi Uygulamaları.....	16
1.1.2.1 İmplant Edilen Ürünler.....	16
1.2 Tıbbi Tekstiller Alanında Diğer Uygulamalar.....	25
BÖLÜM İKİ – ISI VE İNSAN VÜCUDU	28
2.1 İnsan Vücudunda Isı Transfer Mekanizmaları.....	28
2.2 İnsan Vücudunda Isı Üretimi ve Aktif Isı Dengeleme Sistemi.....	30
2.2.1 Otonom Dengeleme.....	31
2.2.2 Davranışla İlgili Dengeleme.....	32
2.2.3 Teknik Olarak Dengeleme.....	33
2.3 Termal Stres.....	33
2.3.1 Isı Stresi.....	34
2.3.2 Soğuk Stresi.....	36
2.4 Vücut Sıcaklığı Ölçümleri.....	39
BÖLÜM ÜÇ – TERMAL MANKENLER	41
3.1 Termal Mankenlerin Uygulama Alanları.....	46

BÖLÜM DÖRT – MİKROİKLİM SOĞUTMALI GİYSİLER.....	50
4.1 Faz Değiştiren Materyallerle Soğutma Yapan Giysiler (FSG).....	53
4.2 Hava soğutmalı giysiler (HSG).....	57
4.3 Sıvı soğutmalı giysiler	59
BÖLÜM BEŞ– SU SOĞUTMALI GİYSİLER İLE İLGİLİ LİTERATÜR	
ÇALIŞMALARI.....	63
5.1 Askeri, Uzay ve Endüstriyel Alanlarda Yapılan Literatür Çalışmaları.....	63
5.1.1. Fizyolojik Çalışmalar.....	64
5.1.2.Termal Manekenlerle Çalışmalar.....	68
5.2 Tıp Alanında Yapılan Literatür Çalışmaları.....	73
5.2.1 Ektodermal Displazi Nedir?.....	73
5.2.2 MS (Multipl Skleroz) Hastalığı Nedir?.....	75
5.2.3 Literatür çalışmaları.....	78
5.2 Amaç.....	83
BÖLÜM ALTI – MATERYAL VE METOD.....	84
6.1 Su Soğutmalı Giysi Tasarımları	84
6.1.1 1 Numaralı Giysi Tasarımı (Rib Su Soğutmalı Giysi).....	85
6.1.2 2 Numaralı Giysi Tasarımı (Süngerli Su Soğutmalı Giysi).....	86
6.1.3 3 Numaralı Giysi Tasarımı (Hortum Dikilerek Oluşturulan Su Soğutmalı Giysi (Dikişli Su Soğutmalı Giysi)).....	87
6.1.4 4 Numaralı Giysi Tasarımı (Spacer Su Soğutmalı Giysi) Yapısı).....	88
6.2 Test Cihazları.....	90
6.2.1Giysi Soğutma Ünitesi.....	90
6.2.2 Termal manken.....	91
6.3 Metot.....	93

BÖLÜM YEDİ – DENEY SONUÇLARI.....	98
7.1 Rib Su Soğutmalı Giysi (Rib SSG) Deney Sonuçları.....	98
7.2 Dikişli Su Soğutmalı Giysi (DSSG) Deney Sonuçları.....	110
7.3 Süngerli Su Soğutmalı Kumaş (Süngerli SSG) Deney Sonuçları.....	122
7.4 Spacer Su Soğutmalı Giysi (Spacer SSG) Deney Sonuçları.....	133
7.5 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	144
BÖLÜM SEKİZ – SONUÇLAR	147
KAYNAKLAR	150
EKLER	

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İlk çağlardan bu yana tekstil yapıları insanların en temel ihtiyaçlarından biridir. Yüzyıllar boyunca “örtünme”, “dış etkenlerden” korunma gibi faktörler tekstil yapılarının temel kullanım amaçları olmuştur. 20. yüzyılla birlikte malzeme biliminde meydana gelen gelişmeler, tekstil yapılarının kullanım alanlarını arttırmış ve tekstil esaslı birçok yapının geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Fizik, kimya, malzeme, tıp, elektronik, makine vb. bilim dallarının tekstil bilimi ile ortak çalışmaları sonucunda değişik fonksiyonlara sahip ürünler geliştirilmeye başlanmıştır. Bunun en temel sebeplerinden biri tekstil esaslı malzemelerin kolay işlenmesi, bol ve ucuz olması ve insanların günlük yaşantısının her anında kolaylıkla uygulama alanı bulabilmesidir. Bu bağlamda tekstil alanında disiplinler arası çalışmalar günümüzde oldukça dikkat çekmektedir. Örtünme, dış etkenlerden korunma gibi temel kullanım amaçlarının dışında kullanılan fonksiyonel tekstil yapılarına genel olarak “teknik tekstiller” adı verilmektedir.

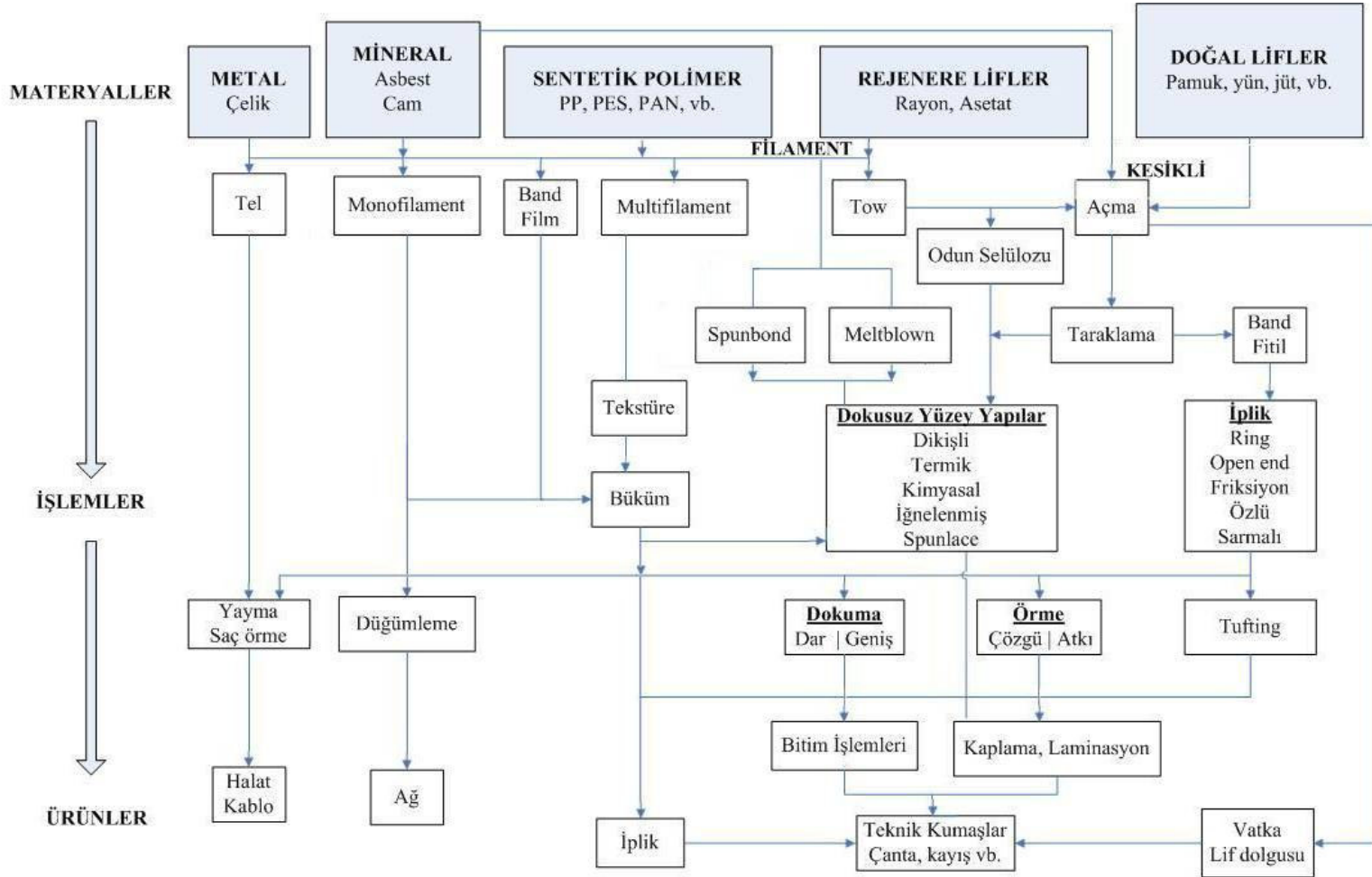
“Teknik tekstiller”, estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade fonksiyonel özellikleri ve teknik performansları için üretilen tekstil materyalleri ve ürünleridir (Byrne, 1995). Fonksiyonel tekstiller, performans tekstilleri, endüstriyel tekstiller ve yüksek teknolojili tekstiller olarak da adlandırılır. Teknik tekstiller; tarımdan inşaata, tıptan taşımacılığa kadar hemen hemen her alanda oldukça yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Örneğin elektrik süpürgesi ve aspiratörlerdeki filtrelerde, çatılardaki izolasyon malzemelerinde, ses izolasyon sistemlerinde, otomobil lastiklerindeki kord bezlerinde, hava yastıklarında, uçakların kanatlarında, uzay mekiklerindeki kompozit yapılarda, balistik yeleklerde, askerlerin kullandığı bot, çadır gibi ekipmanlarda, tıp alanında kullanılan sargı bezlerinde, yapay damarlarda, yolların yapımında ve derelerin ıslahında kullanılan jeotekstillerde, endüstriyel alanda kullanılan taşıma bantlarında ve daha birçok alanda tekstil yapıları kullanılmaktadır. Teknik tekstil yapılarının uygulama alanları Tablo 1.1’de verilmektedir.

Tablo 1.1 Teknik Tekstillerin Uygulama Alanları

Teknik Tekstillerin Uygulama Alanları		
<ul style="list-style-type: none"> • Reklam sektöründe • Tarım (Zirai) alanında • Havacılık ve uzay alanında • Kimya, inşaat ve maden sektöründe • Elektrik ve Bilgisayar sektöründe • Bahçe düzenlemesi, peyzaj alanlarında 	<ul style="list-style-type: none"> • Çevre korumasında • Balıkçılık ve gıda alanında • Mobilya ve ev tekstilleri sektöründe • Deri sektöründe • Tıp alanında • İtfaiye alanında • Askeri alanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Petrokimya endüstrisinde • Paketleme alanında • Kağıt sektöründe • Eczacılık alanında • Matbaacılık alanında • Makine sektöründe • Otomotiv sektöründe • Günlük ve spor giysilerde

Teknik tekstil yapılarında lifler, iplikler, dokuma ve örme kumaşlar, dokusuz yüzeyler ve saç örgüleri (braiding) kullanılmaktadır. Teknik tekstil olarak kullanılan materyallerin işlem aşamaları Tablo 1.2’de verilmektedir (David Rigby Associates (DRA)). Bu yapılar ya tek başlarına kullanılmakta ya da farklı materyallerle birleştirilerek, kaplanarak kompozit materyaller haline getirilmektedir.

David Rigby Associates adlı piyasa araştırma firmasının yaptığı tahminlere göre 2000-2010 yıllarında dünyadaki teknik tekstillerin tüketim oranları ve tahminleri Tablo 1.2’ de verilmiştir. Toplam olarak teknik tekstillerin tüketim tahminlerine bakıldığında 2000-2005 yılları arasında % 3.3’lük bir artış, 2005-2010 yılları arasında %3.8’lik bir artış olacağı tahminlenmektedir.



Şekil 1.1 Teknik tekstil materyallerinin üretim aşamaları (David Rigby Associates (DRA))

Tablo 1.2 Uygulama alanlarına göre teknik tekstillerin dünya çapındaki tüketimleri (DRA)

Teknik Tekstiller Uygulama Alanlarına Göre Tüketim Tahminleri (1000 Ton)					
Uygulama Alanı	Yıllar			± % /Yıl	
	2000	2005	2010	00-05	05-10
Zirai alanda	1381	1615	1958	3,2	3,9
Bina ve yapı alanında	1648	2033	2591	4,3	5,0
Giyim alanında	1238	1413	1656	2,7	3,2
Jeotekstiller alanında	255	319	413	4,6	5,3
Ev tekstilleri alanında	2186	2499	2853	2,7	2,7
Endüstriyel tekstil alanında	2205	2624	3257	3,5	4,4
Tıp alanında	1543	1928	2380	4,6	4,3
Taşımacılık alanında	2479	2828	3338	2,7	3,4
Paketleme alanında	2552	2990	3606	3,2	3,8
Koruyucu giysi alanında	238	279	340	3,3	4,0
Spor alanında	989	1153	1382	3,1	3,7
Toplam	16714	19683	23774	3,3	3,8

Yapılan araştırmalara göre teknik tekstiller alanındaki en fazla tüketim, paketleme sektöründe gerçekleşmektedir. Ancak bu sektörün tüketim oranları ortalama bir artış yüzdesi vermektedir (2000-2005 yılları arasında %3,2, 2005-2010 yılları arasında %3,8). En fazla tüketilen ikinci ürün taşımacılık alanında kullanılmaktadır. Teknik tekstillerin tüketim yüzdelerine bakıldığında 2000-2010 yılları arasında jeotekstiller ve bina yapı malzemeleri en fazla tüketim artışını göstermektedir. Bu alanları tıp sektörü izlemektedir. Bu alanda tahmini artış yüzdeleri 2000-2005 yılları arasında %4,6, 2005-2010 yılları arasında %4,3'tür. Tıp alanında tüketimin bu kadar yaygın olmasının sebebi, hijyenik ürünlerden koruyucu tıbbi giysilere, sargı bezlerinden, protezlere kadar çok geniş bir ürün yelpazesinde tekstil materyallerinin aktif olarak kullanılmasıdır. Bu tez kapsamında öncelikle çok çeşitli ve yaygın kullanım alanı olan tıbbi tekstiller konusuna değinilecektir.

1.1 Tıbbi Tekstiller

Tekstil materyallerinin tıp alanında kullanılmaya başlaması yaraların ve hastalıkların iyileştirilmesi çabası ile başlamıştır. M.Ö. 2000 yıllarında, ameliyat ipliklerinin kullanıldığı bilinmektedir. Sağlık konusu insan hayatında önem kazanmaya başladıkça, insanlar daha kompleks yapıları ürünler üzerinde çalışmaya başlamışlar 1950'li yıllarda, sentetik liflerin geliştirilmesinden sonra ve 1960'lı yıllarda dokusuz yüzeylerin ortaya çıkmasıyla birlikte tıbbi tekstiller de oldukça hızlı gelişmiş ve bu gelişmeler tıbbi tekstillerin kullanım alanlarının artmasına sebep olmuştur (Bayraktar ve Şengönül, 1997a).

Tıbbi tekstillerde tekstil materyalleri lif, iplik, dokuma ve örme kumaş, dokusuz yüzeyler ve kompozitler olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin vücut üzerinde kullanıldığı bölgelere göre sınıflandırılması Tablo 1.3'de verilmektedir (Adanur, 1995).

Tablo 1.3 Tıbbi tekstillerin sınıflandırılması

DIŞ UYGULAMALAR		İÇ UYGULAMALAR
İmplant Edilmeyen Ürünler	Hijyen Amaçlı Tekstil Ürünleri	İmplant Edilen Ürünler
Yara sargısı	Cerrahi giysi, maske, başlık,	Ameliyat iplikleri
Bandaj	cerrahi çorap	Yumuşak doku
Gaze, lint, tampon	Cerrahi örtüler	implantları
Plasterler	Yatak takımı	Ortopedik implantlar
	İdrar tutucu pedler	Kardiyovasküler implant
	Bezler	
	Koruyucu giysiler ve	
	üniformalar	
Vücut Dışında Kullanılan Cihazlar		
-Suni böbrek	-Suni akciğer	-Suni karaciğer

Tablo 1.3’de belirtildiği gibi tıbbi tekstillerin kullanım alanları vücut içi ve vücut dışı uygulamalar olmak üzere başlıca iki sınıfa ayrılmaktadır.

1.1.1 Tıbbi Tekstillerin Vücut Dışı Uygulamaları

1.1.1.1 İmplant Edilmeyen Ürünler

İmplant edilmeyen tekstiller dış uygulamalarda, yani derinin üzerinde kullanılırlar (Kayacan, Turan, 2005). Yara sargıları, bandajlar, gaze bezi gibi tipleri mevcuttur(Tablo 1.4). Yara sargıları enfeksiyona karşı koruma, kan sızıntısını emme, ilaçların uygulanması gibi birçok amaçla kullanılırlar. İdeal bir yara sargısı yumuşak ve esnek olmalı, yarayı dış etkenlere karşı korumalı, yaraya kolayca uygulanabilmeli ve daha sonra kolayca çıkarılabilmelidir, steril olmalıdır, üzerinde hav tabakaları olmamalıdır ve toksik olmamalıdır.

Yara sargıları çoğunlukla 3 tabakadan yapılmaktadır. Birinci tabaka, yara temas tabakasıdır. Temas tabakası yaraya az yapışan materyalden üretilmelidir. İkinci tabaka, emici tabakadır. Bu tabaka pamuk veya viskon liflerinden üretilmektedir. Yaradaki akıntıları ve kan sızıntılarını emmeye yarar. Üçüncü tabaka, dış tabaka, sargıyı yerinde tutmaya yarar. Çoğunlukla bu tabaka akrilik yapıştırıcı ile kaplanmaktadır.

Sık dokunmuş kumaşlar daha çabuk kanı emer ve yara bölgesine daha düzgün sarılır. Ancak gevşek yapılar yara alanını korumak için gerekli olan hacmi sağlarlar.

Tablo 1.4 İmplant edilme ürünler (Adanur, 1995)

Ürün Çeşidi	Lif Tipi	Tekstil Yapısı
Yara sargısı -Yara temas tabakası - Emici ped - Ana materyal	İpek, PA*, CV*, PE* Co*, CV* CV*, Plastik Film	Örme, dokuma, dokusuz yüzey Dokusuz yüzey Dokuma, dokusuz yüzey
Bandaj	Co*, CV*, PA*, Elastomer iplik, PP*	Örme, dokuma, dokusuz yüzey
Plaster	CV*, Plastik film, Co*, PP*; PES*, Cam lifi	Örme, dokuma, dokusuz yüzey
Gaze	Co*, CV*	Dokuma, dokusuz yüzey
Lint	Co*	Dokuma
Tampon	CV*, Pamuk Linterleri, Odun Hamuru	Dokusuz yüzey

*PA: Poliamid, CV: Viskon, PE: Polietilen, Co:Pamuk, PP:Polipropilen, PES:Polyester

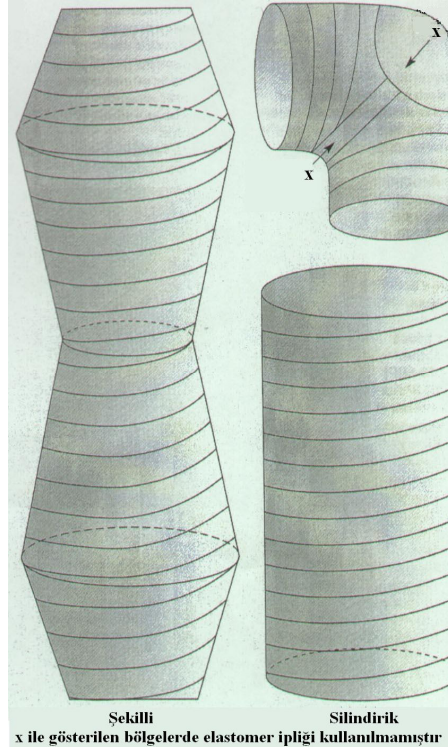
Kollajen, alginat ve kitin liflerinin yaraların iyileştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Alginat lifleri ile yara akıntısı arasında bir etkileşme olur ve kalsiyum alginat jeli oluşur. Bu jel hidrofildir, oksijenin geçişine izin verir, bakterileri geçirmez ve yaranın daha çabuk iyileşmesini sağlar.

Normal ve parafin kaplı gazeler en çok kullanılan sargılar arasındadır. Genellikle gevşek bezayağı dokuma olarak üretilirler. Direk yaraya sarıldıkları gibi, iç pedler olarak da kullanılırlar. Ancak yaraya temas ettirilmesi halinde özellikle yaraya yapışması sorun oluşturur. Gaze bezi çıkarılırken yeni oluşmuş dokuya zarar verebilmektedir. Parafin kaplı gaze bezleri ise çok katlı kullanılmaktadır. Normal gaze bezinden daha kolay çıkarılmaktadırlar. Fakat gene de bir miktar yaraya yapışma özelliği vardır ve yaradaki sıvıları daha az emer (Adanur, 1995).

Tamponlar emici materyallerdir. Yaraya yapışmaz. Dokusuz yüzeyle üzeri kaplanır. Lintler düz bezayağı dokumadır. Orta derecedeki yanıkların tedavisinde kullanılır.

Bandajlar dokuma, örme ve dokusuz yüzey olabilmektedirler. Basit bandajlar, destek bandajları, kompres bandajları olarak bandajların farklı tipleri mevcuttur. Basit bandajlar yara sargısını yerinde tutmak amacı ile düşük gramajlı örme veya dokuma kumaşlardan üretilmektedir. Destek bandajları ise tendon, bağ ve kas incinmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek büküme sahip krep ipliklerinin dokunması ile veya atkı örme kumaşlarla bu destek bandajları üretilmektedir (Rigby ve Anand, 2003). Tüp şeklindeki bandajlar bacaklardaki ve parmaklardaki tedavilerde kullanılır.

Elastik tüp bandajlar 1x1 Rib olarak üretilirler. Elastik kauçuk veya elastomer iplikleri örgünün içine yatırılırlar. Bir sıra elastomer ipliğine karşı iki veya daha fazla pamuk veya pamuk viskoz karışımı iplik örülerek elde edilmektedir. Kumaş uzaması ve kumaşın orijinal boyutuna dönme özellikleri bu yatırım ipliğinin tipine ve kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Bu oran ilmek sıklığını ve elastik iplik sıralarının normal sıralara oranını belirtmektedir (1:2, 1:3, 1:4 gibi). İplik beslemesi ve akışı kontrol edilerek, hem tüp hem de şekilli destek bandajları üretmek mümkündür (Şekil 1.2) (Anand, 2000).



Şekil 1.2 Elastik tüp bandaj tipleri

Kompres bandajlar dokuma veya örme kumaşlardan (atkı veya çözgü örme) tüp formunda üretilirler. Ramelet A.A. (2002), kompresyon terapisinin (KT) damar ve lenflerle ilgili düzensizliklerin iyileştirilmesinde (Derin damar trombozları (damarda kanın pıhtılaşması), kronik toplardamar yetersizlikleri, bacak ülserleri, lenfte oluşan ödemler vb.) temel bir yol olduğunu belirtmiştir. Kompresyon, bandajlar ve çoraplar vasıtası ile damarlardaki geri akışı ve dış yüzeye ait ödemi kontrol etmeyi ve azaltmayı amaçlar. Damar ülserleri (varisler) gibi hastalıkları tedavi etmekte kullanılır. Ayrıca kompresyon tedavisi 2. ve 3. derece yanıkların tedavisinde de kullanılır. Elastik örme ve dokuma kumaşlardan insanın vücuduna göre üretilen bu giysiler (eldiven, çorap vs.) vücuda belli bir baskı uygulayarak yaraların daha çabuk iyileşmesini ve daha düz ve yumuşak bir yara yüzeyinin oluşmasını sağlar (Elsner, Hatch ve Wigger-Alberti, 2003).

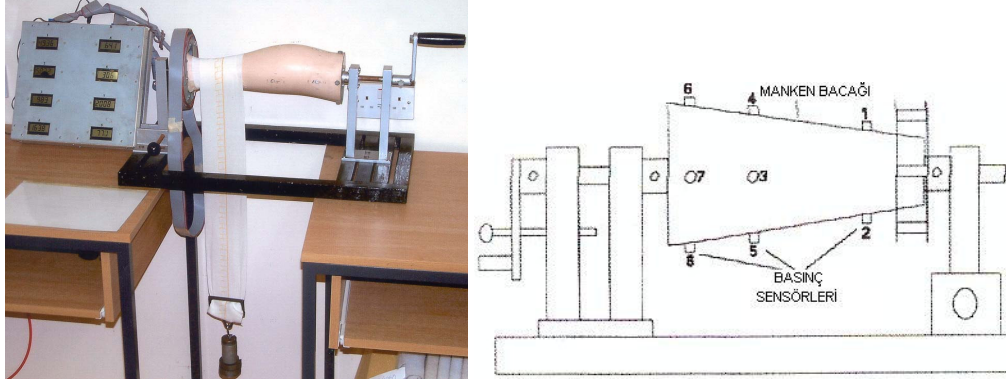
Kompresyon tedavisi sırasında bacağa belli oranda baskı uygulanır. Bu baskı Laplace kanunu ile hesaplanmaktadır. Laplace kanununa göre elastik bandajın uyguladığı basınç (P), bandajın gerginliği (T) ile doğru orantılı, deri yüzey alanının

eğrilik yarıçapı (R) ile ters orantılıdır. Şöyle ki yüzey alanı konveks olan yüzeylerde (bilek, aşil tendonu gibi) kompresyon yuvarlak olan yüzeylerden daha fazladır. Kompresyon konkav alanlarda yuvarlanmış vatkalar (rolled pads) kullanılarak uygulanabilir. Ayrıca bölgesel olarak uygulanan bir destek sistemi veya bandajın altına uygulanan delikli bir materyal ülserin üzerine yerleştirilebilir (Seçici kompresyon).

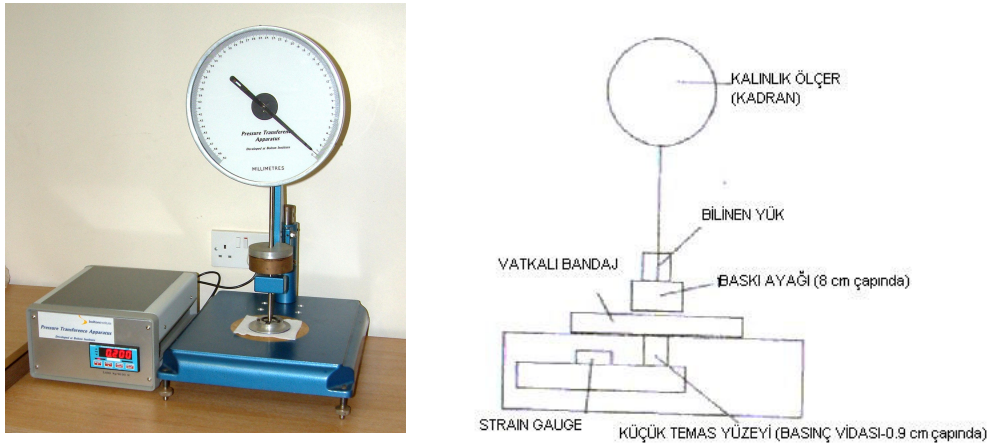
Kompresyon tedavisi iki şekilde gerçekleşmektedir: Aktif ve Pasif kompresyon. Pasif kompresyon tedavisinde elastik olmayan bandajlar kullanılır. Kasların kısılması sonucu kas hacmindeki artışın etkisini bir basınç kuvveti oluşturarak azaltmak amaçtır. Bu bandajlar genellikle orta dereceli damar yetersizliklerinde kullanılır. Dinlenme anında (dinlenme basıncı) bandaj çok az veya hiç kuvvet uygulamaz. Bu kompresyon kas kısılması sırasında aktiftir (yürüme sırasında (çalışma basıncı)). Aktif kompresyonda ise elastik bir ortopedik bandaj sayesinde hem dinlenme anında hem de egzersiz sırasında basınç hastaya uygulanır. Kumaşın orijinal şekline dönmek için elastik liflerin uyguladığı kuvvetler bacakta aktif bir basınç sağlamaktadır. Kasların kısılmasıyla da bu basınçlar (çalışma ve dinlenme basınçları) artar. Aktif basınç uygulamaları yatalak ve aktif olmayan hastalar için uygun değildir. Ayrıca hem aktif hem de pasif uygulamalar çok katlı bandajlarda birleştirilebilmektedir (Ramelet A.A., 2002).

Kompresyon bandajlarının uyguladığı basınç kuvvetlerinin ölçülmesi konusunda birçok araştırma yapılmaktadır. Bandajla deri arasındaki ara yüzdeki basıncı ölçmenin en kesin yolu, deri üzerine basınç sensörleri yerleştirildikten sonra bandajı sarmaktır (Nelson, 2006). Bunun dışında basıncı ölçmek için deneysel amaçlı geliştirilen cihazlar da mevcuttur. Rigby, Anand ve Miraftab (1999) yüksek kompresyon basıncı sağlayan bandajlarda yaptıkları çalışmada iki farklı basınç ölçüm tekniği kullanmışlardır. Birincisinde manken bacağı üzerine sensörler yerleştirilerek basınç ölçümlerini gerçekleştiren bir cihaz geliştirmişlerdir (Şekil 1.3). İkinci cihazda ise bilinen bir dizi basıncı kumaşa uygulayarak vatkalı (dolgulu-padding) bandajlarda alttaki yüzeye transfer edilen basıncı ölçmek mümkündür Bu

amaçla Shirley kalınlık ölçümü cihazını kullanarak bir test aleti geliştirmişlerdir (Şekil 1.4).



Şekil 1.3 Elektronik basınç ölçüm cihazı (Rajendran, Anand, 2003)



Şekil 1.4 Transfer edilen basıncı ölçüm cihazı (Anand, Rajendran, 2003)

Cerrahi çoraplar ise yüksek ve az elastikiyet özellikleri olan bandajlar arasında bir destek sağlarlar. Bileğe uyguladığı basınç tiplerine göre sınıflara ayrılırlar (I: en zayıf IV: en kuvvetli) (Legner, 2001). Avrupa Standartları Komisyonuna göre;

Sınıf I: 15-21 mmHg : Küçük varisli damarlara,

Sınıf II: 23-32 mmHg :Hafif kronik damar yetmezliklerinde veya cerrahi operasyon sonrasında,

Sınıf III: 34-46 mmHg : İleri kronik damar yetmezliklerinde, bacak ülserlerinde, lymphoedema (dokulardaki lenflerin şişmesi)

Sınıf IV: >49 mmHg :Lenfte oluşan ödemler ve şiddetli kronik damar yetmezliklerinde uygulanır (Ramelet A.A., 2002).

Her sınıf için değişik uzunluklar bulunmaktadır. Çoraplar A ile D arasında sınıflandırılmaktadır. Kalçaya kadar olan çoraplar A ile F arasında sınıflandırılmakta ve bir silikon yardımı ile deriye tutunmaktadır. Külotlu çoraplar vücuda tam uyum göstermektedir. Hamileler için olan külotlu çoraplar hamile bayanın morfolojisine göre üretilmektedir. Tüp kademeli kompresyon çorapları ülserlerin iyileştirilmesi için geliştirilmiştir (Ramelet A.A., 2002).

Destek çorapları standartlara tabidir. Kullanılan ipliğe ve inceliğine göre sınıflandırılır. Denye olarak belirtilirler, yüksek değerler ürünün kalınlaştığını belirtir. Uzun süreli etkili değıllerdir (Legner,2001).

1.1.1.2 Hijyen Amaçlı Tekstil Ürünleri

Yeni tıbbi tedavilerde kullanılan tıbbi materyallerde, deriyi zararlı sıvılardan, bakterilerden ve partiküllerden korumak, mikroplara, mantara ve enfeksiyona karşı bariyer etkisi göstermek, termoregülasyon özelliklerinin olması, sıvı ve nem emme özellikleri, antistatik özellikte olma, kolay yıkanabilme ve sterilizasyon özellikleri, yüksek mekanik stabilitede düşük düzeyde tekstil kimyasalları ve boyalarının kullanılmış olması gibi özellikler istenmektedir (Anandjiwala, 2003). Bu durum hijyenik ve biyoiklimlendirme özellikli ürünlere talebi arttırmıştır.

Hijyenik amaçla kullanılan koruyucu giysilerin amacı sağlık personelinin kanla (HIV vs.) veya diğer enfekte bulaşıcı sıvılarınla geçen hastalıklara karşı korumaktır. Bunlar genelde cerrahi giysileri, acil servis giysilerini, başlıkları ve maskeleri, vs. içerir (Tablo 1.5). Dokuma, örme veya dokusuz yüzey olabilmektedirler.

Tablo 1.5 Hijyen Amaçlı Kullanılan Tıbbi Tekstiller (Adanur, 1995)

Ürün Çeşidi	Lif Tipi	Tekstil Yapısı
Cerrahi Giysi		
Elbise	Co, PES, PP	Dokuma,dokusuz yüzey
Başlık	Karbon lifi, CV	Dokusuz yüzey
Maske	CV, PES, Cam lifi	Dokusuz yüzey
Cerrahi çorap	PA, PES, Co, Elastomer İplikler	Örme
Cerrahi Örtüler		
Örtüler	PES, PE	Dokuma, dokusuz yüzey
Yatak takımı		
Yorgan	PE, PES	Dokuma, dokusuz yüzey
Battaniye	Co, PES	Örme, dokuma
Çarşaf	Co	Örme,dokuma,dokusuz yüzey
Minder	Co	Dokuma
Yastık kılıfı	Co	Dokuma
İdrar Tutucu Pedler		
İç koruyucu tabaka	PP, PES	Dokusuz yüzey
Emici tabaka	Süper emiciler, viskon, ağaç talaşı	Dokusuz yüzey
Dış tabaka	PE	Dokusuz yüzey

Cerrahi giysiler personelden hastaya, hastadan personele enfeksiyon geçişine engel olmalıdır. OSHA (Amerikan Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi) tarafından bu tip giysilerin kullanımına uygun olması şu şekilde tanımlanmıştır: Personeli koruyucu materyal, kan veya diğer potansiyel bulaşıcı materyallerin normal kullanım şartları altında çalışanın giysilerine, günlük giysilerine, iç çamaşırına, derisine, gözlere, ağıza ve diğer mukoza zarlarına geçmesini önlerse kullanıma uygundur. Cerrahi giysiler örme, dokuma ve dokusuz yüzey kumaşlardan elde edilir. Pamuk, PES, PP ve PE gibi materyaller kullanılır. Cerrahi önlükler tek kullanımlık veya yıkanabilir olarak kullanılırlar. Dokuma önlüklerde bezayağı konstrüksiyon

kullanılır. Önlüğün ön ve kol bölgelerinin su geçirmez olması tercih edilir. Doktor önlükleri ve üniformalarda ise pamuk, PES dokuma kumaş kullanılmaktadır.

Cerrahi maske ve başlıklarda dokusuz yüzey kumaşlar kullanılmaktadır. Cerrahi maskeler üç tabakadan oluşmaktadır. Orta tabakada ince cam lifleri veya sentetik mikrolifler bulunur. Orta tabakanın her iki tarafı akrilikle yapıştırılmış dokusuz yüzey tabakasından oluşturulmaktadır (Adanur, 1995). Cerrahi başlıklarda ise selüloz liflerinden üretilmiş tek kullanımlık dokusuz yüzey kumaşlar kullanılmaktadır (Kavuşturan, 2002).

Cerrahi örtüler cerrahi operasyon sırasında etraftaki sıvıyı emebilecek kabiliyette olmalıdır. Hava geçirgen olmalı, steril olmalıdır. Genelde yeşil renkli %100 pamuk bezayağı kumaşlar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Kavuşturan, 2002). Aynı zamanda cerrahi örtü olarak bir veya iki tarafı filmle kaplanmış dokusuz yüzey kumaşlar da kullanılmaktadır.

1.1.1.3 Vücut Dışında Kullanılan Cihazlar

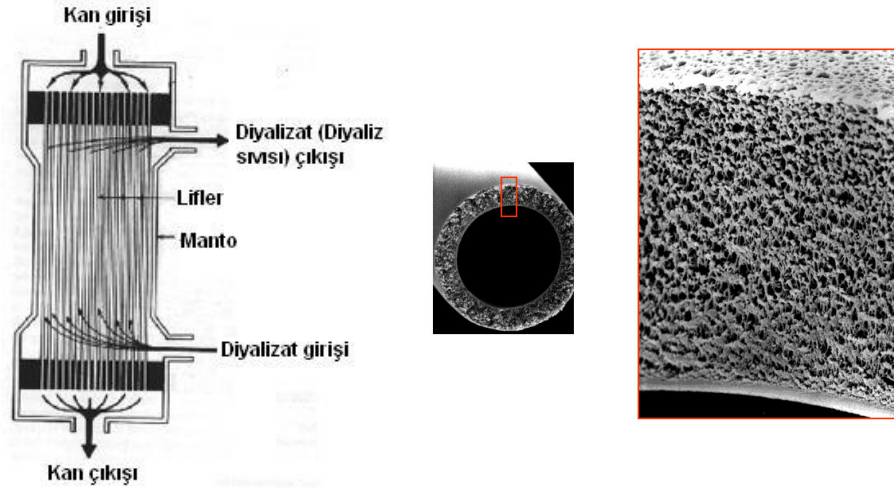
Tekstil materyalleri yapay böbrek (hemodiyaliz üniteleri), yapay karaciğer ve yapay akciğer (kanı oksijen ile karıştırıcı) gibi vücut dışında kullanılan cihazlarda kanı temizlemek için kullanılır.

Tablo 1.6 Vücut Dışında Kullanılan Cihazlar (Adanur, 1995)

Ürün Çeşidi	Lif Tipi
Suni Böbrek	İçi boş viskon lifi, içi boş polyester lifi
Suni Karaciğer	İçi boş viskon lifi, karbon lifi, polieterüretan
Suni Akciğer	İçi boş polipropilen lifi, içi boş silikon, silikon membran, polisülfon

Yapay böbrekte, kan bir membrandan geçerek, içindeki istenmeyen materyalleri membran sayesinde temizler. Membran düz bir tabakadan oluşabileceği gibi bir demet içi boş (oyuk) rejenere selüloz lifinden oluşturulabilir. İğneleme yöntemiyle

elde edilmiş farklı sıklıktaki çok katlı dokusuz yüzey kumaşlar da suni böbreklerde kullanılır (Adanur, 1995).



Şekil 1.5 Yapay böbrekte kullanılan diyaliz mekanizması (National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK) (solda) Yapay böbrekte kullanılan liflerin büyütülmüş görüntüsü (Sağda) (<http://www.nephrocareasia.com/esrd.htm>)

Yapay akciğerler mikro gözenekli membran yapılardan üretilirler. Bu yapılar gazlara karşı çok yüksek geçirgenlik göstermekte iken, kanla oksijenin temasa girdiği yerde aynı normal akciğerlerde olduğu gibi sıvılara karşı daha az geçirgenlik gösterirler. Bu cihazlarda, oksijen oldukça düşük bir basınçta içi boş liflerin etrafından dolaşır. Kan liflerin içinden geçer. Oksijen liflerin mikro gözeneklerinden kanla temasa girer. Alyuvarlar oksijeni difüzyon işlemi ile tutar (Adanur, 1995).



Şekil 1.6 Yapay akciğer (Klinik çalışma) (UMHS news release, 2003)

İçi boş lifler ayrıca suni karaciğerlerde de kullanılmaktadır. Organın hücreleri liflerin etrafında yerleşmiştir ve kan liflerin içinden geçmektedir. Bu sayede kan ile hücreler arasında iletişim olur. Kandaki gerekli materyaller hücreye, hücredeki enzimler kana geçer (Adanur, 1995).

1.1.2 Tıbbi Tekstillerin Vücut İçi Uygulamaları

1.1.2.1 İmplant Edilen Ürünler

İmplant etmek terimi vücut içine yerleştirmek anlamındadır. İmplant edilen tıbbi tekstiller hasarlı dokuların veya organların yerine yerleştirilmek veya onların iyileşmesine yardımcı olmak amacıyla vücut içerisinde kullanılan tekstillerdir. Bu tekstillere “biyotekstiller” de denir (Kayacan, 2007).

“Biyotekstiller” belirli bir biyolojik ortamda kullanılmak amacıyla tasarlanan ve tekstil liflerinden oluşan yapılardır (Örnek: cerrahi implantlar). Biyoygunluk ve biyostabilite olarak belirlenen, bu yapıların performansları, hücre ve biyolojik sıvılarla etkileşime bağlıdır. Biyoygunluk, bir biyomateryal ve vücut dokusu arasında gerçekleşen etkileşim olarak adlandırılabilir (Williams, 2003). Kısaca vücut ile uyuşabilirlik olarak tanımlanabilir. Biyomateryaller (biyotekstiller) kendilerini çevreleyen dokuların normal değişimlerine engel olmayan ve dokuda istenmeyen tepkiler (iltihaplanma, pıhtı oluşumu vb.) oluşturmeyen materyallerdir (Pasinli, 2004). Biyostabilite ise uzun süreli implantasyon sırasında veya yabancı biyolojik ortama maruz kalma sırasında biyomateryalin (biyotekstilin) kendi orijinal özelliklerini, mekanik ve kimyasal özelliklerini korumasıdır (Sumanasinghe ve King, 2003) .

Tablo 1.7 İmplant edilen tekstil ürünleri (Adanur, 1995)

Ürün Çeşidi	Lif Tipi	Tekstil Yapısı
Ameliyat iplikleri		
Biyolojik olarak çözünen (Absorbe Olan)	Kollajen, poliaktid, katküt, polidioksanom, glikolidhomopolimer	Monofilament, multifilament
Biyolojik olarak çözünemeyen (Absorbe Olmayan)	PA, dakron, teflon, ipek, keten, Co, PP ve çelik	Monofilament, multifilament
Yumuşak Doku İmplantları		
Yapay eklem	PA, dakron, teflon, PE, ipek	Dokuma, multifilament
Yapay kırıldak	Düşük mukavemetli PE	Saç örgü
Yapay deri	Kitin	Dokusuz yüzey
Kontakt lensler veya yapay kornea	Polimetilmektakrilat, silikon, kollajen	
Ortopedik İmplantlar		
Yapay eklem/ kemik	Silikon, poliasetat, PE	
Kardiyovasküler İmplantlar		
Kalp damarları	PES, teflon	Dokuma, örme
Kalp valfleri	PES	Örme, dokuma

İmplant olarak kullanılacak tekstil materyalinden istenen biyolojik, mekanik ve yapısal özellikler vardır (Bayraktar ve Şengönül, 1997b; Adanur, 1995). Bu özellikler şunlardır:

- ✓ Alerjik, zehirli olmamalı. Kullanılan polimerlerde, liflerin işlenmesi veya kumaş oluşturma sırasında zehirli ve zararlı maddelerin (yağ ve haşıl maddeleri gibi) olmamasına dikkat edilmelidir.
- ✓ Kanserojen reaksiyolar vb. reaksiyonları oluşturmamalı.
- ✓ Alışılmamış yabancı madde reaksiyonuna sebep olmamalı.
- ✓ Ateş yükseltici madde içermemeli.
- ✓ Kan ile uyumlu olmalı, kanın bileşiminde ve özelliklerinde değişime sebep olmamalı.
- ✓ Optimum gerilme mukavemetine ve esnekliğe sahip olmalı.
- ✓ Uzun süreli yüklenme altında (gerilim, basınç, eğilme) yeterli stabiliteye sahip olmalı.
- ✓ Yerleştiği dokunun yük-uzama eğrisine uymalı.
- ✓ İmplantasyon süresince fiziksel stabilitesini korumalı.
- ✓ Vücut hücrelerinin kolaylıkla büyüyebileceği elverişli bir yüzeyin olması gerekmektedir. İmplant materyali, hücrelerin tutunabilmesi için belirli bir pürüzlülüğe sahip olmalıdır. Ancak pürüzler bulunduğu bölgede yeni bir yaralı doku oluşturmamalıdır.
- ✓ Kullanılan implantın gözenekliliği oldukça önemlidir. Çünkü gözeneklilik dokunun hangi oranda büyüyeceğini ve dokunun implantı hangi hızda kaplayacağını belirler.
- ✓ Kullanılan liflerin enine kesit şekli de önemlidir. Küçük yuvarlak çaplı liflere hücreler daha kolay tutunabilmektedir.
- ✓ İmplantın kullanıldığı yere göre materyaller biyolojik olarak çözünebilir (biyoçözünür) veya stabil (biyostabil) olmalıdır.

İmplant edilen tıbbi tekstiller sınıfına giren ameliyat iplikleri yaraları kapatmak, dokuları ve damarları birleştirmek amacıyla kullanılan monofilament veya multifilament ipliklerdir (Adanur, 1995). Cerrahi operasyonlar sırasında ameliyat ipliklerinde istenen özellikler, uygun gerilme ve düğüm mukavemetlerinin, uygun elastikiyet ve biyobozunurluk (biyoçözünür) özelliklerinin ve uygun doku reaktivitelerinin olması, zaman içinde rijitliklerinin değişebilmesidir (Altman ve ark., 2003).

Biyolojik olarak çözünebilen (absorbe edilen) ve çözünemeyen (absorbe edilemeyen) iki tip ameliyat ipliği mevcuttur. Ameliyat ipliklerinin çeşitleri Tablo 1.8’de verilmiştir.

Biyolojik olarak çözünebilen ameliyat iplikleri, iç kanamaları durdurmak amacı ile kullanılırlar. İyileşme sürecinden sonra vücut sıvıları tarafından absorbe edilirler (Adanur, 1995). Bu tip iplikler gerilme mukavemetlerini 60 günlük zaman içinde kaybeden ve bozularak yok olan ipliklerdir. Bu tip ameliyat ipliklerinde aranan en önemli özellikler, vücut içinde çözülme oranı ve gerilme mukavemetindeki kayıp oranıdır. Bir ameliyat ipliği mukavemetini kaybetse de vücut içinde bir müddet daha kalır. “Gerilme mukavemeti kayıp oranı”, iyileşme sırasında dokuların yaklaşımını sürdürme açısından önemlidir. “Çözülme oranı” ise ameliyat ipliği komplikasyonları açısından önemlidir (Gemci ve Ulcay, 2004).

Tablo 1.8. Ameliyat İplikleri (Ajmeri, 2003)

Monofilamet		Multifilament	
Biyolojik Olarak Çözünebilen Ameliyat İplikleri	Biyolojik Olarak Çözünemeyen Ameliyat İplikleri	Biyolojik Olarak Çözünebilen Ameliyat İplikleri	Biyolojik Olarak Çözünemeyen Ameliyat İplikleri
Katgüt- Normal veya kromik	Poliamid	Poliglikolik Asit (PGA)	İpek
Kollajen- Normal veya kromik	Polipropilen	Poliglaktin 910	Keten
Polidioksanon (PDS)	Polyester		Saç Örgü Polyester
	Paslanmaz Çelik		Saç Örgü Poliamid
			Pamuk
			Paslanmaz Çelik

Biyolojik olarak çözünemeyen ameliyat iplikleri mukavemetlerini 60 günden fazla korumaktadırlar ve canlı dokular tarafından sindirilememektedirler. Derinin kapatılması için kullanıldıklarında iyileşme sağlandıktan sonra alınmalıdırlar En yaygın olarak ipekten elde edilen ameliyat iplikleri kullanılmaktadır (Gemci ve Ulcay, 2004).

Yumuşak doku implantları yapay eklem, yapay kornea, yapay protezler, yapay deri yamaları olarak kullanılırlar. Kemiği kemiğe bağlayan bağların, kası kemiğe bağlayan tendonların yapısı polimerik tekstillere oldukça benzerdir, çünkü onlarda çoklu fibrillerden oluşmaktadır. Bu yüzden bu tip yapıları oluştururken dokuma ve saç örgüsü gözenekli yapılar kullanılır. Dokusuz yüzey kumaşlar mukavemetlerinin az olması sebebi ile bağ protezlerine uygun değildir (Adanur, 1995).

Ortopedide tendon ve bağ yerleşiminde tekstil yapılarının kullanılması 1903 yılına dek dayanmaktadır. İlk olarak ipekten bağ yapıları elde edilmiştir. Daha sonra sentetik liflerin ortaya çıkması ile değişik tiplerde bağlar üretilmiştir. PTFE (Politetrafloroetilen- Gore Tex) saç örgüsü bağlar da kullanılmaktadır. Bunun dışında PP ve PES vb. bağlar da mevcuttur. (Erli ve ark., 2003).

Karbon ve polyester içeren saç örgülü kompozit materyaller diz ligament (ön çapraz bağlar) nakillerine uygundur. Bu yapılar oldukça mukavimdir ve periyodik yüklerden kaynaklanan kaymaya karşı direnç gösterirler.

Ayrıca vücuttaki hiyalin ve elastik kıkırdakların tedavisinde tekstil materyalleri kullanılmaktadır. Hiyalin kıkırdaklar yarı saydam sert ve yoğun kıkırdaklardır. Elastik kıkırdaklar ise çok esnekler ve tampon etkisi sağlarlar. Yüz, burun, kulak ve gırtlak kıkırdağında düşük yoğunlukta polietilen kullanılır. Diz gibi eklem bölgelerinin içindeki kıkırdakların hasarlı bölgelerinde ise karbon lifi ile takviye edilmiş kompozit yapılar kullanılır (Rigby ve Anand, 2003).

Deri sargıları ve deri yamalarında elastik ve esnek materyaller kullanılır. Bu materyaller deri oluşumunu hızlandırır. Deri yerine kullanılacak bir materyalde doku

uyumluluğu, normal deriye benzer bir şekilde su buharı geçirgenliği, dokuların büyümesine yardımcı olacak iç yüzey yapısı, esneklik vb. özellikler istenmektedir. Kitin (chitin), kitosan (chitosan) ve kollajen lifleri, yara sargılarında kullanılmaktadır (Adanur, 1995). Derinin tedavisinde ağ yapılı kumaşlar da kullanılabilir. Örneğin poliamid ağ yapılı kumaşlar yanık tedavilerinde kullanılmaktadır (Anand, 2006).

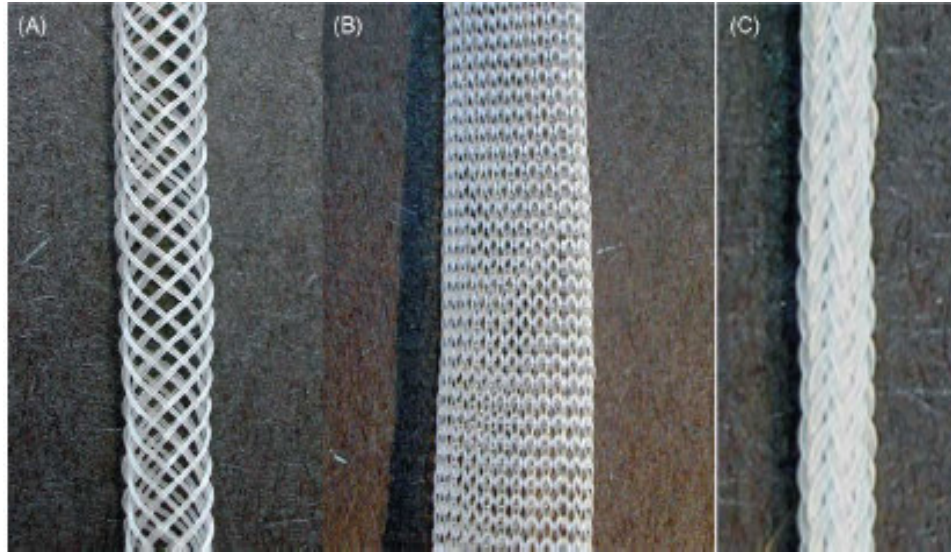
Dokuma veya örme ağ yapılı tekstiller, fitik onarımında veya karın duvarının tedavisinde kullanılmaktadır. Polipropilen ağ yapıları fitik tedavisinde kullanılan ağ yapılarından biridir. (Khatwani ve Desai, 2005). Poliglikolik asid, polyester veya PTFE liflerinden üretilen çözümlü örme yapılar, polyester-, polipropilen- ve polyester/karbon-lif kompozit yapılar fitik tedavilerinde kullanılmaktadır. (Rajendran ve Anand, 2002)

Sert doku implantlarında (ortopedik implantlar) kullanılan materyallerin mükemmel mekanik özellikleri olmalıdır. Sert doku implantında kullanılacak polimerlerin özellikleri; iyi işlenebilirlik, kimyasal dayanıklılık ve biyouygunluktur. Uygulamalar yapay kemik, kemik dolgusu ve yapay eklemleri içerir. Kemikleri ve eklemleri yerine yerleştirmek ve kırılmış kemikleri kaynaştırmak amacıyla bu implantlar kullanılır (Adanur, 1995). Bu amaçla tekstil yapılı kompozitler de kullanılmaktadır. Kompozit yapılar poli D,L-laktid üreterden oluşturularak poliglikolik asit ile takviye edilebilmekte ve 60°C sıcaklıkta ameliyat sırasında şekil verilerek, hem sert hem de yumuşak doku uygulamalarında kullanılabilir. İmplant çevresindeki dokunun büyümesini hızlandırmak amacıyla PTFE'den yapılmış dokusuz yüzey kumaşlar arayüz görevi görebilir (Rigby ve Anand, 2003)

Kardiyovasküler implantlar zayıflamış veya tıkanmış damarların yerine yapay damar veya atardamar yerleştirilmesini sağlar. Tipik bir örneği anevrizma (atardamar cidarlarının (çeperlerinin) zayıflamış noktalarında meydana gelen şişlik) oluşmuş aort damarına bir implantın yerleştirilmesidir. Diğer bir örnek de şeker hastalarının bacaklarındaki tıkanma tehlikesi bulunan damarlara uygulanan implantlardır.

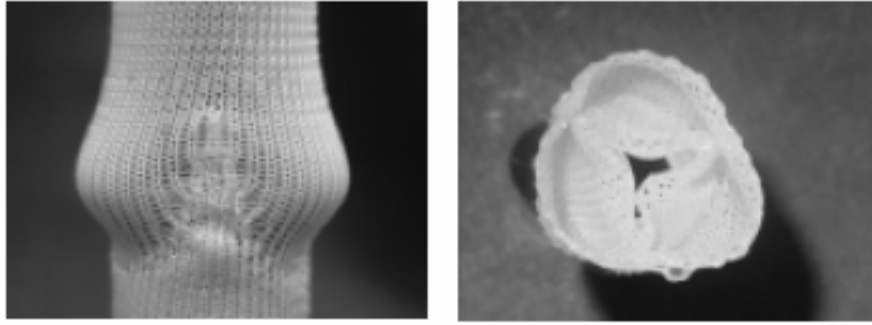
Damarlar genelde tüp şeklindedir. Bir damarın en önemli özelliği gözenekliliğidir. Dokuma damarlar örmeye göre nispeten daha küçük gözeneklere sahiptir. Bu sayede kanın gözeneklerden dışarı çıkmasına izin vermez, fakat aynı zamanda da doku oluşmasını engeller. Örne kumaşlar daha gözenekli olduğundan doku oluşumuna izin verir, ancak kanın sızmasını önleyemez. Bunu engellemek için hem dokumada hem de örmede velur yüzeyler oluşturulmuştur (Adanur, 1995).

Geniş çaplı damarlar sentetik materyaller Dacron, ePTFE vb. kullanılarak yerleştirilebilmektedir. Bununla birlikte bu yapılar küçük çaplı damarlarda başarılı olamamaktadır. Bunun yerine cerrahlar, hastanın vücudunun bir başka bölgesinden damar olarak (mesela koroner bypass sırasında) hastanın hasarlı damarını değiştirmektedirler. Bu zorluğun üstesinden gelmek için kompozit damar yapıları kullanılmaya başlanmıştır. Mesela kalp kapakçığı çalışmalarında kullanılan P4HB (poli-4-hidroksi bütirat) ve PGA (poliglikolik asit)'in bir kompoziti damar üretiminde de kullanılmaktadır. Bu kompozitin iç çapı 5 mm olup, uzunluğu 4 cm'dir. Şekil 1.7'de P4HB'dan üretilen değişik tekstil materyalleri görülmektedir (Martin ve Williams, 2003).



a) 16 filament saç örgüsü hortum b) Yuvarlak örgü hortum c) 16 filament saç örgüsü
Şekil 1.7 P4HB'dan üretilen değişik tekstil materyalleri

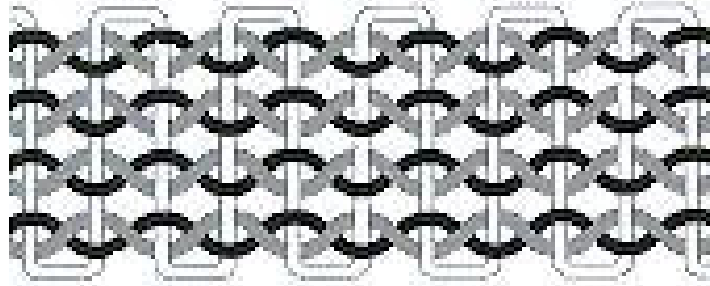
Ayrıca tekstil esaslı protez kalp kapakları üretilmektedir. Tekstil yapıları kapakçıklar üretilirken ipliklerde ve kumaş yapısında bazı faktörlere dikkat edilmelidir. İpliklerin yeterli gerilme özellikleri olmalıdır, kolayca işlenebilmeli, ucuz olmalı, kolay bulunmalı ve biyouyumlu olmalıdır. Kumaş yapıları ise stabil bir yapıda olmalı, kumaştaki boşlukları minimize edecek şekilde sık üretilmelidir. Bu sayede yüksek gözeneklilik sebebi ile oluşan sızıntı önlenecektir. Türbülans (girdaplardan) kaçınmak için kumaşın hemodinamiği (“Hemodinami”, kanın vasküler sistemdeki akım özellikleri), doğal kapakçıkla mümkün olduğunca aynı olmalıdır. Yani hafif esnek bir kumaş gereklidir (Lloyd ve Singer, 2001).



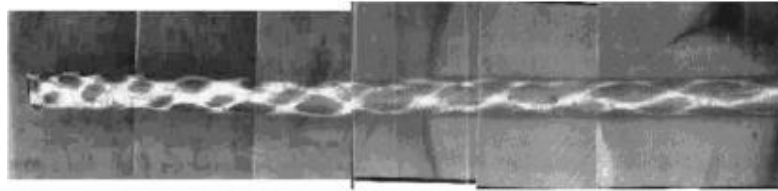
Şekil 1.8 Paslanmaz çelik kalıp üzerindeki örme kalp kapak yapısı (solda), fibrin jel tabakası uygulanıp kalıptan çıkarıldıktan sonra (sağda) (Lieshout, 2005)

Diş tedavilerinde de diş dokusunun tekrar oluşumu mümkün olmadığı durumlarda diş dokularındaki hasarlarda biyopolimerler kullanılır. Bu amaçla en fazla poli-metilmeta-akrilat (PMMA) ve türevleri kullanılmaktadır (Adanur, 1995). Ayrıca saç örgüsü yapıları da dişte kanal tedavisi sırasında kullanılmaktadır (Fujihara, ve ark., 2004). Örneğin kanal tedavisi görmüş diş dokusundaki nem içeriğinin azalması sebebi ile diş kayıpları görülebilmektedir. Kanal tedavisi görmüş dişte kök kırığı olduğu zaman tedavi için kök içinden destek alan bir restorasyona ihtiyaç duyulur. Bu amaçla kompozit tekstil materyalleri kullanılabilir (Arı ve Belli, 1999). Örneğin 1992 yılında Ribbond isimli protez bu amaçla kullanılmak için üretilmiştir. Bu protezin kalınlığı 0,18 mm'dir. Ribbond, balistik kumaşların üretiminde kullanılan yüksek moleküllü polietilen lifler kullanılarak leno dokuma ile üretilmektedir (www.ribbon.com). Oldukça sağlam, biyolojik olarak zararlı olmayan, ışığı geçirebilme

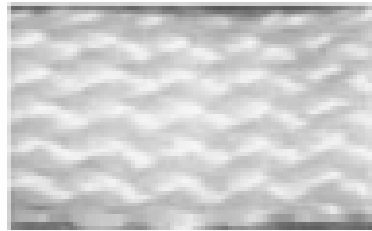
özelliğinde estetik ve kolayca uygulanabilen bir materyal olan Ribbond, kilitli ve kafes şeklinde bir yapıdadır (Şekil 1.9) (Arı ve Belli,1999).



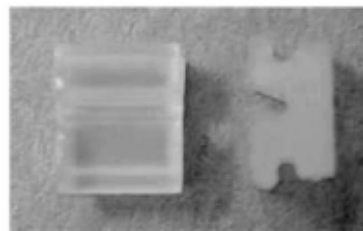
Şekil 1.9 Ribbond (www.ribbon.com)



Şekil 1.10 Ortası karbon dışı cam elyafı ile kaplı diş tedavisinde kullanılan implant (post)

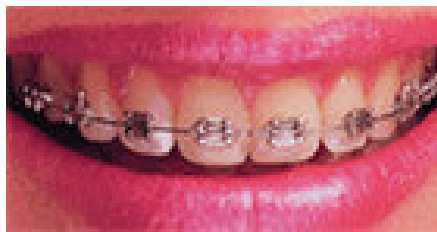


a) Saç örgüsü cam elyaf

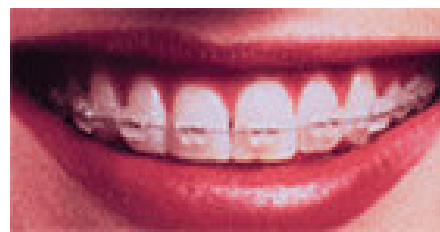


b) Braket

Şekil 1.11 Cam elyafından üretilmiş şerit örgülü yapılardan elde edilen kompozit braket



Metal Braket



Şeffat Braket

Şekil 1.12 Braketin dişlerin üzerine yerleştirilmesi (www.teknoakademi.com/dentart)

Ortodontik tedavilerde dişlere istenen kuvvet ve yönün verilmesi amacı ile braketter kullanılır. Braketterin içinden dişleri harekete geçiren tel, üzerinde de telin braketlere tutunmasını sağlayan lastikler bulunur. Braketter metal, plastik veya porselenden üretilir (www.teknoakademi.com/dentart). Bu tedaviler sırasında cam elyaftan üretilmiş saç örgülü yapılar braketter de kullanılmaktadır (Şekil 1.11, Şekil 1.12). Bu yapı bir epoksi reçineye daldırıldıktan sonra braket şekli verilmektedir (Fujihara ve ark., 2004).

Sinir hasarları periferik (çevresel) ve merkezi sinir sisteminde oluşur. Periferik sinir hasarlarında onarım yapmak merkezi sinir sistemi hasarlarını onarmaktan daha kolaydır. Sinir sistemi hasarlarında biyolojik olarak çözünen ve çözünmeyen yapay sinir implantları kullanılmaktadır. Biyolojik olarak çözünmeyen yapay sinir implantları sentetik polimerlerden (polyester, polipropilen, PTFE v.b.) elde edilmektedir. Vücutta 6 aydan fazla bir süre bozulmamaktadır. Biyolojik olarak çözünebilir yapay sinir implantları ise normal dokuların iltihaplanma olmadan yeniden yapılandırılmasını sağlar ve metabolik yollardan uzaklaştırılır (Yıldız, 2003).

1.2 Tıbbi Tekstiller Alanında Diğer Uygulamalar

Tekstil yapıları ile mikro sensörlerin, iletken liflerin vb. malzemelerin birarada kullanılmaya başlanması ile birlikte elektro tekstillerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu tür ürünlere “giyilebilir elektronikler” de denmektedir. Tıp alanında kullanılabilen bu giysiler kalp atışını, vücut sıcaklığını, nefes alma sayısını, kompresyon giysilerinin basıncını vs. ölçmeye yarar. Örneğin iletken lifler içeren ve yapısındaki sensörün sinyalini küçük bir vericiye iletebilen akıllı bir tişört ile hastanın sağlık durumu takip edilebilir. Hatta bu sinyaller sayesinde hastanın biyofonksiyonel verileri internetten izlenebilir, depolanıp analiz edilebilir.

SmartShirt adı verilen üründe nabız sayısı, solunum sayısı, EKG, vücut sıcaklığı, kalori yakımı gibi bireysel vücut parametrelerinin ölçümü yapılmaktadır. Aynı

zamanda bu giysi takip ettiği biyo-metrik değerleri bir kol saati, PDA (dijital asistan-databank) gibi bir araca yönlendirilebilmekte veya sesli olarak uyarabilmektedir. Ayrıca biyometrik veriler Bluetooth teknolojisi yardımıyla kablosuz olarak bir bilgisayara aktarılabilen ve internet aracılığıyla izlenebilmektedir (Bulgun, Kayacan, 2003) .

VivoMetrics firmasının (ABD) geliştirdiği Life-Shirt'de (Yaşam Gömleği), bir dijital kumanda paneli ve sensörler vasıtası ile 30'dan fazla fizyolojik parametre izlenmekte ve kaydedilmektedir. Toplanan veriler bir hafıza kartı yardımıyla bilgisayara aktarılabilen ve tıbbi yardım, analiz ve destek amacıyla internet kanalıyla gerekli yerlere ulaştırılabilmektedir. Bu sistemde 12 adet patentli sensör tasarımı mevcuttur ve dünyada 100'den fazla hastanede kullanılmaktadır (Bulgun, Kayacan, 2003).

Tıp literatüründe “Sudden Infant Death Syndrome (SIDS)” olarak tanımlanan bebeklerdeki ani ölümlerin önlenmesi amacıyla da akıllı giysiler kullanılmaktadır. Belçika merkezli Verhaerth Design and Development firması ile Brüksel Üniversitesi'nin ortak çalışmaları sonucunda “Mamagoose” adı verilen bebek pijamaları göğüs ve karın bölgelerine yerleştirilmiş 5 adet özel algılayıcıya sahiptir. Bunlardan 3 adedi bebeğin kalp atışını izlerken 2 adedi solunumu takip etmektedir ve bebekte herhangi bir rahatsızlık hissi yaratmamaktadır. Bu ürünün denemeleri henüz devam etmektedir (Bulgun, Kayacan, 2003).

Bu giysilerin yanısıra şeker hastalarının ayaklarını dinlendirmeleri gerektiğini bildiren akıllı çoraplar ve göğüs bölgesindeki ağrıların önlenmesinde kullanılan akıllı sütyenler de mevcuttur (Bulgun, Kayacan, 2003).

Fuji Spinning, “giyilebilir vitaminler” olarak adlandırılan giyside özel bir bitim işlemi ile E ve C vitaminleri içeren tişörtler üretmiştir. Giysiyi giyen kişinin derisi, bu vitaminleri günlük ihtiyacına göre emmektedir (Anandjiwala, 2003).

Bu tip giysilerin yanı sıra insanların vücut sıcaklığını dengelemek amacıyla kullanılan giysiler de mevcuttur. Bu giysilere ısıtıcı veya soğutucu giysiler adı verilmektedir.

Isıtıcı giysiler, akıllı tekstil yapılarıdır. Bu giysilerin içine çelik iplikler yerleştirilerek bir güç kaynağı ile giysinin ısınması sağlanır. Bu sistemler çok soğuk ortamda çalışan kişilerde kullanılmaktadır.

Soğutucu giysiler ise çok sıcak ortamda çalışan kişilerde, vücut sıcaklığının artmasına bağlı olarak hastalıkları ilerleme gösteren kişilerde, çok sıcak ortamda antreman yapan veya yarışan sporcularda kullanılabilir. Bu giysilerin amacı vücut sıcaklığını düşürmektir. Faz değiştiren materyaller vasıtası ile, hava veya sıvı dolaşımı ile soğutma yapabilen soğutucu giysi tipleri mevcuttur. “Soğutucu mikroiklimlendirme giysileri” adı da verilen bu giysiler hakkında detaylı bilgiler Bölüm 4’de verilecektir.

BÖLÜM İKİ

ISI VE İNSAN VÜCUDU

2.1 İnsan Vücudunda Isı Transfer Mekanizmaları

İnsan vücudu ısı açısından oldukça kararlı bir yapıya sahiptir. Ancak çeşitli fiziksel aktiviteler veya ortam sıcaklığının değişmesi sebebi ile vücut sıcaklığı değişmektedir. Bu durumda ısı transfer mekanizmaları vasıtasıyla ortamlarla insan vücudu arasında ısı alışverişi meydana gelmektedir. Bu ısı transfer mekanizmaları iletim, taşıma, ışıınım ve buharlaşma olarak sınıflandırılmaktadır (Kaplan ve Okur, 2005; Gow, 2000; www.sogutmaci.com):

İletim (kondüksiyon) yolu ile ısı transferi bir yüzeyin başka bir yüzeye teması sonucunda gerçekleşir. Isı, yüksek sıcaklıkta bulunan bir bölgeden düşük sıcaklıkta olan bölgeye iletilir. Isı iletimi bir ortam içerisinde bulunan bölgeler arasında veya doğrudan doğruya fiziki temas durumunda bulunan farklı ortamlar arasında gerçekleşir. Isının çeşitli malzemeler üzerinden iletilme oranı; malzeme kalınlığı, transfer doğrultusuna dik yüzey alanı, malzemenin iki tarafındaki sıcaklık farkı, malzeme ısı iletkenliği ve ısı akışının süresi gibi faktörlere bağlıdır. İnsan vücudunda ise ısı, ya bir yere temasla ya da vücut etrafındaki hava moleküllerine doğrudan aktarılır.

Taşıma (Taşınım/Konveksiyon) yolu ile ısı transferi, akışkan hareketi ile enerji taşıma işlemidir. Yani ısı, vücuttan sıvılarla temas sırasında veya hava akımı yolu ile uzaklaştırılmaktadır.

ışıınım (Radyasyon) yolu ile ısı transferi, ısının elektromanyetik dalgalar yolu ile havaya aktarılmasıdır. Bir cisim meydana getiren taneciklerin ısı hareketi, elektromanyetik ışıma şeklindeki enerji oluşumlarına sebep olur. Sıcaklığın artması, taneciklerin hareketini ve dolayısıyla ışıma şiddetini artırır. ışıma, büyük oranda materyalin sıcaklığına bağlıdır. Renk ise ışıma için diğer bir faktördür. Siyah renk

ısıyı hem iyi emer, hem de iyi yayar. Beyaz renk ise enerjinin büyük kısmını yansıtır. Işıma performansı düşüktür.

Buharlaştırma, çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek olduğu durumlarda terleme ile oluşur, yani ter sıvısı deri yüzeyinden buharlaşır. Bu sayede ısı uzaklaştırılmış olur. Ter sıvısının buharlaşması sonucu damar sistemindeki kanın sıcaklığı düşer. Soğuyan kan sisteme geri döner ve bu işlem vücut ısısı gerekli düzeye ininceye kadar devam eder. Ter içindeki sıvının kaynağı, kan plazmasının içindeki kan hücrelerini çevreleyen sıvı hücreleridir. Dolayısı ile terleme işlemi, bu hücrelerdeki sıvının kaybolmasına ve bunun sonucu olarak dehidrasyona (vücudun su kaybetmesi) yol açar (Gow, 2000).

İnsan vücudu, yukarıdaki ısı transfer mekanizmalarının tamamını kullanarak aktif bir ısı dengeleme sistemini kullanır. Kişi ve ortam arasındaki ısı değişimi aşağıdaki denklemle açıklanabilir (Parsons, 2003):

$$M - W = E + R + C + K + S \quad (1)$$

Vücudun metabolik hızı (M) vücuda mekanik iş yapabilecek (W) enerjiyi sağlar. (M-W) değeri metabolizmanın mekanik iş sırasında harcadığı ısı enerjisinden geriye kalan ısı enerjisini göstermektedir. Isı transferi, konduksiyon (K), ışınım (R), konveksiyon (C) ve buharlaşma (E) şeklinde meydana gelebilir. Isı kaybının ve kazanımının tüm verileri bir araya getirildiğinde ısı depolama hızı (S) ortaya çıkar. Vücut sıcaklığının dengede olabilmesi için S sıfır olarak bulunmalıdır. Eğer net bir ısı kazanımı söz konusu ise S pozitif, ısı kaybı söz konusu ise negatif olarak hesaplanır. M-W daima pozitiftir. E, R, C, K, S vücuttan ısı kaybını göstermektedir.

Yukarıdaki bütün veriler ısı üretimi veya ısı kaybı hızı olarak hesaplanır. Enerji kazanımı veya enerji kaybı hızının birimi saniyedeki enerjidir. Bu da Joule/sn veya Watt olarak ifade edilir. Farklı bedenlerdeki insanlar üzerinde bu ölçümü standardize etmek için bu değer toplam vücut yüzey alanına bölünür (W/m^2).

2.2 İnsan Vücudunda Isı Üretimi ve Aktif Isı Dengeleme Sistemi

İnsan vücudunda metabolik ısı, hücrelerde üretilmektedir. Hücre ile etrafındaki ortam arasındaki termal koşullara bağlı olarak iletimle (kondüksiyonla) ısı aktarımı olur. Hücre dışındaki sıvıların (kan gibi) hareketine bağlı olarak bu sıvılarla hücre arasında ise konveksiyonla ısı transferi meydana gelir. Vücut hücreleri ile insan derisi arasında etkili bir ısı değişimi söz konusudur. Isı, deri yüzeyinde kondüksiyon, konveksiyon, ışıınım ve buharlaşma ile dış ortama transfer edilir.

İnsan vücudunun sıcaklığı, iç vücut sıcaklığı ve deri yüzeyi sıcaklığı olmak üzere iki şekilde ifade edilmektedir. Normal şartlar altında ortam sıcaklığı 28°C iken, yani termo-nötrallik durumundayken iç vücut sıcaklığı yaklaşık 37°C (36-38°C arasında), deri yüzeyi sıcaklığı ise yaklaşık 33,7°C civarındadır. Ancak Dünya' da en soğuk yerin -50 °C, en sıcak yerin +50 °C olduğu düşünülürse, insan vücudu ile bulunduğu ortam arasındaki sıcaklık farkı bu skalanın en soğuk bölgesinde 80°C' ye kadar, en sıcak bölgesinde 20°C' ye kadar ulaşmaktadır ve insan vücudunun sıcaklık dengesi bozulmaktadır (Laing ve Sleivert, 2002).

Ayrıca ortam şartları dışında yapılan fiziksel aktiviteler sırasında da insanların vücut sıcaklıkları artmaktadır. Normal şartlar altında fiziksel aktivite yapan bir kişinin vücut sıcaklığı 40°C'ye kadar çıkabilmektedir ve insan vücudunun sıcaklık dengesi bozulmaktadır.

Oluşan bu sıcaklık farklılıkları dengelenmelidir, aksi halde önce kişide performans düşüklüklerine ve bu farklılıklar daha da artarsa ölüme yol açabilir.

Hensel (1981) insan vücudunun sıcaklığının termal olarak dengelenmesini, otonom dengeleme, davranışla ilgili olarak dengeleme ve teknik olarak dengeleme olarak üç farklı şekilde sınıflandırmıştır.

2.2.1 Otonom Dengeleme

Ortam sıcaklığının çok yüksek veya çok düşük olması veya fiziksel aktiviteler sırasında vücut sıcaklığının artması sebepleri ile oluşan sıcaklık farkını insan vücudu biyolojik olarak dengelemeye çalışır. Sıcaklığı dengeleyen bu sisteme “termoregülasyon sistemi” adı verilmektedir.

Termoregülasyon sisteminin işleyişi: İnsan vücudunda farklı bölgelerde bulunan (deri vb.) ısı algılayıcıları sayesinde merkezi (santral) ve periferik sinir sistemi vücuttaki ısı dalgalanmalarını tespit etmektedir. Bu dalgalanmalar beyinde bulunan hipotalamus tarafından kontrol edilmektedir. Hipotalamusun ön ve arka olmak üzere iki farklı bölgesi bulunmaktadır. Ön hipotalamus sıcaklık artışından, arka hipotalamus da sıcaklığın düşmesinden vücudu korumaktadır.

Eğer vücut sıcaklığı artarsa, deri damarları genişler (vazodilasyon), bu damarlara kan akışı artar ve deri yüzeyinden ortama ısı transferinin artması sağlanır. Aynı zamanda vücuttan ter salgılanır ve terin buharlaşması meydana gelir. Vücut terleme yoluyla etkin bir soğutma yapabilir. Yetişkin bir erkek için sürdürülebilir terlemenin üst sınırı yaklaşık olarak saatte 1 litredir. Bu 350 W/m²’lik bir soğumaya eşdeğerdir.

Eğer vücut sıcaklığı azalır, deri damarları daralır (vazokonstriksiyon), kan akışı azalır ve vücuttan ortama iletilen ısı transferi azalır. Deri yüzeyi soğuk olduğu için deri üzerindeki tüyler dik hale gelir (piloereksiyon). Ayrıca üşümeye bağlı olarak kasların kasılmasıyla birlikte titreme meydana gelir. Vücudun soğuması durumunda istem dışı devreye giren titreme mekanizması, kaslarda üretilen ısıyı dolayısıyla vücut sıcaklığını artırır. Küçük kas gruplarında başlayan titreme, dinlenme durumundaki vücudun toplam ısı üretimini 1,5 ile 2 katına çıkarırken oldukça şiddetli bir hal aldığı anda 6 katına kadar çıkabilmektedir (Parsons, 2003)

2.2.2 Davranışla İlgili Dengeleme

Davranışlarla vücut sıcaklığını dengelemek, insanın termal veya duygusal hislerinin bir sonucu olan termal konfor ile ilgilidir. Isı kaynağından uzaklaşma, duruşun değiştirilmesi, sıcağı muhafaza etmek için egzersiz yapmak, soğuğu muhafaza etmek için dinlenmek, ortamın sıcaklığına göre uygun giysiler giymek v.b. davranışla ilgili fizyolojik tepkilerdir.

Fanger (1970) termal konforu, insanın bulunduğu ortamda kendisini ne sıcak ne de soğuk hissettiği, yani termo-nötralliğin bulunduğu durum olarak tarif etmektedir.

Fanger'a göre termal konfor şu şartlara bağlıdır:

1. Kişinin aktivitesine (Vücutta ısı üretimi söz konusudur.),
2. Giysilerin ısı dirençlerine,
3. Ortam şartlarına (hava sıcaklığı, hava hızı, nem) bağlıdır.

Genel olarak kendisini o an yapmakta olduğu işlerden alıkoyacak nitelikte herhangi bir sıkıntı, rahatsızlık duymayan bir insanın konforlu bir ortam içinde bulunduğu söylenebilir. Yapay iklimlendirmenin olmadığı yerlerde insanlar, kendilerini rahat hissedecekleri konforu, üzerlerine giydikleri giysiler ile sağlamaya çalışmaktadırlar.

İnsanlar aynı zamanda yedikleri besinlerin yanması sonucunda meydana gelen enerjinin bir kısmını ısı enerjisi şeklinde çevreye vermek zorunda kalırlar. Sağlıklı bir insanın normal uğraşı şartlarında, yaklaşık 37°C sabit beden sıcaklığı bulunmaktadır. Bu nedenle insan, ihtiyacından fazla üretilen enerjinin (ısının) kolaylıkla dışarı çıkmasına da müsaade edebilecek şekilde giyinerek vücut sıcaklığının dengelenmesini sağlamalıdır. Yazın söz konusu ısının kolay çıkışı için hafif ve bol giysilerin, kışın da vücuttan hızlı ısı kaybını azaltan kalın giysilerin tercih edilmeleri, bu sebepten kaynaklanmaktadır.

2.2.3 Teknik Olarak Dengeleme

İnsanlar giyinmenin, yani davranışsal dengelemenin yanı sıra buldukları ortamları yapay olarak iklimlendirerek vücut sıcaklıklarını dengelemektedirler. İnsanlar, sadece binalar veya iklimsel mimariler ile değil, ayrıca giysilerin üzerine yerleştirdikleri mikro-iklimlendirme sistemleri ile de vücut sıcaklık dengelerini ayarlayabilmektedirler.

2.3 Termal Stres

İnsanın normalde vücut iç sıcaklığı 36–38°C (37°C) arasında değişmektedir. Verimli bir termoregülasyon için bu sıcaklık limitleri 35–40°C arasında değişmektedir. Bu limitlerin dışına çıktığında insan sağlığı için tehlike oluşmaktadır.

Çevresel termal stres altındaki bir bireyin bu ortama uyum sağlayabilmesi için termoregülasyon sisteminde birtakım fizyolojik değişimler olur. Termodinamik kurallarına göre ısı yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa transfer olur. Vücut, ortam sıcaklığı düşük olduğunda ısı kaybeder, ortam sıcaklığı yüksek olduğunda ısı kazanır. Isı transferi ile ilgili çevresel faktörler hava sıcaklığının, rüzgâr hızının, bağıl nemin ve ışımanın birleşimidir. Buna yaş ve cinsiyet gibi insan faktörleri, bireyin üstündeki iş yükü, fizyolojik termoregülasyonu etkileyen sağlık problemleri, giysi ve metabolik hız da eklenmektedir. Termal stres, farklı ortamlarda ve mesleklerde de bir risk faktörüdür.

Uzun süreli olarak sıcak veya soğuk ortama girecek veya bu ortamda çalışacak kişilerin vücutlarını bu sıcaklıklara adapte etmesi gerekmektedir. Bu amaçla “iklime alıştırma” yöntemi adı verilen yöntemle vücut sıcaklıklarını ortama adapte ederler. Sıcak ortamlarda bu süre yaklaşık 9 ile 14 gün arasında sürer. Kişi her gün 60 dakika ile 90 dakika arasında adapte olacağı ortam şartlarına maruz kalır. Eğer bu yöntem düzgün olarak uygulanırsa kişide istenen fizyolojik değişiklikler olmaktadır (Seto, Way, O’Connor, 2005). Ancak soğuk ortama alışma ile ilgili yapılan çalışmalarda,

iklime alıştırma yöntemleri ile ilgili somut herhangi bir sonuç bulunamamıştır. Sadece ellerin ve parmakların soğuga alışabildiği kanıtlanmıştır (Parsons, 2003).

Termal stres, ısı stresi ve soğuk stresi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2.3.1 Isı Stresi

Ortam sıcaklığı, nem, güneş, yapılan egzersizler veya kontrol edilemeyen bir enfeksiyon sonucunda iç vücut sıcaklığı 40-42°C'ye kadar artabilir. Bu duruma "hipertermi" adı verilmektedir. Kısaca hipertermi insan vücudunda meydana gelen ısı stresinin aşırı derecede artmasına bağlı olarak oluşmaktadır Isı stresi arttıkça kişinin vücut sıcaklığı, terlemesi ve kalp atış hızı artmaktadır. 40°C' yi aşan vücut iç sıcaklıkları insan için hayati tehlike oluşmaktadır. Bu derece yüksek sıcaklık değerleri ile birkaç günlük yaşam dahi iç organlarda geri dönüşü olmayan hasarlara ve sonuç olarak da ölümlere yol açabilmektedir.

Ön hipotalamus, otonom sinir sistemi sayesinde fizyolojik ısı düzenlemesini kontrol eder. Hipotalamus gerçekte, girdiyi cevap olarak algılayıp ısıyı dönüştüren ana kontrol merkezi gibi davranmayabilir. Bununla birlikte pratik hedefler için termostat benzeri bir sistem olarak düşünülebilir. Belirli bir ayar noktası vardır. Bu ayar noktasına yakın bir değerde vücut tepkileri yönlendirilir. Bu ayar noktası; ateşli hastalıklarda veya çeşitli metabolizma faaliyetleri sonucunda değişebilir (Keim, Guisto, Sullivan, 2002).

Sıcağa maruz kalan kişilerde vücut sıcaklığının artışına bağlı olarak fiziksel performans ve zihinsel performans düşmektedir. Kişilerde daha yüksek hata oranı, öğrenme kapasitesinin azalması, dikkatin dağılması gibi tepkiler görülmektedir.

İnsanların fiziksel ve zihinsel performanslarının düşmesinin yanı sıra sıcağa maruz kalma sebebi ile bazı rahatsızlıklar oluşmaktadır. Bu rahatsızlıklar inme, bitkinlik, bayılma v.b. hastalıklardır (Gow, 2000; Keim ve ark., 2002; Seto ve ark., 2005).

Sıcağa maruz kalma sonucu oluşan inme durumunun klasik tanımı, üç kriter ile belirtilmektedir: Yüksek ateş, merkezi sinir sisteminin düzgün çalışmaması ve vücudun ter üretememesidir. Hastanın iç vücut sıcaklığı artmaktadır. Bilinç durumu da değişmektedir. Kalıcı organ zararları veya ölüm gibi sonuçlarla karşılaşılabilir. Bu hastalık sıcağa bağlı olan hastalıklardan en tehlikeli olanıdır ve acil müdahale gerektirmektedir.

Sıcağa maruz kalma sonucu oluşan bitkinliğin; sıcak çarpmasından farkı, hastada bilinç durumunun normal olmasıdır. Birkaç gün boyunca sıcağa maruz kalma sonucunda su ve/veya elektrolit kaybı oluşur. Baş ağrısı, baş dönmesi, sersemlik veya baygınlık bu durumun temel belirtileridir. Spesifik olmayan belirtileri, yorgunluk, keyifsizlik, mide bulantısı, kusma olarak belirtilmiştir.

Sıcağa maruz kalma sonucu oluşan kramplar; sıcak bir ortamda aşırı terlemeyle kasların çok aşırı hareket ettirilmesi sonucunda oluşmaktadır.

Ayrıca deri yanıkları, isilik ve ödem aşırı sıcağa maruz kalmış kişilerde görülen diğer rahatsızlıklardır.

Sıcağa maruz kalmış kişilerin tedavilerinde uygulanan yöntemler (Keim ve ark.): İnsanlar, uygun şekilde giyinerek, buldukları ortamı uygun şekilde iklimlendirerek, sıcak ortamlarda yeterli miktarda su içerek v.b. önlemleri alarak ısı stresi sonucu oluşabilecek bu rahatsızlıkları engelleyebilmektedirler. Mesela koruyucu giysilerle yüksek sıcaklıklarda çalışan kişiler soğutucu yelekler veya ıslak giysiler giyerek vücut sıcaklıklarını dengelemektedirler.

Ancak ısı stresine maruz kalmış ve rahatsızlanmış bir kişiye, özellikle sıcak çarpması ve bitkinliği oluşmuş kişiye uygulanması gereken bazı teknikler vardır. Bu teknikler sıvı alımı ve vücudu soğutma ile ilgili teknikleridir.

Kişi aşırı sıcağa maruz kaldığı zaman vücutta terleme meydana gelmektedir. Oluşan bu ter ile birlikte vücutta su, tuz ve elektrolit kaybı oluşmaktadır. Hasta da oluşan bu kayıplar, serum vererek, yani hastanın sıvı alımını sağlayarak giderilmektedir.

Sıcağa maruz kalmış bir kişinin vücut sıcaklığının düşürülmesi gerekmektedir. Bu durumda soğutma teknikleri kullanılarak artan vücut sıcaklığı dengelenebilir. Soğuk suya veya buzlu suya batırma, buharlaşma yolu ile soğutma ve soğuk buz paketleri kullanma gibi yöntemler bu amaçla kullanılmaktadır.

Soğuk suya veya buzlu suya batırma tekniğinde, vücudu, kol ve bacakları örtecek şekilde hasta suya yerleştirilir ve hasta bu suyun içinde belirli bir süre bekletilir. Bu metotla yapılan araştırmalara göre çoğu zaman hastanın vücut sıcaklığı, bir saatten az bir sürede 39°C'nin altına düşmektedir.

Buharlaşma yolu ile soğutmada hastanın üzerine spreylemlerle soğuk su sıkılır ve bu sırada hastanın üzerine sıcak hava verilir. Sıcak hava sayesinde buharlaşma meydana gelir ve hastanın vücut sıcaklığı düşürülür.

Hastanın koltuk altlarına ve kasıklarına buz paketlerinin yerleştirilmesi ile ek soğutma sağlanmaktadır. Ancak ellere ve ayaklara buz paketlerinin yerleştirilmesi istenmeyen bir yöntemdir. Çünkü deri yüzeyindeki damarlarda daralmaya yol açar. Bu durumda vücuttan ısı kaybı azalır.

2.3.2 Soğuk Stresi

Aşırı derecede soğuğa maruz kalmış bir kişide, hipotermi ve donma görülmektedir. Vücut iç sıcaklığının aşırı derecede düşmesi, yani sıcaklığın 35°C ve altına inmesine “hipotermi” adı verilmektedir. Soğuk suya dalma, batma, ıslakken şiddetli bir rüzgâra maruz kalma veya soğuk hava şartlarına maruz kalma sonucu hipotermi oluşmaktadır. Soğuk ortamda deri sıcaklığı da düşmektedir, deride donmalar ve soğuğa bağlı yanıklar oluşabilmektedir. Bu yüzden soğuk ortamlarda

ellerin, ayakların, yüz ve baştaki soğuğa maruz kalan bölgelerin (kulak, burun, gözler, dudaklar ve çene) özellikle korunması gerekmektedir. Aksi halde düşen vücut sıcaklığı ölüme yol açabilmektedir.

Soğuma, öncelikle insan vücudunun metabolizmasını yavaşlatmaktadır. İnsan vücudunun sıcaklığı düştükçe sinirlerin iletimi ve kas aktiviteleri azalmakta, hatta durmaktadır. Bilinçli bir bireyde görülen ilk fizyolojik tepki titremedir. Titremeye bağlı olarak insan vücudunun metabolik hızı, kalp atış hızı vs. artmaktadır. İnsanın vücut iç sıcaklığı düştükçe hipotermi oluşmaktadır.

Keim ve ark. (2002), insan vücudunu yüzeysel bölge, orta bölge ve iç bölge olarak üçe ayırmaktadır. Yüzeysel bölge; deri yüzeyini, deri altında bulunan dokuları ve termo-algılayıcıları içermektedir. Bu bölgenin sıcaklığı, ortamın sıcaklığına ve kan akışına bağlı olarak değişmektedir. Soğuk ortamda deri yüzeyindeki doku sıcaklıkları 10°C'ye düşene kadar damarlarda daralma görülmekte, sıcaklık düşmeye devam ettikçe bu durum ortadan kalkmaktadır. Stocks, Taylor, Tipton ve Greenleaf (2004), deri altında bulunan termo-algılayıcıların sıcaklığa, basınca ve dokunmaya karşı hassas olduğunu belirtmektedir ve deri sıcaklığı yaklaşık 5°C iken bu hassasiyet kaybolmaktadır. Soğuk ortamda çalışan kişilerde hava sıcaklığı -1°C iken veya rüzgârın sıcaklığı -30 °C'nin altında iken deride donmalar meydana gelmektedir.

Orta bölge kasları içermektedir. Bireyin vücut sıcaklığının değişimine göre kas aktiviteleri değişmektedir. Isı, kas aktiviteleri ile oluşmaktadır (Keim ve ark., 2002).

Hipotermi, primer hipotermi ve sekonder hipotermi olarak ikiye ayrılmaktadır. "Primer hipotermi" sağlıklı bireylerde görülmektedir. Aşırı soğuğa maruz kalma, suya batma gibi nedenlerden dolayı ısı transfer mekanizmaları (konveksiyon, kondüksiyon v.b.) vasıtasıyla vücut iç sıcaklığı düşmekte ve hipotermiye neden olmaktadır. "Sekonder hipotermi" ise kronik hastalıklar, zehirlenmeler ve ileri yaşa bağlı olarak gerçekleşmektedir (Girişgin ve ark., 2006).

Hipotermi vücut iç sıcaklığının değişimine göre de sınıflandırılabilir (Tablo 2.1) (Danzl, 2002).

Tablo 2.1 Vücut sıcaklığına bağlı olarak hipotermi sınıflandırılması

Durum	Vücut İç Sıcaklığı (°C)
Hafif Hipotermi	32°C - 35°C
Orta Hipotermi	28°C - 32°C
Şiddetli Hipotermi	20°C - 28°C

Hipotermi'nin ilk belirtisi üşümedir. Hafif hipotermide ellerin ve ayakların acıyacak şekilde üşmesi yaygındır. 35°C'de maksimum titreme gerçekleşir. Sıcaklık düştükçe bilinç bulanıklığı, duyarsızlık, adalelerde uyum bozukluğu gözlenir (Girişgin ve ark., 2006; Parsons, 2003; Danzl, 2002).

Orta hipotermide 31°C civarında titreme durmaktadır. Bilinç kaybı artar, kaslarda sertleşme meydana gelir. Birey ayakta duramaz ve mantıksız davranışlar yapar. 29°C civarında bireyin solunum hızı azalır (Girişgin ve ark., 2006; Parsons, 2003; Danzl, 2002).

Şiddetli hipotermi 20°C-28°C arasında görülmektedir. Yarı baygınlık, kaslarda ciddi sertleşme, refleks ve hareket kaybı, düşük tansiyon belirtileridir (Girişgin ve ark., 2006; Parsons, 2003; Danzl, 2002).

20°C ve altındaki vücut sıcaklıklarında ise kalp durmaktadır. 19° ile 20°C arasında beyin ölümü gerçekleşmektedir (Girişgin ve ark., 2006).

Hipotermik hastaların iyileşmesi amacıyla hastayı ısıtma teknikleri kullanılır. Klimalar veya fanlar vasıtasıyla hastaya sıcak hava üfleme, sıcak su şişeleri, pedleri v.b koyma, 40°C'de banyoya daldırma, ısıtıcı giysiler giydirmeye ve battaniyeler örtme kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Bu ısıtma yöntemleri hastayı dış yüzeyden aktif olarak ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca hastanın iç sıcaklığını arttırmak amacıyla kullanılan yöntemlerde vardır. Genelde bu yöntem şiddetli hipotermi

görülen hastalara uygulanmaktadır. Hastaya oksijen maskesiyle nemli hava verilerek v.b. yöntemlerle hasta ısıtılmaya çalışılmaktadır.

Soğuğa maruz kalan bireylerde deri yüzeyinde donma da meydana gelmektedir. Donma, hücreler arasında kalan alanlarda kristaller oluştuğu zaman ve dokular donduğu zaman görülmektedir. Hücresel değişiklikler doku sıcaklığı 15°C'nin altına düştüğü zaman başlamaktadır. -6°C'den daha düşük sıcaklıklarda hücrelerin etrafındaki alanda buz kristalleri oluşmaktadır. Donmadaki doku hasarının çoğu damar hasarına bağlıdır. En çok eller ve ayaklar donmadan etkilenmektedir. Bunun yanı sıra burun, kulak ve kornea da etkilenmektedir. Donma sebebi ile el ve ayakta kızarıklık, şişlik ve deride soyulmalar oluşabilir, ödem, karıncalanma ve uyuşukluk görülebilir, hatta soğuğa maruz kalan bölgede kangren oluşabilir. Bu tip hastalıkların görüldüğü bireylerde temel tedavi ısıtmadır. Hasta 40-42°C arasındaki su ile tedavi edilir (Girişgin ve ark., 2006).

2.4 Vücut Sıcaklığı Ölçümleri

İnsanlarda termal ortama bağlı olarak yapılan ölçümler, ısı transferinin belirlenmesi, insan vücudunun fizyolojik ve psikolojik tepkisinin belirlenmesi olarak gerçekleştirilmektedir (Parsons, 2003).

İnsan vücudundan ısı transferi ölçümleri direkt olarak yapılabilmektedir. Bu amaçla ısı akışını gösteren diskler veya kalorimetreler kullanılmaktadır. Isı akışını gösteren diskler insan vücuduna yerleştirilmekte ve diskin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ve diskin termal özellikleri ısı transferini vermektedir. Kalorimetreler (surface plate calorimeter) de deri sıcaklığını muhafaza etmek için levhanın ne kadar güce gereksinimi olduğu tespit edilmektedir. Bu güç, kalorimetre tarafından kaplanan derinin kuru ısı kaybını (konveksiyon ve kondüksiyon) vermektedir. Ayrıca insan vücudu üzerinden hassas ısı ölçümleri yapabilen giysiler de mevcuttur.

İnsan vücudundan direkt ısı ölçümlerinin yanı sıra insan vücuduna benzeyen mankenlerle de ortam ve manken arasında ısı transferi ölçümleri

gerçekleştirilebilmektedir. Bu mankenlere “termal manken” adı verilmektedir. Termal mankenlerle ilgili detaylı bilgi Bölüm 3’de verilecektir.

İnsanların ortam şartlarının değişmesine bağlı olarak verdikleri fizyolojik tepkiler, vücudun farklı bölgelerinden elde edilen sıcaklık ölçümleri ve kalp atış hızının belirlenmesi ile takip edilmektedir. Sıcaklıklar deri, rektal, ağız, kulak v.b. bölgelerden ölçülmektedir. Kalp hızı ise elektrokardiyogram (EKG) tarafından belirlenmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

TERMAL MANKENLER

Mankenler birçok farklı araştırma alanında insan vücudu yerine kullanılarak çeşitli simülasyonların yapılmasına ve insan vücuduna yönelik çeşitli verilerin elde edilmesine yönelik kullanılmaktadır. Taşıtların güvenlik deneylerinden, farklı endüstriyel uygulamalara, havacılık ve uzay endüstrisinden askeri araştırmalara dek çeşitli alanlarda manken ve manken benzeri yapılar kullanılmaktadır. Mankenler dış görünüş açısından insan vücuduna benzer olabileceği gibi fonksiyonel olarak da insan vücuduna yakın yapılar olabilir.

Bilim teknoloji alanında kullanılan mankenler arasında termal mankenler başlı başına ayrı bir araştırma alanını oluşturmaktadır. Termal mankenler, adından da anlaşılacağı gibi insan vücudunu şekilsel ve fonksiyonel açıdan simüle ederek insan vücudu-çevre, insan vücudu-giysi ya da insan vücudu-çeşitli araç gereç arasındaki ilişkileri termal açıdan incelenmesinde kullanılmaktadır. Bu doğrultuda sıcaklık, nem v.b. parametreler termal mankenler kullanılarak incelenmektedir.

Termal mankenler kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar 60 yıl öncesine dayanmaktadır. İlk çalışmalar askeri amaçlı kullanılan koruyucu giysilerin termal özelliklerinin değerlendirilmesi için gerçekleştirilmiştir. Genel olarak giysilerin termal özelliklerinin; araçların içi, uçakların içi gibi karmaşık ortamlardaki vücut ısı akışının değerlendirilmesinde yani termal ortamın insan vücudu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Termal mankenlerin geliştirilme kronolojisi ilk olarak Holmér (2000) ve Wyon (1989) tarafından verilmiştir (Tablo 3.1). İlk olarak üretilen mankenler tek parça halinde üretilmektedir ve ısı ölçümleri bu tek parça üzerinden alınmaktadır. Bu tip mankenlere tek-segmentli manken denilmektedir.

Tablo 3.1 Termal mankenlerin gelişimi

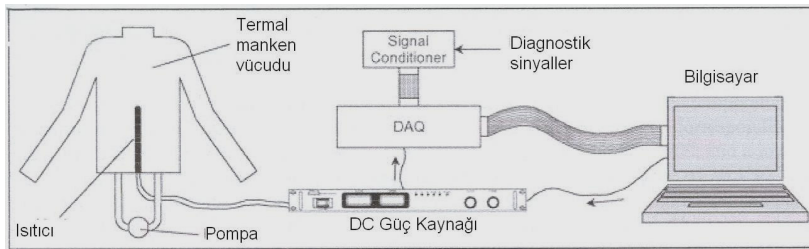
Manken Tipi	Materyali	Çalışma Şekli	Üretim Yeri ve Yılı
Tek-segmentli	Bakır	Analog	ABD 1945
Çok-segmentli	Alüminyum	Analog	İngiltere 1964
Işınım mankeni	Alüminyum	Analog	Fransa 1972
Çok-segmentli	Plastik	Analog, Hareketli	Danimarka 1973 Almanya 1978
Çok-segmentli	Plastik	Dijital, Hareketli	İsveç 1980 İsveç 1984
Alev mankeni	Alüminyum	Dijital	ABD
Terleyen manken	Alüminyum	Dijital	Japonya 1988
Terleyen manken	Plastik	Dijital, Hareketli	Finlandiya 1988
Terleyen manken	Alüminyum	Dijital, Hareketli	ABD 1996
Bayan manken	Plastik	Dijital, konfor ayar modu, Hareketli	Danimarka 1989
Nefes alan termal manken	Plastik	Dijital, konfor ayar modu, Hareketli, Nefes simülasyonu	Danimarka 1996
Terleyen manken	Plastik	Dijital, 30 kuru ve 125 ter bölgesi, gerçekçi hareketler	İsviçre 2001
Kendinden kontrollü terleyen manken	Metal	Dijital, 126 bölgesi, mafsallı	ABD 2003
Sanal, bilgisayar manken	Nümerik, Geometrik model	Isı ve kütle transferi simülasyonu, mafsallı	Çin 2000 İngiltere 2001 İsveç 2001 Japonya 2002
Tek-segmentli, terleyen manken	Nefes alan kumaş	Dijital, su ısıtmalı, Hareketli	Çin 2001
Tek-segmentli manken	Rüzgar geçirmez kumaş	Dijital, hava ısıtmalı, Hareketli	ABD 2003

Termal mankenler birkaç parçadan da oluşturulabilir. Mesela kalça iki bölümden, bacaklar alt ve üst bacak, kollar alt ve üst kol bölgeleri gibi parçalara ayrılabilir. Bu parçalar üzerinden ayrı ayrı ısı değerleri ölçülmektedir ve elde edilen verilerin ağırlıklı ortalaması alınarak ısı transferi hesaplanmaktadır. Bu tip mankenlere çok-segmentli mankenler adı verilmektedir. İnsan vücudu üzerinden daha detaylı bilgiye ihtiyaç duyulması sebebi ile çok-segmentli mankenler üretilmiştir. Isıtılan segmentler ısıyı ısıtım yolu ile birbirini etkilemekte ve bu durum yapılan ölçümlerin doğruluğuna etki etmektedir. Segment sayısı arttıkça yani segmentlerin yüzey alanı küçüldükçe ölçüm hassasiyeti daha da artmaktadır. Mankenlerin kullanılacağı alana göre segment sayısı belirlenmelidir. Günümüzde kullanılan bazı termal mankenlerde 100'den fazla segment bulunmaktadır (Melikov, 2004).

Termal mankenler bakır, alüminyum, plastik veya metal gibi materyallerden üretilebileceği gibi, yüzeylerinde insan tenini simüle etmek amacıyla farklı yapılar da (Örneğin Gore-Tex firması tarafından üretilen ve terlemeyi sağlayan kumaşlar) kullanılmaktadır.

Günümüzde mankenlerdeki sıcaklık ölçümleri dijital sensörler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Elde edilmek istenen verinin hassasiyetine göre en uygun sensör hedeflenen bölgeye yerleştirilmektedir

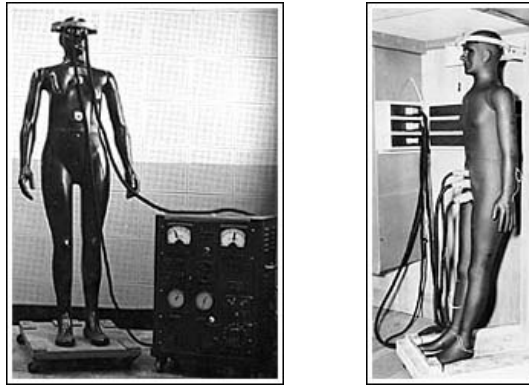
Termal mankenler elektrikli ısıtıcı plakalar veya içi su dolu borular vasıtasıyla ısıtılmaktadır. Şekil 3.1'de su ile ısıtılan bir termal mankenin şematik gösterimi verilmiştir (Jetté ve ark., 2004).



Şekil 3.1. Termal mankenin şematik olarak gösterimi

Literatürdeki ilk termal manken, başı ve kolları olmayan metal levhalardan üretilmiş tek-segmentli mankendir. Dr. Harwood Belding tarafından Amerikan ordusu için 1941 yılında üretilmiştir. Bu mankenin içinde basit bir ısıtıcı ve ısıyı vücut yüzeyine dağıtmak için bir fan bulunmaktadır.

1942’de Belding elektrik devreleri ile ısıtılan bakır bir manken daha üretmiştir. Bu mankende eller ve ayaklar vücut yüzeyinden bağımsız olarak ısınabilmektedir. Bu manken 1971 yılından sonra yenilenmiş ve ısı kontrol sistemleri 1995 yılında tekrar oluşturulmuştur. Halen Amerikan Ordusunun laboratuvarlarında koruyucu giysilerin ısı özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 3.2) (Endrusick, Stroschein, Gonzalez, 2003).



Şekil 3.2 Belding tarafından üretilen bir segmentli manken

Dijital teknolojilerin gelişmesi ile önemli bir adım atılmış ve analog mankenlere göre daha esnek yapılar ve daha kesin çözümler oluşturulmuştur. Dijital teknolojiler, mankenlerin bilgisayarlara entegrasyonunu sağlamış, elde edilen verilerin en doğru ve hassas şekilde işlenmesi ve depolanması işlevini gerçekleştirmiştir.

Statik olarak ayakta duran termal mankenler gerçek kullanım şartları ile ilgili daha sınırlı test verileri sağlamaktadırlar. Bu sebeple eklemli, hareket edebilen mankenler üretilmiştir. Bu sayede mankeni oturarak veya yürüme, bisiklete binme şeklinde hareket ettirerek deneyler gerçekleştirilmektedir (Holmér, 2004). Bu mankenlerin

duruşları ve pozisyonlanması oldukça önemlidir. Çünkü mankenin yerleştirilme şekli; mankenin yüzeyi ve giysi arasındaki hava tabakasına, vücut etrafındaki serbest ısı akışına ve dolayısıyla ısı transferinin hesaplanmasına etki etmektedir. Mankenin insanların farklı performanslardaki pozisyonlarını (dayanmak, araba sürmek vs.) taklit edebilmesi için uygun materyallerden yapılması gerekmektedir (Melikov, 2004).

İnsanlar, ortamla vücutları arasında konveksiyon, kondüksiyon, ışıınım ve buharlaşma yoluyla ısı transferini gerçekleştirmektedirler. Özellikle sıcak ortamlarda insan vücudunun terlemesi ile birlikte buharlaşma meydana gelmekte ve insan vücudunun ıssı azalmaktadır. Terleme sonucu oluşan buharlaşmayı mankenler üzerinde simüle etmek amacıyla terleyen mankenler üretilmiştir. Terleme özelliği olmayan yani ısı transferinin konveksiyon yolu ile ölçüldüğü termal mankenlere kuru mankenler denmektedir.

Kuru ve terleyen mankenlerin yanı sıra nefes alabilen mankenler, yanma sırasında vücudun termal özelliklerini veren mankenler v.b. mankenler de mevcuttur.

Mankenler kompleks, hassas ve pahalı cihazlardır. Ancak deneyler sırasındaki özellikleri sebebi ile insan vücudu ve bulunduğu ortam arasındaki ısı transferinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Termal mankenlerin deneyler sırasında avantaj sağladığı bazı özellikler Holmér (2004) tarafından şu şekilde belirtilmektedir:

- Mankenler insan vücudunun ısı değişiminin anlamlı simülasyonunu sağlamaktadır.
- Bölgesel ve tüm vücut için ısı akışlarını, üç boyutlu ısı değişimi ölçümlerini sağlamaktadır.
- Kuru ısı kayıplarını gerçekçi bir şekilde hesaplamaktadır.
- Giysinin termal izolasyonunu objektif metotla ölçmekte, hızlı, kesin ve tekrarlanabilir ölçümler yapılabilir.
- Ölçümler arasında karşılaştırma yapılabilir.

- Tahmini modeller, giysi izolasyonu, buharlaşma kayıpları ve ısı kaybı için değerler sağlamaktadır.

İnsan şekilli bir manken, ısı kayıplarını belirli bir bölgede veya tüm yüzey alanında her yönde ölçebilmektedir. Ayarlanabilen segment sayısına bağlı olarak alan ağırlıklı ortalamaların toplamı ile tüm vücuttaki ısı kayıpları hesaplanabilmektedir.

3.1 Termal Mankenlerin Uygulama Alanları

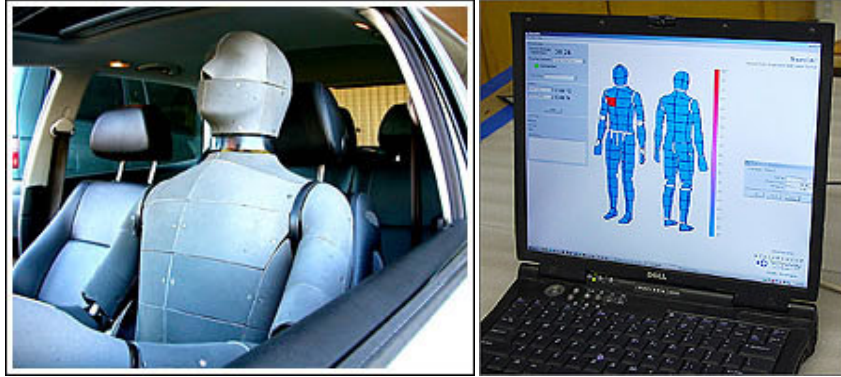
Termal mankenlerin genel uygulama alanları şu şekilde özetlenebilmektedir (Nilsson, 2004):

1. HVAC sistemlerinin (farklı havalandırma sistemlerinin kullanılması durumunda oluşan mikroiklimlendirme şartları) değerlendirilmesi,
2. Binaların yapımı ve kontrolü,
3. Araçların kontrolü,
4. Bebek küvözlerinin yapımı ve kontrolü,
5. Yapı içi hava kalitesinin değerlendirilmesi,
6. İnsanın meşguliyet süresinin değerlendirilmesi,
7. Termal özelliklerin test edilmesi,
8. Koruyucu donanımın test edilmesi,
9. Giysi dizaynının değerlendirilmesi,
10. Fizyolojik simülasyonlar

Günümüzde oldukça karmaşık yapılı, çok segmentli ve hareketli terleyen mankenler birçok araştırmada kullanılmaktadır. Bu mankenlerden birkaçı örnek olarak aşağıda belirtilmiştir.

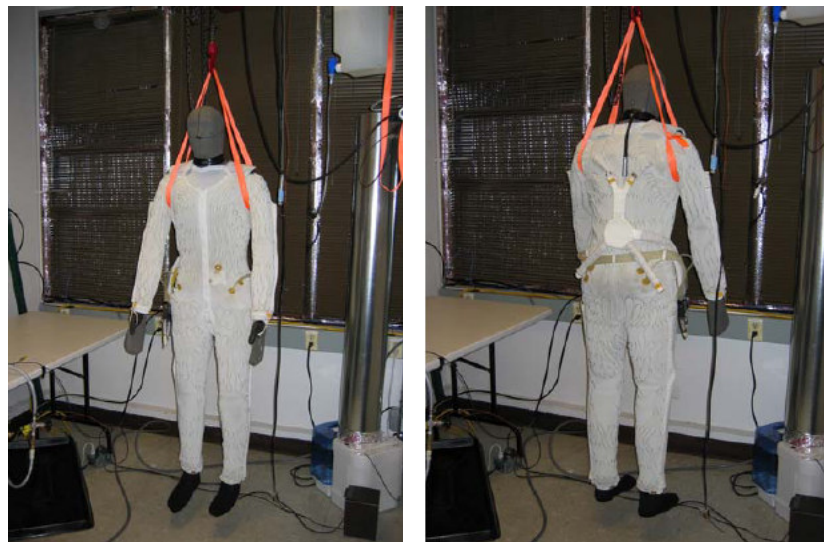
"ADAM" (Advanced Automotive Thermal Manikin), Ulusal Yenilenebilir Enerji laboratuvarı (Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL)) tarafından araçlardaki ortam şartları ve insan vücudu arasındaki termal

ilişkiyi incelemek amacıyla geliştirilmiş terleyen bir termal konfor mankenidir. Hassas ölçüm yapılabilmesi için 126 adet ter bölgesine bölünmüştür. Terleme ve nefes alma tepkileri insandaki tepkilere benzer şekilde gerçekleşmektedir. Piller ve kablosuz alıcı ve vericiler dahil olmak üzere bütün elektronik aksamı vücut boşluğuna yerleştirilmiştir (Vehicle and environment testing, 2003).



Şekil 3.3 Termal manken “ADAM”

“ADAM” ayrıca giysilerin termal özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Mesela NASA tarafından astronotların uzay giysilerinin içine sıvı ile soğutulan giysiler giydirilmektedir. Bu giysilerin değerlendirmesinde “ADAM” kullanılabilir (Şekil 3.4) (Farrington ve ark., 2005).



Şekil 3.4 Sıvı soğutmalı giysilerin “ADAM” ile test edilmesi

WALTER, terleyen, hareketli bir mankendir. Fan ve Chen (2002) tarafından geliştirilmiştir. Walter'ın vücudu su geçirmeyen, ama nem geçişine izin veren bir kumaşla kaplanmıştır. Bu kumaş mankenin derisini oluşturmaktadır. Walter'ın vücut sıcaklığı, vücuduna pompalanan sıcak su sayesinde insan vücudunun iç vücut sıcaklığına (37°C) benzer şekilde sağlanmaktadır. Fan ve Qian (2004) daha sonra bir motor vasıtasıyla Walter'a yürüme yeteneğini eklemiştir.



Şekil 3.5 Termal manken Walter (Qian ve Fan, 2006; Fan, 2007)

Bu iki termal manken dışında günümüzde birçok gelişmiş termal manken yapısı yaygın olarak araştırmalarda kullanılmaktadır. Finlandiya'da geliştirilen terleyen manken Coppelius, Amerika'da geliştirilen terleyen manken Newton, İsviçre'de geliştirilen terleyen hareketli manken SAM vb. birçok manken bulunmaktadır.



Şekil 3.6 Terleyen manken Coppelius (NC State University Textile Protection and Comfort Center)



Şekil 3.7 Terleyen manken Newton
(Loughborough University Human
Thermal Environments Laboratory)



Şekil 3.8 Terleyen hareketli manken Sam (Richards, Mattle,
2001)

Yapılan testler arasında anlamlı, güvenilir ve kesin ölçümler elde edilmesi amacıyla çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Örneğin giysilerin manken üzerinde test edilmesi amacıyla ISO TC92 WG17, araçların testi için ISO/TC152 SC5 WG1 standartları kullanılmaktadır. Ancak geliştirilen termal manken sayısının yüzden fazla olmasına rağmen, henüz bu mankenlerin üretimi için geliştirilmiş bir standart bulunmamaktadır.

BÖLÜM DÖRT

MİKROİKLİM SOĞUTMALI GİYSİLER

Mikroiklim soğutmalı giysiler (MSG), vücut sıcaklığı çok artan, yani ısı stresi oluşmuş bir bireyde vücut sıcaklığını düşürmek amacıyla kullanılan giysiler olarak tanımlanabilir.

İnsanların nem geçirmeyen veya hava almayan giysiler giymeleri, çok yüksek ısı altında bulunup bu ortamda çalışmaları vs. sırasında “ısı stresi problemi” oluşmaktadır. İnsanlar bu koşullar altında çalıştıklarında deri yanıkları oluşabilmekte ve hatta hayati tehlikeler ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu önlemek için insanlar vücutlarının etrafına uygun giysiler giyerek, mikro iklimlendirmeyi gerçekleştirmişlerdir.

MSG’ler uzay, maden, nükleer güç tesisi, tersane, askeriye, itfaiye ve metal işleme alanları ile spor ve tıp alanında kullanılabilir. Konu ile ilgili yapılan ilk çalışmalar 1950’li yılların sonlarına dayanmaktadır. İlk çalışmalar kokpitte aşırı güneş ışığına maruz kalan pilotların termonötralliğini sağlamak için gerçekleştirilmiştir. Sonraki çalışmalar ise NASA tarafından gerçekleştirilmiştir.

MSG’ler ile ilgili yapılan çalışmalar öncelikle çalışan kişilerde yüksek sıcaklığa bağlı rahatsızlıkların oluşumunun engellenmesi ve kişinin veriminin artırılmasına yönelik olmuştur. Özellikle çok yüksek sıcaklıklarda çalışan, koruyucu giysiler giyen kişilerde ısı stresi bireyi çok rahatsız etmekte ve buna bağlı olarak bireyin performansı da düşmektedir. Koruyucu giysiler, hava ve nem geçirmediği için, bu giysileri giyen kişilerde terlemeye bağlı olarak buharlaşmanın oluşmaması sebebi ile rahatsızlık oluşturmaktadır. Dolayısıyla kişinin performansı azalmaktadır. Bu tip giysiler giyen kişilerin içine MSG’ler giydirilir ve kişinin çalışırken vücut sıcaklığının artmaması sağlanır.

MSG’ler ile ilgili yapılan araştırmalar temel olarak üç sınıfa ayrılabilir.

- Termal mankenlerin kullanımı: Termal mankenlere MSG'ler giydirilerek mankenlerin vücutlarının soğuma özellikleri incelenmektedir. Bazı çalışmalarda termal mankenlerle insanlar üzerinde yapılan deneylerden elde edilen veriler karşılaştırılarak mankenlerle insan vücudunun soğuma özellikleri karşılaştırılmaktadır.
- Fizyolojik olarak yapılan araştırmalar: Bireylerin fizyolojik özellikleri yani kalp hızı v.b özellikleri incelenmektedir.
- Psikolojik özellikler hakkında yapılan çalışmalar: MSG'lerin kullanımı sırasında bireylerin psikolojik özellikleri incelenmektedir.

Bu çalışmaların bir kısmı laboratuarlarda, bir kısmı ise gerçek ortam şartlarında gerçekleştirilmektedir. Laboratuarlarda ortam şartları uygun şekilde oluşturularak deneyler yapılmaktadır. Termal mankenler veya bireyler üzerinde deneyler uygulanmaktadır. Gerçek ortam şartlarında ise insanlar üzerinde deneyler gerçekleştirilmektedir. Mesela çöl ortamlarında çalışan askerlerin vücut sıcaklığını araştırmak için yapılan deneyler laboratuarda çöl ortamını yaratmak yerine, çölde gerçekleştirilmektedir.

MSG'ler insan vücudunun farklı bölgelerini soğutmak amacıyla kullanılmaktadır. Baş, gövde, kol ve bacakların soğutulması birçok araştırmaya konu olmuştur (Laing, Sleivert, 2002). Bir MSG'de sadece tek bir bölgenin soğutulması sağlanabileceği gibi birkaç bölgenin de, örneğin gövde ve bacakların soğutulması da gerçekleştirilebilmektedir. Bu tip giysilere "çok çevrimli soğutmalı giysiler" denmektedir.

Yapılan araştırmalarda baş ve boyun bölgesinin soğutulmasının insan vücudu üzerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Baş bölgesinin soğutulması, bireyde terlemenin azalmasına, deri ve vücut iç sıcaklığının, baş sıcaklığının azalmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca baş ve gövde birlikte soğutulduğu zaman ısı stresine bağlı olarak birey üzerinde oluşan fizyolojik gerilimler daha da azalmaktadır.

Egzersizler sırasında baş bölgesinin soğutulması, vücut iç sıcaklığını düşürdüğü gibi performansı da arttırmaktadır. Çünkü vücut iç sıcaklığı düştüğü zaman terleme hızı azalmakta, kan hacmi korunmakta ve dehidrasyon yani sıvı kaybı oluşmamaktadır. Buna bağlı olarak da performans artmaktadır.

Baş bölgesi soğutularak bireylerin termo-regülasyonu üzerine yapılan çalışmalar oldukça azdır. Ancak bu bölgenin soğutulması, baş bölgesinin yüzey alanına eşit alandaki vücudun diğer bölgelerinin soğutulmasına karşı daha iyi sonuçlar vermektedir. Hipertermi oluşmuş bir bireyde baş bölgesi hava veya suyla soğutulduğu zaman, bu soğutma işlemi bireyin termo-düzenleyici mekanizmaları üzerine olumlu etkiler yapmakta ve termal gerilimi azaltmaktadır.

Boyun bölgesinin soğutulması ile ilgili yapılan çalışmalarda bu soğutma işleminin vücut iç sıcaklığını düşürmede herhangi bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Ancak bu tip soğutma yapılan kişilerde konfor hissi gelişmiştir (Laing and Sleivert, 2002).

Kol ve bacakların soğutulması ısı stresini azaltmada etkili metotlardan biridir. Değişik ortam şartları altında, değişik egzersizler yapılarak veya değişik giysiler kullanılarak kol ve bacakların soğutulmasına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kol ve bacakların soğutulmasının vücut iç sıcaklığının azalmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak soğutmanın bireylerin termo-regülasyonu üzerinde yararlı etkileri olmasına rağmen, bu tip soğutmanın insanların el becerilerini azalttığı tespit edilmiştir. Birçok görevde soğutmalı eldivenlerin kullanarak ellerin soğutulmasının uygun olmayacağı, yerine ön kol bölgesinin soğutulabileceği belirtilmiştir (Laing and Sleivert, 2002).

Gövde ile birlikte kalça bölgesinin soğutulmasının deri ve vücut sıcaklıklarını, kalp hızını azalttığını ve dayanıklılık performansını arttırdığı tespit edilmiştir.

Ayrıca vücudun üst bölgesi ile sıcak ortamda egzersiz yapıldığı zaman kolları soğutmanın vücudun termo-regülasyon özellikleri açısından herhangi bir yarar

sağlamadığı, ancak vücudun alt bölgesi ile egzersiz (yürüme gibi) yapıldığı sırada kalça soğutmanın terleme hızını, kalp hızını ve rektal sıcaklığı azalttığı tespit edilmiştir (Laing and Sleivert, 2002).

Sonuç olarak yapılan birçok çalışmada MSG'lerin ısı stresini azaltmada etkili olduğu ve yüksek sıcaklıkta çalışan kişilerin performansını artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca vücut iç sıcaklığını düşürmekte ve kalp hızını olumlu etkilemektedir.

İnsan vücudundaki ısı stresini düşürmek amacıyla değişik tiplerde MSG'ler kullanılmaktadır. MSG'ler öncelikle pasif ve aktif soğutma yapan giysiler olarak ikiye ayrılmaktadırlar.

Pasif soğutma yapan giysiler faz değiştiren materyallerle soğutma yapan giysilerdir. Bir maddenin faz değiştirmesi sırasında açığa çıkan enerji vasıtasıyla vücut ısısının düşürülmesi amaçlanmaktadır.

Aktif soğutma sistemi, hava ve sıvı soğutmalı sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Burada havanın veya sıvının soğutularak hortumlar vasıtası ile insan vücudu etrafında dolaştırılması ile aktif bir soğutma elde edilmektedir.

4.1 Faz Değiştiren Materyallerle Soğutma Yapan Giysiler (FSG)

Faz değiştiren materyaller hal değişimi gerçekleştiren yani katıdan sıvıya, sıvıdan gaza dönüşebilen buz, parafin ve yağ asitleri vb. materyallerdir. Bu materyallerde termal enerji üç şekilde depolanmakta veya serbest bırakılmaktadır (Erkan, 2004).

1. Hissedilir ısı: Termal enerji, materyalin sıcaklığının değiştirilmesi ile elde edilmektedir.

2. Termokimyasal ısı: Kimyasal reaksiyonlarda moleküler bağları kopararak veya oluşturularak ısı enerjisi açığa çıkarılmakta veya depolanmaktadır.

3. Gizil ısı: Faz değiştirme sırasında materyal katı halden sıvı hale veya sıvı halden gaz haline geçerken, materyal ısı enerjisini absorbe etmektedir Yani ısıyı depolamaktadır. Ancak bu durumun tersi mevcutsa yani materyal gazdan sıvıya veya sıvıdan katı hale geçerken, ısı enerjisi açığa çıkarır. Depolanan veya açığa çıkarılan bu ısıya “gizil ısı” adı verilmektedir, yani gizil ısı, bir materyalin fazları arasındaki değişime bağlı olarak oluşan ısıdır.

Tekstil materyallerinde faz değiştiren materyallerin kullanılmasında gizil ısıya dayanan, ısı açığa çıkarma ve depolama yöntemleri kullanılmaktadır. Kullanılan materyaller sıvı halden katı hale veya katı halden sıvı hale geçmektedir. Bu sırada açığa çıkan veya depolanan ısı enerjisine de “fűzyon gizil ısısı” adı verilmektedir. Tekstil uygulamaları için genelde erime noktaları insanın vűcud sıcaklığına yakın olan faz değiştiren materyaller kullanılmaktadır (Shim, Mccullough, Jones, 2001). Yani 20°C ile 40°C arasındaki sıcaklıklarda eriyebilen materyaller tercih edilmektedir (Erkan, 2004).

Faz değiştiren materyallerle soğutma yapan giysilerde (FSG) insanın veya ortamın vűcud sıcaklığının etkisine bağlı olarak, faz değiştiren materyallerde hal değişimi sırasında soğutma işlemi gerçekleşir, yani katı-sıvı, sıvı-gaz faz değişikliği sırasında faz değiştiren materyal ısı enerjisini emer ve vűcudun ısısı muhafaza edilir. FSG’lerde en yaygın olarak kullanılan faz değiştirme materyali buzdur. Ayrıca kuru buz da (katı karbondioksit) kullanılmaktadır. Kullanılan diğer faz değiştiren materyaller ise çoğunlukla firmalar tarafından gizli tutulmaktadır.

FSG’lerde faz değiştiren materyal olarak buz kullanıldığında buz faz değiştirme sırasında katı halden sıvı hale geçmektedir. Buzun katı halden sıvı hale geçebilmesi için 375 kJ/kg’lık gizil ısı gerekmektedir. Sıvı hale gelen buzun yani suyun, insan vűcudu sıcaklığına ulaşabilmesi için, yani yaklaşık 30°C’ye ulaşması için gerekli ısı miktarı ise 125 kJ/kg’dır. Bu durumda içinde buz kullanılan bir FSG’nin 460 kJ/kg’lık bir serinletme kapasitesi vardır.

FSG'lerde faz değiştiren materyal olarak kuru buz kullanıldığında kuru buz katı halden gaz hale geçmektedir. Kuru buzun katı halden gaz hale geçmesi için 547 kJ/kg buharlaşma gizil ısısı gerekmektedir. Ayrıca -79°C olan kuru buzun sıcaklığını yaklaşık deri sıcaklığına, yani 30 °C' ye çıkartmak için 108 kJ/kg' lık ısı gerekmektedir. Sonuçta FSG'lerde kuru buz kullanıldığı durumlarda kuru buzun yaklaşık 682 kJ/kg' lık ısı emme, yani serinletme kapasitesi vardır.

Kuru buz insanları soğutmada kullanıldığında buzdan ve sudan daha fazla soğutma kapasitesine sahiptir, ayrıca katı halden gaz haline geçerken giysinin ağırlığı da azalmaktadır. Ancak maliyet oldukça yüksektir ve çok düşük ısıda işleme zorluğu sebebi ile çok fazla kullanılamamaktadır (Schutte, Klerk, Matesa 2002).

Bunun dışında çeşitli kimyasal maddeler de FSG'lerde kullanılmaktadır. Bu materyaller yarı-katı jel soğutma paketleri halindedir, en yaygın kullanılanı mısır nişastasıdır. Ancak çoğunlukla bu materyallerin içerikleri üretildikleri firmalar tarafından gizli tutulmaktadır. Bu paketlerin üzerinde sadece zehirli olmadığı, kanserojen olmadığı vb. bilgiler bulunmaktadır (Schutte ve ark., 2002).

FSG'lerde kullanılan buz, eridikten sonra plastik paketlerden sızabilmektedir. Ancak buzun ısı depolama kapasitesinin fazla olması nedeniyle, FSG'lerde buz kullanımı tercih edilmektedir (Laing, Sleivert, 2002).

Genelde FSG'nin üzerinde cepler bulunmaktadır (şekil 4.1). Bu ceplerin içine paketlenmiş faz değiştiren materyaller konarak (yarı katı halde veya dondurulmuş paketler) gerekli soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Yeleğin dış yüzeyi soğutucu maddeleri içeren paketlerle, dış ortam arasında herhangi bir alışveriş olmaması için izole edilmiştir. Giyside bulunan cep sayısının artması soğutma etkisini arttırmaktadır (Schutte ve ark., 2002).



Şekil 4.1 Faz değıştiren materyalle soğutmalı bir giysi

FSG'lerin bazı dezavantajları ve avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. Soğutma materyalinin kullanımı sırasında giyside herhangi ek bir donanım ihtiyacı duyulmamaktadır. Sadece katı veya jel materyal paketler yeleklerin cepli bölümlerine konmaktadır. Bu sebeple FSG'ler tercih edilmektedir.
2. Bu tip giysiler kısa süreli çalışmalarda kullanılmaktadırlar. Eğer soğutma için buz kullanılıyorsa, insan vücudunun metabolik hızına ve buzun ağırlığına göre kullanımı 2-4 saat arasında değişmektedir. Buz eridiği zaman su hızla ısınmaktadır.
3. Bu giysilerde ısı kontrol edilememekte veya sabit bir oranda uzaklaştırılmamaktadır.

Günümüzde birçok firma FSG'lerin üretimini gerçekleştirmektedir. Cool Vest, Steele Vest, KMV Vests (Kool Max) gibi birçok ticari soğutmalı giysi, boyun bağı, bileklik vb. ürünler günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

“Cool Vest”, Glacier Tek Inc. firması tarafından Amerika'da üretilmektedir ve faz değıştiren materyallerle soğutma yapan bir yelek markasıdır. Bu yeleklerde insan sağlığına zarar vermeyen, zehirli olmayan materyaller kullanılmaktadır. Bu yelekler, Formula-1 otomobil yarışları, itfaiye, askeriye vb. birçok meslek grubu tarafından kullanılmaktadır (www.coolvest.com).

“Steele Vest”, Steele Inc. firması tarafından askeri, tıbbi ve endüstriyel alanlarda kullanılmak üzere üretilen ticari bir yelek markasıdır (www.steelevest.com).



Şekil 4.2 Steele Vest soğutmalı yeleği

Ayrıca insan vücudunda ısı stresini azaltmak amacıyla yelekler, boyunbağları gibi ürünler de üretilmektedir.

FSG'ler endüstriyel alanda ısı streslerini azaltmak ve verimliliklerini artırma amacının yanı sıra sporcular tarafından da kullanılmaktadırlar. Çok sıcak ortamlarda antrenman yapan veya çok sıcak ortamlarda yarışmalara katılan sporcular ön soğutma işlemleri ile dayanıklılık performanslarını arttırmaktadırlar (Laing, Sleivert, 2002).

4.2 Hava Soğutmalı Giysiler (HSG)

Hava soğutmalı giysiler vücut etrafında bir klima ortamı oluşturmaktadırlar. Bir soğutucu ve kompresör vasıtası ile hava soğutulmakta ve bu hava hortumlardaki küçük gözeneklerden vücuda iletilmektedir.

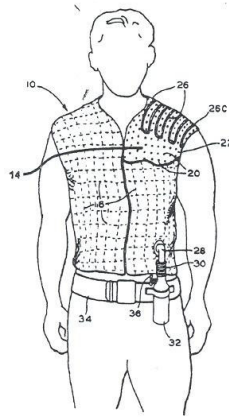
HSG giyen bir birey ile giysi arasında konveksiyonla yani iletimle ısı transferi olmaktadır. Soğutma havasının giriş hızı, sıcaklığı ve ortamdaki bağıl nem oranı değiştikçe bu giysilerin verimliliği değişmektedir.

Değişik firmalara ait farklı isimlerle hava soğutmalı yelekler piyasada kullanılmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Taşınabilir bir hava soğutmalı sistem

Çok sıcak ortamda cerrahi operasyon gerçekleştirmek zorunda olan tıbbi personeli korumak için üretilen patentli hava soğutmalı bir giysi de mevcuttur (Şekil 4.4). Bu giysi; cerrahlar, kardiyojji uzmanları, radyoloji ve anestezi uzmanları için geliştirilmiştir. Yelek iki kumaş tabakasının arasına (omuz kısmına) yerleştirilmiş ince esnek tüplerden oluşmaktadır. Kumaşın dış yüzeyi hava geçirmeyen bir kumaştan üretilmiştir. İç yüzeyi ise hava geçirgen bir tabakadır. Bu iki kumaş tabakası ve yeleği giyen kişinin iç kıyafeti arasında hava akışı olacak şekilde dizayn edilmiştir. Hava, basınç altında oda sıcaklığında olacak şekilde bir cihazdan iletilmektedir (US Patent No: 5970919; Fisher, 2000).



Şekil 4.4 Hava soğutmalı giysi

Ancak bu tip soğutmalı sistemlerin bazı avantajları ve dezavantajları vardır (Laing, Sleivert, 2002; Schutte ve ark., 2002):

1. HSG'ler hafif giysilerdir.

2. Yüksek buharlaşma ve düşük yoğunlaşma hızı sebepleri ile kuru kaldıkları için daha konforludurlar.
3. HSG'lerde yüksek hızda hava pompalanması, sıcak ortam şartlarında deri yüzeyine zarar verebilir.
4. HSG'ye bir kompresör bağlı olduğundan bu giysiyi kullanan kişinin hareketleri kısıtlanmaktadır.
5. Uzun hava dağıtım hortumları kullanıldığında hava oldukça hızlı ısınmakta ve soğutma etkisi azalmaktadır.

4.3 Sıvı Soğutmalı Giysiler

Sıvı soğutmalı giysiler, insanların vücudunu soğutmak amacıyla vücudun etrafında soğuk sıvı dolaştırılmasını sağlayan giysilerdir. Bu giysilerde sıvı olarak su kullanılmaktadır. Bunun sebebi suyun zararsız ve ucuz bir madde olması hem de gizil ısıısının yüksek olmasıdır.

Bu giysiler bir soğutma tankından ve giysinin kendisinden oluşmaktadır. Soğutma tankı, içinde bulunan sıvıyı soğutmak amacıyla kullanılmaktadır. Suyu soğutmak için tankın içine buz veya kuru buz konmaktadır, ayrıca sıvıyı otomatik olarak soğutan sistemler de mevcuttur.

Soğutmalı giysinin içine belirli çaplarda ve belirli uzunlukta hortumlar yerleştirilmektedir. Soğuk sıvı, soğutma tankından giysiye bir pompa vasıtası ile ulaştırılmakta ve hortumların içinden geçerek insan vücudu etrafında dolaşmaktadır. Bu sayede vücuttaki fazla ısı uzaklaştırılmaktadır. Sıvı, daha sonra tekrar su tankına geri dönmektedir. Bazı sıvı soğutmalı giysilerde soğutma tankından giysiye iletilen suyun sıcaklığı (su giriş sıcaklığı) değiştirilebilmekte, aynı zamanda bu suyun akış hızı da (suyun debisi) ayarlanabilmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda suyun akış hızı, suyun giysiye giriş sıcaklığı ve suyun giysiden çıkış sıcaklığı dikkate alınarak insan vücudunun sıcaklık değişimleri incelenmektedir. Isı ölçerler vasıtası ile suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları ölçülmektedir. Bu tip giysilerde genel olarak ısı değişimi söz konusudur, bazı bilim adamları bu prosese genellikle konvektif soğutmanın etki

ettiğini söylerken, bazıları da konduktif soğutmanın etki ettiğini belirtmektedir (Nunneley, 1970).

Su soğutmalı giysilerin (SSG) soğutma verimliliği, hortum uzunluğundan, suyun giriş sıcaklığından, termal izolasyondan, soğutucu giysinin vücutta kapladığı alandan ve deriye yakınlığından etkilenmektedir. Uzun süreli soğutma sağlamaktadırlar. Fakat giysiyi giyen kişinin hareketini bir miktar kısıtlamaktadır (Laing, Sleivert, 2002). Ayrıca pahalı sistemlerdir.

Hava soğutmalı giysilere göre avantajları ise suyun ısı kapasitesinin havadan daha yüksek olmasıdır. Bu sayede bu giysiler daha etkili bir soğutma yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca düşük pompalama gücü, düşük sistem ağırlığı ve giysi hacmindeki azalma gibi avantajları da bulunmaktadır.

SSG'nin performansı, giysi tasarımına, soğutmanın işleyişine, ortama ve soğutulan kişiye bağlı olarak birtakım faktörlerden etkilenmektedir (Nunnely, 1970):

Ortam faktörü: Hava sıcaklığı, rüzgar hızı, nem faktörleri soğutmaya etki etmektedir. Yapılan araştırmalarda sıcak ve nemli ortamda artan ısı yükü sebebi ile soğutmanın yetersiz kaldığı durumlar görülmüştür. Nemli bir ortamda soğutmaya rağmen kişilerin terleme hızı artabilmektedir.

Kişi faktörü: Kişinin fizyolojik faktörleri soğutmayı etkilemektedir. Bu fizyolojik faktörler, kişinin metabolik hızını, iletkenliğini, kişinin iklime (ortama) alışmasını ve subjektif konforunu içermektedir.

Giysi tasarımı faktörü: Hortum özellikleri (hortum materyalinin ısı transferi kalitesi, kalınlığı ve çapı), deriye temas eden toplam hortum miktarı, hortumun dağılımı, hortumlardan suyun akışı ve geri dönme şekli (tek yönlü akış-kollardan gövdeye veya döngü şeklinde akış-gövdeden kollara ve daha sonra tekrar gövdeye), hortum uzunluğu ve giysinin vücuda uyumu soğutmaya etkileyen faktörlerdendir.

Giysi ve donanım faktörü: Dış izolasyon (SSG ve ortam arasında); genellikle esnek örme kumaşlardan oluşturulan hortum içeren temel kumaş ve dış yüzeyi oluşturan koruyucu giysiden oluşmaktadır. İç izolasyon (SSG ve kişi arasında); iç çamaşırları ve baş soğutma için saçlardır.

Sistem özellikleri faktörü: Sıvının özgül ısısı, kütle akış hızı, su giriş sıcaklığı, giysi boyunca su sıcaklığı değişimi, ısı tankı kapasitesidir.

Bu faktörler göz önüne alınarak oluşturulan giysilerde vücudun belirli bir bölgesi (kollar, bacaklar, baş ve vücut) veya tamamı soğutulmaktadır. Su soğutma, insanları çok yüksek metabolik hızlarda bile aşırı derecede soğutabilen oldukça güçlü bir mekanizmadır.

Vücudun oldukça sınırlı bir bölgesinin soğutulmasının termal stresi azalttığı bilinmektedir. Bu tip soğutmalı giysiler ya yalnız başına ya da koruyucu giysi ile birlikte ısı stresini azaltmada kullanılır. Kişiye az yük olması ve basit donanımı ile pratik avantajlar sunmaktadır.

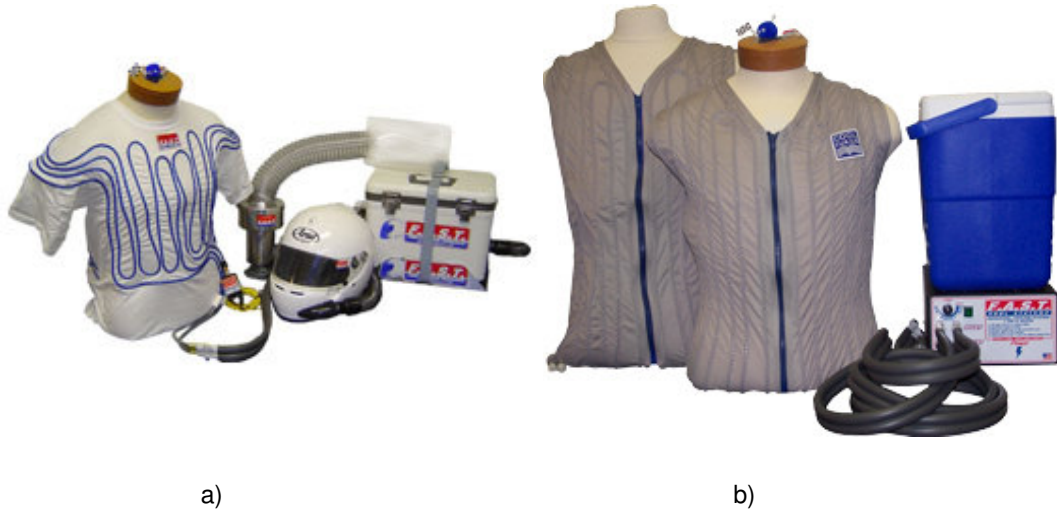
Otomatik kontrolün geliştirilmesiyle değişken su giriş sıcaklığı ve sabit akış hızlarında su soğutmalı sistemler kullanılmıştır. Kontrol, metabolik ısı üretimi ile orantılı herhangi bir faktöre dayalıdır.

Su soğutmalı giysiler (SSG) uzay, askeri, tıbbi, endüstriyel ve spor alanlarında kullanılmak üzere çeşitli firmalar tarafından üretilmektedir. Mesela Cool Shirt adlı soğutma sistemi ve FAST Firmasının soğutmalı giysileri ticari ürünler olarak satılmaktadır.

“Cool Shirt” olarak adlandırılan SSG’lerin değişik tipleri mevcuttur. Bu sistemlerde hem hava ile hem de su ile soğutma yapabilen mikroiklimlendirme giysileri mevcuttur (Şekil 4.5) (www.coolshirt.net).



Şekil 4.5 Cool Shirt



a)

b)

Şekil 4.6 FAST Race Products Firmasına ait iki su soğutmalı giysi (www.fastraceproducts.com)

a- Yarışçılar için tasarlanan SSG

b- doktorlar tarafından kullanılan SSG

BÖLÜM BEŞ

SU SOĞUTMALI GIYSİLER İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Su soğutmalı giysiler (SSG) hakkında yapılan çalışmalar oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır. Uzay alanında, askeri alanda, endüstriyel alanda ve tıbbi alanda bu giysiler kullanılarak performanslarının değerlendirilmesi konusunda birçok çalışma mevcuttur. Yapılan araştırmaların birçoğu fizyolojik çalışmalardır. Geri kalan araştırmalar ise termal mankenler ve modelleme çalışmalarıdır.

SSG kavramı ilk olarak 1958’de Billingham tarafından ortaya atılmıştır ve 1962’de İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri (Royal Aircraft Establishment) tarafından uçağın kokpitinde bulunan pilotları güneş ışığına karşı korumak amacıyla ilk prototip üretilmiştir. Ancak daha sonra bu tip giysilerin başka amaçlarla da kullanılabileceğinin farkına varılmıştır (Nunneley, 1970).

5.1 Askeri, Uzay ve Endüstriyel Alanlarda Yapılan Literatür Çalışmaları

Uzay alanında kullanılan SSG’ler astronotların uzay aracının dışında gerçekleştirdikleri aktiviteler sırasında kullanılmaktadır. Astronotlar bu çalışmaları sırasında uzaydan gelen güneş ışınlarına ve bazı elektromanyetik dalgalara maruz kalmaktadır, bu sırada büyük sıcaklık değişimleri olabilmektedir. Ayrıca hareket halinde olduklarında yani yorucu işler yaptıklarında astronotların vücudu ısı üretmektedir ve bu ısı uzaklaştırılmazsa astronot terlemektedir ve kaskının içi buğulanmaktadır. Oluşan bu ısıyı yok etmek amacıyla öncelikle hava ile soğutma denenmiştir. Ancak bu sistem çok verimli olmamıştır. Daha sonra su soğutmalı sistemler kullanılmaya başlanmıştır.

Askeri alanda su soğutmalı giysiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşırı sıcak ortamda açık havada çalışan (çöl ortamı vb.) askerlerde, zararlı maddelere karşı koruyucu giysiler giyen (nükleer biyolojik koruyucu giysiler, kimyasal koruyucu giysiler gibi) bireylerde ısı stresine bağlı olarak çeşitli rahatsızlıklar

görülebilmektedir. Hatta bu rahatsızlıklar hayati tehlikelere bile yol açabilmektedir. Bu gibi rahatsızlıkların önlenmesi için SSG'ler kullanılmaktadır.

Endüstriyel alanda koruyucu giysiler giyen veya çok sıcak ortamlarda çalışan madenciler, itfaiyeciler gibi kişilerde de SSG kullanılabilir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar kişilerin veriminin artırılması ve sıcaklığa bağlı rahatsızlıkların önlenmesine yönelik olmuştur.

SSG, ilk olarak Apollo uçuşlarında kullanılmıştır. Bu sistemde plastik hortumlar esnek yapıdaki iç çamaşırına elle dikilmiştir, poliamid kaygan bir tabaka hortumla deri arasında bulunmaktadır. Soğutma vücudu ve bacakları içermektedir, boyun ve baş dışarıda tutulmuştur. Su bir döngü şeklinde hortumlardan geçmektedir. Gövdenin ortasında bir manifoldda birleşmektedirler. Su akış oranı 1,8 l/dakika olarak belirlenmiştir. Su giriş sıcaklıkları 6,7°C, 15,5°C ve 22°C olarak ayarlanmıştır (Nunneley, 1970). Bu soğutma sistemi astronotların vücudunu soğutmada oldukça başarılı olmuştur ve günümüzde de astronotların uzay giysilerinin içinde kullanılmaktadır.

5.1.1. Fizyolojik Çalışmalar

Katsuura, Hiroshi ve Yasuyuki (1990) sıcak bir ortamda hafif egzersiz yapan bireyler üzerinde baş bölgesinin soğutulmasının etkisini incelemiştir. 40°C sıcaklıkta, %50 bağıl nem altında bireylere bisiklet çevirme egzersizi yaptırılırken su soğutmalı şapka ile soğutma sağlanmıştır. Su giriş sıcaklıkları 10°C ve 15°C ve su akış hızı 1000 ml/dk. olarak ayarlanmıştır. Sonuç olarak elde edilen verilerden sıcak ortamlarda hafif egzersiz yapan kişilerde baş soğutmanın ısı stresini azalttığını tespit etmişlerdir.

Nunneley ve ark. (1998) F-16 ve F-22 uçakları ile sıcak ortam şartları altında uçan pilotlarda oluşan ısı stresini incelemiştir. Sekiz deneğe F-16 giysisi giydirilmiş ve su soğutmalı giysi ile soğutma yapılarak veya soğutma yapılmadan bu kişilerin vücut sıcaklıkları test edilmiştir. F-22 giysisi giyen beş kişi üzerinde hava ve su soğutmalı

giysiler olmak üzere iki tip soğutmalı sistem kullanılmıştır. Bu iki tip soğutma birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Deneyler iki aşama halinde gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada uçuştan önceki ortam şartları yaratılarak 20 dakika boyunca denekler koşu bandında yürütülmüştür. İkinci aşamada kokpitteki ortam şartlarını simüle eden bir koltuğa 60 dakika boyunca oturtulmuştur. Bu sırada şapka ve oksijen maskesi de giydirilmiştir ve soğutma sistemleri aktif hale getirilmiştir. Hava soğutmalı yeleğe 13°C sıcaklığında ve 425 ml/dk akış hızında hava sağlanmaktadır. Su soğutmalı yeleğe ise 17°C giriş sıcaklığında 0,6 l/dk akış hızında su ve antifriz karışımı pompalanmaktadır. Deneyler sonucunda ilk aşamada bireylerin deri ve rektal sıcaklıklarının arttığı görülmüştür. İkinci aşamada ise F-16 giysisi ile soğutma yapılmadan gerçekleştirilen deneylerde deri sıcaklığı, ortam soğutulduğu için çok az düşmüştür. Ancak rektal sıcaklık 38°C'ye kadar artmıştır. Soğutmalı giysilerle yapılan testlerde ise denekler her iki tip yeleğin de soğutma sağladığını belirtmişlerdir. Ancak ön egzersizler sırasında tişörtlerindeki teri kurutması açısından hava soğutmalı sistemleri daha konforlu bulmuşlardır. Su soğutmalı yelekte ıslaklık hissetmişlerdir. F-22 ile F-16 giysileri karşılaştırıldığında hem ilk aşamada gerçekleştirilen deneyler açısından hem de kokpit ortamındaki deneylerde önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Semeniuk ve ark. (2004), zararlı maddelerle karşı koruyucu giysiler (Hazmat) giyen kişilerin ısı stresini fizyolojik olarak incelemişlerdir. Deney aşamasında bireylere standart çalışma giysisi, Hazmat giysisi ve SSG'li Hazmat giysisi giydirilerek 35°C'de %50 bağıl nem altında deneyler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan SSG taşınabilir bir SSG olup, deneyler sırasında 400 ml/dk akış hızı ile suyu giyside dolaştırmaktadır. Suyun akış hızının sabit kalması için her 4 saatte bir pilleri değiştirilmiştir. Deneyler sırasında bireylerin kalp hızı ve rektal sıcaklıkları ölçülmüştür. Standart çalışma giysisi ve SSG'li Hazmat'la elde edilen rektal sıcaklık ve kalp hızı sonuçları birbirine yakın değerlerde ölçülmüştür. Hazmat giysisi ile ölçülen rektal sıcaklıklar ve kalp hızı ise diğer iki giysiye göre daha yüksek çıkmıştır. SSG'li hazmat ve standart çalışma giysisi ile Hazmat giysisi arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Sonuç olarak Hazmat giysilerinin içine SSG giyildiği zaman, bireylerin ısıya maruz kalma zamanını, kalp hızını ve vücut iç

sıcaklığını önemli ölçüde azalttığını, aynı zamanda ısı stresi nedeniyle performansın azalmasını ve yorulmanın oluşmasını termal dengeyi uygun düzeyde muhafaza ederek engellediğini belirtmişlerdir.

Hexamer ve arkadaşları farklı yıllarda (1994, 1996, 1998) SSG'lerin otomatik kontrolü ile ilgili çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. SSG'lerde otomatik kontrol, bireylerin fizyolojik parametrelerinin kontrol edilerek su giriş sıcaklığının değiştirilmesi ile sağlanmaktadır. Hexamer ve Werner (1998), bireyler üzerinde hangi kontrol parametresinin SSG'lerin otomatik kontrolünde etkili olacağını araştırmışlardır. Vücut iç sıcaklığı, deri sıcaklığı, kas sıcaklığı, deri yüzeyindeki kan akışı, terleme hızı, kalp hızı ve metabolik hız gibi veriler SSG'lerin kontrolünde kullanılabilir. Yaptıkları deneysel çalışmada 1,8 ml/dk su akış hızına sahip bir SSG kullanmışlardır. Bireyler 35°C'de %45 bağıl nem altında bisiklet çevirme egzersizi yapmışlardır. Terlemenin kontrol birimi olarak kullanıldığı durumda elde edilen sonuçlar ilk bakışta memnun edici değerler vermektedir, ancak denekler soğukun verdiği rahatsızlıklardan şikayet etmişlerdir. Bu yüzden Hexamer ve Werner, terleme hızının kontrol edilmesinin riskli olabileceğini belirtmiştir. Metabolik hıza bağlı kontrol sistemleri kararlı bir şekilde çalışmaktadır. Ancak bireyin vücut ısısının artması (ateşlenmesi) durumunda bu sistem başarısız olmaktadır. Vücut iç sıcaklığı kontrol parametresi olarak alındığında da bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Vücut iç sıcaklığı egzersizlere gecikmeli reaksiyon gösterebilmekte, ayrıca bireyler arasında da formda olmak veya iklime alışmak açısından farklılıklar olabilmektedir. Hexamer ve Werner deri yüzeyindeki kan akışının kontrol birimi olarak kullanılmasını önermişlerdir. Çünkü vücudun termal dengeyi muhafaza etmek için oluşturduğu tepkiler direkt olarak hissedilebilmektedir.

Hexamer ve Werner (1994) yaptıkları deneysel çalışmada başı, ayakları ve elleri dışarıda bırakan ve geri kalan bölgeleri soğutan bir SSG kullanmışlardır. Bireyler 35°C'de %45 bağıl nem altında bisiklet çevirme egzersizi yapmışlardır. İki grup deney yapmışlardır. Birinci grupta deneklerin su giriş sıcaklıklarını kendilerinin ayarlamasını istemişlerdir. Ancak bu ayarlamalar sırasında oldukça farklı su giriş sıcaklığı değerleri ve konfor düzeyi elde etmişlerdir. İkinci grup deneyde deri

sıcaklığını otomatik kontrol birimi olarak almışlardır ve deri sıcaklığını 32°C ve 34°C olarak iki farklı sıcaklıkta sabit tutmaya çalışmışlardır. Sonuç olarak ortalama su giriş sıcaklıklarının 12°C ile 30°C arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Deri sıcaklığının ayar noktasının belirlenmesinde kalp hızı ve rektal sıcaklıklar ayar noktası olarak alınmıştır. Sonuç olarak deri sıcaklığı kontrolünün sabit ayar noktası olarak alınmasının farklı düzeydeki ısı üretiminde yeterli tepkiyi oluşturduğu görülmüştür. Metabolik hız ve kalp hızı gibi ikinci fizyolojik bir sinyal kullanılarak farklı düzeydeki ayarlamalar yapılabilmektedir.

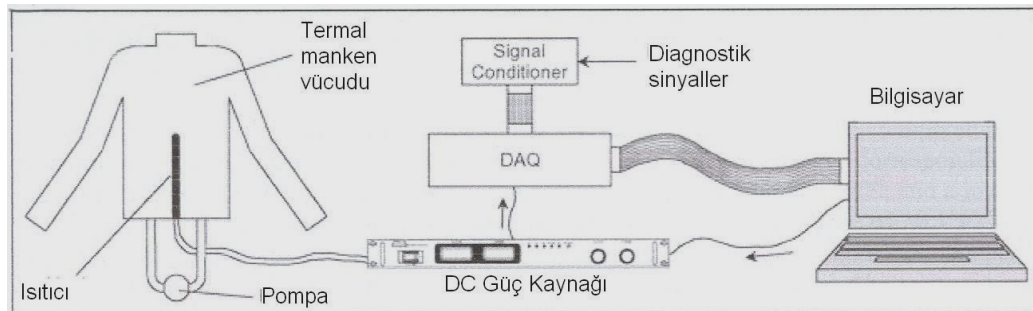
Hexamer ve ark. (1996) SSG'lerin çok döngülü otomatik kontrolünü de incelemişlerdir. Eller, ayaklar ve başı dışarıda bırakan soğutma sistemleri kullanmışlardır. Kollar, bacaklar ve gövde üzerinden fizyolojik parametreler ölçülmüş ve soğutmalı giysi üzerinden de su giriş sıcaklığı ve çıkış sıcaklığı değerleri elde edilmiştir. Bisikletle egzersiz yapan deneklerin bölgesel deri sıcaklıkları kol ve gövde 34°C, bacaklarda 32°C olarak sabit alınmıştır. Her bir bölgenin verilerine göre oluşturulan algoritma, bir bilgisayar tarafından kontrol edilerek su giriş sıcaklığı değerleri otomatik değiştirilmiştir. Sonuç olarak bu sistem yüksek konfor sağlamaktadır. Ancak oldukça pahalı bir sistemdir.

Xu ve ark. (1999), SSG kullanılarak yapılan egzersizler sırasında vücudun farklı bölgelerinin soğutulmasının etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada çok döngülü bir kontrol algoritması kullanmışlardır. Üç çevrimli SSG'de kollar, bacaklar ve gövde soğutulmaktadır. Deneklere 35°C'de %45 bağıl nem altında bisikletle egzersiz yaptırılarak giysi test edilmiştir. Sonuç olarak tek çevrimli SSG'lere göre çok çevrimli SSG'ler daha etkili sonuçlar vermektedir. Çünkü tek çevrimli giyside vücudun bazı bölgeleri daha fazla soğumaktadır. Ancak çok çevrimli giyside böyle bir durumla karşılaşılmamaktadır. Bu çalışmada ayrıca SSG'nin yapılan işe göre optimizasyonu gerçekleştirmiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus yapılacak işlerdir. Çünkü farklı işler sırasında farklı kaslar çalışmaktadır. Bu sebeple soğutma sırasında giyside kullanılacak hortumlar kasların kullanımına göre yerleştirilmelidir.

5.1.2. Termal Mankenlerle Çalışmalar

Frim, Michas ve Cain (1996) helikopter pilotlarının giydiği giysiler ile SSG'ler hakkında çalışmalar yapmışlardır. 20 m, 37m ve 50 m uzunluklarında hortumları bulunan üç farklı su soğutmalı yelek alüminyum termal manken üzerinde test edilmiştir. Her yelek için su giriş sıcaklıkları 5°C, 15°C, 25 °C ve su debisi 200 ml/dk, 500 ml/dk ve 1000 ml/dk olarak, ortam sıcaklığı 21°C ve manken yüzey sıcaklığı ise 34 °C olarak kullanılmıştır. Su giriş sıcaklığının, suyun debisinin ve giysinin ısıyı uzaklaştırmasının etkileri incelenmiştir. Elde ettikleri verilerden mankene göre bir model oluşturmuşlardır. Sonuç olarak hortum uzunluğu arttıkça suyun yüksek debilerinde ısı uzaklaştırmanın daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Jetté ve ark.(2004), kuru termal manken vücudu kullanarak su soğutmalı giysilerin performansına manken yüzeyinin etkisini araştırmışlardır. Şekil 5.1'de şematik görünümü verilen mankenin vücudu elektrikli ısıtıcı tarafından ısıtılan su ile ısıtılmaktadır. Isıtılan su, borular ve bir pompa vasıtası ile vücuda dağılmaktadır. Bu borular vücudun en alt kısmından kollara kadar ulaşmaktadır. Bu metot ile manken yüzey ısısının homojenliği sağlanmaktadır. DC güç kaynağı ile suyu ısıtmak için gerekli olan enerji miktarı ve 18 adet ısı ölçerle belirlenen mankenin yüzey sıcaklığı değerleri veri toplama sistemi vasıtası ile bir bilgisayara aktarılarak kaydedilmektedir.



Şekil 5.1. Termal mankenin şematik olarak gösterimi

SSG ile yapılan deneylerde sadece gövde soğutulmuştur. Bu amaçla içine küçük çaplı hortumlar dikilen bir yekek kullanılmıştır. Mankenin yüzey sıcaklıkları 38°C, 34°C ve 30°C; ortam sıcaklığı yaklaşık 23°C; soğutma suyunun giriş sıcaklıkları 7°C ve 14°C; su debisi ise 300 ml/dk olarak alınmıştır. Suyun debisi suyun çıktığı bölgede su akış sensörü vasıtasıyla, su giriş ve çıkış sıcaklıkları ise termistörler vasıtası ile ölçülmektedir. Yapılan deneyler sırasında elde edilen tüm veriler bilgisayara aktarılarak SSG'nin ısı absorbe etme hızı (watt);

$$\dot{Q} = \dot{m}c_v (T_{\text{çıkış}} - T_{\text{giriş}}) \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmıştır. (1) numaralı denklemde \dot{m} kütle debisini ifade etmektedir ve kg/s olarak ifade edilmektedir. c_v suyun ısı sığasıdır (4180 j/kg/°C). $T_{\text{çıkış}}$ ve $T_{\text{giriş}}$ sıcaklıkları ise °C biriminde suyun çıkış ve giriş sıcaklıklarıdır.

Mankenden ve soğutma sisteminden elde edilen veriler kullanılarak efektif bir soğuma hızı bulunmuştur. Sonuç olarak su giriş sıcaklığı azaldıkça ve mankenin yüzey sıcaklığı arttıkça efektif soğuma oranı da artmaktadır. Yani SSG'nin ısı emme kapasitesi artmaktadır.

Teal (1996), termal manken (TM) kullanarak sıvı soğutmalı giysilerin soğutma performansını sıvının debisini dikkate alarak incelemiş, bir test metodu oluşturmuş ve tanımlayıcı denklemler türetmiştir. Sıvı soğutmalı giysilerinin performansının değerlendirilmesinde hem su sıcaklığının hem de sıvı debisinin değeri hesaplanmaktadır. Teal gerçekleştirdiği deneyde tamamen ıslanmış bir manken kullanmaktadır. Ortamın sıcaklığı 35°C'dir ve ortamın bağıl nemi %50'dir. Sıvı akış oranı, sıvının giysiye giriş ve çıkış sıcaklıkları ve mankeni ısıtmak için gerekli enerji miktarı sürekli olarak kaydedilmektedir. Mankenin üzerine soğutmalı giysi giydirilerek manken yüzeyi ısıtılmakta ve manken termal olarak dengeye geldiği zaman SSG çalıştırılmaktadır. Sıvının debisi ve giriş sıcaklığı önceden belirlenmiş bir değere ayarlanmaktadır. TM'nin sıvı akışı olmadan ve sıvı akışı olduğu durumdaki enerji miktarları arasındaki fark sıvı soğutmalı giysinin net soğutma

enerjisini belirlemektedir. Bu testte 6 farklı kombinasyonda sıvı akışı ve sıvı giriş sıcaklığı kullanılmıştır ve Teal, bu test sonuçlarından tahmini bir model türetmiştir:

$$Q=a+bF+cF^2+dT+eFT+fF^2T$$

Q=Soğutma oranı, F sıvının debisi, T sıvı giriş sıcaklığı, a-f:sabitler

Türettiği bu tahminleme modelini test etmek için toksik maddelere karşı koruyucu giysilerin içine sıvı soğutmalı sistemi giydirerek denemiştir. 3 farklı debide, 2 farklı sıvı giriş sıcaklığında, 95°F ortam sıcaklığında deneyleri gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak

$$Q=608,3+1,872.F+3,477.F^2+4,874.T+0,477.F.T+0,001F^2T$$

denklemini elde etmiştir. Ancak bu formül 95°F ortam sıcaklığındaki test edilen toksik maddelere karşı koruyucu giysi ve sıvı soğutmalı giysi kombinasyonlarına uygulanabilmektedir. Bu yüzden test matrisi her üst giysi ve sıvı soğutmalı giysi kombinasyonu arasında ve her ortam sıcaklığı için tekrar edilmelidir.

Dionne ve ark. (2003), zehirli atıkların temizlenmesiyle uğraşan kişilerin kullandıkları koruyucu giysilerin geçirgen olmaması sebebi ile vücutlarındaki ısıyı ortama transfer edecek buharlaşma mekanizmalarını azalttığını, buna bağlı olarak bireylerde vücut içi sıcaklıklarının arttığını ve bu kişilerin verimliliğinde önemli ölçüde azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada farklı yoğunlukta hortum içeren Coretech kişisel soğutma sistemlerini kullanarak terleyen bir manken üzerinde soğutma sistemlerinin performansını araştırmışlardır. Deneyler sırasında mankenin terleme oranı, mankenin tüm yüzeyinin ter ile ıslanacağı şekilde ayarlanmıştır. Mankenin deri sıcaklığı 35°C’de sabit tutulmuştur. Deneyler 35°C sıcaklıkta %30 bağıl nem altında gerçekleştirilmiştir. 14,3 m, 24,1 m ve 31,4 m uzunluğundaki hortumların kullanıldığı soğutmalı giysiler testler sırasında kullanılmıştır. Bu soğutucu giysiler iki tip kimyasal-biyolojik giysi altına giyilmiştir ve her iki giysinin içine çelik yelek giydirilmiştir. Deneyde ilk aşama olarak SSG giydirilmeden

manken hareketsizken testler gerçekleştirilmiştir. Manken hareketsizken, deri sıcaklığını 35°C'de tutmak için gerekli enerji 80-120 Watt arasındadır. Bu miktardaki enerji buharlaşma sırasındaki ısı transferini ölçmek için kullanılmıştır. Deneyin ikinci aşamasında soğutma yelekleri giydirilmiştir. Yaklaşık 7°C ve 10°C'de, 250 ml/dak ile 760 ml/dak arasında su giysiye pompalanmıştır. Bu sırada mankenin sıcaklığı 35°C'dir. Soğutma sırasında mankenin sıcaklığını 35°C'de tutmak için gerekli enerji girişinden ilk deneyin değerleri çıkarılarak efektif ısı uzaklaştırma hızı bulunmuştur. Kişisel soğutma sisteminin toplam ısı uzaklaştırma hızı suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları ölçülerek elde edilmiştir. Sonuç olarak hortum yoğunluğunun giysinin soğutma kapasitesini etkilediğini tespit etmişlerdir. Aynı su akış hızı ve aynı su giriş sıcaklıklarının kullanıldığı giysiler karşılaştırıldığında yüksek yoğunlukta hortum dolaşımı olan giysilerde daha fazla soğutma görülmektedir. Düşük yoğunlukla yüksek yoğunluk arasında %23'lük bir ısı transferi farkı vardır. Bu durum su dolu hortumlarla vücut ısı değişiminin gerçekleşmesi için yüzey alanının maksimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Diğer yandan yüksek hortum uzunlukları büyük sürtünme kayıplarına ve yüksek pompa gücü ihtiyacına neden olmaktadır.

Speckman ve ark. (1988), kimyasal koruyucu giysiler giyen askerlerdeki aşırı sıcağa bağlı oluşan deri yanıklarını azaltmak amacıyla SSG'ler, FSG'ler ve HSG'ler ile hem insanlar hem de termal manken üzerinde kapsamlı çalışmalar yapmışlardır.

Speckman ve ark., farklı su soğutmalı giysi tipleri kullanarak 6 farklı deney gerçekleştirmişlerdir. Birinci deneyde su ile soğutulan şapka, yelek, yelek ve şapka birlikte, uzun iç çamaşırı (vücut, kol ve bacakların bütünü) ve kısa iç çamaşırı (vücut, kol ve bacakların üst kısmı) kullanılmıştır. Bu giysilerin üzerine koruyucu giysi ve askeri donanım giydirilmiştir. 29,4°C, %85 bağıl nem ve 51,7°C, %25 bağıl nem altında bakır manken üzerinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu ilk grup deney sonucunda 20°C su giriş sıcaklığı ile soğutma sağlandığında su soğutmalı şapka ile 46 watt, şapka ve yelek ile birlikte 66 watt, kısa iç çamaşırı ile 264 watt ve uzun iç çamaşırı ile 387 watt soğutma sağlanmıştır. Bu sonuç, su soğutmalı giysilerin vücut üzerinde kapladığı alan arttıkça soğutmanın etkisinin arttığını göstermektedir.

İkinci grup deneyde 4 farklı tip SSG ve su soğutmalı şapka kullanılarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde kol-bacak-gövdeyi soğutan iki farklı SSG, su soğutmalı bir yelek, yüz dışında soğutma sağlayan bir iç çamaşırı ile 35° ve 49°C ortam sıcaklıkları arasında bakır manken üzerinde test edilmiştir. Bu giysilerin üzerine koruyucu giysi ve askeri donanım giydirilmiştir. Su giriş sıcaklıkları 6,7°C-32°C arasında, su debisi ise 0,7-1,8 ml/dk arasında değişmektedir. Su giriş sıcaklığı ile deri sıcaklığı arasındaki fark arttıkça, yani su giriş sıcaklığı azaldıkça soğutmanın etkisi de artmaktadır. Su debisi arttıkça suyun soğutma etkisi yine artmaktadır.

Üçüncü deneyde de iki taşınabilir SSG ve bakır manken kullanılarak tamamen terleme durumunda, yani deri ıslakken deneyler gerçekleştirilmiştir. Ortam şartları 32°C, %56 bağıl nem ve 45°C, %46 bağıl nem olarak belirlenmiştir. Sonuçta pilin ömrü azaldıkça soğutmanın da etkisinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Dördüncü deneyde farklı işler yapan insanlar üzerinde 38°C ve %10 bağıl nem altında deneyler gerçekleştirilmiştir. Soğutma vücudun değişik bölgeleri (üst vücut, üst vücut-üst kol, alt vücut, vücut-üst kol- kalça) soğutularak gerçekleştirilmiştir. Su giriş sıcaklığı 20°C olarak belirlenmiştir. SSG'lerin üzerine balistik çelik yelek ve nükleer biyolojik koruyucu giysi giydirilmiştir. Sonuç olarak alt vücudu çalıştırırken, vücut ve kalça soğutmanın insanda oluşan ısı stresini azaltmada etkili olduğunu, vücutla birlikte kolları soğutmanın ise herhangi bir etkisi bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Speckman ve arkadaşları bu deneylerin dışında FSG ve HSG üzerinde de çeşitli deneyler gerçekleştirmişlerdir. FSG'lerin sürekli olarak ve belirli bir zamanda düzenli bir soğutmayı sağlayamadığını, aşırı ısıya maruz kaldığında kullanılma zamanının sınırlı olduğunu ve bu sebeple eriyen buz paketlerinin yedek buz paketleri ile 2 – 4 saat arasında değiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. HSG'lerle yaptıkları deneylerde ortamın nisbi neminin artmasının soğutmanın etkisinin azalmasına neden olduğunu, ancak bu giysilerin çok aşırı sıcak ortamdaki bireylerde ısıya bağlı oluşan fizyolojik gerilimlerini azalttığını tespit etmişlerdir.

Termal mankenler ve fizyolojik verilere bağlı olarak yapılan çalışmaların dışında Nam ve ark. (2005) u boyutlu vucut tarama yontemi ile su soğutmalı yeleklerin vucuda uyum analizlerini yapmışlardır.

Cao ve ark. (2006) SSG'lerin i yuzeyinde kullanılan kumaşların nem alımı, ıslanabilirlik, termal dayanım gibi ozelliklerini test ederek SSG'ler için en uygun i yuz kumaşını bulmaya çalışmışlardır. Bu amaçla 18 farklı tipte kumaş kullanmışlardır. Bu kumaşlar %80/20 polyester/spandeks orme kumaş, %90/10 pamuk/ pamuk kaplı paslanmaz elik dokuma kumaş, %100 poliamid dokuma kumaş, %100 gümüş kaplı poliamid orme kumaş, %100 pamuklu orme kumaş, %100 polyester kumaş vb. kumaşlar olarak seçilmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen olum sonuçlarının sonucunda %80 PES ve %20 spandeks içeren kumaşların en uygun test sonuçları verdiğini tespit etmişlerdir. Çünkü bu kumaşların termal ozellikleri diğer kumaşlara göre oldukça iyidir. Ayrıca uretilen SSG'lerin vucuda tam olarak uyum sağlayabilmesi açısından uzama ozellikleri de oldukça iyidir. Bu yuzden araştırmacılar bu kumaşın i yuz olarak en uygun kumaş olduğu kararına varmışlardır.

5.2 Tıp Alanında Yapılan Literatür alışmaları

Tıp alanında soğutmalı giysiler, multipl skleroz (MS), ektodermal displazi gibi hastalıklarda, hipertermi oluşmuş bireylerde uygulanmaktadır. Ayrıca doktorların ameliyathanelerde giydikleri onluklerin içinde de kullanılmaktadır.

5.2.1 Ektodermal Displazi Nedir?

Ektodermal Displazi (ED) sendromu, yeni doğan bebeklerde dokunun dış tabakasını, ektodermiyi etkileyen kalıtsal bozukluklardır. Bu bozukluk hem erkekleri hem de bayanları etkilemektedir. Ektoderm vucudun birçok bolumunu içermektedir, yani deriyi, ter bezlerini, saçları, dişleri ve tırnakları içermektedir. Hamilelikte embriyonun gelişimi sırasında goz merceklei, iç kulağın bazı bolümleri, el ve ayak

parmakları, sinirler ve diğer birçok organın normal olarak gelişmediği durumlarda oluşur. Eğer bir çocukta normal olmayan en az iki ektoderm belirtisi varsa (bozuk dişler ve seyrek saçlar gibi), o çocuğa ED teşhisi konmaktadır (National Foundation of Ectodermal Dysplasias (NFED)).

Ektodermal displazidenin değişik tipleri vardır. Hipohidrotik ektodermal displazi (HED) X kromozomuna bağlı kalıtsal bir hastalıktır ve erkeklerde görülmektedir. Çünkü erkeklerde bir X bir Y kromozomu bulunmaktadır. Bayanlarda ise 2 tane X kromozomu bulunmaktadır.

HED hastalığında ter bezleri anne karnında iken gelişmez. Etkilenen bebeklerde vücut sıcaklığının kontrolünde sorun vardır ve en hafif enfeksiyon rahatsızlıklarında bile aşırı derecede ateş yükselmesi görülmektedir. Çünkü terleme sırasında ateşin kontrol mekanizması ortadan kalkmaktadır. Yetişkin hastalarda ise sıcak ortamlarda bulunmak ve çalışmak zorlaşmaktadır. Hipohidrotik ektodermal displazide, saçların seyrekliği, dişlerin yokluğu veya eksikliği, tırnaklarda deformite olması en belirgin klinik özelliklerdendir. Yağ ve ter bezlerinin eksikliği veya yokluğu sıcağa dayanıksızlık ile karakteristik özellikleridir.

Hidrotik tip ektodermal displazide ise, ter bezleri aktif haldedir, diğer bulgular hipohidrotik tip ektodermal displazide olduğu gibidir (Yavuz,2007).

ED'nin en önemli belirtileri, diş sayısının az olması, sivri dişler, diş çıkmasının gecikmesi, terlemenin olmaması, gözyaşının üretilmemesi (nadiren), ince deri, cilt rengi açıklığı, kötü kokulu burun akıntısı, sıcağa tahammül edememe, vücut sıcaklığında ani yükselmeler, ince saç telleri, saç yokluğu, tırnaklarda şekil bozukluğu (kalınlaşma), burunda basıklıktır.

ED'nin herhangi özel bir tedavisi bulunmamaktadır. Tedavide takma saçlar, takma diş vb. ürünler kullanılmaktadır. Yarı damak vb. anormalliklerin görüldüğü durumlarda cerrahi operasyonlar yapılmaktadır.

Ancak en önemlisi vücut sıcaklığının kontrolüdür. Hasta ateş yükselmesine bağlı olarak havale geçirebilir veya vücut sıcaklığının aşırı derecede artması beyin hasarlarına neden olabilir. Bu yüzden sık sık soğuk su ile duş almak, serin ortamlarda bulunmak ve serinletici spreylere kullanmak gerekmektedir (Adıgüzel, 2007). Ayrıca vücut iç sıcaklığını düşürmek amacıyla mikro-iklimlendirme giysileri de kullanılmaktadır.

NASA ve HED Vakfı tarafından yapılan çalışmalarda HED hastalığı görülen çocukların dışarıda kullanabilmesi için özel giysiler geliştirmişlerdir. Beyaz ceket, pantolon, başlık ve özel bir gözlükten oluşmaktadır. Bu izolasyon giysisi hasta çocukları UV ışınlarından koruyan özel giysilerdir, ancak izolasyon özelliği olduğundan, vücut ısısı dışarı iletilmemekte ve vücut ısısı artmaktadır. Terlemenin de olmaması sebebi ile bu giysilerin içine ek bir soğutma gerekmektedir. Bu soğutma da HED'li çocuklara özel mikro-iklimlendirme giysileri giydirilerek sağlanmaktadır. Şekil 5.1'de HED'li çocuğa faz değiştiren soğutmalı bir yelek giydirilmiştir (NASA Explores, 2002).



Şekil 5.1 HED vakası görülen çocuklar için geliştirilen özel giysi

5.2.2 MS (Multipl Skleroz) Hastalığı Nedir?

Multipl Skleroz (MS) iki önemli bölümden, beyin ve omurilikten oluşan merkezi sinir sistemine ait bir hastalıktır. MS genellikle gençlikte başlayıp yaşam boyu süren bir beyin ve omurilik hastalığıdır. Bulaşıcı değildir. Ölüme neden olmaz. Bazı

kişilerde kalıcı özürler oluşturabilir. Bazı kişilerdeyse kişinin kendisinin bile ayırt edemeyeceği kadar hafif sorunlara neden olacak şekilde sınırlı kalır (Türkiye Multiple Skleroz Derneği, 2003).

MS beynin görme, konuşma, yürüme gibi fonksiyonlar üzerindeki kontrol kabiliyetini bozar.

“Multipl” denmesinin nedeni:

- Beyin ve omuriliğin birçok farklı alanı etkilenir.
- Belirtileri hafif ya da ağır olabilir. Aniden ortaya çıkabilir ya da kaybolabilir.

“Skleroz” denmesinin nedeni:

- Hastalık beyin ve omuriliğin hasarlı alanlarında sklerozan plaklar, yani sertleşmiş dokular oluşturur (www.genetikbilimi.com/gen/multipskleroz.htm).

Merkezi sinir sisteminde sinir liflerini çevreleyen ve koruyan miyelin isimli yağlı bir doku vardır ve bu doku sinir liflerinin elektrik uyarılarını iletmelerine yardımcı olur. MS’de miyelin, skleroz adı verilen nedbeler (sertleşmeler) bırakarak birçok bölgede yok olur. Hasar gören bu bölgeler, plaklar veya lezyonlar olarak da bilinir. Miyelin sadece sinir liflerini korumakla kalmayıp, görevlerini yerine getirmelerini de sağlar. Miyelin yok olduğunda veya hasar gördüğünde, sinirlerin beyine giden veya beyinden gelen elektrik uyarılarını iletebilme kapasiteleri kesintiye uğrar ve bu durum çeşitli MS belirtilerini (semptomlarını) ortaya çıkarır (www.ntvmsnbc.com/news/211358.asp).

Bu hastalığın nedeni kesin olarak bilinmemektedir. Ancak birçok araştırmacı miyelin hasarının vücudun immün sisteminden (bağışıklık sisteminden) kaynaklandığını düşünmektedir. Bu araştırmacılara göre vücudu virüslerden, mikroplardan koruması gereken immün sistemi, bilinmeyen bir nedenden dolayı merkezi sinir sistemindeki sinirlerin miyelin kılıflarına saldırılmaktadır.

Bazı araştırmacılar ise bu hastalığa bilinmeyen bir virüsün neden olduğunu ileri sürmektedir (Roberts ve Harper-Bennie, 2004).

MS belirtileri şunları içerir:

- Göz bozukluğu: Çift görme veya gözün irade dışı hareketi
- Vücudun herhangi bir bölgesinin kısmen veya tamamen felç olması
- Ellerin Titremesi
- Mesane ve kalın bağırsak kontrolünün kaybı
- Sendeleme veya denge kaybı
- Dilde peltekleşme gibi konuşma bozuklukları
- Aşırı halsizlik veya kendini alışılmamış biçimde yorgun hissetme
- Koordinasyon bozukluğu
- Uyuşma veya karıncalanma hissi
- Ayakların belirgin şekilde sürüklenmesi

Başlangıç belirtileri genellikle hafiftir ve tedavi edilmeden kaybolurlar. Fakat zaman ilerledikçe bunlar daha sık ve daha ağır olabilir (www.genetikbilimi.com/gen/multipskleroz.htm).

Sıcaklık bu hastalığı kalıcı bir şekilde kötüleştirmez. Ancak hepsi olmasa da, MS'i olan birçok kişi sıcak ve nemli havanın, sıcak bir banyo veya duşun veya ateşin, hastalık belirtilerini geçici olarak kötüleştirdiği görüşündedirler. Bu amaçla MS'i olan birçok kişi, sıcaklığı azaltmak için kullanılan buz torbalarının, buzlu içeceklerin ve ılık banyonun hastalığın belirtilerini azalttığı görüşündedir (www.ntvmsnbc.com/news/211358.asp).

Amerikan Multiple Skleroz Derneği (MSAA) tarafından yapılan bir araştırmada hasarlı miyelin içeren sinirlerin ısıya karşı hassas olduğu belirtilmektedir. Araştırmacılar sıcaklıktaki bir artışın beyinden vücuda sinyallerin etkili bir şekilde

iletilmesini engellediğine dikkat çekmektedir. Bu yüzden sıcaklık artışının hastaya etkisini azaltmak için soğutmalı giysiler kullanılmaktadır.

Bu tip hastaları soğutma fikri 1950'li yıllarda soğutma banyolarının uygulanmasıyla ortaya çıkmıştır. NASA tarafından uzay alanında su soğutmalı giysilerin kullanılmasından sonra 1992 yıllarında MSAA soğutma giysilerinin MS hastalarındaki klinik özelliklerini incelemeye başlamıştır (Roberts ve Harper-Bennie, 2004). Bu amaçla boyun bağları, yelekler vb. soğutmalı ürünler MS hastalarının vücut sıcaklıklarını düşürmek amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 a) Life Support Systems firmasına ait Mark VII su soğutma ünitesi (tekerlekli sandalyenin arkasına yerleştirilmiş), soğutmalı yelek ve başlık. b) Faz değiştiren materyallerle soğutma yapan bir yelek (Ames Research Center, 1993)

5.2.3 Literatür çalışmaları

Kraft va Alquist (1996) yaptıkları çalışmada ısıya duyarlı MS hastalarının motor (hareket kaslarına ait) fonksiyonlara aktif soğutmanın etkisi üzerinde çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada Mark I Tıbbi Soğutma Giysisi kullanmışlardır. MS'li bir grup hasta 60 dakika boyunca rahatça bir sandalyede

otururken soğutma gerçekleştirilmiştir. Su giriş sıcaklıkları 26,5 °C ve 7°C olarak hastalara uygulanmıştır. Hastanın iç vücut sıcaklığı, kalp hızı ve kan basıncı her 5 dakikada bir ölçülmüştür. Sonuç olarak kontrollü bir mikro-iklimlendirme cihazında 7°C'lik aktif soğutmanın hastanın motor fonksiyonlarını verimli bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir.

Ku ve ark. (1999), Mark VII soğutma sistemini kullanarak MS hastalarının baş ve boyun bölgelerinin kısa süreli soğutulmasının termal ve fizyolojik etkilerini incelemişlerdir. Deneyler hastalar otururken gerçekleştirilmiş ve 30 dakika boyunca hastalara soğutma uygulanmıştır. Hastaların ağız, kulak ve rektal sıcaklıkları, kalp hızları ölçülmüştür. Deneyler 15 dakika kontrol periyodu, 30 dakika soğutma periyodu ve 35 dakika toparlanma periyodu olarak düzenlenmiştir. SSG'nin su giriş sıcaklığı 1,5°C olarak kaydedilmiştir ve deneyler Şubat ve Ağustos aylarında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak dinlenen MS hastalarında kısa süreli soğutmanın, çeşitli vücut sıcaklıklarını ve kalp hızını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca bayan ve erkek deneklerin rektal ve vücut iç sıcaklıklarına bağlı olarak cinsiyet ve mevsim farklılıkları gözlenmiştir. Deneklere uygulanan el kavrama testlerinde rektal vücut sıcaklığı 0,25°C düşmüş hastalarda, kavrama kuvvetinin arttığı tespit edilmiştir.

Kinnman ve ark.(2000), düzenli soğutmanın hastanın motor ve zihinsel fonksiyonlarına etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 7 MS'li hastaya evlerinde, 6 hafta boyunca günde 2-3 kez, Mark VII mikro-iklimlendirme soğutma giysisi (bir yelek ve şapkadan oluşmaktadır.) ile 40 dakika soğutma uygulanmıştır. Su giriş sıcaklığı 10°C olarak belirlenmiştir. Hortumlardan su ve glikol karışımı dolaşmaktadır. Yapılan deneyler sırasında bir fizyoterapist, hastanın çeşitli aktivitelerini incelemiştir. Ayrıca hastanın iç vücut sıcaklığının ölçümü için hastanın rektal sıcaklığı kaydedilmiştir. Sonuç olarak hastaların subjektif değerlendirmelerinde ve fonksiyonel iyileştirmede hemen hemen aynı sonuçlara varılmıştır. Hastaların zihinsel ve motor fonksiyonları hastaların çoğunda iyileşme göstermiştir. Bu deneylerde soğutma giysisi 6 hafta boyunca ortalama 30 saat

kullanılmıştır. Günlük kullanımı ise ortalama 45 dakikadır. Ortalama rektal sıcaklığın azalması 0,18 °C'dir.

Ku ve ark. (2000), 3 farklı tip soğutmalı yelek kullanarak (biri su soğutmalı, ikisi buz soğutmalı) MS hastalarına kısa süreli soğutma terapisinin etkisini incelemişlerdir. Deneyler üç aşama halinde gerçekleştirilmiştir. Bu sırada hastalar oda sıcaklığında dik pozisyonda oturtulmuştur. İlk aşama 30 dakikalık kontrol periyodu, ikinci aşama 60 dakikalık soğutma periyodu ve üçüncü aşama ise 45 dakikalık soğutma olmadan toparlanma (recovery) periyodudur. Bu üç periyod ard arda gerçekleştirilmiştir. Vücut iç sıcaklığının ölçümü için rektal sıcaklıklar kaydedilmiştir. Aynı zamanda kulak kanalı sıcaklıkları, ağız sıcaklıkları ve farklı bölgelerden deri sıcaklıkları kaydedilmiştir. Hastalara çeşitli performans testleri (kas kuvveti vs.) uygulanmıştır. Bir SSG (LET sistemi) ve iki farklı FSG (MCS ve Steele sistemleri) kullanmışlardır. SSG'nin su giriş sıcaklığı 10°C olarak belirlenmiştir. Buzlu sistemlerde MCS giysisinde kullanılan buz 18°F'de buzdolabında donmaktadır. Steele sisteminde ise buzlar derin dondurucuda donabilmektedir.

Ağız ve kulak kanalı sıcaklıkları için MCS giysisinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. LET sisteminde ve Steele sisteminde ise her iki sıcaklık için önemli soğutma etkileri gözlenmiştir. Kulak kanalı sıcaklığı yaklaşık olarak 0,4°C ve ağız sıcaklığı yaklaşık 0,3°C azalmıştır.

MCS giysisi giyen hastalarda rektal sıcaklık artmıştır. LET ve Steele sisteminde 45 dakikalık toparlanma periyodu sonunda rektal sıcaklıkta 0.25°C'lik bir azalma görülmüştür.

Ortalama deri sıcaklığı ölçümlerinde MCS ve Steele sistemleri soğutma sırasında benzer değişimler göstermişlerdir. Steele sisteminde 45 dakikalık toparlanma periyodu sonunda deri sıcaklığında bir azalma görülmüştür. LET sisteminde ise deri sıcaklığı soğuma süresinin sonunda 1,4°C azalmıştır. Giysi uzaklaştırıldığında toparlanma periyodu sonunda sıcaklık 0,6°C azalmıştır.

Toplam vücut sıcaklıklarındaki azalmalar ise şu şekilde tespit edilmiştir: MCS yeleşinde herhangi bir farklılık bulunmamıştır. LET yeleşinde toplam vücut sıcaklığı 0,5°C azalmıştır. Steele sistemindeki azalma ise 0,3°C'dir.

NASA MS çalışma grubu tarafından (2003) yapılan deneysel çalışmalarda SSG kullanan MS hastalarının nörolojik fonksiyonlarını incelemiştir. Bu amaçla hastalarda yüksek ve düşük olmak üzere iki farklı soğutma uygulanmıştır. SSG bir yelek ve şapkadan oluşmaktadır. Su giriş sıcaklıkları yüksek soğutma sağlayan giyside 55°F ve düşük soğutma sağlayanda 70°F olarak belirlenmiştir. Her soğutma işleminden sonra hastalara nörolojik değerlendirmeler yapılmış ve vücut sıcaklıkları, elektro-kardiyogramları ölçülmüştür. Hastalara oturur pozisyonda 60 dakika boyunca soğutma uygulanmıştır. Soğutmanın sonunda giysi çıkarılmış ve 30 dakika boyunca hastalardan vücut sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Elde edilen verilerden hastaların sıcaklığının düşmeye devam ettiği görülmüştür. Bunun nedenini ise soğuk derinin bir ısı tankı gibi görev yaparak vücudu soğutmaya devam etmesi olarak belirtmişlerdir. Deneyin devamında soğutma uygulanmamış hastalar, bir ay boyunca bir saat süre ile her gün evlerinde SSG kullanmışlardır. Hastalar yorgunluk ve nörolojik değerlendirmelerini kendileri gerçekleştirmişlerdir. Nörolojik testler sırasında vücudun çalıştırılmasına yönelik araştırmalar ve algılama ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak hem yüksek hem de düşük soğutma düzeylerinde hastaların vücut sıcaklıklarının düştüğü tespit edilmiştir. Hastaların hareket ve görme fonksiyonlarında olumlu gelişmeler olmuştur.

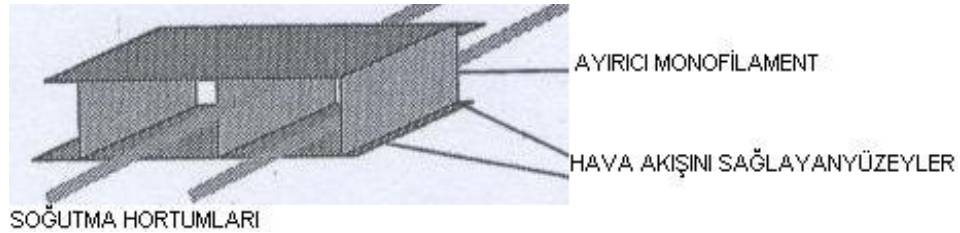
Richter (2006), spacer kumaşlarla soğutma ve ısıtma fonksiyonlu tekstillerin tasarlanabildiğini belirtmiştir. Bu kumaşlar ITP Firması tarafından Berlin'de üretilmektedir. Spacer kumaşlar üç boyutlu materyallerdir. Temel yüzey ve üst yüzey arasında bir materyal katmanını oluşturmaktadır. Spacer kumaşın yüzeyi değişik şekillerde (perfore, çok açık vs.) oluşturulabilmektedir. Bu kumaşların kalınlıkları birkaç milimetre ile birkaç santimetre arasındadır. Mukavemetleri ve kompozisyonları farklı olabilmektedir. Spacer kumaşlarla Spacer kumaşlarla; hava ile soğutma ve su ile soğutma olmak üzere iki tip soğutma sağlanabilmektedir:

Spacer kumaşların arasında oluşan boşluklar hava kanalı olarak kullanılır. Ayırıcı monofilament iplikleri bu kanalların sınırlarını oluşturur. Kanallar soğutucu havaya rehberlik eder ve havayı sisteme sokar. Havanın soğutulması Peltier sistemi veya diğer bir soğutma sistemi ile sağlanır.

Spacer kumaşlarla su ile soğutma sırasında spacer kumaşın içinden ince hortumlar geçirilir. Bu hortumların içinden soğuk su geçirilerek soğutma sağlanır. Bu kumaşlar kullanılarak tıbbi uygulamalarda kullanılan bir yatak örtüsü hazırlanmıştır. Bu yatak örtüsü 26°C ortam sıcaklığında 14°C soğutma yapabilmektedir.



Şekil 5.3 Spacer kumaş yapısı (www.scott-fyfe.com/en/products/spacer.htm)



Şekil 5.4 Spacer kumaş yapısı (www.scott-fyfe.com/en/products/spacer.htm)

5.3 Amaç

Mikroiklimlendirme giysileri günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tıp alanında ise özellikle MS hastalığında veya ısı stresi sebebi ile oluşabilecek rahatsızlıkların önlenmesi vb. amaçlarla kullanılmaktadır. Yurtdışında bu tip giysilerle ilgili birçok ürün geliştirilmiş ve bu ürünler hakkında birçok deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak bu giysiler ile ilgili yurtiçinde yapılmış herhangi bir çalışma veya üretilmiş bir ürün bulunamamıştır.

Bu yüzden bu tez kapsamında yurt dışında oluşturulan diğer soğutmalı giysilerden farklı yapılarda, tıp alanında kullanılacak su soğutmalı giysi prototipleri tasarlanıp, bir test yöntemi geliştirilerek, bu giysilerin soğutma verimliliği incelenecektir.

BÖLÜM ALTI

MATERYAL VE METOD

Bu tez kapsamında su soğutmalı giysiler hakkında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Farklı tiplerde su soğutmalı giysiler oluşturulmuştur ve bu giysilerin performansının test edilmesi için bir ölçüm sistemi (termal manken) tasarlanmış ve üretimi gerçekleştirilmiştir.

6.1 Su Soğutmalı Giysi Tasarımları

Su soğutmalı giysi tasarımlarında 4 farklı tipte giysi yapısı oluşturulmuştur. Bu giysilerin oluşturulma gerekçeleri aşağıda maddeler halinde belirtilmektedir:

➤ Nunneley'in de (1970) belirttiği gibi su soğutmalı giysiler oluşturulurken hortumlar esnek örgü kumaş yapılarına yerleştirilmekte ve bu kumaşların üzerine bir izolasyon giysisi giyilmektedir. Bu çalışmada ise, tek bir kumaş yapısının dış ortamla giysi arasındaki izolasyonu sağlaması ve aynı zamanda içine hortumların yerleştirilmesi amacıyla tasarımları yapılmıştır. Tasarımların hepsinde izolasyonu sağlamak amacıyla dış yüzeyi oluşturan kumaşlar 28/2 Nm yünlü iplikten üretilmiştir. İç yüzeyi oluşturan kumaşlarda, ısının manken vücuduna kolaylıkla transfer edilebilmesi için pamuklu kumaşlar seçilmiştir. Üç örnekte Kuteks Kutsallar Tekstil San. ve Tic. A.Ş.firması tarafından üretilen 10 cm ve 5 cm enlerindeki pamuklu sargı bezleri kullanılmıştır. Sargı bezlerinin 1 cm²'sinde 17-20 tel iplik bulunmaktadır. Bir örnekte ise 10 Ne pamuklu iplikle kumaş örülmüştür.

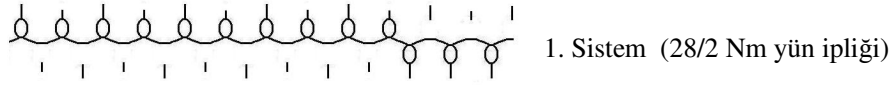
➤ Giysi tasarımları sırasında dış yüzeyi oluşturan kumaşların içine hortumların kolaylıkla yerleştirilebileceği yapılar kullanılmıştır. Bu yapıların detayları daha sonra anlatılacaktır.

Tüm giysilerde soğutma hortumu olarak Hasan Kalaycı Meç Plastik ve Akvaryum San. Tarafından üretilen PVC hortum kullanılmıştır Bu hortumların iç çapı 4,5 mm, dış çapı ise yaklaşık 6,5 mm'dir ve bu hortumlar belirli aralıklarla giysiye yerleştirilmiştir.

Üretilen tüm kumaş numunelerinin boyu yaklaşık 45 cm'dir. Her kumaş tipinden dörder tane kumaş üretilmiştir.

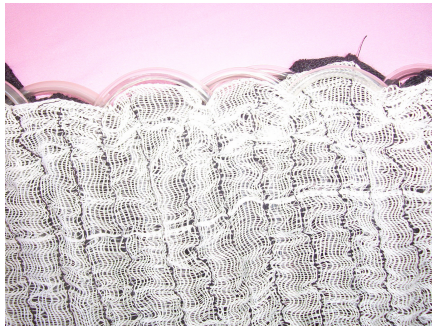
6.1.1 1 Numaralı Giysi Tasarımı (Rib Su Soğutmalı Giysi)

Bu tasarımda dış yüzey olarak 10x3 rib %100 yünlü kumaş (Şekil 6.1) kullanılmıştır. Bu kumaş yapısı V yataklı Diamant el örme makinesinde (E=8) örülmüştür (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 10x3 Rib Kumaş Yapısı

İç kumaş yapısı ise %100 pamuk ipliğinden üretilmiş, 10 cm ve 5 cm enlerinde dokuma sargı bezlerinden üretilmiştir. Sargı bezlerinin enlerinin 45 cm olması için 3 adet 10 cm enindeki ve bir adet 5 cm enindeki sargı bezi yan yana dikilmiştir. Daha sonra 45 cm enindeki sargı bezleri rib kumaşa dikilerek tutturulmuştur. Giyside oluşan oluklu bölgelerden PVC hortum (yaklaşık 18m) geçirilerek soğutma sistemi oluşturulmuştur.



a)



b)

Şekil 6.2 Rib SSG a) iç yüzeyinin yakından görünüşü b) dış ve iç yüzeyinin genel görünümü

6.1.2 2 Numaralı Giysi Tasarımı (Süngerli Su Soğutmalı Giysi)

Bu tasarımda dış yüzey olarak düz örgü kumaş, iç yüzey olarak sargı bezi ve ara yüzey materyali olarak gri sünger kullanılmıştır. Düz örgü kumaş Diamant el örme makinesinde (E=8) 28/2 Nm yünlü iplikten üretilmiştir.

Bu tasarımlarda iç kumaş tabakası olarak, %100 pamuk ipliğinden üretilmiş 10 cm ve 5 cm eninde dokuma sargı bezleri kullanılmıştır. Sargı bezleri yan yana 45 cm olacak şekilde dikilmiştir.

Ara yüzey materyali olarak kullanılan 0,7 cm kalınlığındaki gri süngerlerin düzenli bir yapı oluşturması amacıyla süngerler belirli bir eğriye uyarak 45 cm boyunda olacak şekilde kesilmiştir. Bu eğri $y=4\sin t$ olarak belirlenmiştir. t açısı $8,1818^\circ$ ve katları olarak belirlenmiştir.

Düz örgü kumaşın kenar kıvrılmalarını önlemek amacıyla kumaş iç yüzeyine tela yapıştırılmıştır.

Süngerler aralarında yaklaşık 1 cm boşluk kalacak şekilde düz örgüye sabitlenmiştir. Daha sonra sargı bezleri süngerlerin üzerine uhu ile yapıştırılmıştır. Süngerlerin arasında oluşan boşluklardan hortum (yaklaşık 18 m) geçirilerek tasarım tamamlanmıştır (Şekil 6.3).



a)

b)

Şekil 6.3 Süngerli SSG a) iç yüzeyinin yakından görünüşü b) dış ve iç yüzeyinin genel görünümü

6.1.3 3 Numaralı Giysi Tasarımı

(Hortum Dikilerek Oluşturulan Su Soğutmalı Giysi (Dikişli Su Soğutmalı Giysi))

Bu tasarımda dış yüzey olarak düz örme kumaş, iç yüzey olarak sargı bezi ve hortumların dikildiği delikli bir kumaş kullanılmıştır. İkinci tasarımdaki gibi düz örme kumaşın kenar kıvrılmalarını önlemek amacıyla yün kumaşın iç yüzeyine tela yapıştırılmıştır.

Düz örme kumaş Diamant el örme makinesinde (E=8) 28/2 Nm yünlü iplikten üretilmiştir.

Bu tasarımlarda iç kumaş tabakası olarak, %100 pamuk ipliğinden üretilmiş 10 cm ve 5 cm eninde dokuma sargı bezleri kullanılmıştır. Sargı bezleri yan yana 45 cm olacak şekilde dikilmiştir.

Hortumun dikildiği delikli kumaş polyester iplikten üretilmiş ağ yapılı çözgülü örme kumaştır. Hortumlar bu kumaş üzerine belirli aralıklarla dikilmiştir. Hortumların üzerine sargı bezi yerleştirilmiş ve hortumlar delikli kumaş tabakası ile sargı bezi arasında kalacak şekilde kenarlardan dikilerek birleştirilmiştir. Tasarımda yaklaşık 21,1 m hortum kullanılmıştır. Yünlü kumaş tabakası ise delikli kumaşa dış yüzeyden tutturulmuştur.

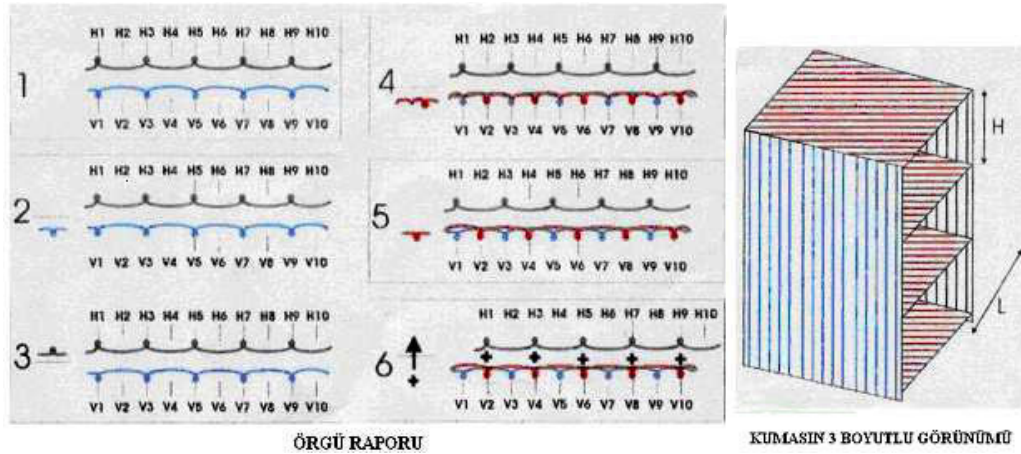


Şekil 6.4 Dikişli SSG a) iç yüzeyinin yakından görünüşü b) dış ve iç yüzeyinin genel görünümü

6.1.4 4 Numaralı Giysi Tasarımı (Spacer Su Soğutmalı Kumaş)

Bu tasarımdaki kumaş numuneleri, 1x1 tekniği ile (multigauge özelliği ile) Stoll TC 330 marka elektronik düz örme makinesinde (E=12) üretilmiştir. Şekil 6.5'te örgü numunesinin desen raporu verilmektedir. Bu desen raporu Ünal, Hoffman ve Cherif (2006) tarafından kompozit materyallerde kullanım için geliştirilmiştir.

Örme kumaşın üretimi sırasında dış yüzeyde 3 kat 28/1 Nm yünlü iplik, ara bağlantı kısmında 2 kat 28/1 Nm yünlü iplik ve iç yüzeyde tek kat 10 Ne pamuklu iplik kullanılmıştır. Örgü kumaş 10 gauge olacak şekilde üretilmiştir. Bu tasarımda hortumların geçeceği boşluk kumaş konstrüksiyonu sayesinde oluşturulmuştur. Yaklaşık 20 m hortum kullanılmıştır.



Şekil 6.5 Üç boyutlu kumaş yapısı

Şekil 6.5'de verilen kumaş yapısında mavi ile gösterilen iplikler kumaş numunesinde pamuk ipliği ile, siyah ile gösterilen iplikler 3 kat yün ipliği ile ve kırmızı ile gösterilen bağlantı noktaları ise 2 kat yün ipliği ile üretilmiştir.

1 numaralı sırada makinenin ön ve arka yatağında birer iğne atlamalı düz örgü kumaş yapısı bulunmaktadır.

2. sırada mavi iplik (pamuk ipliği) ile ön yatakta tek numaralı iğnelerde ilmek oluşturulmuştur.

3. sırada siyah iplik (3 kat yün ipliği) ile arka yatakta tek numaralı iğnelerde ilmekler oluşturulmuştur.

4. sırada kırmızı iplik (2 kat yün ipliği) ön yatakta tek numaralı iğnelerde askı çift numaralı iğnelerde ilmek oluşturmuştur.

5. sırada kırmızı iplikle çift numaralı iğnelerde ilmekler oluşturulmuştur.

6. sırada arka iğne yatağı 1 iğne aralığı sağa kaydırılmış ve çift numaralı iğnelerde kırmızı iplikle oluşturulan ilmekler ön yaktan arka yatağa transfer edilmiştir.

Şekil 6.5'te kumaşın 3 boyutlu görünümündeki H ve L mesafeleri örgünün içindeki sıraların tekrarına bağlıdır. 1. ve 2. sıranın tekrarlanmasıyla H, 5. sıranın tekrarlanmasıyla L mesafesi oluşmaktadır.



Şekil 6.6 Spacer SSG a) iç yüzeyinin yakından görünüşü b) dış ve iç yüzeyinin genel görünümü

6.2 Test Cihazları

Oluşturulan giysi numunelerine soğuk suyun pompalanabilmesi için bir soğutma ünitesi tasarımı ve bu giysilerin soğutma etkisini araştırabilmek için bir termal manken tasarımı yapılmıştır. Her iki cihaz da BAP projesi kapsamında Okur Makina San ve Tic. tarafından üretilmiştir.

6.2.1 Giysi Soğutma Ünitesi

Soğutma ünitesi, su soğutmalı giysiye gereken soğuk suyu pompalamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu ünite, kompresörlü bir soğutma sistemi vasıtası ile suyu 5- 25°C arasında soğutabilmektedir.

Soğutma ünitesi, bir devirdaim pompası vasıtası ile uzunluğu 20–50 metre arasında olan ince hortumların içinden soğuk suyu dolaştırılabilmektedir. Su, sonra tekrar soğutma ünitesine geri beslenmektedir.

Suyun dolaştırılması sırasında su akış hızı (suyun debisi) farklı hızlarda ayarlanabilmektedir.

Suyun soğutma cihazından çıkıp giysiye girdiği ve giysiden çıktığı bölgedeki bağlantı noktalarında su sıcaklık ölçümleri sıcaklık sensörleri yardımıyla gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6.7 Giysi soğutma ünitesi

6.2.2. Termal manken

Termal manken yapısı 3 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 6.8). Bu bölümler şunlardır:

1. İnsan vücut yapısına benzeyen bakır bir manken
2. Mankenin bulunduğu ortam kabini (Bu kabinin sıcaklığı -10°C ile $+50^{\circ}\text{C}$ arasında değişebilmektedir.)
3. Kontrol paneli

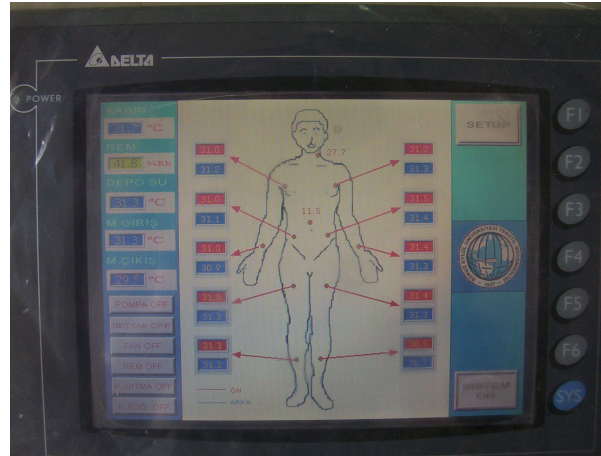


a)



b)

Şekil 6.8 a) Termal manken ve ortam kabini b) kontrol paneli



Şekil 6.9 Kontrol ekranı

Kontrol panelindeki kontrol ekranı vasıtası ile mankenin vücut sıcaklığı, mankenin bulunduğu kabinin sıcaklığı ve nemi ayarlanabilmektedir.

Mankenin vücudu insan vücudunun sıcaklığını simüle edecek şekilde ısıtılıp soğutulabilmektedir. Mankenin bağlı bulunduğu kontrol panelinin iç kısmında bir sıcak su deposu bulunmaktadır. Bu deponun sıcaklığı kontrol panelinden ayarlanarak, mankenin içine sıcak su devir daimi yapılmakta ve manken ısıtılmaktadır. Mankene sıcak su ayaklardan girmekte ve boyun kısmından da su depoya geri dönmektedir.

Mankenin vücut sıcaklıkları sensörler ve okuyucular vasıtası ile 22 ayrı noktadan ölçülebilmektedir. Bu ölçümlerin iki tanesi mankenin vücudunun içinden gerçekleştirilmektedir. Geri kalan sensörler ise manken üzerinde istenen bölgeye bantlar vasıtasıyla yapıştırılarak o bölgenin sıcaklığının ölçülmesi sağlanmaktadır. Her bir ölçüm noktası için kontrol paneline bu değerler aktarılmaktadır.

Ayrıca elde edilen veriler bilgisayar ortamına da iletilerek kaydedilebilmektedir. Bu veriler istenen sürelerde kaydedilebilmektedir.

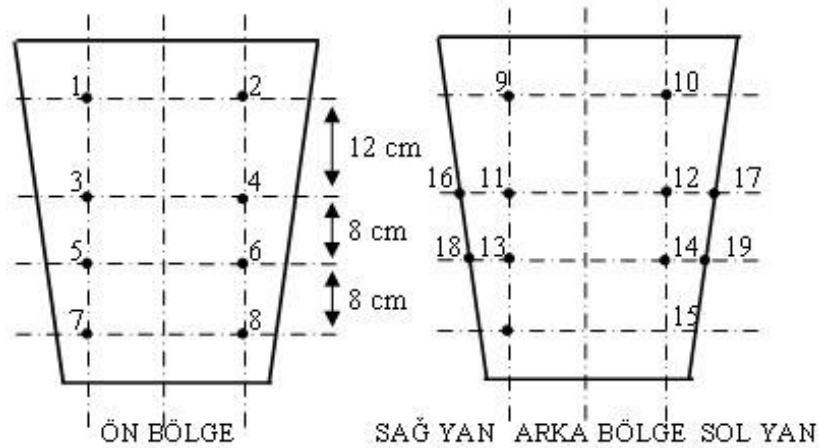
6.3 Metot

Soğutmalı giysilerin soğutma özelliklerinin incelenmesi sırasında soğutma ünitesi 3 farklı debide ve 3 farklı su giriş sıcaklığında ayarlanmıştır. Soğutma suyu giriş sıcaklıkları 13°C, 10°C ve 7°C, suyun debisi ise 250 ml/dk, 375 ml/dk ve 500 ml/dk olarak belirlenmiştir.

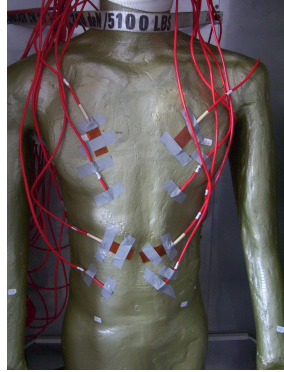
Termal mankenin bulunduğu kabinin sıcaklığı $23 \pm 1^\circ\text{C}$, termal mankenin depo sıcaklığı ise $40 \pm 1^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmıştır.

Deneyler kuru manken üzerinde gerçekleştirildiğinden ortamın nemi ihmal edilmiştir.

8 ön, 7 arka, 2 sol yan ve 2 sağ yan olmak üzere manken üzerinden 19 farklı noktadan sıcaklık ölçümü alınmıştır. Şekil 6.10'da bu sensörlerin yerleşim şeması verilmektedir. Şekil 6.11'de ise mankenin vücudundaki yerleşim şekli gösterilmektedir.



Şekil 6.9 Mankenin vücuduna yerleştirilen sensörlerin yerleşim şeması



Şekil 6.10 Mankenin vücuduna yerleştirilen sensörlerin yerleşim şeması

Deney, ayarlanan her su debisi için dört aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşamada giysi, mankenin üzerine giydirilmiş ve depo sıcaklığı 40°C'ye ayarlı olacak şekilde mankenin sıcaklığı artırılmıştır. Sıcaklık maksimum seviyeye yükseldikten sonra deponun ısıtılma işlemi durdurulmuş ve mankene su pompalanmaya devam edilmiştir. Bu süre zarfında 60 dakika boyunca mankenin soğuma eğrisi elde edilmiştir.



Şekil 6.11 Termal Manken ve Tasarlanan Giysinin Manken Üzerine Yerleşimi

Deneyin diğ er aşamalarında mankenin depo sıcaklığı tekrar 40°C olarak ayarlanmış, sıcaklık maksimum seviyeye yükseldikten sonra deponun ısıtılma işle mi durdurulmuş ve mankene su pompalanmaya devam edilmiştir. Sıcaklık maksimum seviyeye ulaştıktan sonra ısıtılan manken üzerindeki su soğutmalı giysi aktif hale getirilerek mankenin 60 dakika süresince soğuma eğrisi elde edilmiştir. Ayarlanan debi için ikinci deney aşamasında su giriş sıcaklığı 13°C, üçüncü deney aşamasında su giriş sıcaklığı 10°C ve dördüncü deney aşamasında su giriş sıcaklığı 7°C olarak ayarlanmıştır.

Soğutucu giysi tasarımlarının her birinden dört adet oluşturulduğu için, deneyler dört kez tekrarlanmıştır.

Termal mankenin üzerindeki sensörlerden elde edilen sıcaklık verileri dakikada bir bilgisayara aktarılmıştır.

Deneyin ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarında soğutma işle mi sırasında su soğutma ünitesinden elde edilen su giriş ve çıkış sıcaklık değerleri dakikada bir kaydedilmiştir. Elde edilen bu veriler sayesinde su soğutmalı giysiye transfer edilen

ısı miktarı (\dot{Q}) (1) numaralı formülle hesaplanmıştır.

$$\dot{Q} = \dot{m} c (T_{\text{çıkış}} - T_{\text{giriş}}) \quad (1)$$

Q=SSG'nin ısı absorbe etme miktarı (watt)

m=kütle debisi (kg/sn)

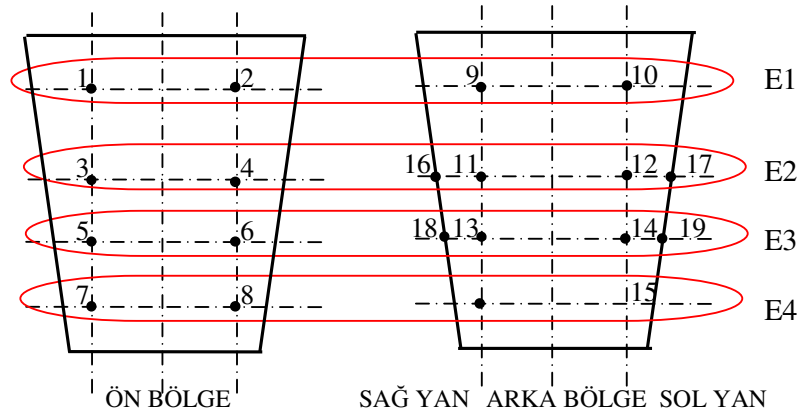
c= suyun ısı sığası (4180 j/kg/°C)

T_{çıkış}, T_{giriş}= Suyun çıkış ve giriş sıcaklıkları (°C)

Deney sonuçlarının değerlendirilmesi için termal manken üzerinden elde edilen sıcaklık değerleri ve SSG'nin ısı absorbe etme miktarı değerleri grafiksel olarak üç farklı şekilde çizdirilerek yorumlanmıştır.

1. çizim metodunda her giysi tasarımı için elde edilen tüm sıcaklık değerlerinin ve SSG'nin ısı absorbe etme enerjisinin ortalamaları alınmıştır. SSG'nin çalıştırılmadığı durumda, yani deneylerin birinci aşamasında elde edilen veriler referans değeri olarak alınmıştır. Referans değerlerinin ortalamalarından mankenin soğutulması sırasında elde edilen verilerin ortalamalarının çıkarılması ile aradaki farklar elde edilmiştir.

2. çizim metodunda ise termal mankenin enine kesitleri göz önüne alınmıştır. Her giysi tasarımı için aynı enine kesitteki sensörlerden elde edilen verilerin, her su giriş sıcaklığı ve su debisi için ayrı ayrı ortalamaları alınmıştır. Mankenin SSG ile soğutulmadığı durumda elde edilen veriler referans noktası olarak alınmıştır ve bu değerlerden mankenin SSG ile soğutulduğu sırada elde edilen değerler çıkarılarak ardaki farklar bulunmuştur. Mankenin üzerinden alınan enine kesit sayısı 4 adettir (Şekil 6.12). Bu kesitlere göre sensörlerin ortalamaları, Şekil 6.12'deki bölgelere ayrılarak alınmıştır.



Şekil 6.12 Mankenin vücudu üzerindeki enine kesit bölgelerinin yerleşimi

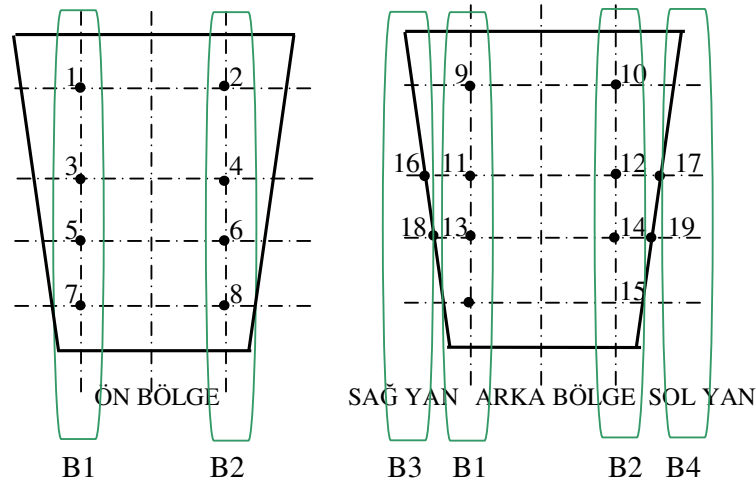
E1: 1, 2, 9, 10 numaralı sensörler

E2: 3, 4, 11, 12, 16, 17 numaralı sensörler

E3: 5, 6, 13, 14, 18, 19 numaralı sensörler

E4: 7, 8, 15 numaralı sensörler

3. çizim metodunda ise termal mankenin boyuna kesitleri göz önüne alınmıştır. Her giysi tasarımı için aynı boyuna kesitteki sensörlerden elde edilen verilerin, her su giriş sıcaklığı ve su debisi için ayrı ayrı ortalamaları alınmıştır. Mankenin SSG ile soğutulmadığı durumda elde edilen veriler referans noktası olarak alınmıştır ve bu değerlerden mankenin SSG ile soğutulduğu sırada elde edilen değerler çıkarılarak ardaki farklar bulunmuştur. Mankenin üzerinden alınan boyuna kesit sayısı 4 adettir (Şekil 6.13). Bu kesitlere göre sensörlerin ortalamaları, Şekil 6.13'deki bölgelere ayrılarak alınmıştır.



Şekil 6.13 Mankenin vücudu üzerindeki boyuna enine kesit bölgelerinin yerleşimi

B1: 1, 3, 5, 7, 10, 12, 14, 15 numaralı sensörler

B2: 2, 4, 6, 8, 9, 11, 13 numaralı sensörler

B3: 16, 18 numaralı sensörler

B4: 17, 19 numaralı sensörler

BÖLÜM YEDİ

DENEY SONUÇLARI

4 farklı su soğutmalı giysi kullanılarak termal mankenin 60 dakika boyunca soğutulması sonucunda termal manken üzerinden elde edilen veriler ve SSG'lerin ısı absorbe etme miktarları değerlendirilerek Şekil 7.1 ile Şekil 7.40 arasında görülen grafikler elde edilmiştir. Bu grafiklerin değerleri tablolar halinde EKLER Bölümünde verilmektedir.

Giysi tasarımlarına göre bu grafiklerin ilk 4 tanesi tüm değerlerin ortalamalarının alınması sonucu elde edilen verilerdir. Sonraki 4 grafik, manken üzerindeki enine kesitlere göre sensörlerden alınan sıcaklık verilerinin değerlendirilmesi ile elde edilmiştir. Son 4 grafikte ise boyuna alınan kesitlerdeki sensörlerden elde edilen verilerin ortalaması verilmektedir.

Giysi tasarımlarının her biri için enine kesitlerin dikkate alındığı ilk grafiklerdeki göstergelerde E1, E2, E3 ve E4 numaralı enine kesit bölgeleri Bölüm 6'da belirtilmiştir. Aynı şekilde boyuna kesitlerin dikkate alındığı ilk grafiklerdeki göstergelerde B1, B2, B3 ve B4 numaralı enine kesit bölgeleri Bölüm 6'da belirtilmiştir.

Enine ve boyuna kesitlerin dikkate alındığı grafiklerde göstergeler, sadece ilk grafiklerde belirtilmiştir. Verilerin çok olması sebebi ile diğer grafiklerde göstergeler bulunmamaktadır. Bu grafiklerin göstergeleri ilk grup grafiklerle aynıdır.

7.1 Rib Su Soğutmalı Giysi (Rib SSG) Deney Sonuçları

Tüm verilerin ortalaması alınarak yapılan değerlendirmeler Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4' de verilmektedir. Rib SSG ile soğutma yapıldığında su giriş sıcaklığı değerleri azaldıkça ve suyun debisi arttıkça mankenden giysiye transfer edilen ısı miktarı artmaktadır.

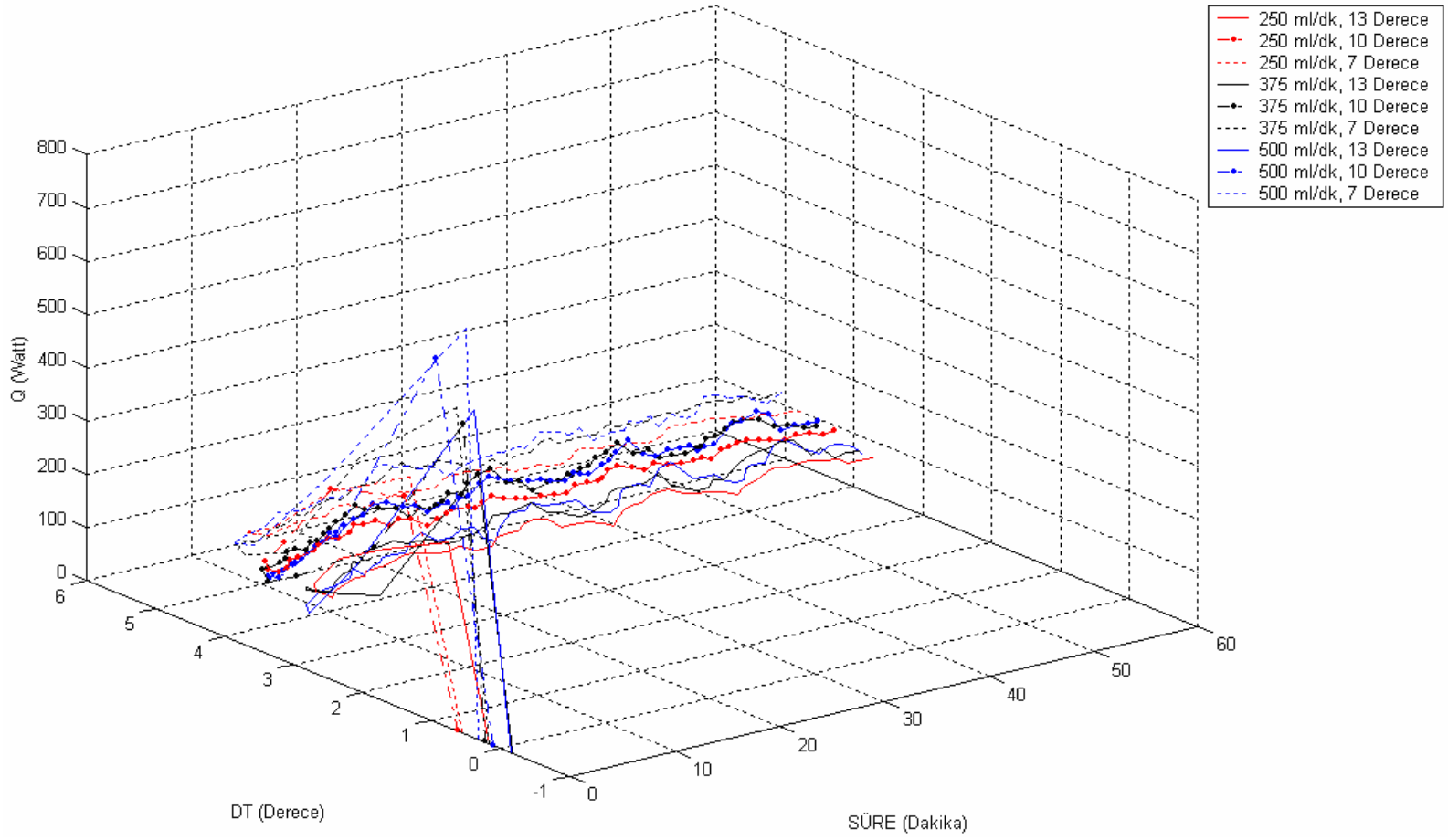
Ancak sıcaklık farkının (DT) zamana bağılı olarak değişimi incelendiğinde 13°C ve 10°C su giriş sıcaklıkları için 375 ml/dk su debisi ile elde edilen verilerin 500 ml/dk ile elde edilen verilerle yaklaşık olarak aynı olduğu görülmektedir (Şekil 7.2 ve Şekil 7.3).

Rib SSG'nin ısı absorbe etme miktarı incelendiğinde soğutmanın ilk dakikalarında tüm debilerde aşırı miktarda ısı transferi gerçekleşmiştir. 500 ml/dk su akış hızı ile gerçekleştirilen soğutma deneylerinde oldukça yüksek ısı transferi meydana gelmiştir. Bu değerleri sırasıyla 375 ml/dk ve 250 ml/dk su debisi ile gerçekleştirilen deneyler izlemiştir (Şekil 7.3 ve Şekil 7.4).

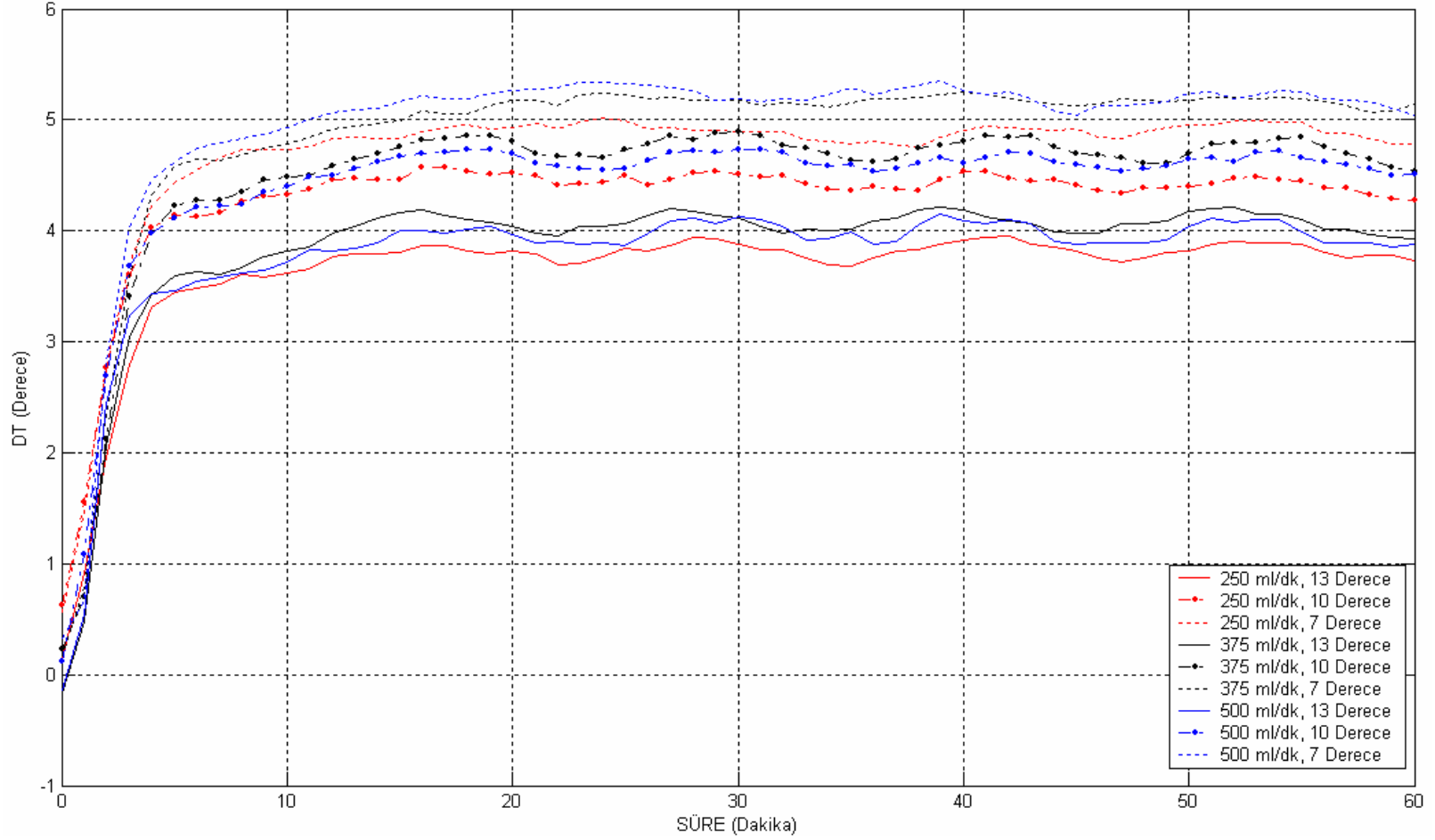
Enine kesitlerden elde edilen veriler incelendiğinde (Şekil 7.5, Şekil 7.6, Şekil 7.7) manken üzerindeki enine kesitlere göre rib SSG'lerin bazı bölgelerde daha fazla soğutma yaptığı görülmektedir. E1 bölgesinden elde edilen, yani mankenin en üst bölgesindeki kesitten elde edilen sıcaklık farklılıkları en düşük seviyede çıkmıştır. Bunu sırasıyla E2, E3 ve E4 bölgeleri takip etmektedir.

Şekil 7.6'da kırmızı renkle belirtilen 250 ml/dk ve 13°C için elde edilen veriler, siyah renkle belirtilen 250 ml/dk ve 10°C için elde edilen verilere çok yakın değerlerde elde edildiği için bu veriler grafikte üst üste verilmiştir. Bu yüzden sadece siyah renkle çizilen eğriler gözükmemektedir.

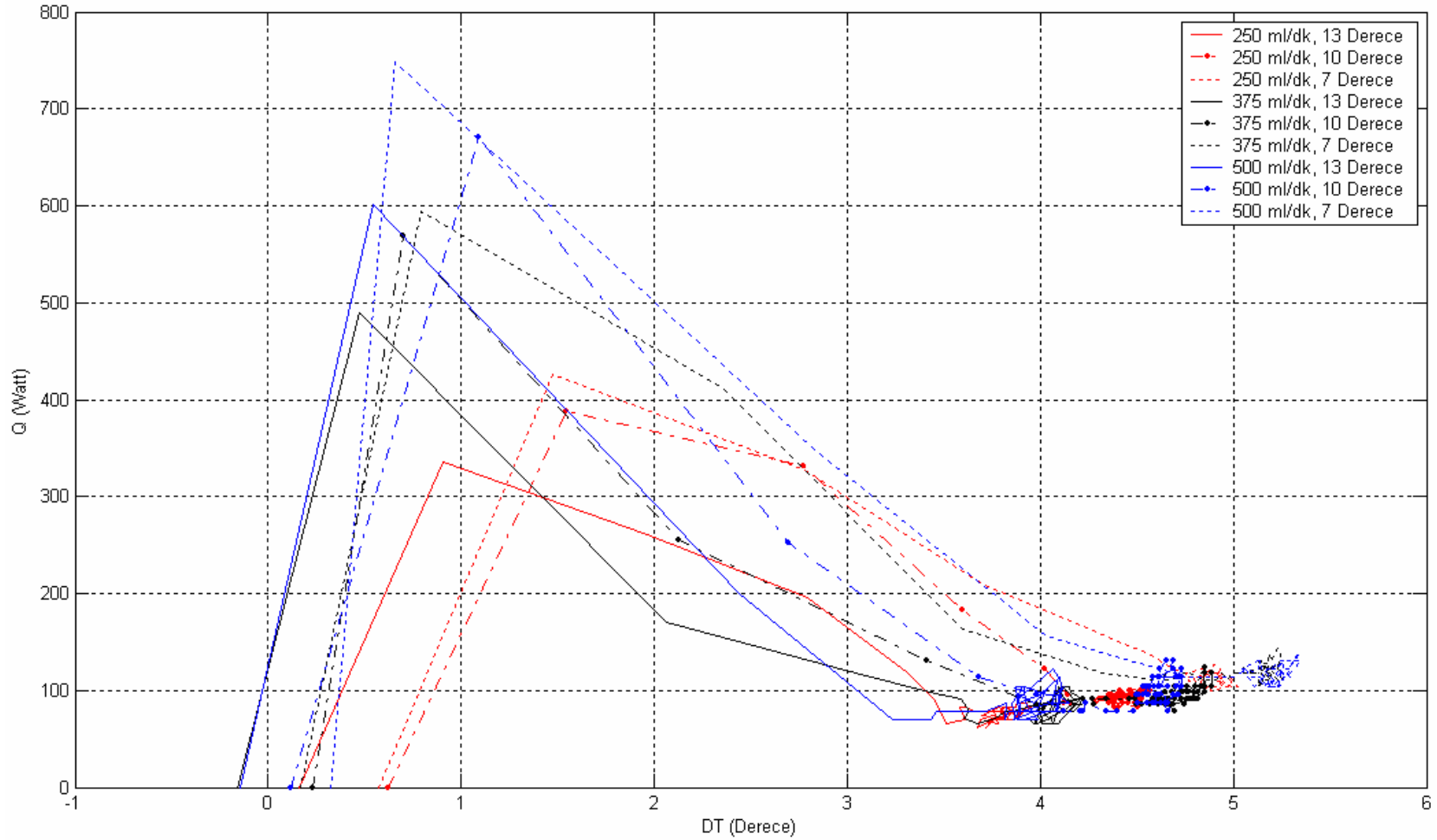
Boyuna kesitlerden elde edilen soğuma farkı grafikleri incelendiğinde (Şekil 7.8, Şekil 7.9, Şekil 7.10) 250 ml/dk ve 13°C için elde edilen verilerde B2 en düşük sıcaklık farkı değerini veren bölgedir. Sıcaklık farklılıkları açısından B2 bölgesini sırasıyla B1, B3 ve B4 bölgeleri takip etmektedir. Ayrıca enine kesitlerde olduğu gibi 250 ml/dk ve 13°C için elde edilen veriler, 250 ml/dk ve 10°C için elde edilen verilere çok yakın değerlerde elde edildiği için zamana bağılı sıcaklık farkı değişimi grafiğinde bu veriler üst üste verilmiştir.



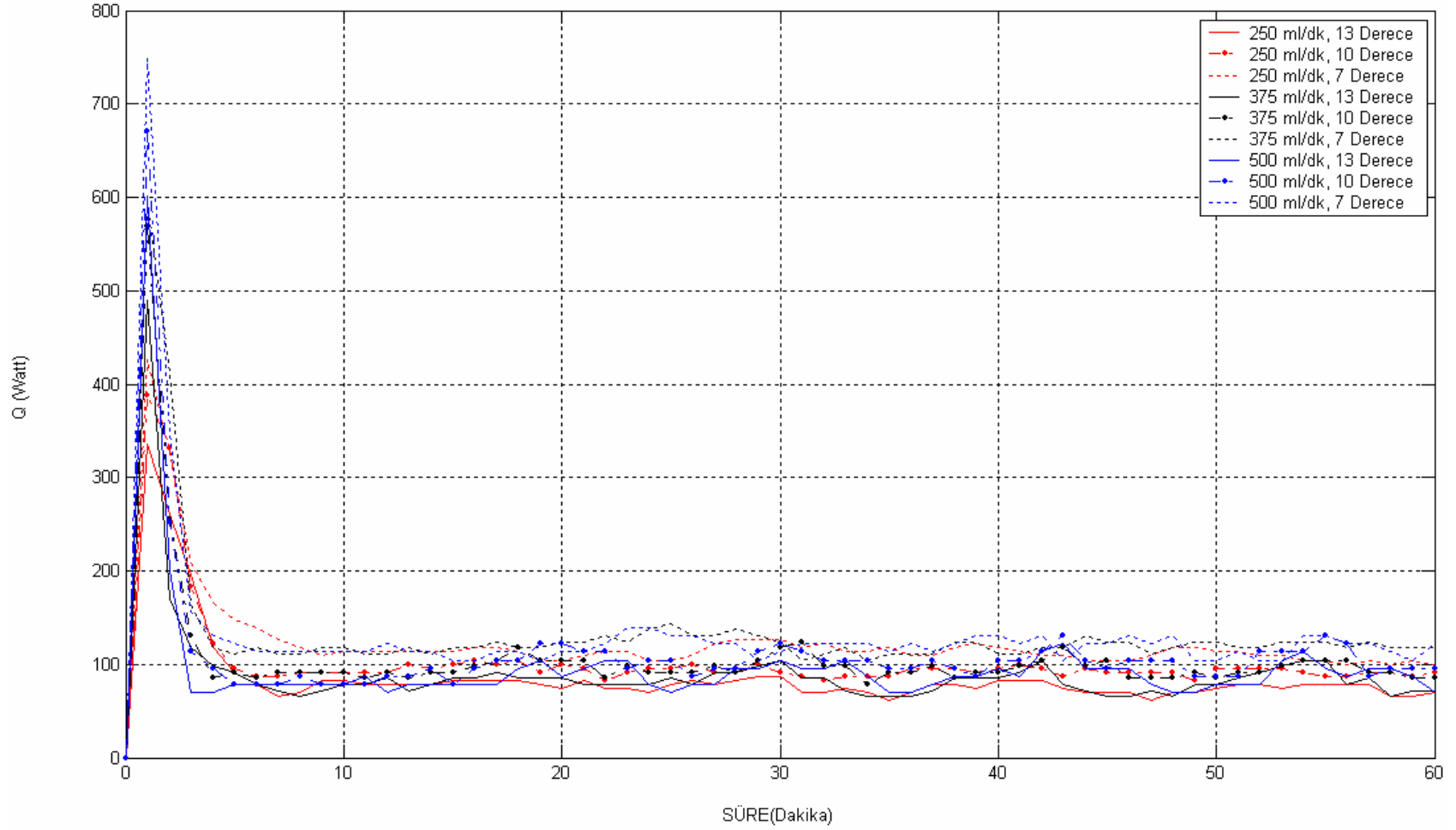
Şekil 7.1 Rib SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-tüm değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



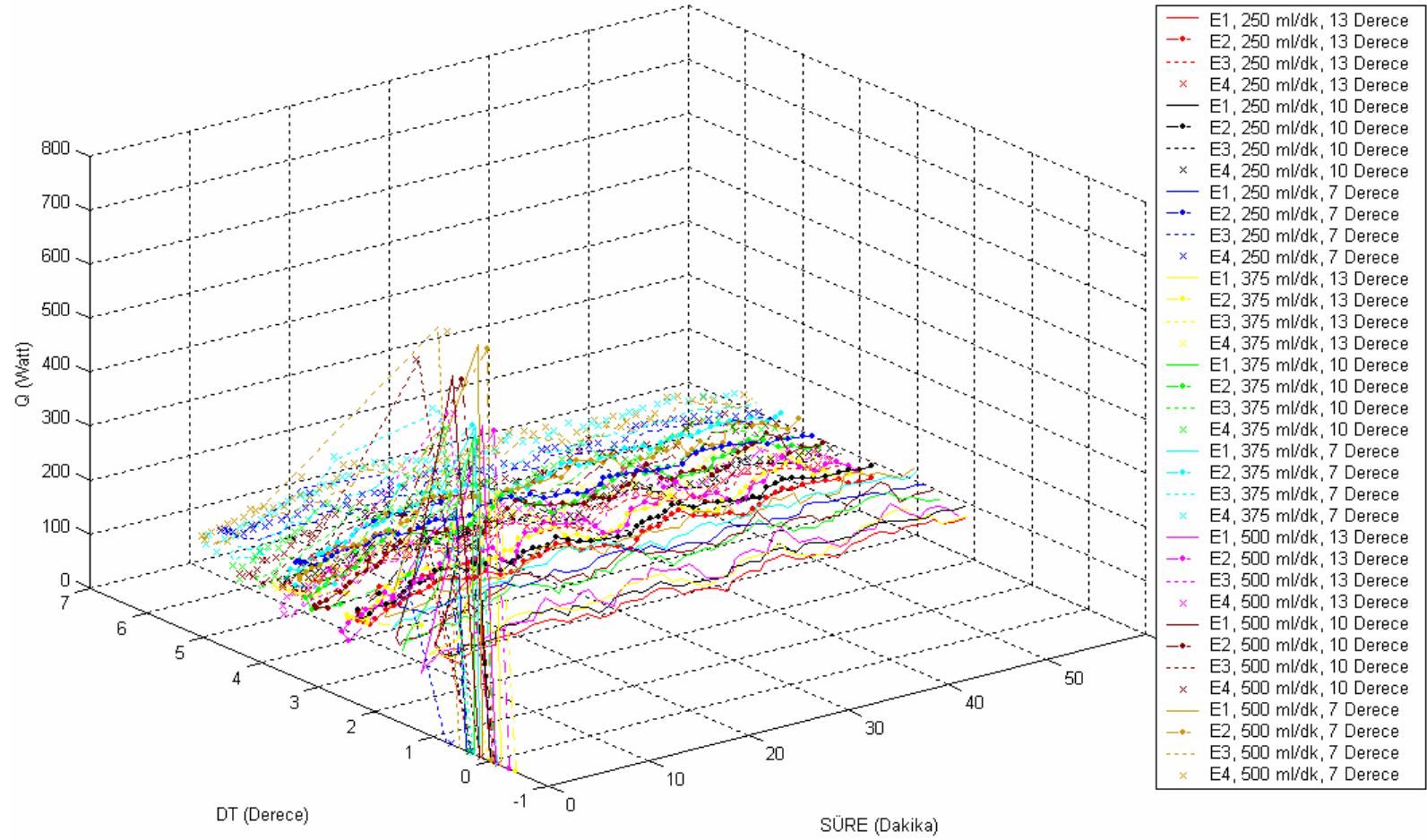
Şekil 7.2 Rib SSG sıcaklık farkı grafiği (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



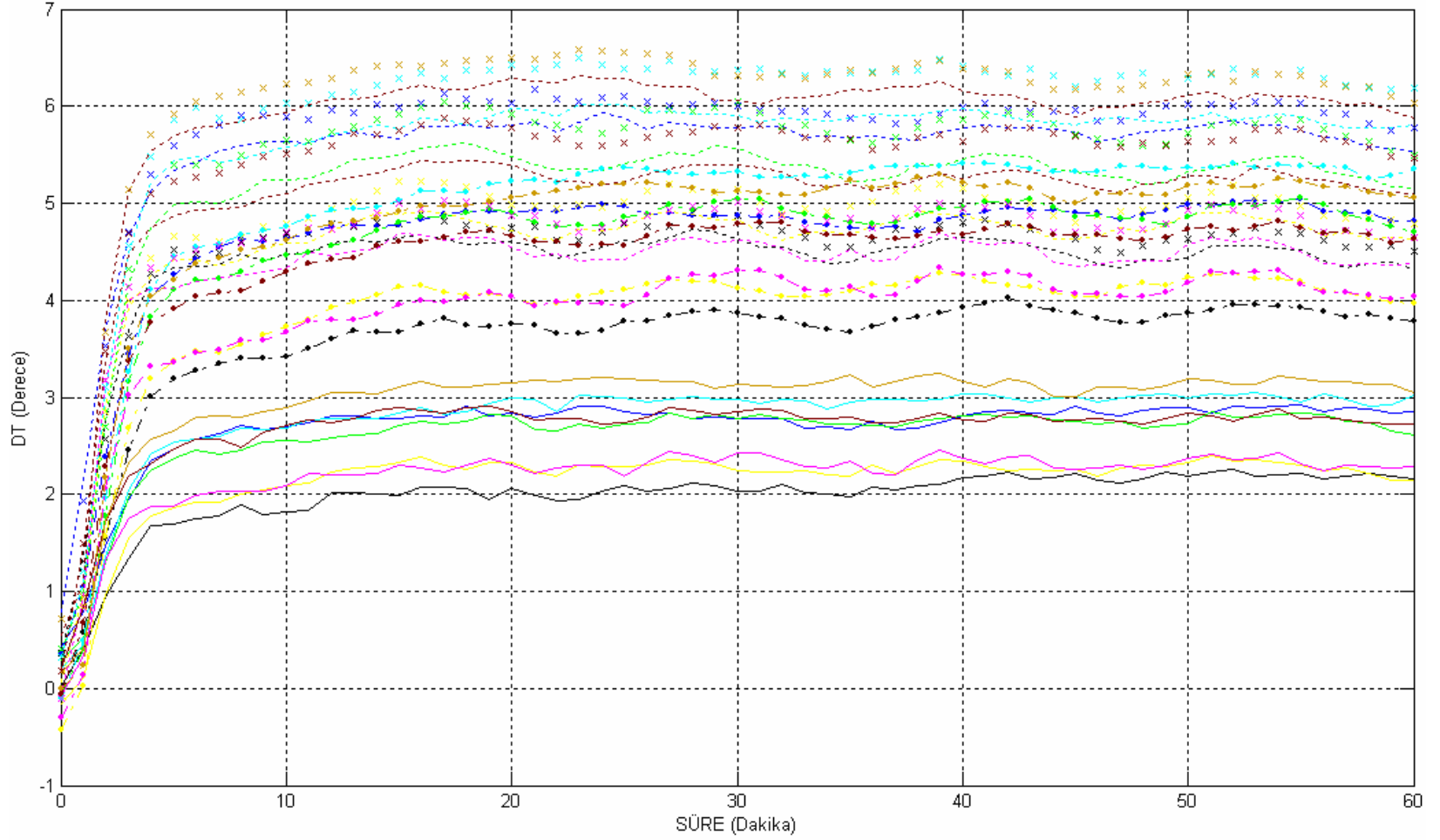
Şekil 7.3 Rib SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı grafiği (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



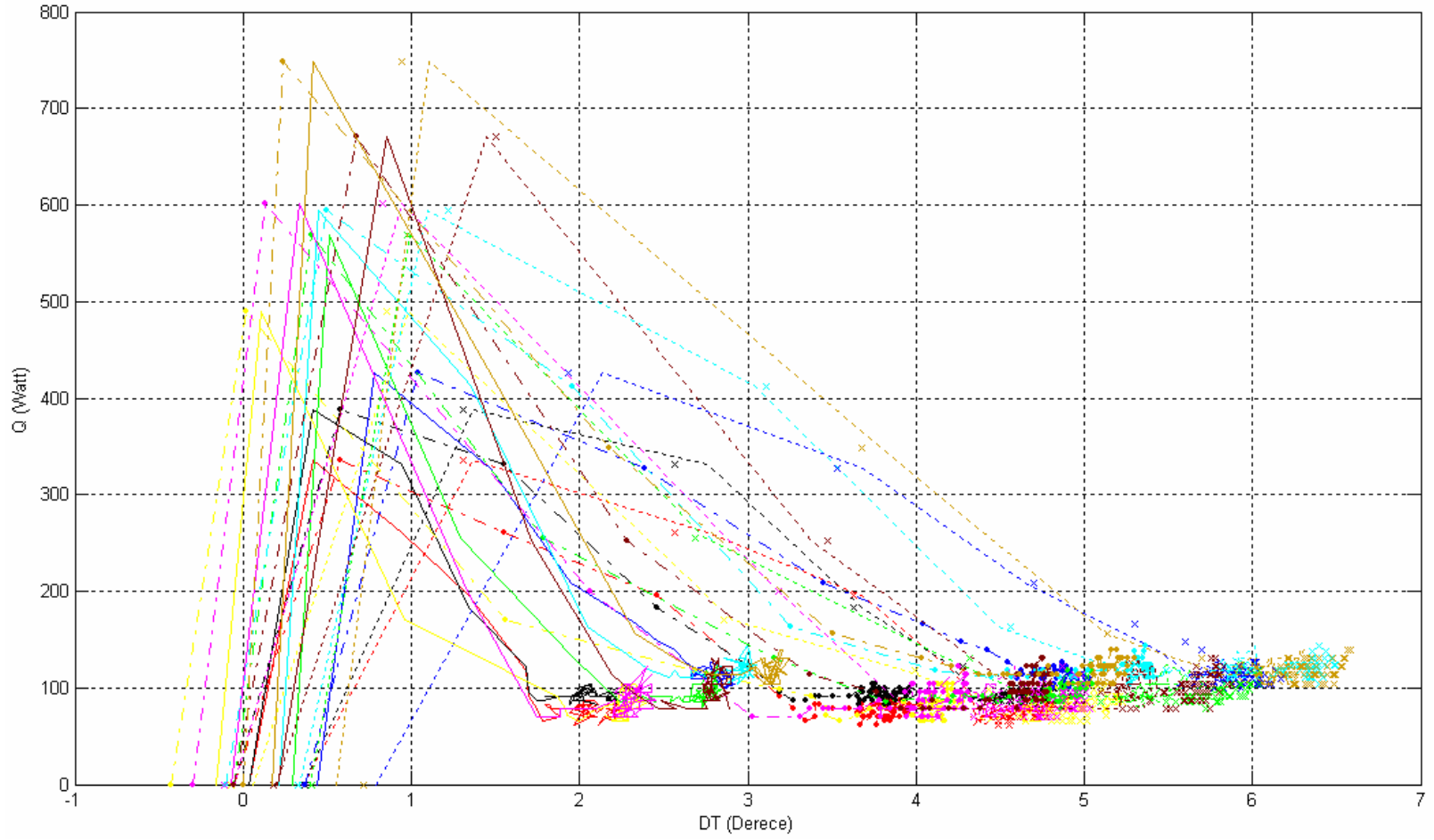
Şekil 7.4 Rib SSG'nin ısı absorbe etme miktarları (tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



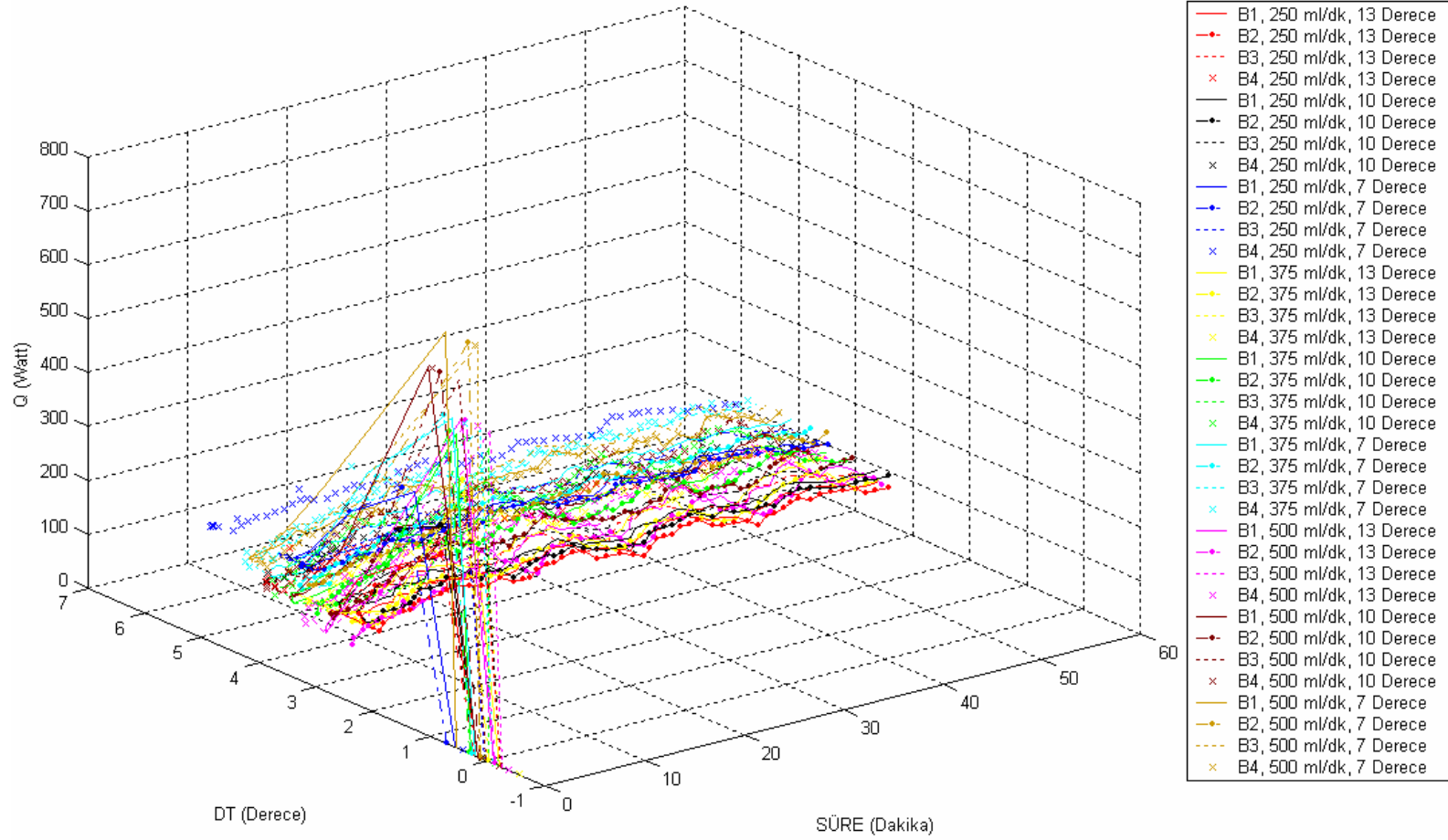
Şekil 7.5 Rib SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



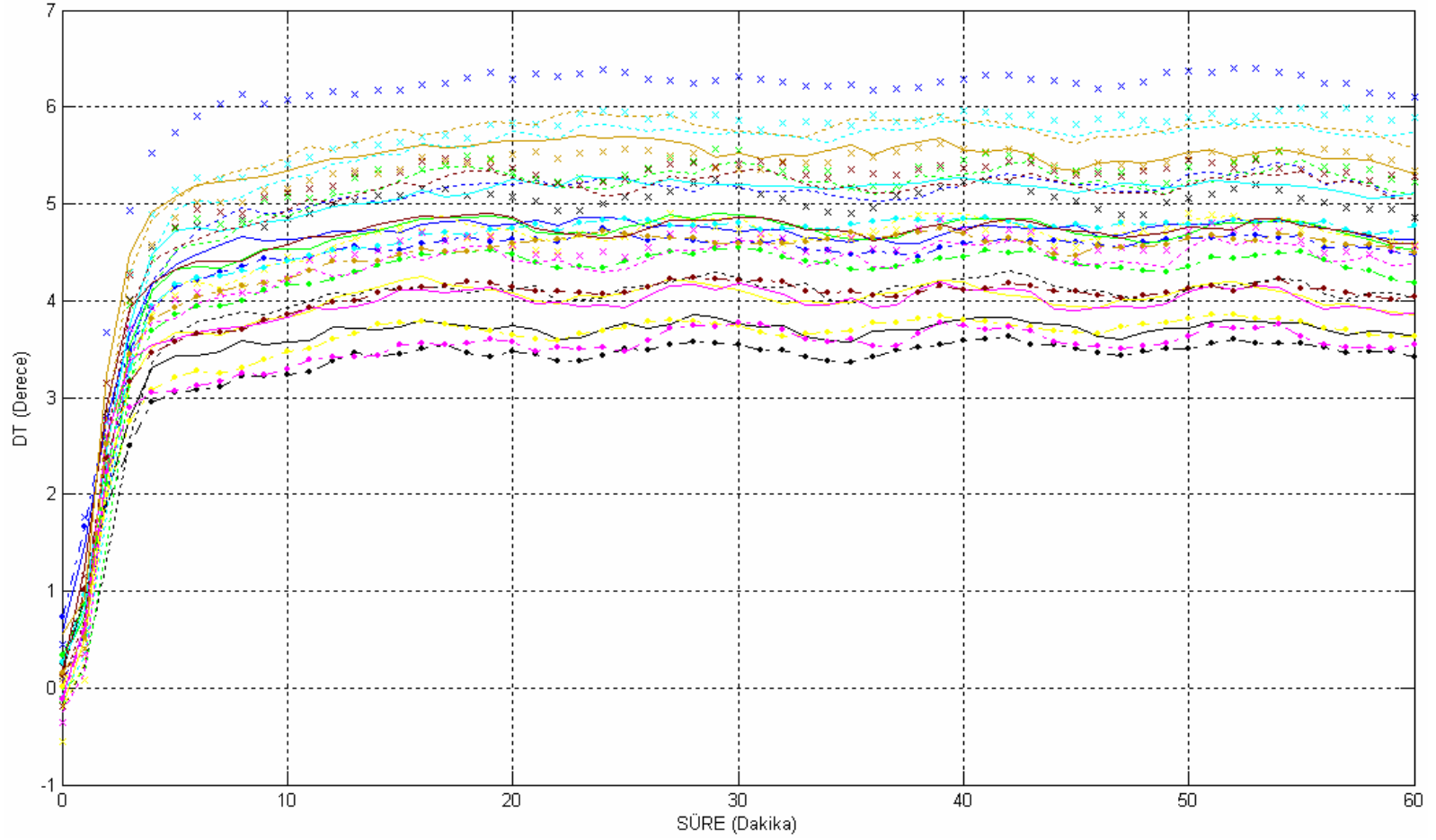
Şekil 7.6 Rib SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



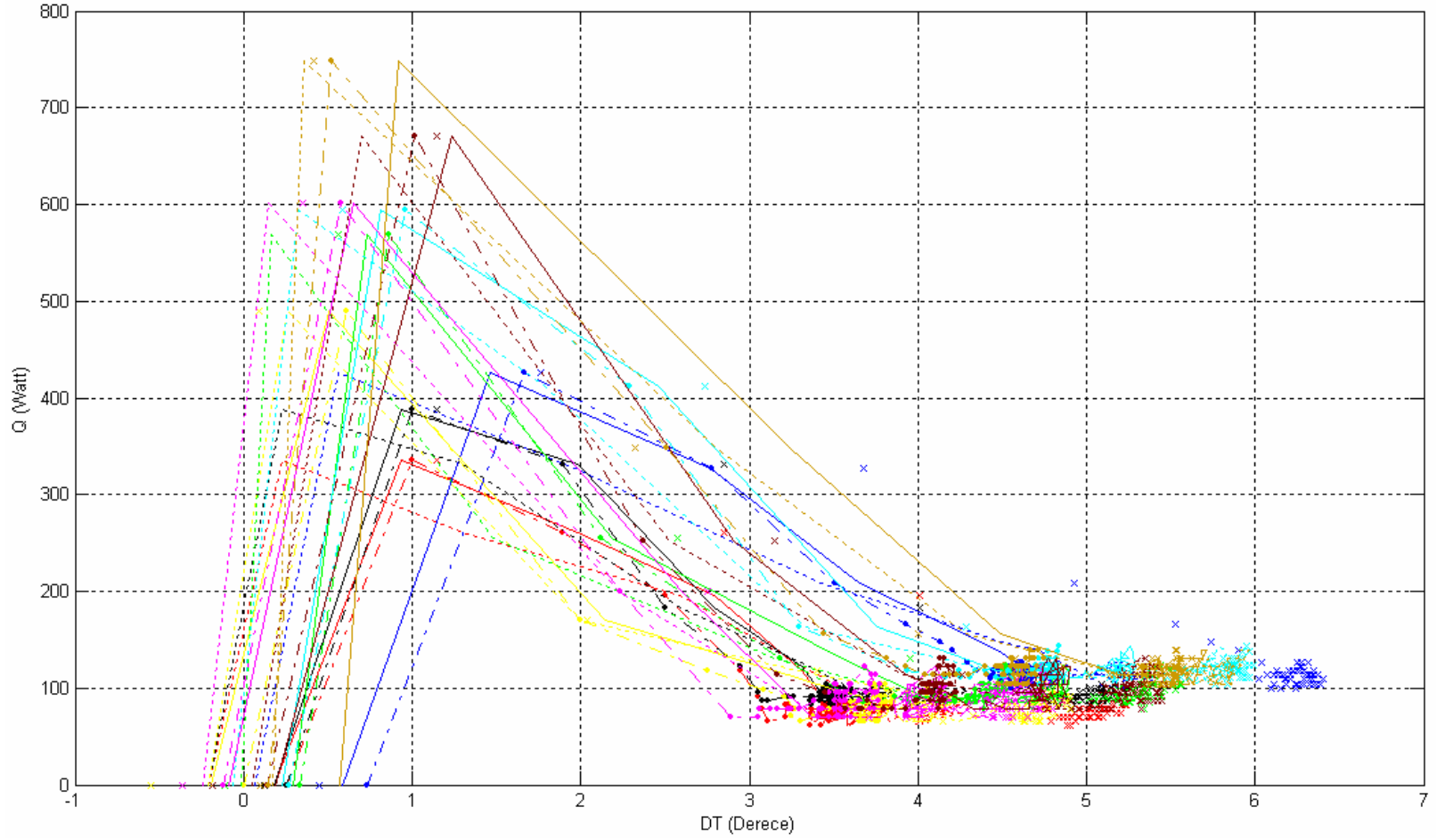
Şekil 7.7 Rib SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.8 Rib SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.9 Rib SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.10 Rib SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)

7.2 Hortum Dikilerek Oluşturulan Su Soğutmalı Giysi (Dikişli SSG) Deney Sonuçları

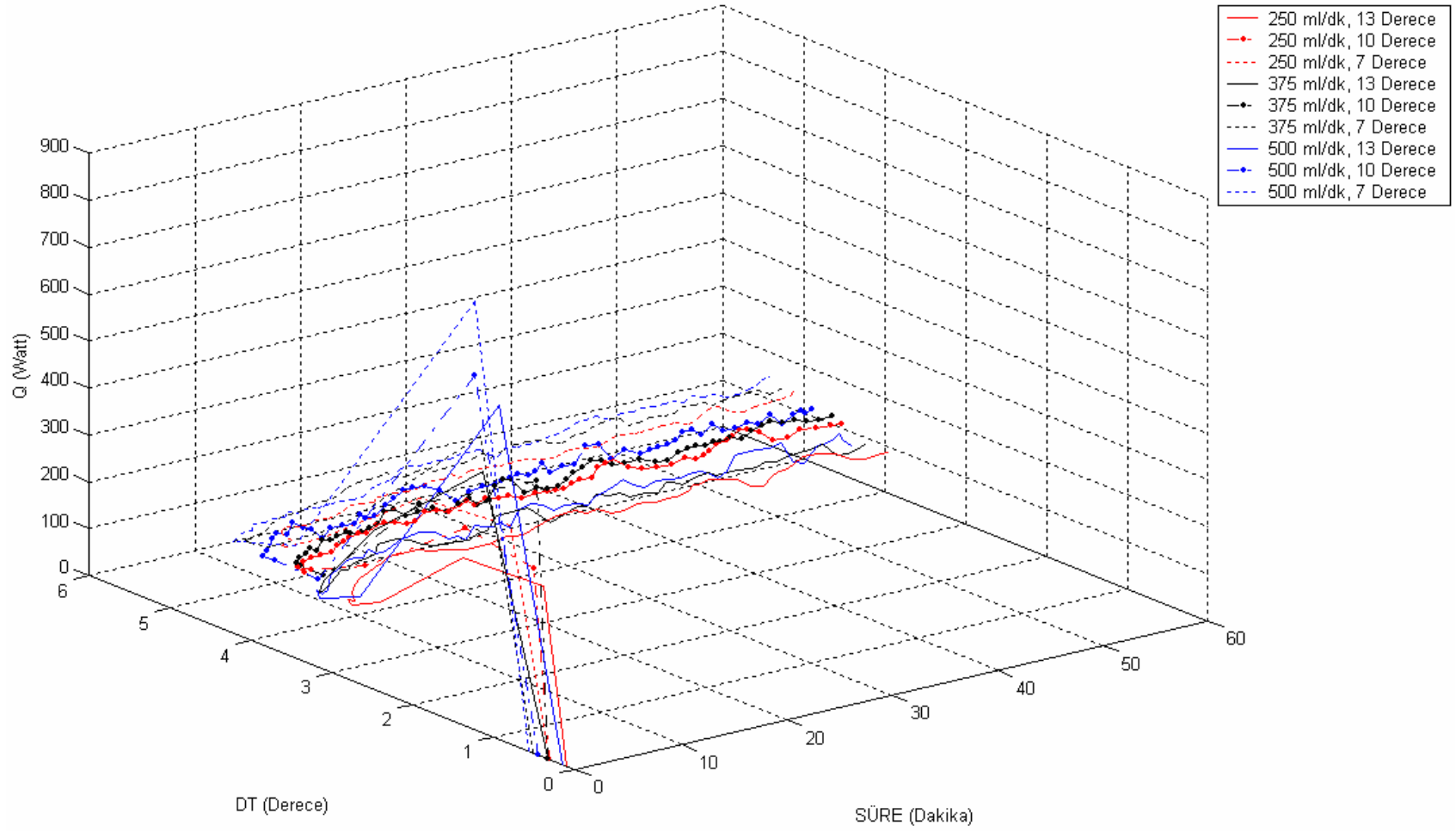
Tüm verilerin ortalaması alınarak yapılan değerlendirmeler Şekil 7.11, Şekil 7.12, Şekil 7.13 ve Şekil 7.14' de verilmektedir. Bu veriler incelendiğinde dikişli SSG ile soğutma yapıldığında su giriş sıcaklığı değerleri azaldıkça ve suyun debisi arttıkça mankenden giysiye transfer edilen ısı miktarı artmaktadır.

Ancak sıcaklık farkının (DT) zamana bağlı olarak değişimi incelendiğinde 13°C ve 7°C su giriş sıcaklıkları için 375 ml/dk su debisi ile elde edilen verilerin 500 ml/dk ile elde edilen verilerle hemen hemen aynı olduğu görülmektedir (Şekil 7.12). Şekil 7.15'teki Q-DT grafiği yani dikişli SSG'nin ısı absorbe etme miktarı ve sıcaklık farkları arasındaki ilişkiyi gösteren grafik incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir. 375 ml/dk su debisi ile yapılan soğutma ile 500 ml/dk su debisi ile yapılan soğutmada 7°C ve 10°C'de dikişli SSG'nin ısı alma miktarının birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

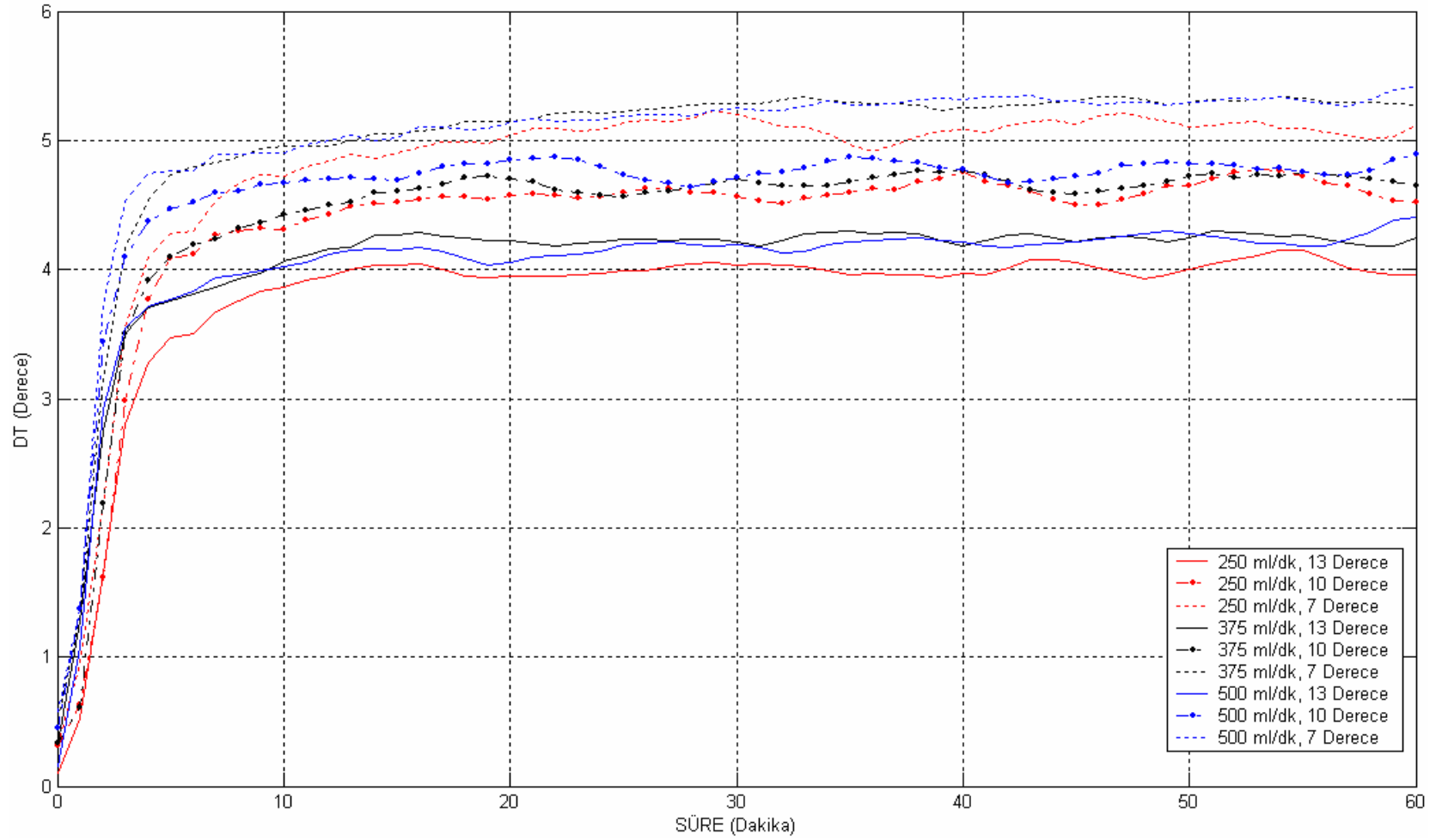
Dikişli SSG'nin ısı absorbe etme miktarı incelendiğinde soğutmanın ilk dakikalarında tüm debilerde aşırı miktarda ısı transferi gerçekleşmiştir. 500 ml/dk su akış hızı ile gerçekleştirilen soğutma deneylerinde oldukça yüksek ısı transferi meydana gelmiştir. Bu değerleri sırasıyla 375 ml/dk ve 250 ml/dk su debisi ile gerçekleştirilen deneyler izlemiştir (Şekil 7.14).

Enine kesitlerden elde edilen veriler incelendiğinde (Şekil 7.15, Şekil 7.16, Şekil 7.17) Rib SSG'de elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. E1 bölgesinden elde edilen, yani mankenin en üst bölgesindeki kesitten elde edilen sıcaklık farklılıkları en düşük değerler olarak çıkmıştır. Bunu sırasıyla E2, E3 ve E4 bölgeleri takip etmektedir. En düşük su debisi ile en yüksek su giriş sıcaklığında çalıştırılan soğutmalı giysiler için, yani 250 ml/dk su akış hızı ve 13°C su giriş sıcaklığı için elde edilen sıcaklık farkı değerleri en düşük değerler olarak gözlenmiştir. En yüksek sıcaklık farkları ise 500 ml/dk ve 375 ml/dk su akış hızı ve 7°C su giriş sıcaklıkları için gözlenmiştir.

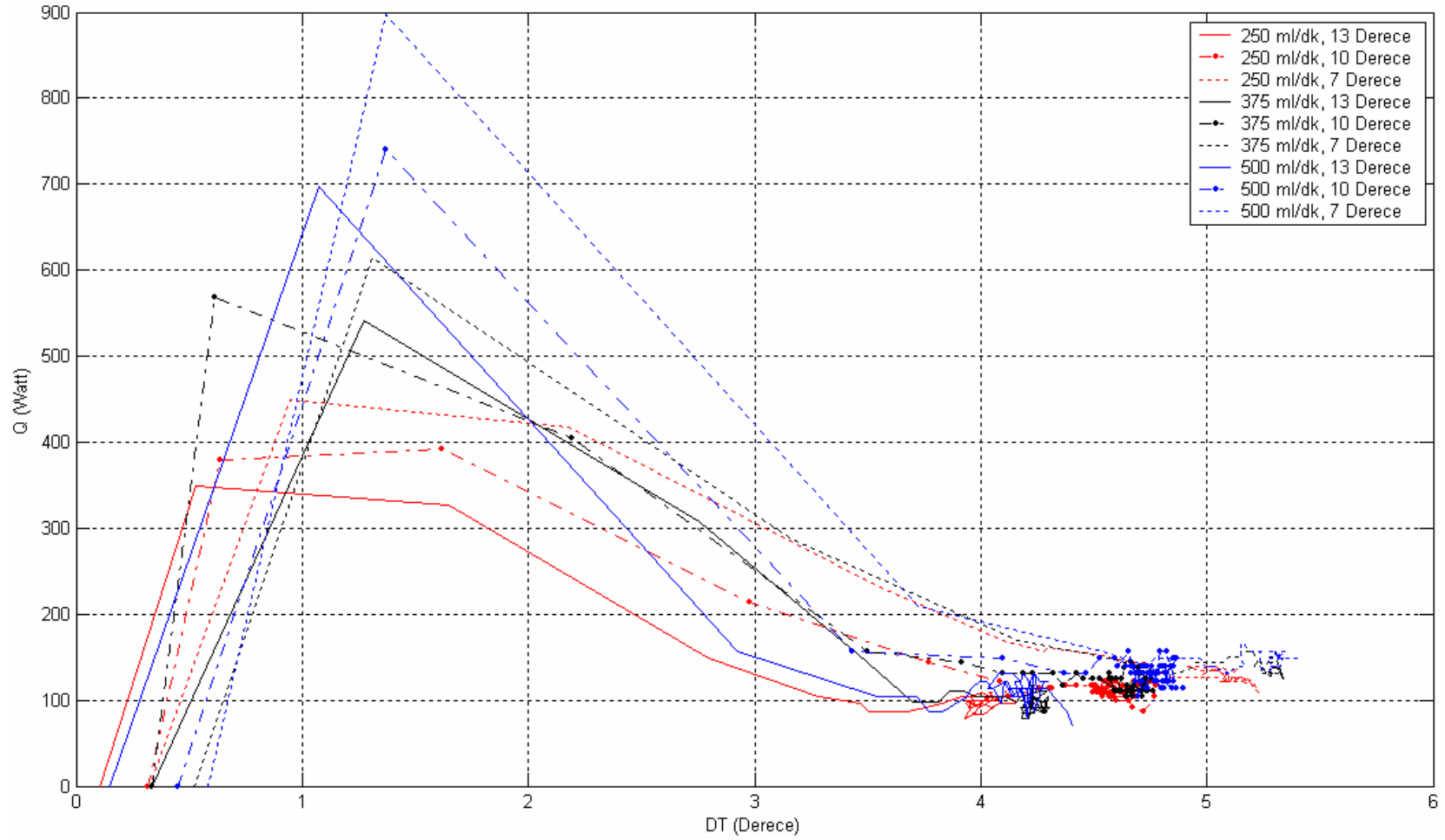
Boyuna kesitlerden elde edilen soğuma farkı grafikleri incelendiğinde (Şekil 7.18, Şekil 7.19, Şekil 7.20) sıcaklık farklarının yaklaşık 3,5°C ile 6°C arasında değiştiği görülmektedir. B1 ve B2 bölgeleri düşük sıcaklık farklılıkları, B3 ve B4 bölgeleri ise yüksek sıcaklık farkları göstermektedir.



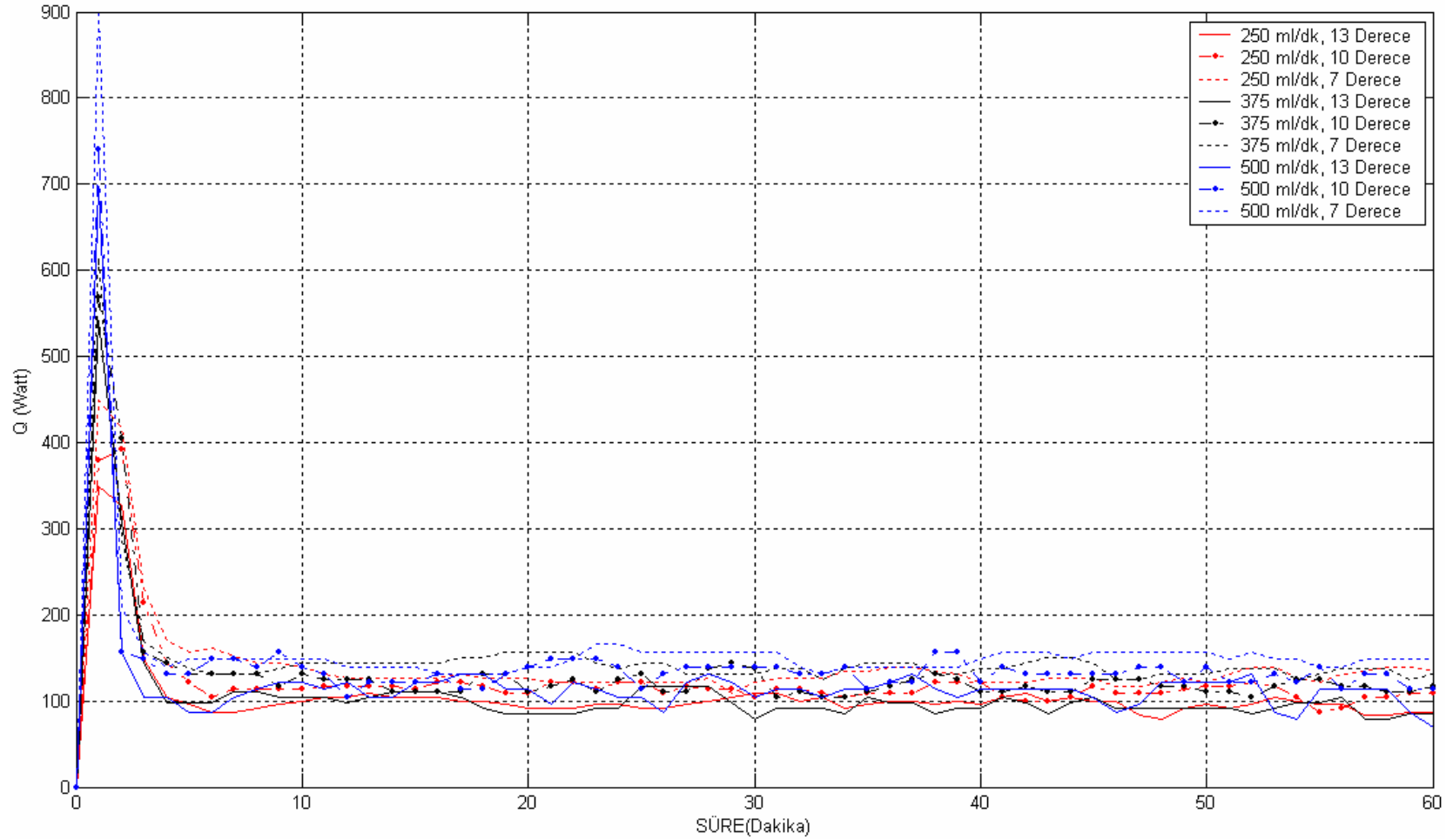
Şekil 7.11 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri (3 boyutlu-tüm değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



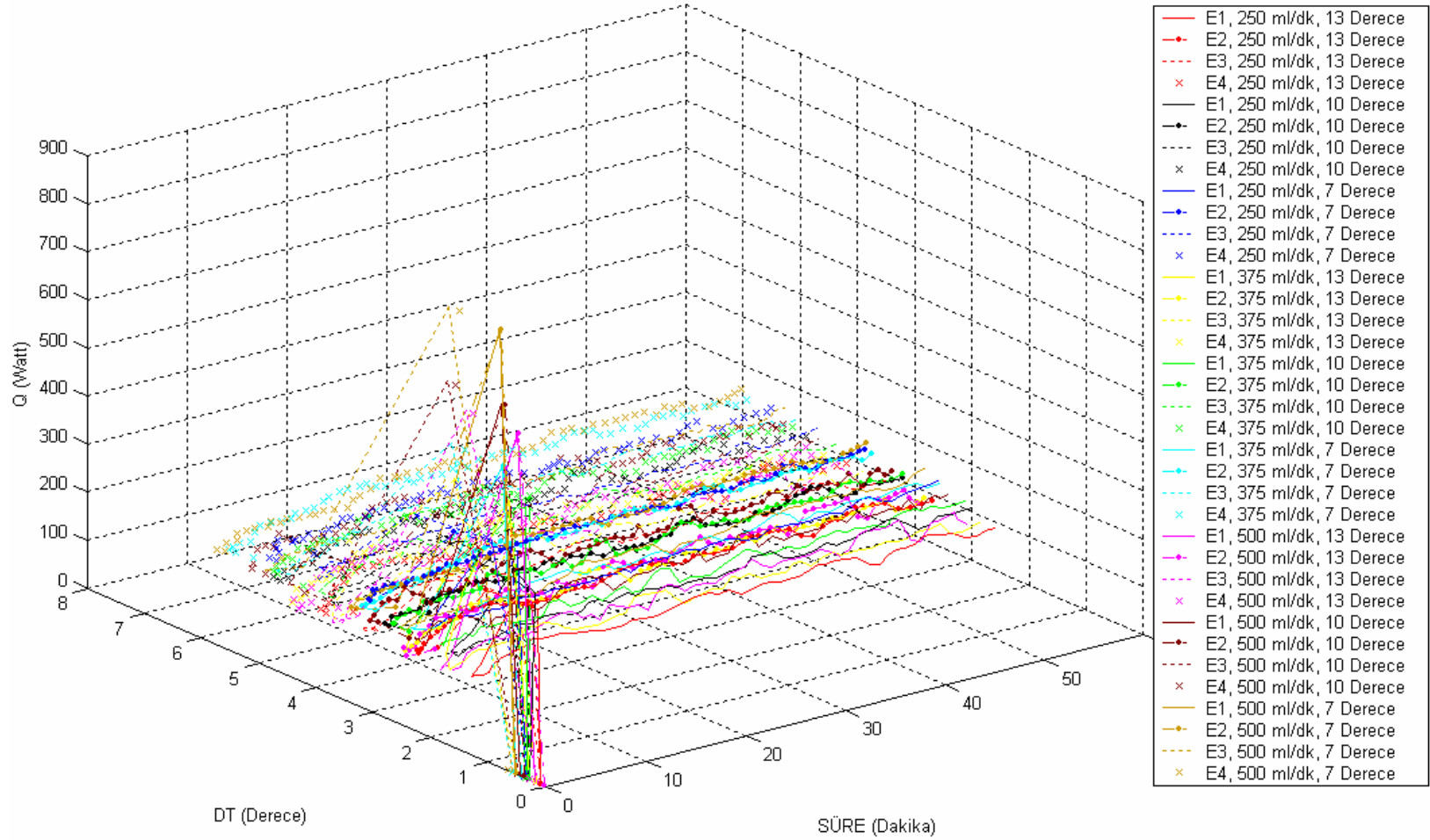
Şekil 7.12 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



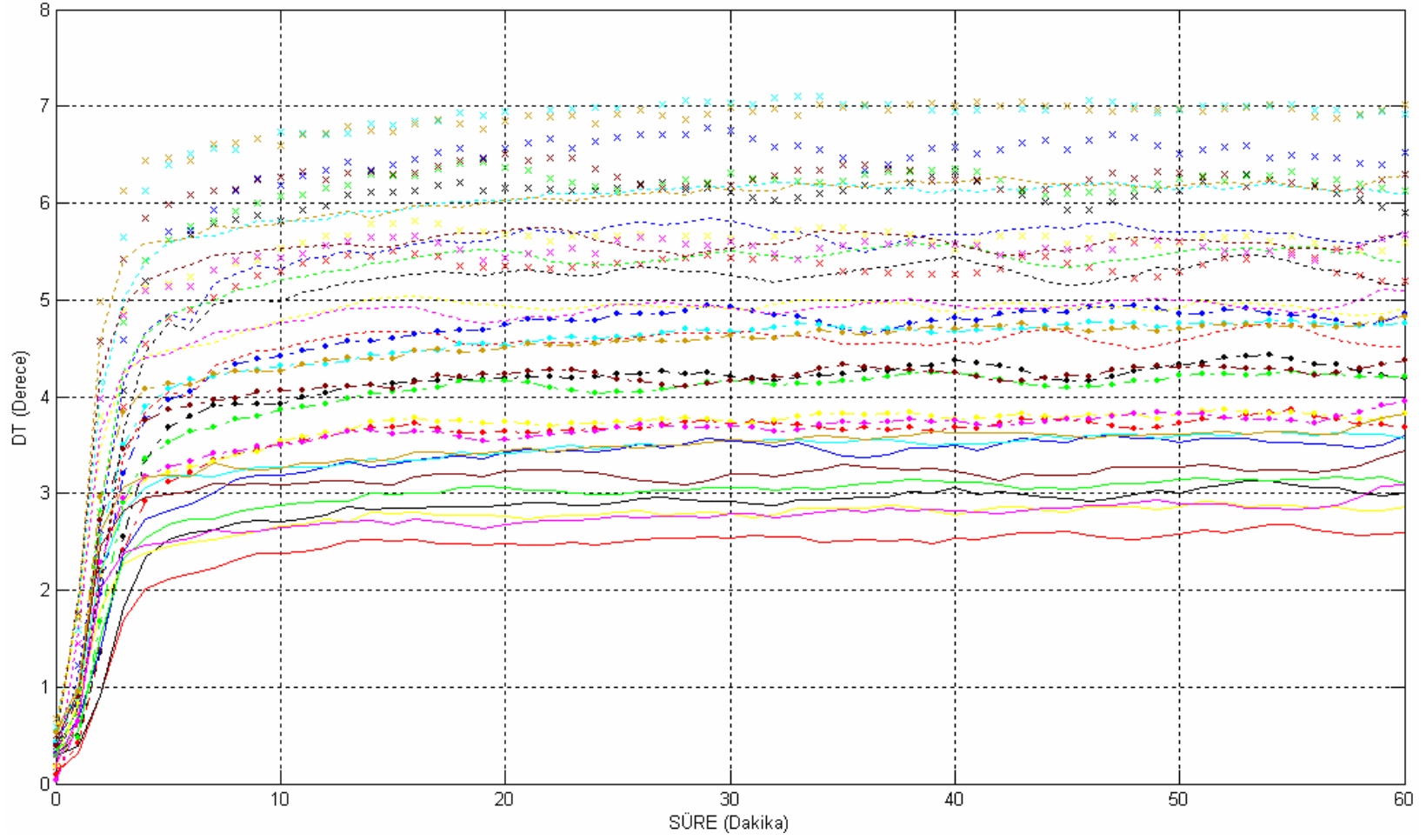
Şekil 7.13 Dikişli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



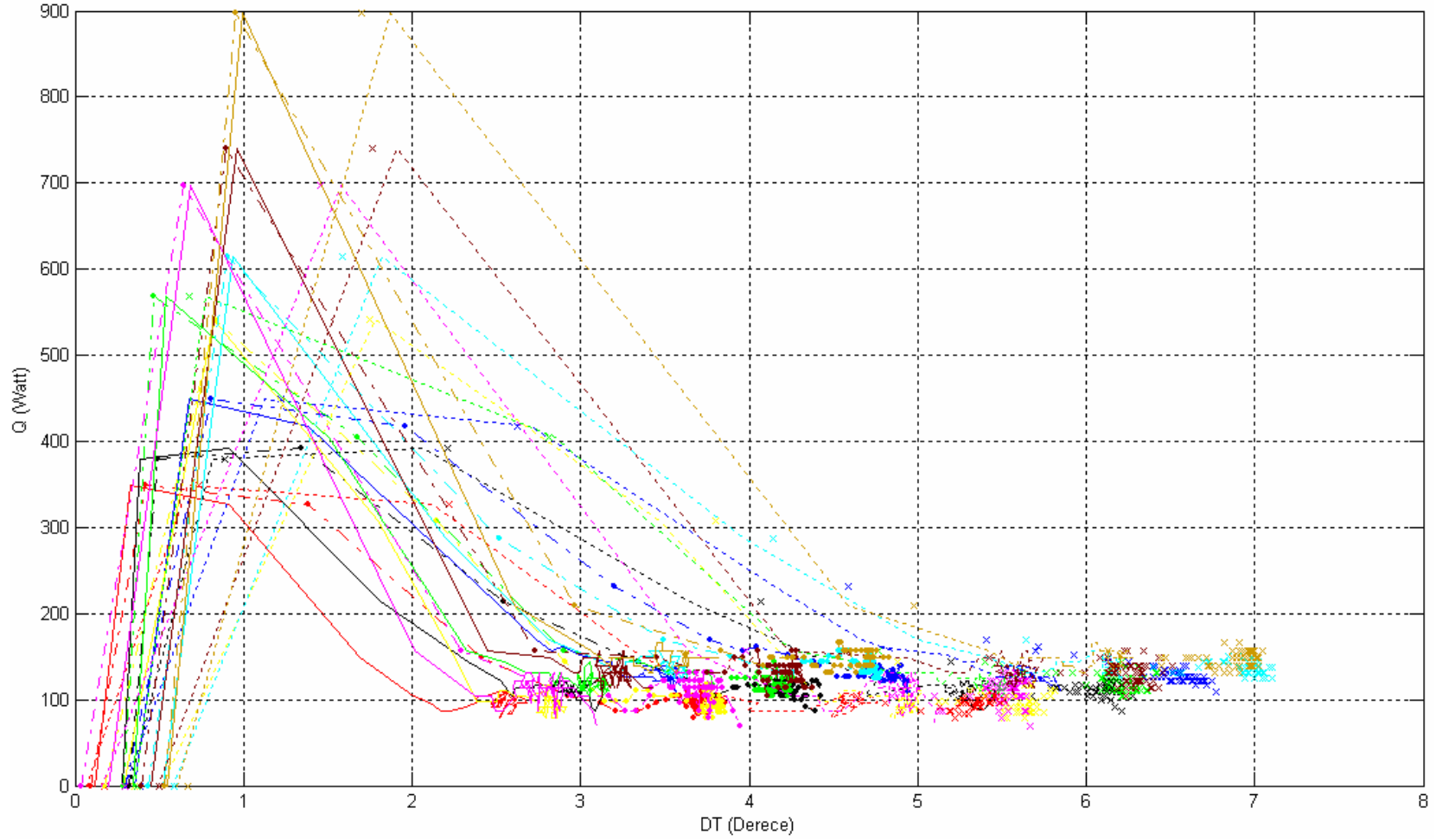
Şekil 7.14 Dikişli SSG'nin ısı absorbe etme miktarları (tüm değerlerinin ortalaması alındığı zaman)



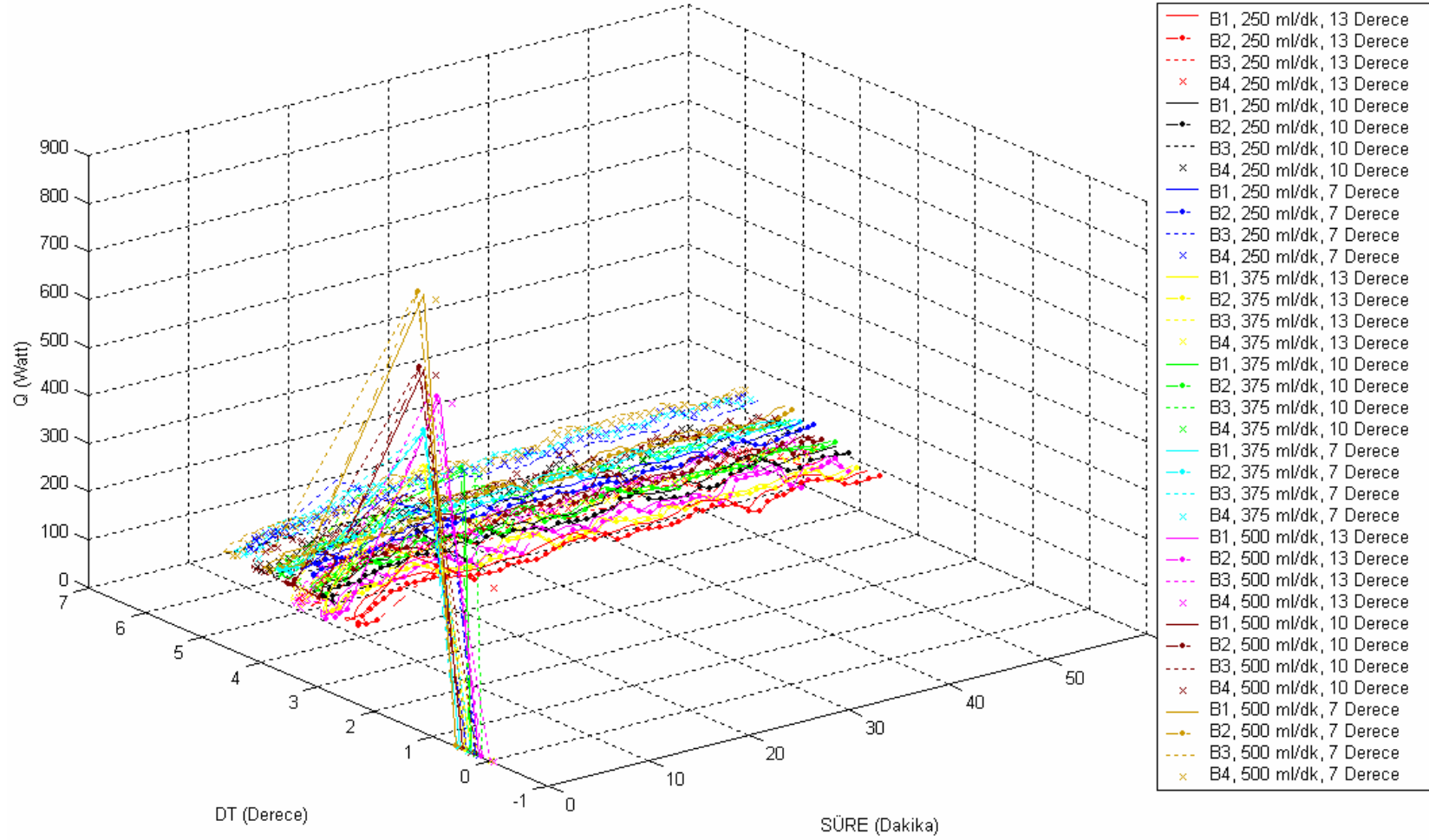
Şekil 7.15 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



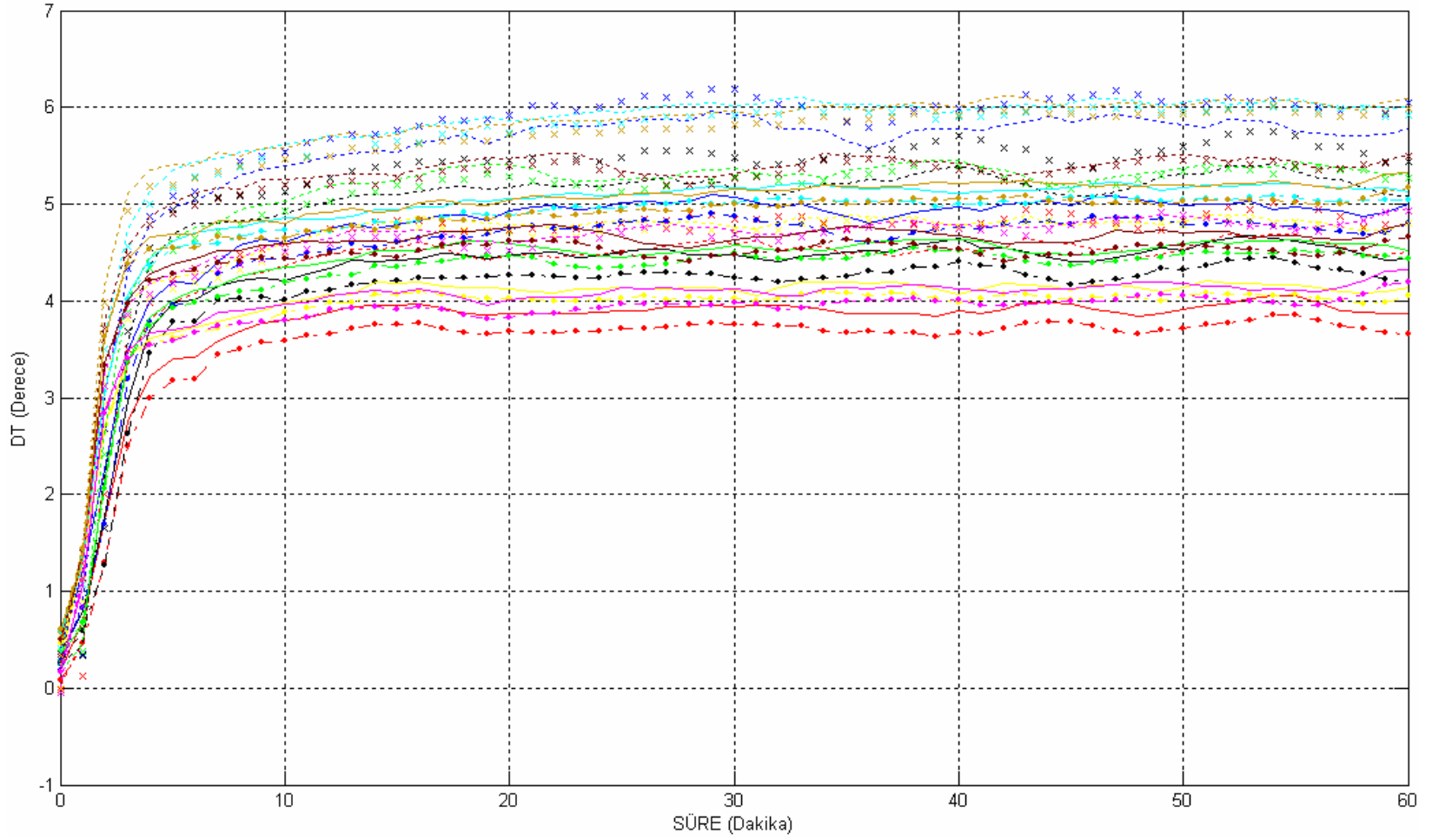
Şekil 7.16 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



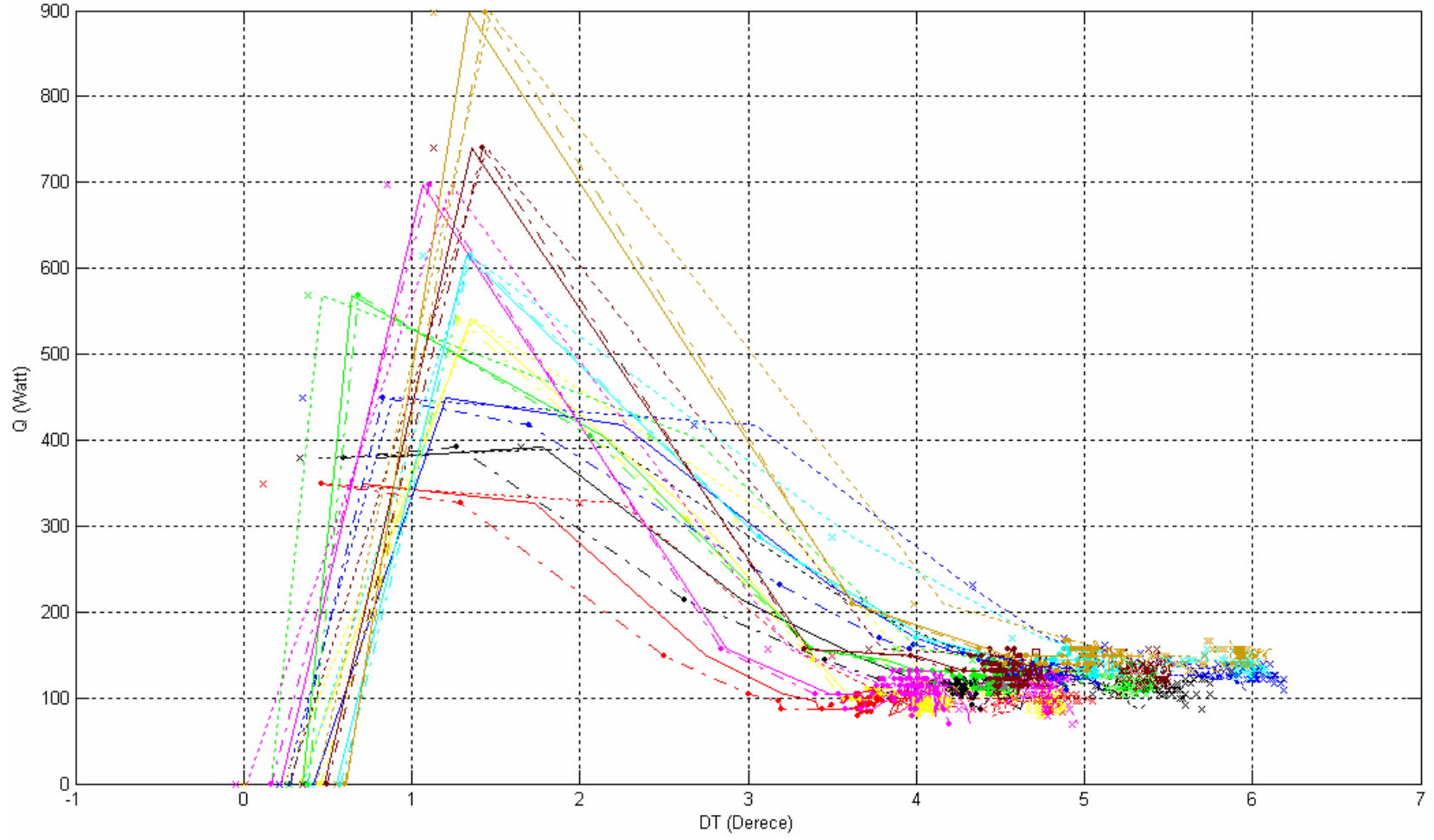
Şekil 7.17 Dikişli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.18 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.19 Dikişli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.20 Dikişli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)

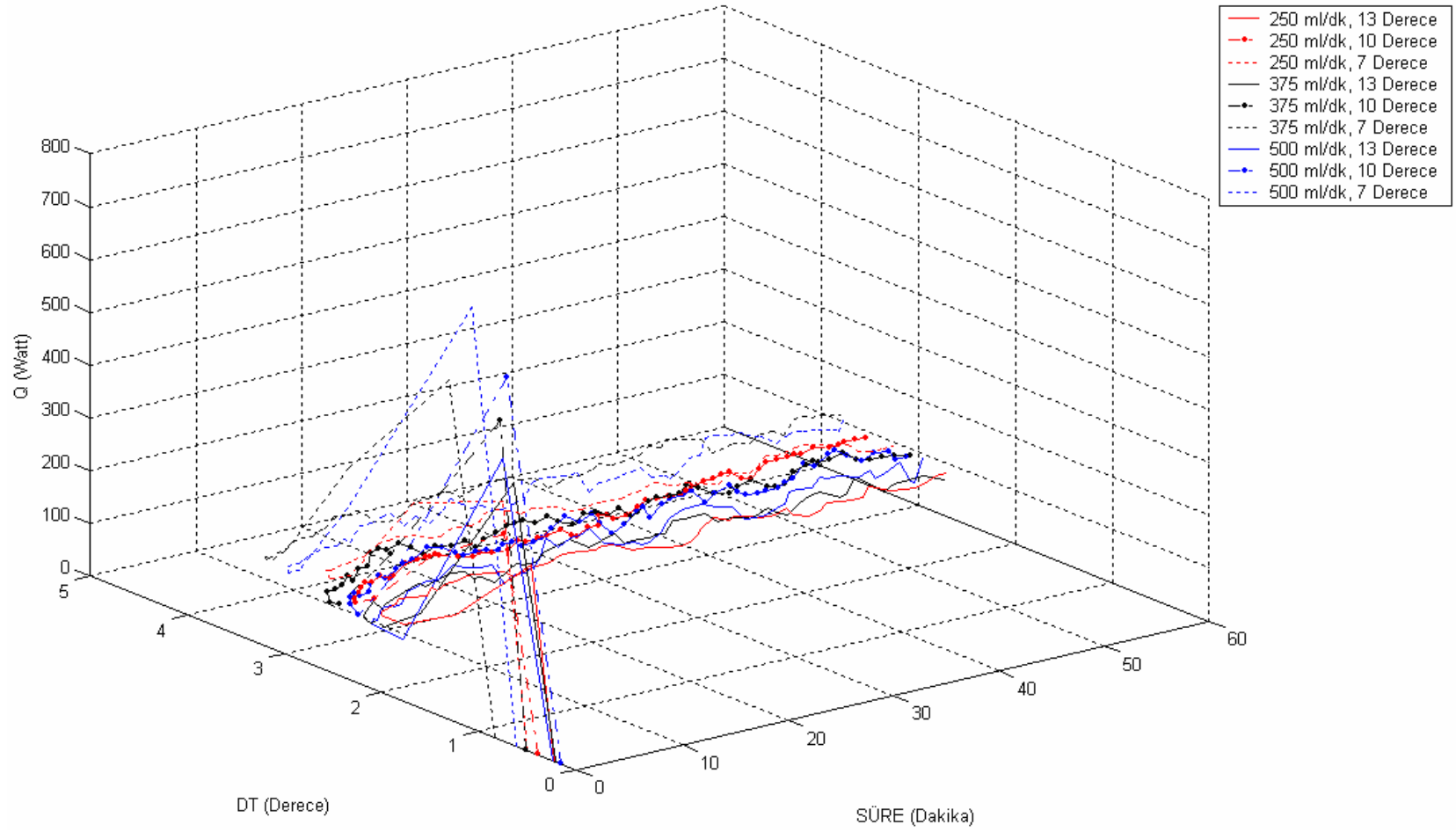
7.3 Süngerli Su Soğutmalı Giysi (Süngerli SSG) Deney Sonuçları

Tüm verilerin ortalaması alınarak yapılan değerlendirmeler Şekil 7.21, Şekil 7.22, Şekil 7.23 ve Şekil 7.24' de verilmektedir. Bu veriler incelendiğinde süngerli SSG ile soğutma yapıldığında su giriş sıcaklığı değerleri azaldıkça mankenden giysiye transfer edilen ısı miktarı artmaktadır.

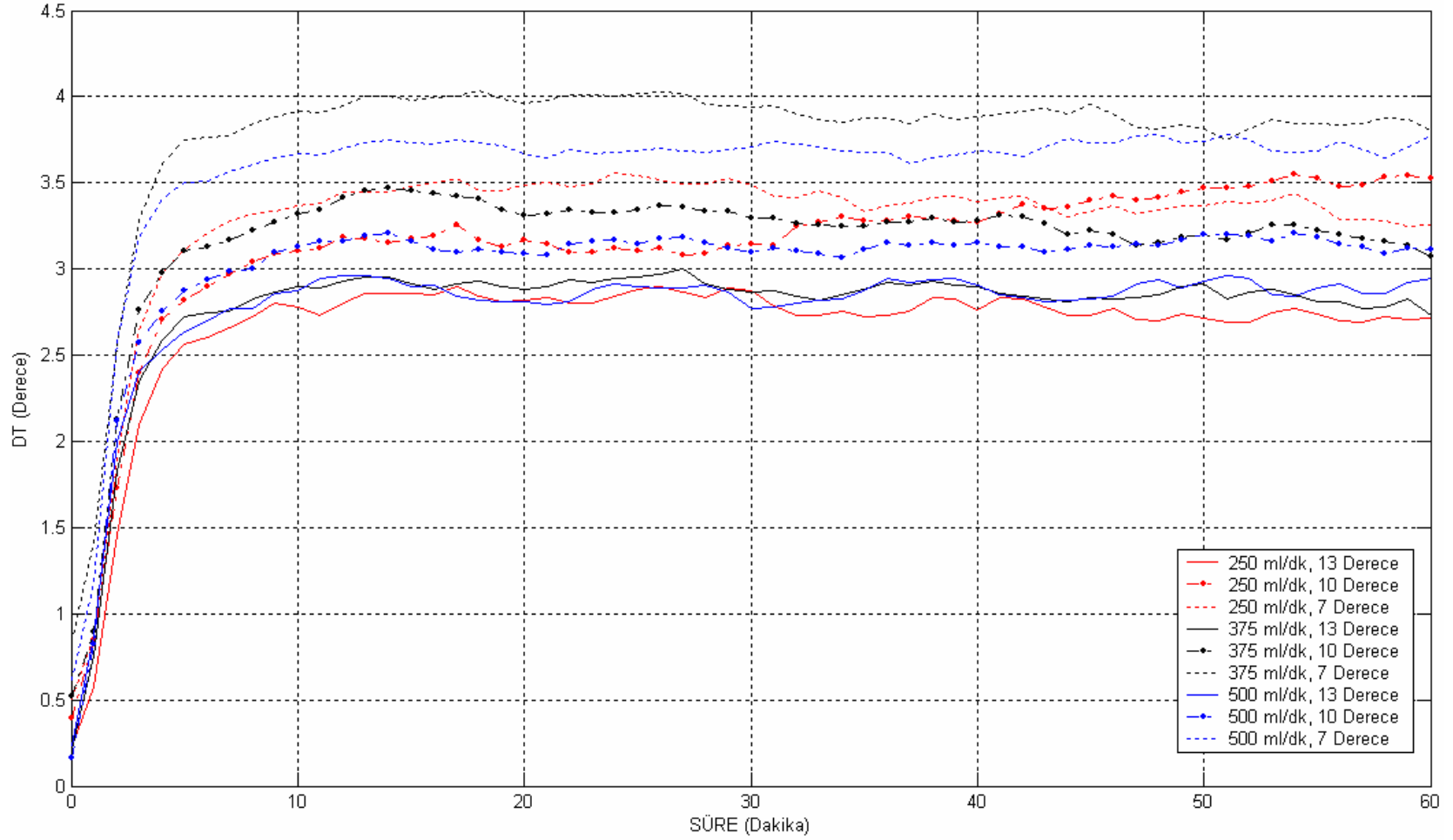
Ancak sıcaklık farkının (DT) zamana bağlı olarak değişimi incelendiğinde 375 ml/dk su debisi ile elde edilen verilerin 500 ml/dk ile elde edilen verilerle hemen hemen aynı olduğu görülmektedir (Şekil 7.26). Hatta 375 ml/dk ile elde edilen veriler 500 ml/dk ile elde edilen verilerden yaklaşık 0,1-0,2°C daha yüksektir. Bu durum süngerli SSG'nin ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı değişimi grafiğinde de açık olarak görülmektedir. (Şekil 7.23).

Enine kesitlerin değerlendirildiği grafikler incelendiğinde tüm bölgelerinin oldukça farklı sıcaklık farkı eğrileri verdiği gözlenmiştir (Şekil 7.25, Şekil 7.26, Şekil 7.27). E1 ve E2 bölgeleri düşük sıcaklık farkı değerleri vermektedir. E3 ve E4 bölgeleri ise yüksek sıcaklık farklılıkları göstermektedir.

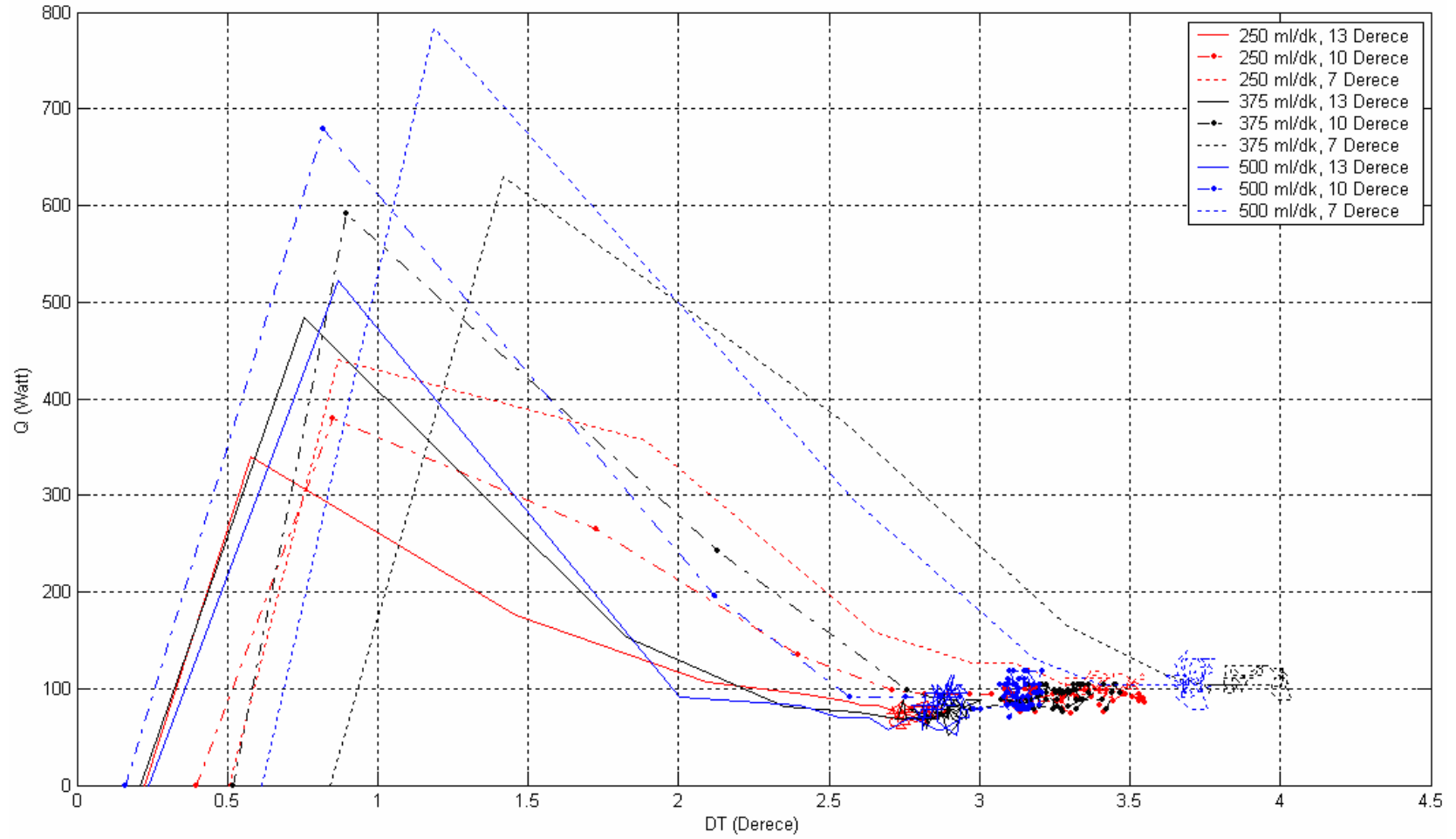
Boyuna kesitlerden elde edilen sıcaklık farkı grafikleri incelendiğinde (Şekil 7.28, Şekil 7.29, Şekil 7.30) B4 bölgesinden elde edilen sıcaklık farklarının en düşük değerleri verdiği görülmektedir. Bu bölgede (mankenin sol yanı) oldukça az soğutma sağlanmaktadır. Sırasıyla B2, B1 ve B3 bölgelerinde sıcaklık farkı artmaktadır.



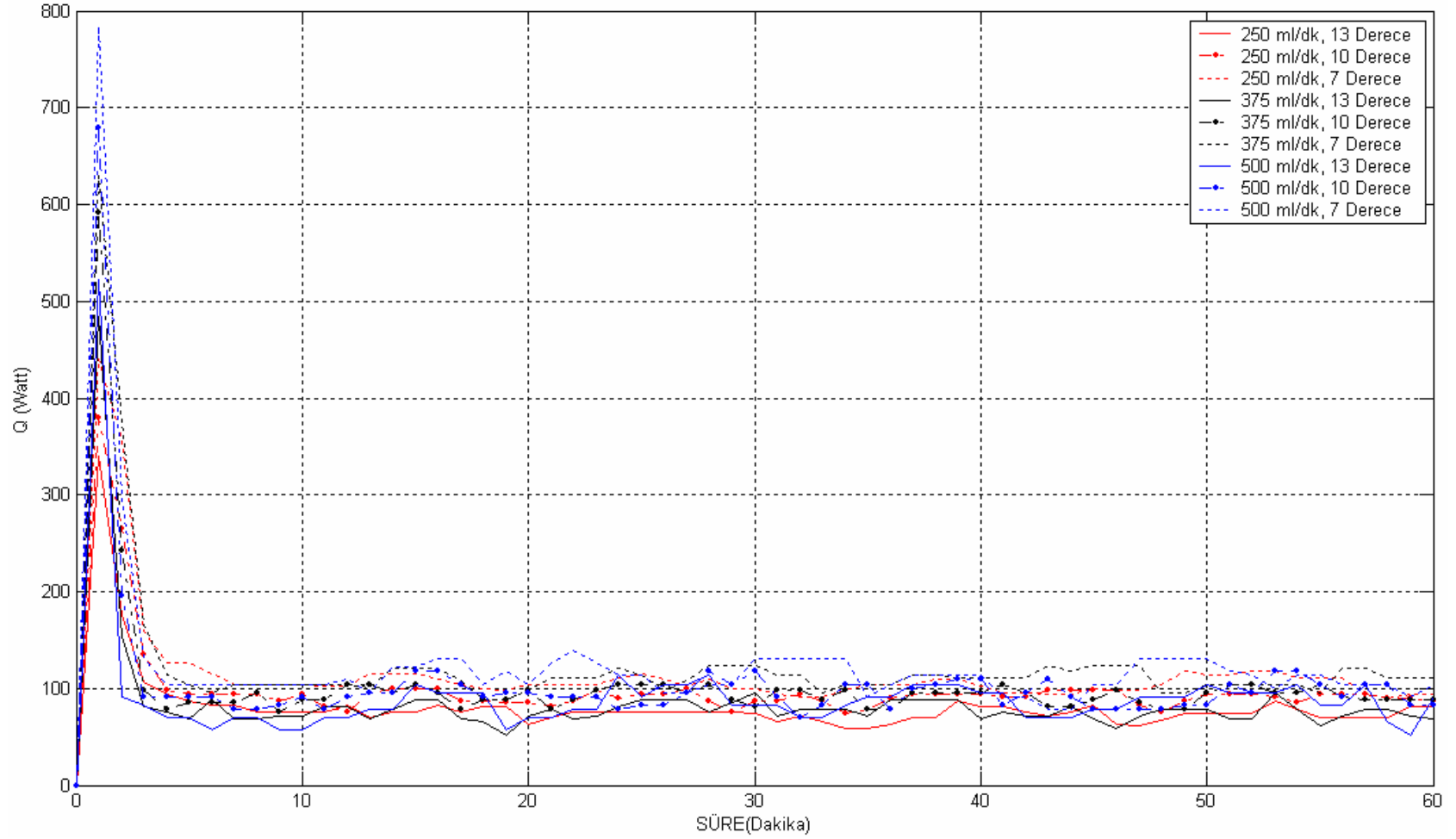
Şekil 7.21 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-tüm değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



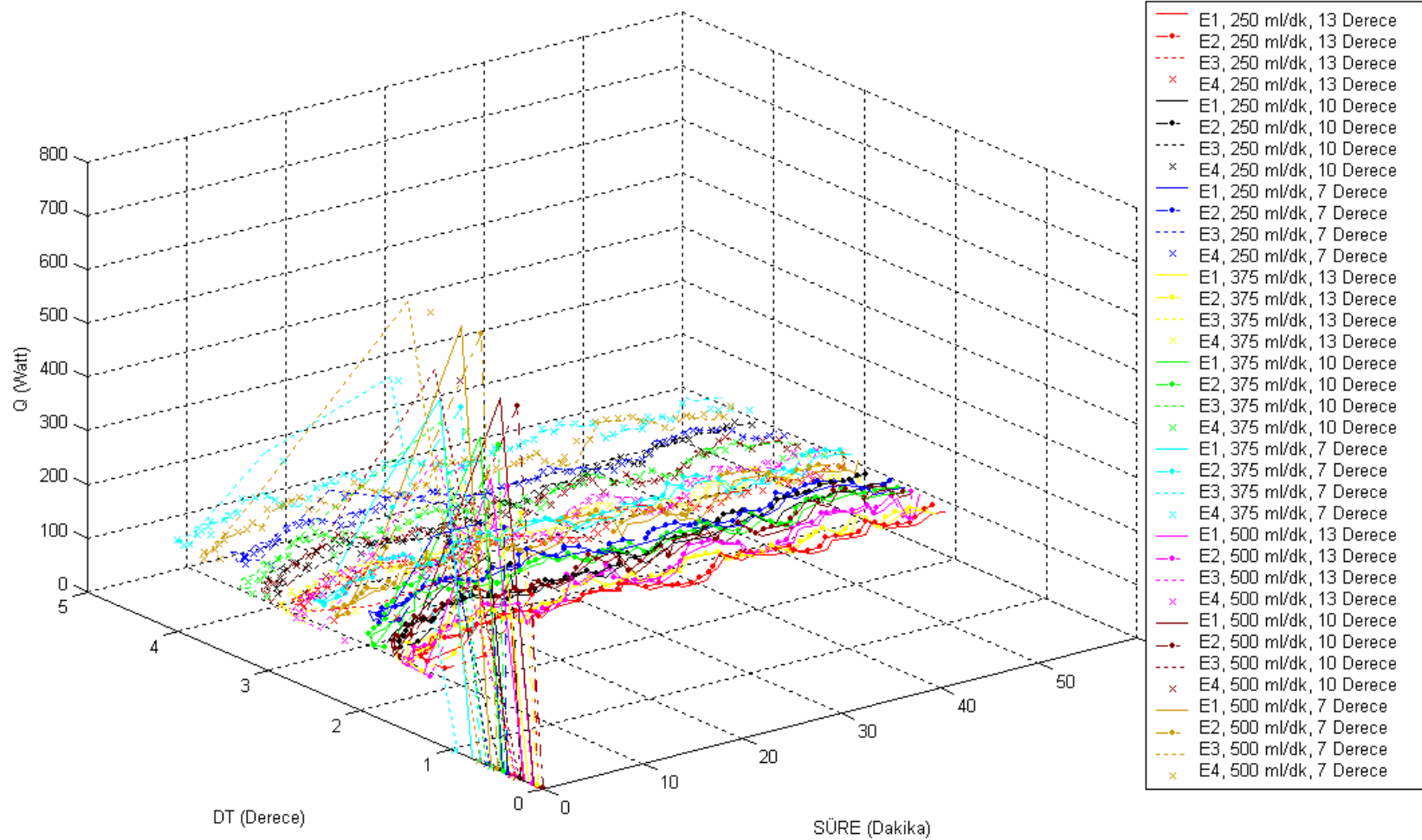
Şekil 7.22 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



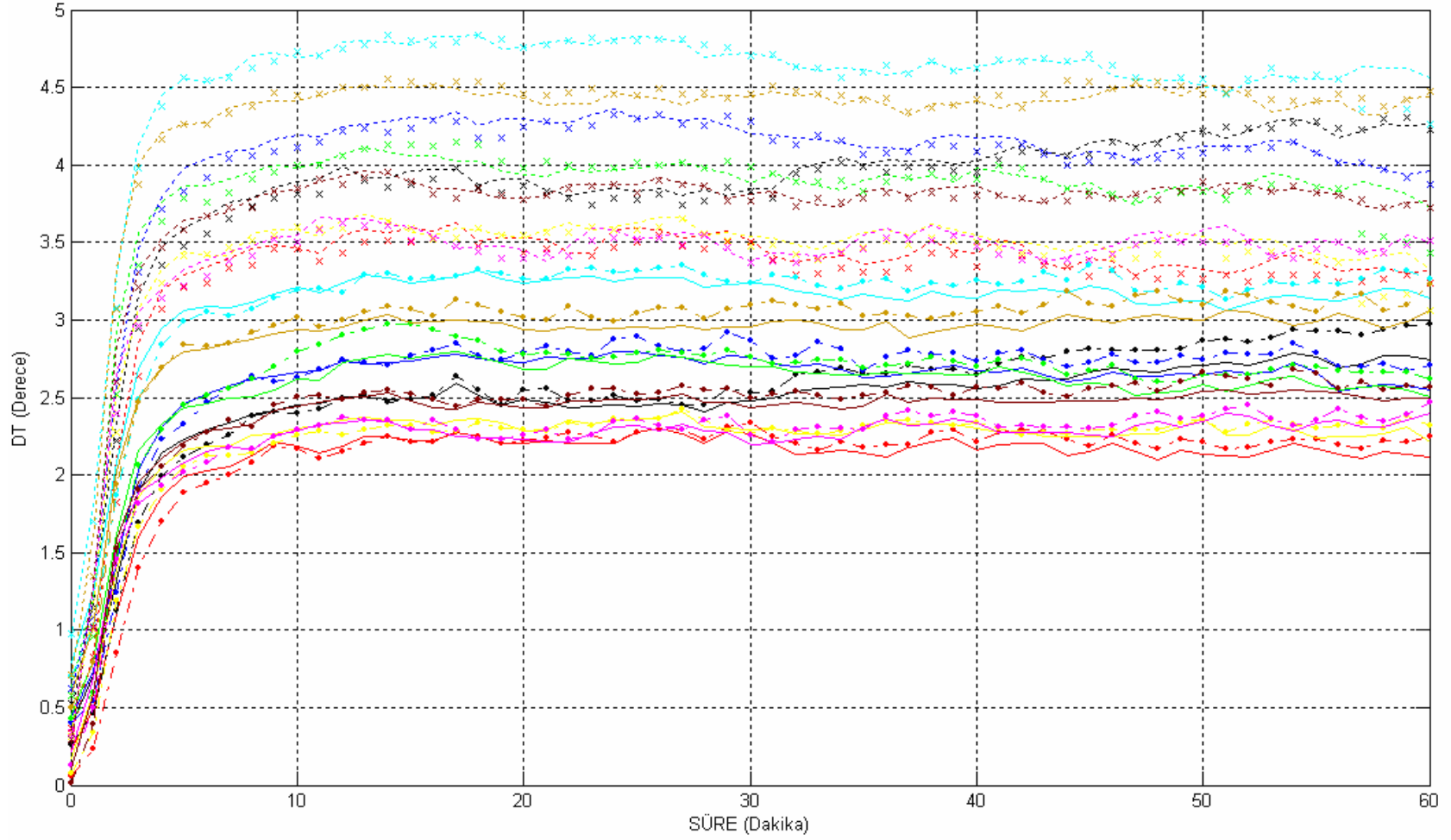
Şekil 7.23 Süngerli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



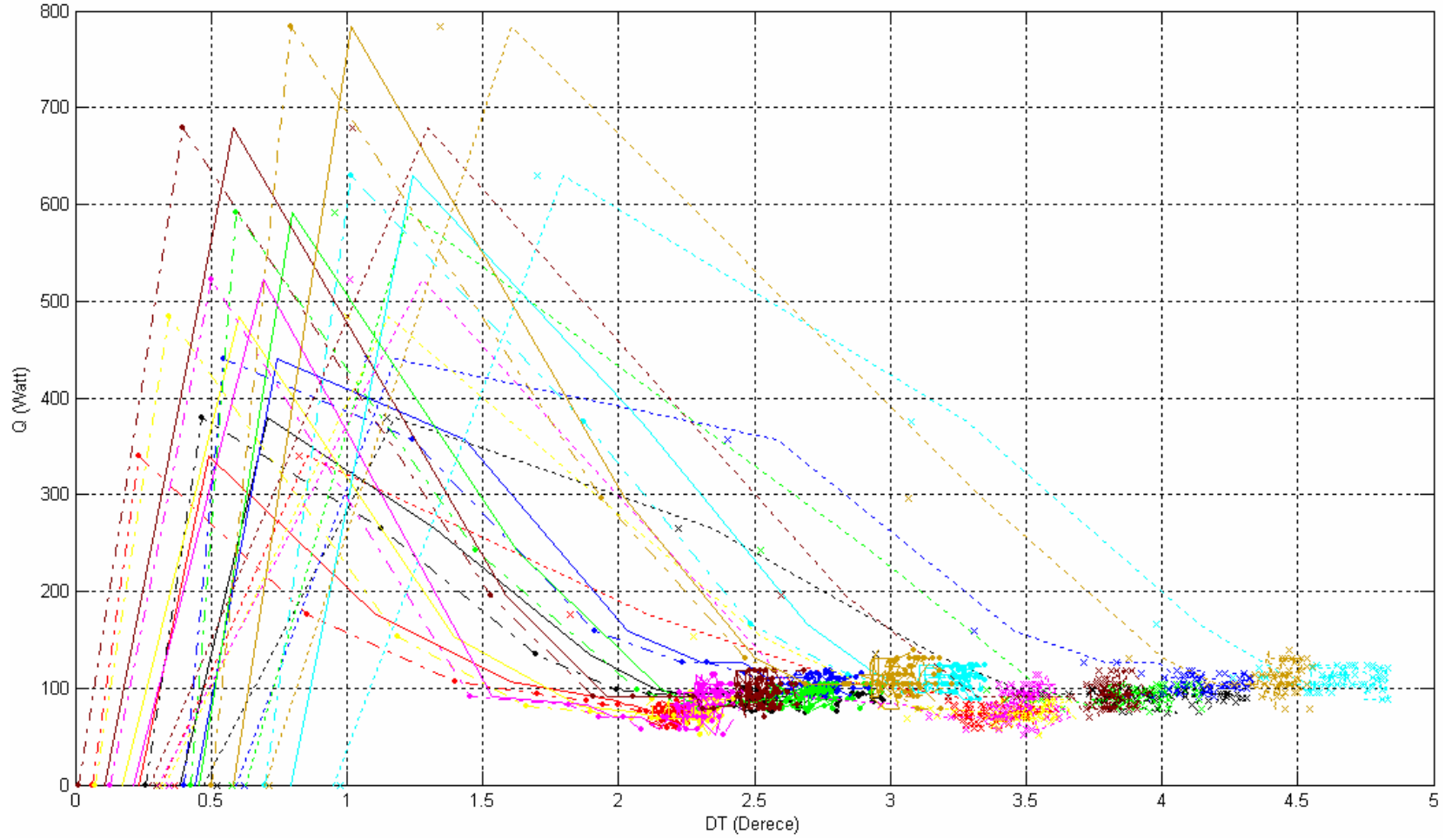
Şekil 7.24 Süngerli SSG'nin ısı absorbe etme miktarları (tüm değerlerinin ortalaması alındığı zaman)



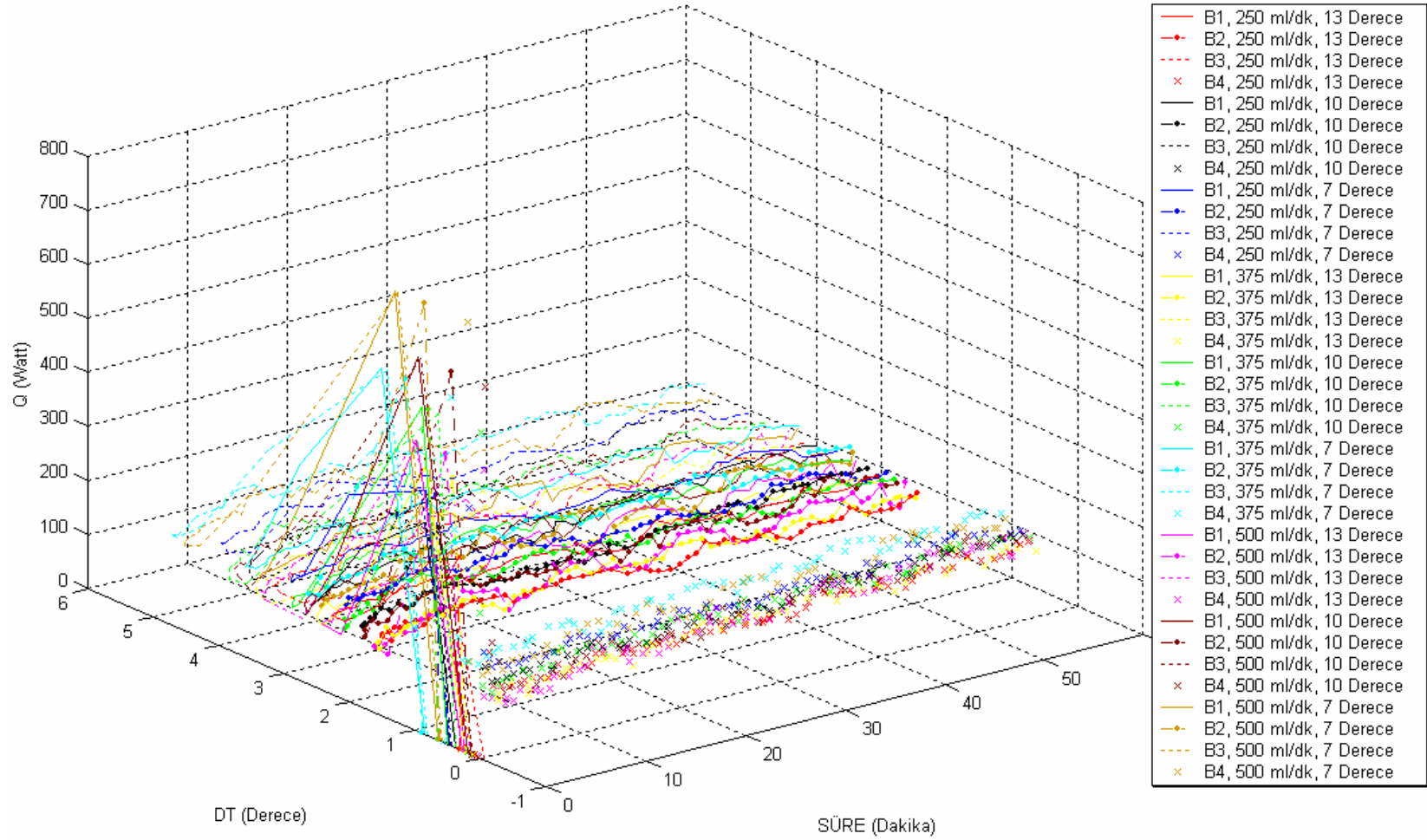
Şekil 7.25 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



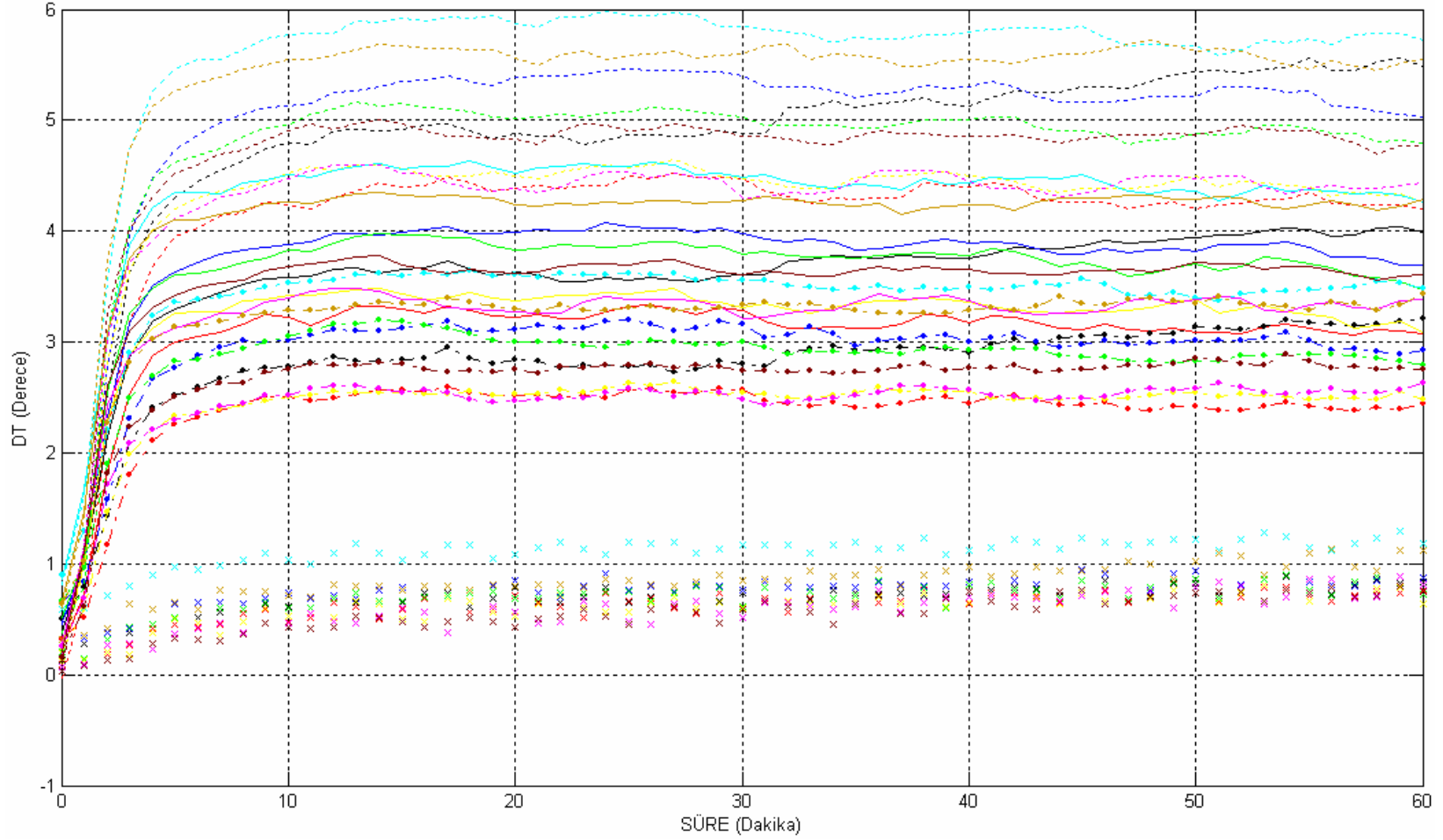
Şekil 7.26 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



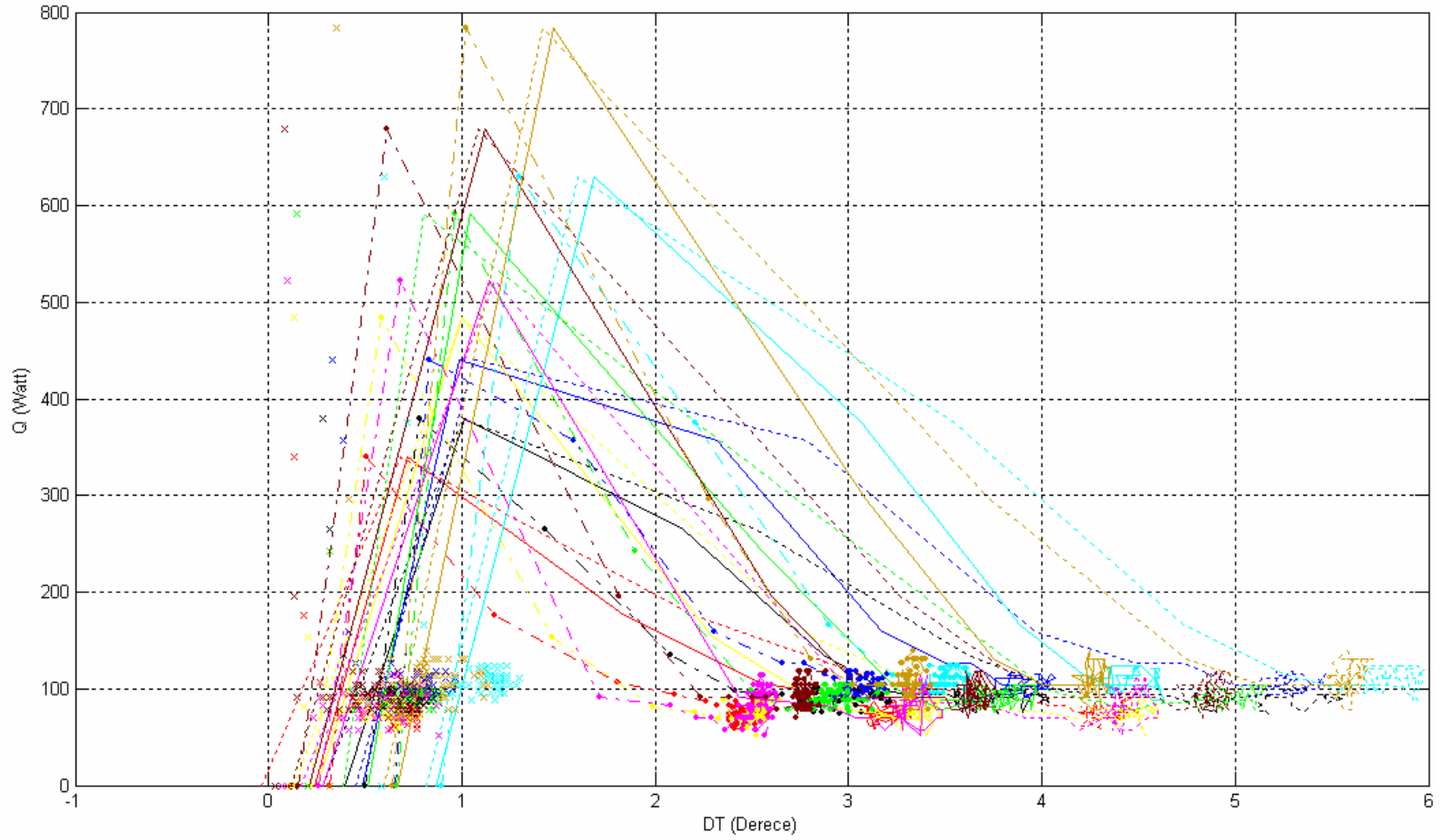
Şekil 7.27 Süngerli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.28 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.29 Süngerli SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.30 Süngerli SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)

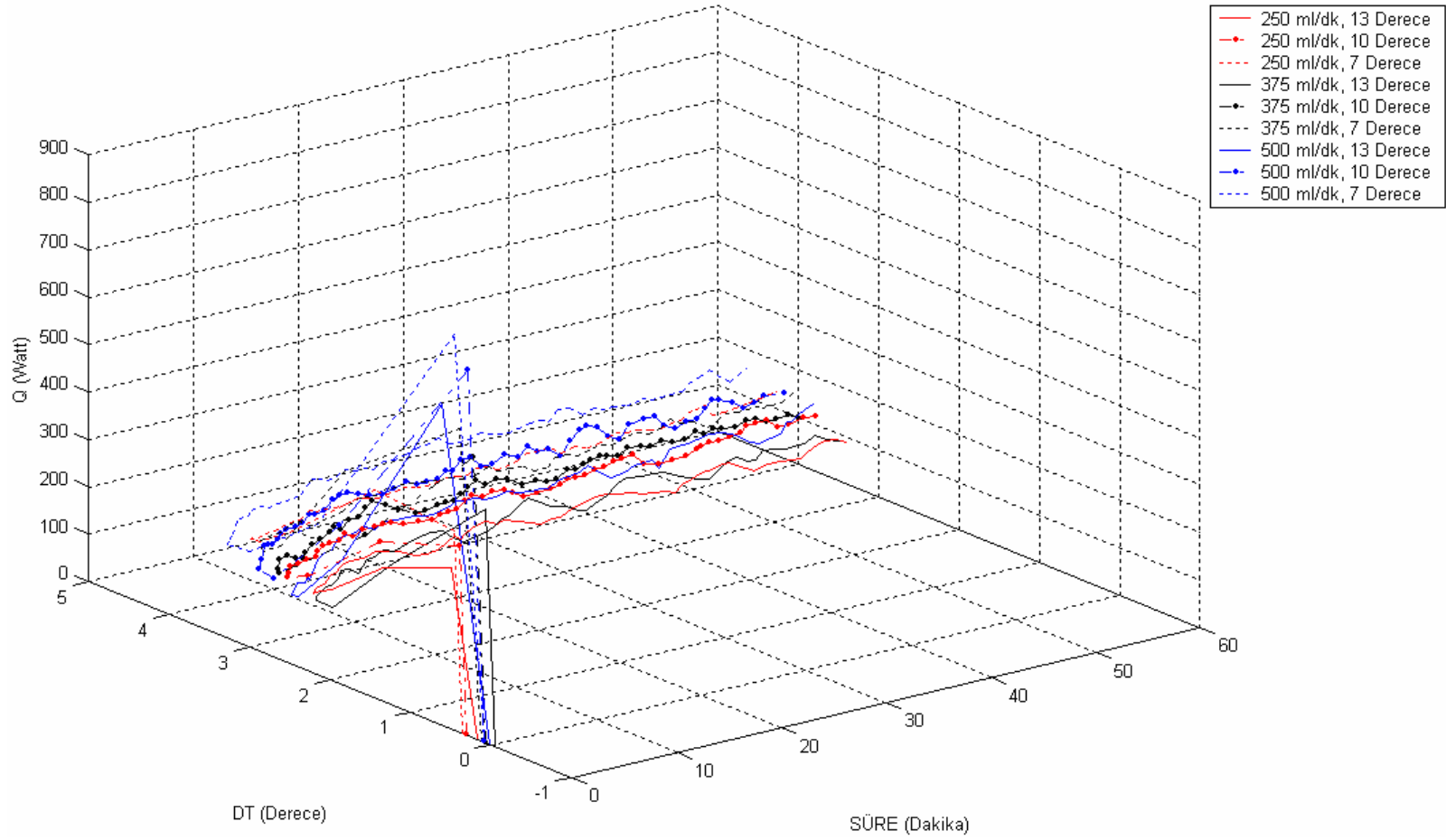
7.4 Spacer Su Soğutmalı Giysi(Spacer SSG) Deney Sonuçları

Tüm verilerin ortalaması alınarak yapılan değerlendirmeler (Şekil 7.31, Şekil 7.32, Şekil 7.33 ve Şekil 7.34) incelendiğinde spacer SSG ile soğutma yapıldığında su giriş sıcaklığı değerleri azaldıkça ve su akış hızı arttıkça mankenden giysiye transfer edilen ısı miktarı artmaktadır.

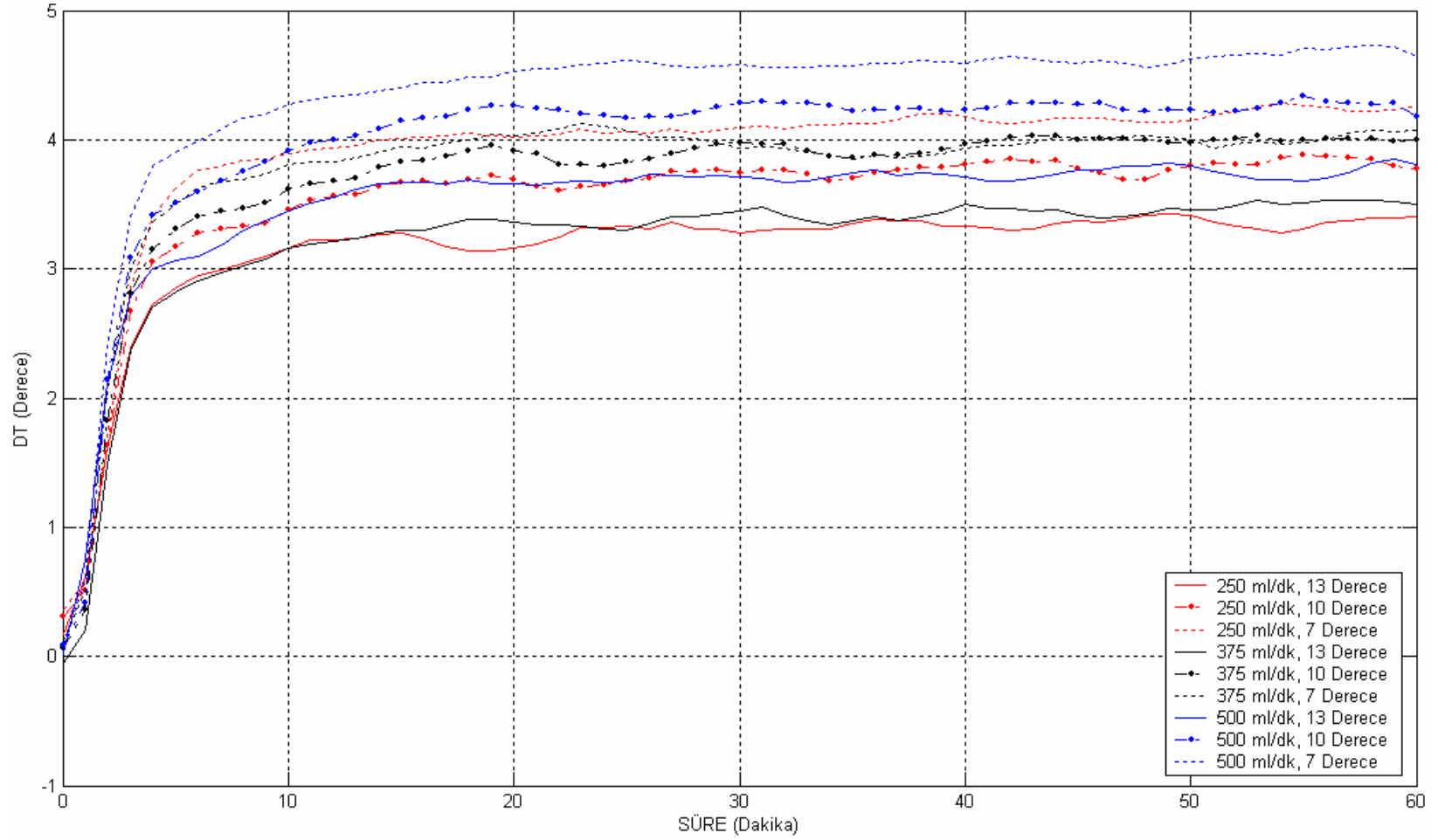
Sıcaklık farkının (DT) zamana bağlı olarak değişimi incelendiğinde, 500 ml/dk debi ile soğutma yapıldığında oldukça yüksek sıcaklık farkı değerleri elde edildiği görülmektedir (Şekil 7.32). Şekil 7.33 ve Şekil 7.34'de 500 ml/dk debi ile soğutma yapılarak elde edilen ısı absorbe etme miktarı oldukça yüksektir. Bu değerleri 375 ml/dk ve 275 ml/dk ile elde edilen veriler izlemektedir.

Spacer SSG ile yapılan soğutma sonrası, mankenin enine kesitlerindeki sensörlerin sıcaklık farklılıkları incelendiğinde oluşturulan diğer giysi tasarımları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 7.35, Şekil 7.36, Şekil 7.37). E1, E2, E3, E4 enine kesit bölgeleri, sıcaklık farklılıklarına göre küçükten büyüğe sıralanmışlardır.

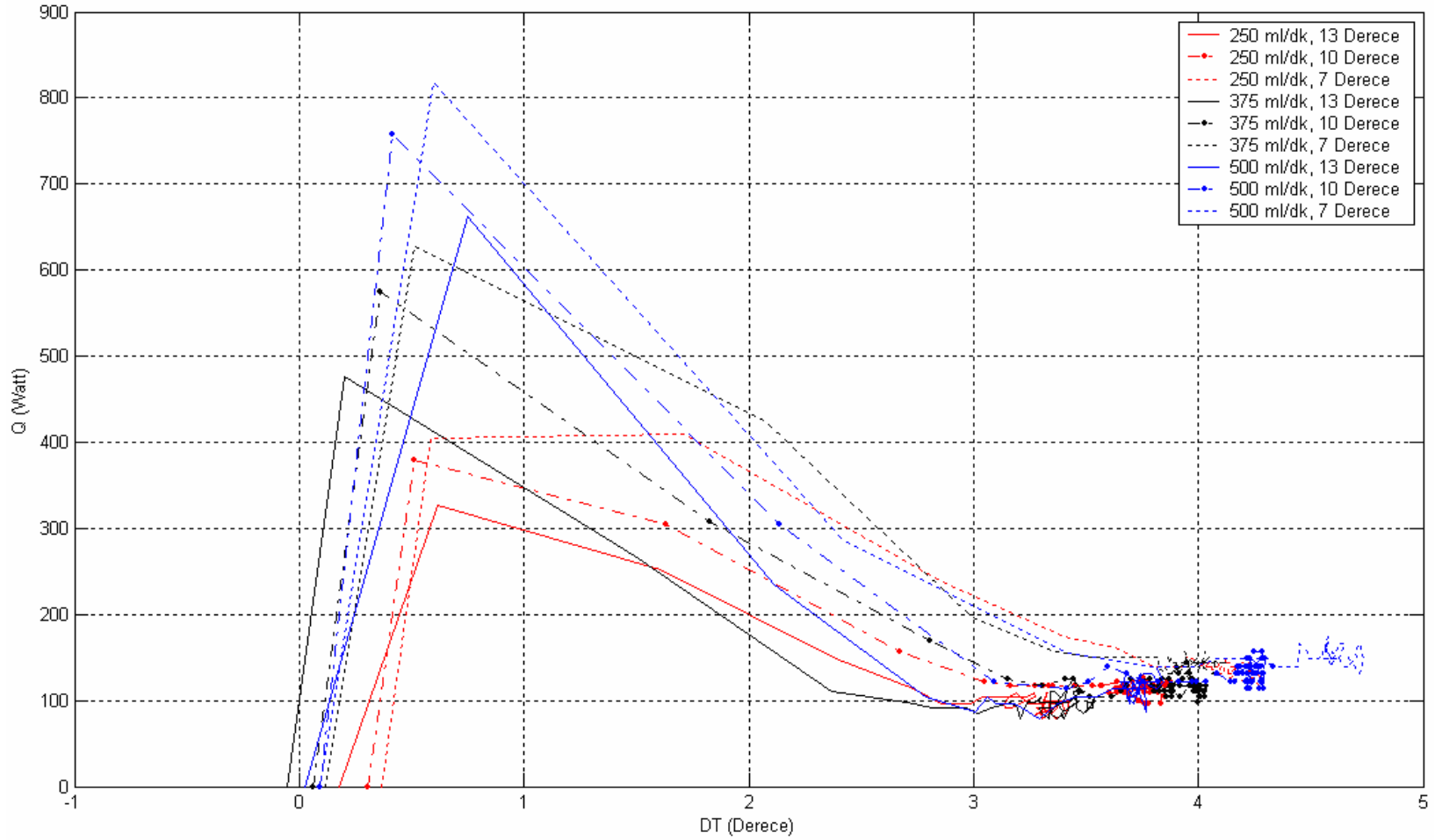
Boyuna kesitlerden elde edilen soğuma farkı grafikleri incelendiğinde B3 bölgesinden elde edilen sıcaklık farklarının en yüksek değerleri verdiği görülmektedir. Diğer bölgelerden ise anlamlı herhangi bir sonuca ulaşılamamıştır (Şekil 7.38, Şekil 7.39, Şekil 7.40).



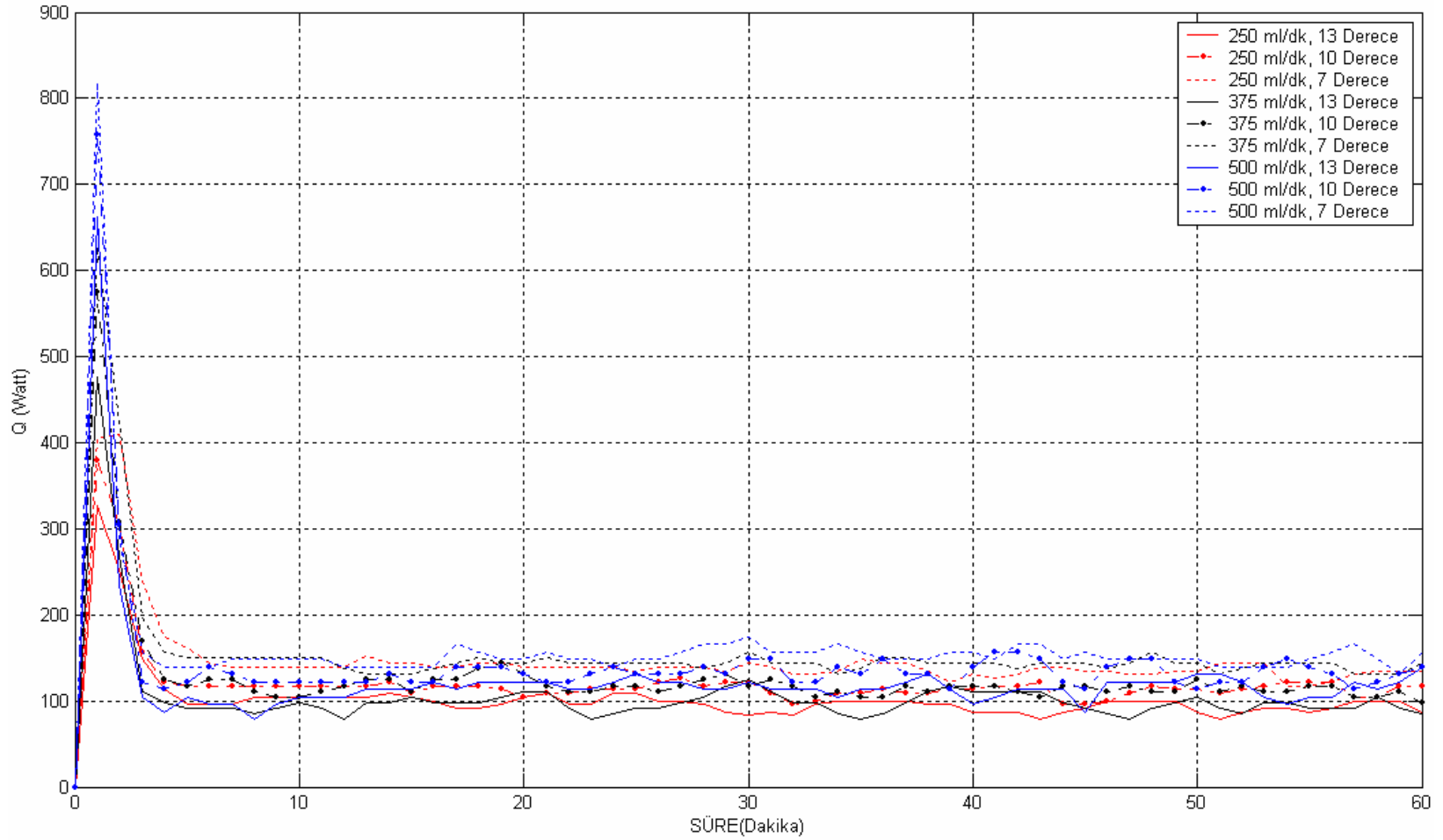
Şekil 7.31 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-tüm değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



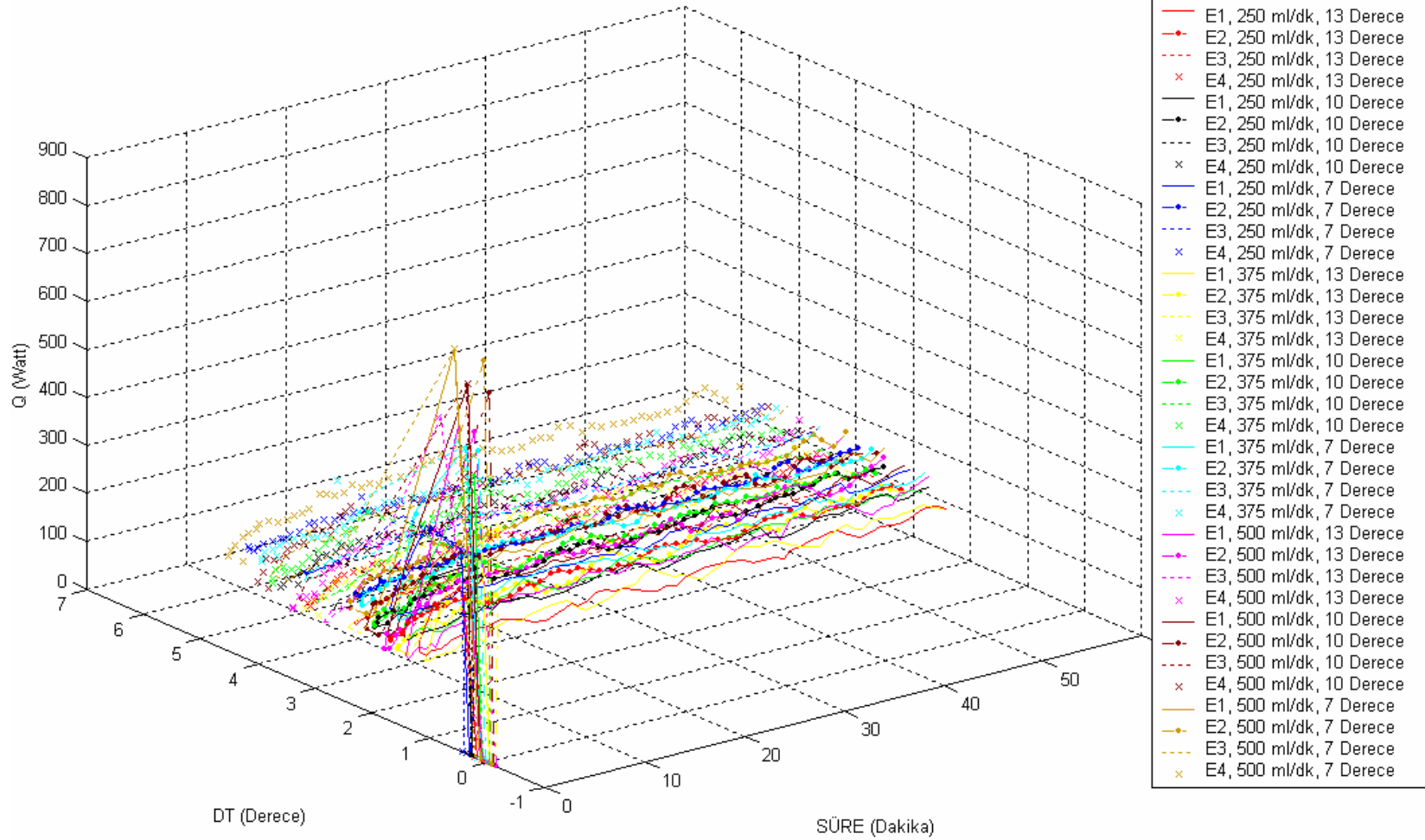
Şekil 7.32 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



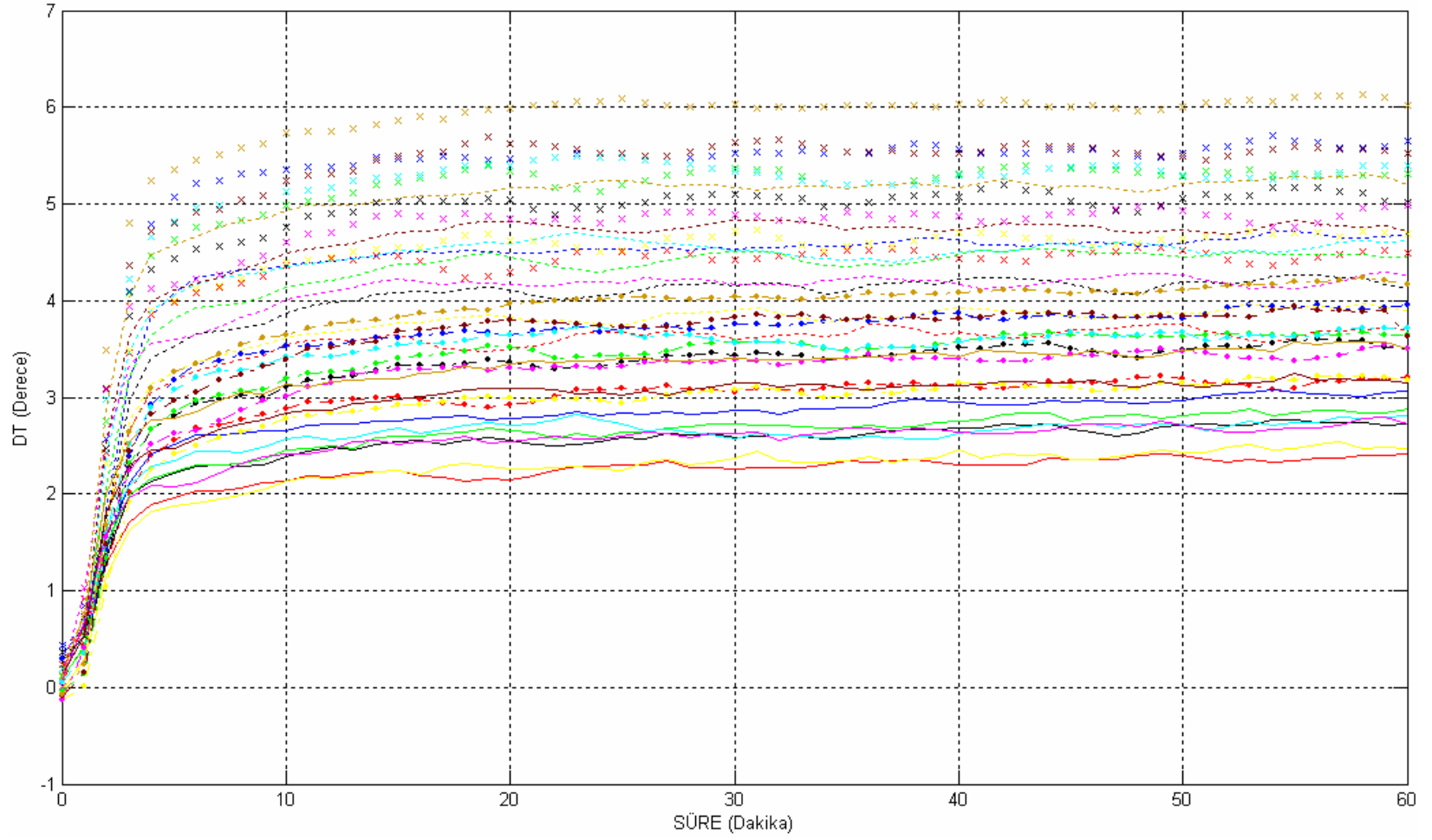
Şekil 7.33 Spacer SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu-tüm değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiş)



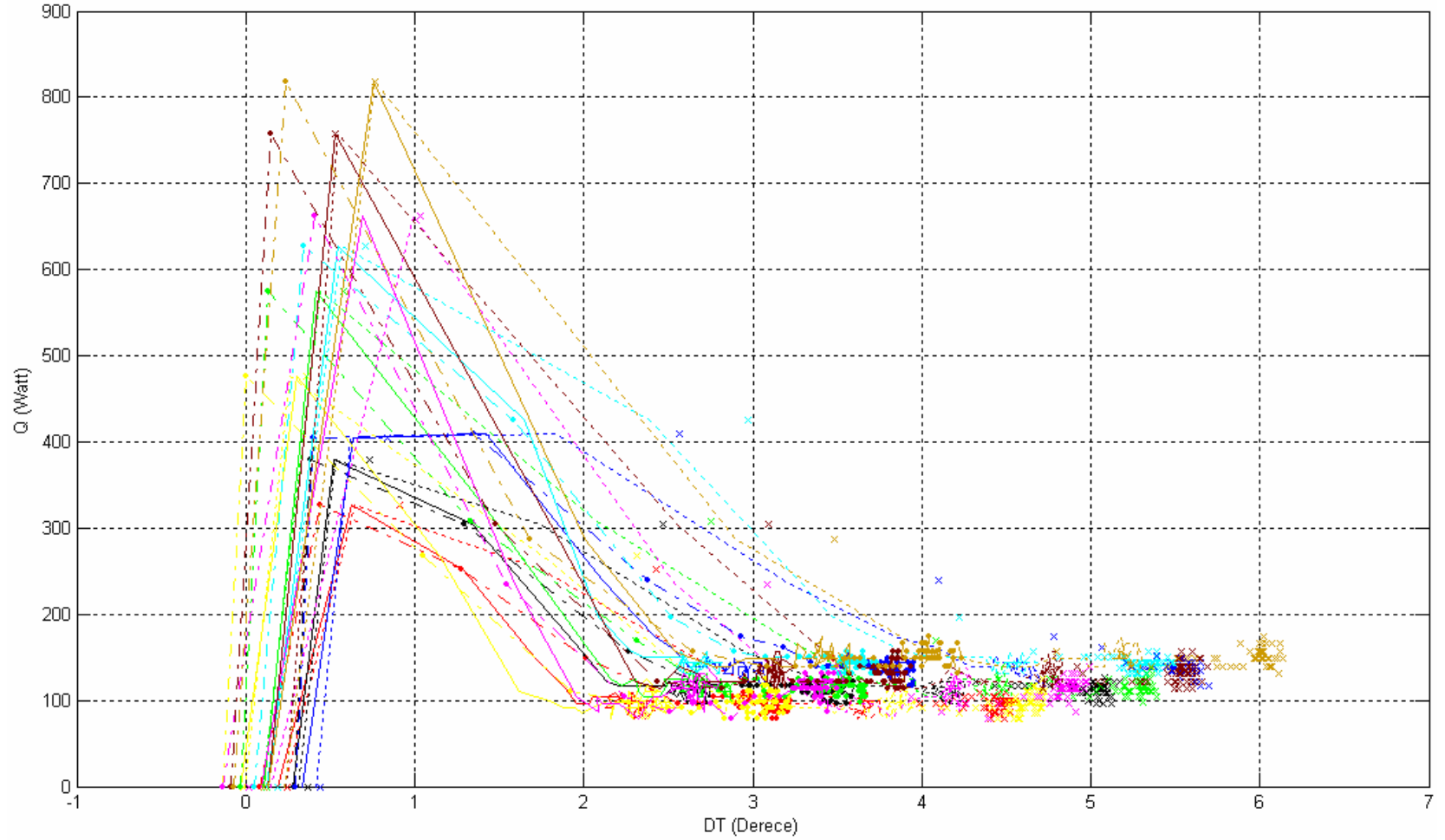
Şekil 7.34 Spacer SSG'nin ısı absorbe etme miktarları (tüm değerlerinin ortalaması alındığı zaman)



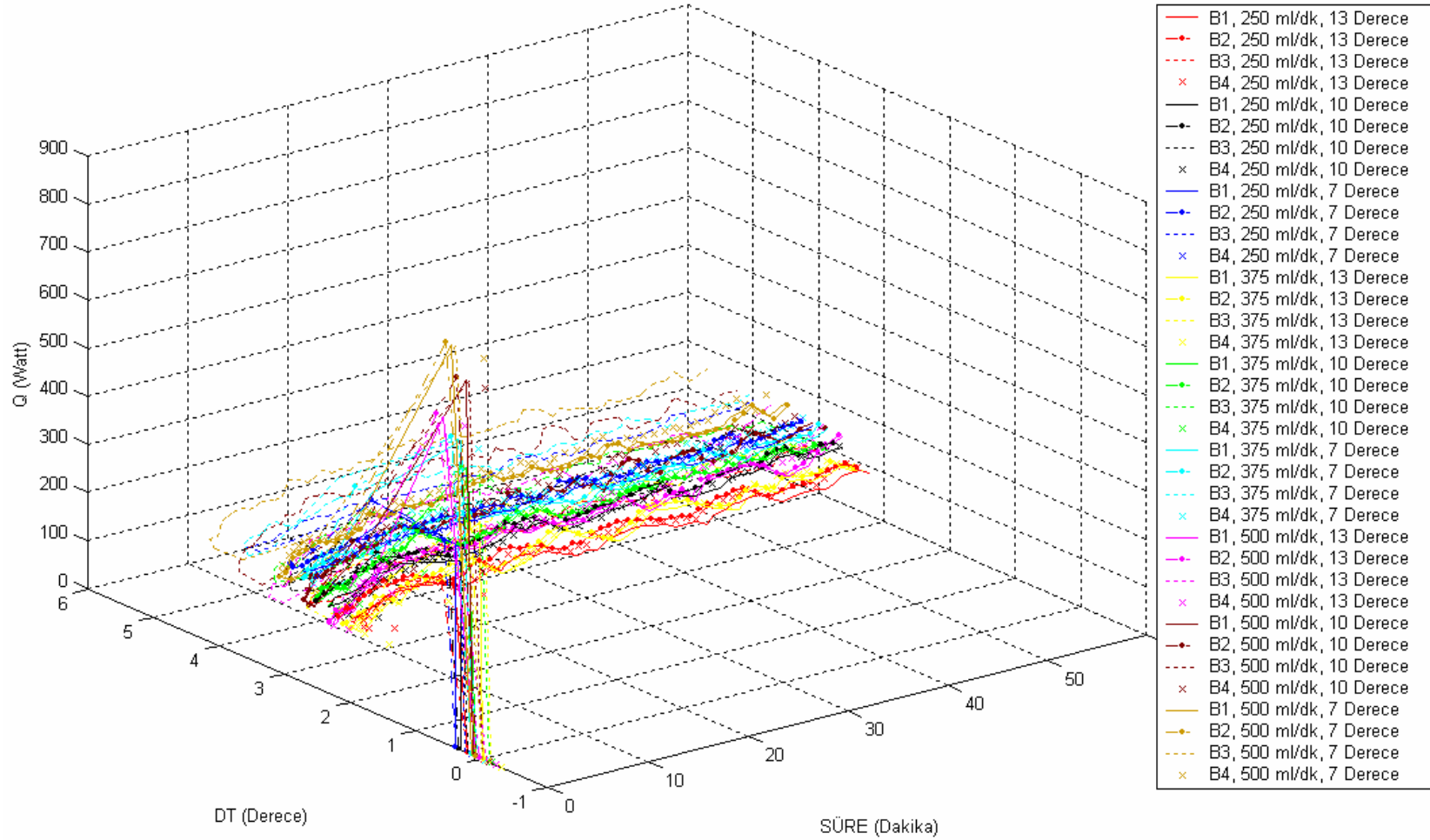
Şekil 7.35 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



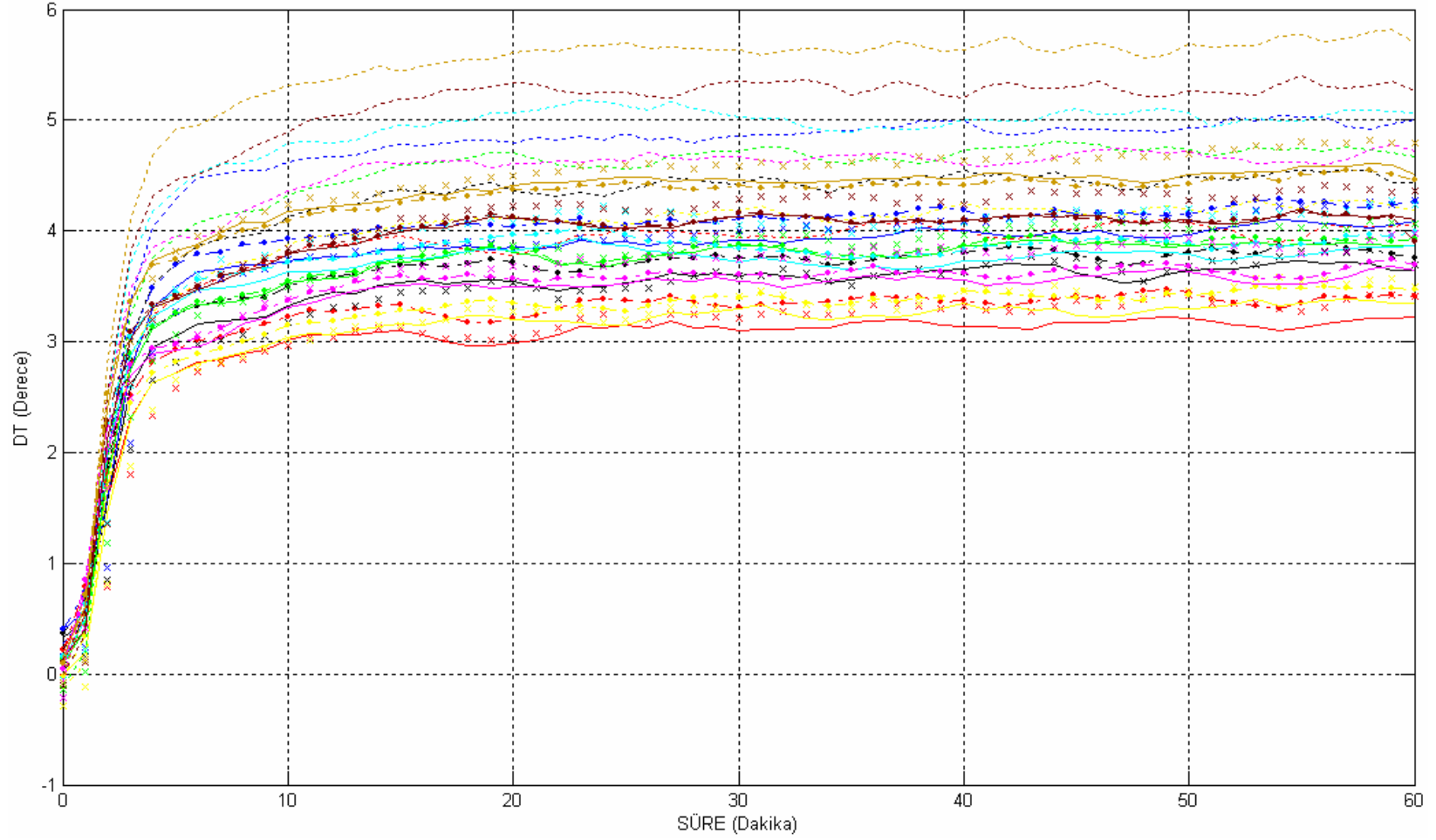
Şekil 7.36 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



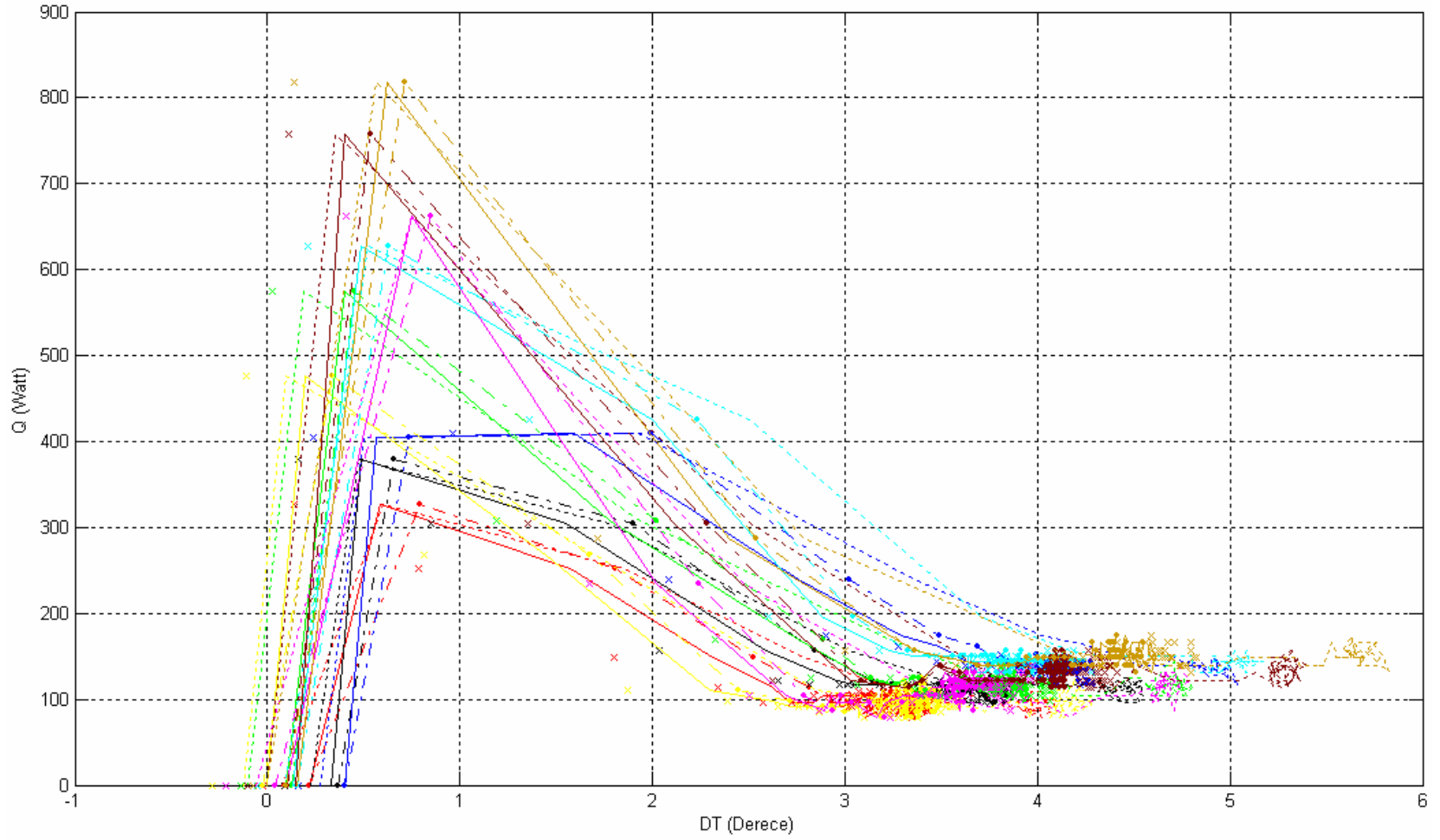
Şekil 7.37 Spacer SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- enine kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.38 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri(3 boyutlu-boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.39 Spacer SSG sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)



Şekil 7.40 Spacer SSG ısı absorbe etme ve sıcaklık farkı eğrileri (2 boyutlu- boyuna kesitlerin ortalaması alınarak elde edilmiş)

7.5 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Oluşturulan tasarımlar sıcaklık farklılıkları açısından karşılaştırıldığı zaman, tüm verilerinin ortalamalarının alındığı durumda en düşük sıcaklık farkı değerlerini süngerli SSG ile yapılan soğutma vermiştir. Spacer SSG ile elde edilen sonuçlar, rib SSG'den elde edilen sonuçlardan daha düşük çıkmaktadır. Dikişli SSG ile rib SSG birbirlerine yakın soğutma sağlamaktadır. Spacer SSG'nin rib SSG ve dikişli SSG'ye göre daha düşük soğutma yapmasının nedeni ise giysinin iç yüzünde kullanılan kumaşlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Rib SSG'de daha seyrek yapılı ve gözenekli bir kumaş kullanılmaktadır. Spacer SSG'de ise daha kalın bir kumaş uygulanmaktadır. Ayrıca rib SSG mankenin vücuduna daha sıkı bir şekilde oturmaktadır. Bu da ısı transferini etkileyen önemli faktörlerden biridir.

Enine kesit bölgeleri açısından giysiler karşılaştırıldığında ise süngerli SSG dışındaki tüm giysiler birbirine yakın sonuçlar vermişlerdir. Süngerli SSG ile yapılan soğutmada elde edilen veriler ise çok az farklılık göstermektedir. Mankenin ısıtmak için kullanılan sıcak su mankenin bacaklarından boyun bölgesine doğru iletilmektedir. Dolayısıyla mankenin ilk önce alt bölgeleri ısınmaktadır. Yani soğutmalı giysi yerleştirildiğinde mankenin bel bölgesi önce ısınmakta ve daha sonra göğüs bölgesine doğru diğer bölgeler ısınmaktadır. Bu nedenle soğutma sırasında manken yüzeyinin bel bölgesinin sıcaklığı daha fazla olduğu için bu bölgede daha fazla soğutma etkisi sağlanmaktadır ve soğutma etkisi açısından bel bölgesini göğüs bölgesine doğru diğer enine kesit bölgeleri izlemektedir.

Giysiler mankenin boyuna kesitlerinden elde edilen veriler açısından karşılaştırıldığında anlamlı bir sonuca ulaşamamıştır.

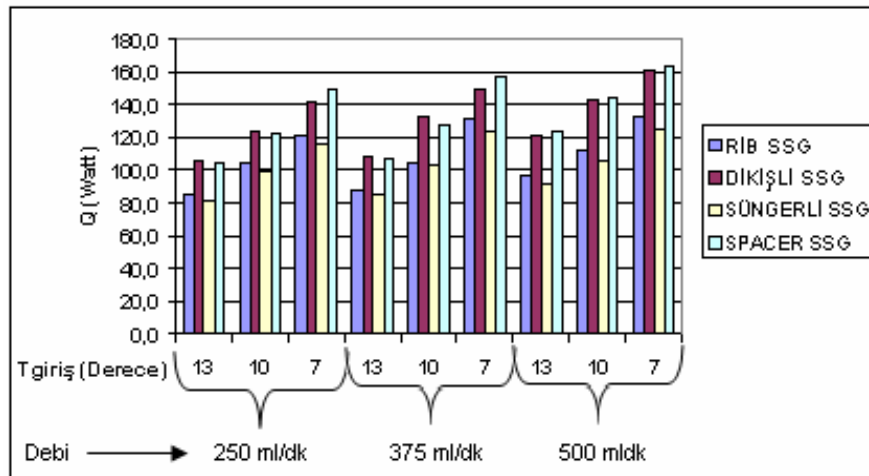
Ayrıca iç yüz kumaşı sargı bezi olan giysiler karşılaştırıldığında, giysiye yerleştirilen hortum miktarının uzunluğu arttıkça SSG'ye transfer edilen ısı miktarının arttığı gözlenmektedir.

Tablo 7.1 ve Şekil 7.41’de 4 farklı tipte oluşturulan SSG’lerin farklı su akış hızlarındaki ve farklı su giriş sıcaklıklarındaki ısı alma miktarları verilmektedir. Bu tabloda deneyler süresince elde edilen tüm verilerin ortalamaları gösterilmektedir. Bu verilere ilk ölçüm anındaki en yüksek ısı absorbe etme seviyesi de eklenmiştir. Deneyler sırasında ilk ölçüm anından sonra elde edilen veriler birbirine daha yakın değerlerde elde edilmektedir.

Dikişli SSG’nin ısı alma miktarı diğer giysi tiplerine göre her debi ve su giriş sıcaklığı için oldukça yüksektir. Dikişli SSG’yi sırasıyla spacer SSG, rib SSG ve süngerli SSG takip etmektedir.

Tablo 7.1 Su soğutmalı giysilerin ortalama ısı absorbe etme miktarı (Q (watt))

Su Debisi (ml/dk)	Su Giriş Sıcaklığı (°C)	Su Soğutmalı Giysi Tipi			
		RİB SSG	DİKİŞLİ SSG	SÜNGERLİ SSG	SPACER SSG
250	13	85,2	105,9	81,4	103,6
	10	103,8	123,5	98,9	122,0
	7	121,2	142,1	115,7	148,7
375	13	88,4	108,2	84,5	106,3
	10	104,5	132,5	102,7	127,7
	7	131,6	149,6	123,5	156,7
500	13	97,3	120,9	91,5	124,1
	10	112,2	142,6	105,5	144,4
	7	133,4	161,0	125,7	163,7



Şekil 7.41 Su soğutmalı giysilerin ortalama ısı absorbe etme miktarları (Q (watt))

Yapılan tüm deneyler termal manken üzerinde gerçekleştirildiği için sadece soğutma etkisini göstermektedir. Doğal olarak insan vücudunun tepkilerini tam olarak vermemektedir. Çünkü insanların metabolizmalarının çok farklı olması sebebi ile bu sistemin kullanıldığı durumdaki soğutma etkisi farklı kişilerde farklı şekillerde tespit edilebilecektir. Ancak bu tez kapsamında elde edilen sonuçlar MS hastaları üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre oldukça yüksek soğuma farklılıkları göstermektedir. Mesela Ku ve arkadaşlarının (1999) çalışması dikkate alındığında MS hastaları ile yapılan çalışmalarda SSG'nin su giriş sıcaklığı 1,5°C iken 30 dakika soğutma periyodu ve 35 dakika toparlanma periyodu sonunda bazı MS hastalarında rektal vücut sıcaklığı 0,25°C düşmüştür.

Kinnman ve arkadaşlarının (2000) çalışmaları incelendiğinde MS hastalarında SSG ile 10°C su giriş sıcaklığında 6 hafta boyunca günde 2-3 kez ortalama 45 dakika soğutma gerçekleştirildiğinde rektal sıcaklık 0,18 °C azalmıştır.

Ku ve ark. (2000) MS hastaları ile yaptıkları deneysel çalışmalarda 3 farklı yelek tipi kullanmışlardır. SSG'lerin su giriş sıcaklığı 10°C olarak belirlenmiştir. Oturur pozisyonda, 30 dakikalık kontrol periyodu, 60 dakikalık soğutma periyodu, 45 dakika soğutma olmadan toparlanma periyodu sonunda iki giysi tipi için olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Bu giysilerde rektal sıcaklıkta 0,25°C'lik bir azalma görülmüştür. Toplam vücut sıcaklıkları ise 0,5 °C ve 0,3 °C azalmıştır.

Sonuç olarak bu tez kapsamında tüm soğutma sistemlerinden elde edilen sıcaklık farklılıkları yaklaşık 3 °C ile 5°C arasında değişmektedir. Bu da oldukça önemli bir fark oluşturmaktadır.

BÖLÜM SEKİZ

SONUÇLAR

“Tıbbi Amaçlı Soğutucu Giysi Tasarımı Üzerine Bazı Çalışmalar” konulu tez kapsamında Türkiye’de ilk defa su soğutmalı bir giysi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada dört farklı tipte giysi oluşturulmuştur. Her giysi tipinden dörder adet üretilmiştir. Giysilerin içinde küçük çaplı hortumlar kullanılmaktadır. Soğuk su, bir soğutma ünitesi vasıtası ile hortumlara pompalanarak giysilerin içinde dolaştırılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında giysi tasarımları oluşturulduktan sonra giysilere suyu pompalayacak bir soğutma ünitesi tasarımı ve giysileri test etmek için kullanılan bir termal manken tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu cihazlar DEÜ. Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında bir firma tarafından imal edilmiştir.

Giysilerin soğutma etkileri termal manken üzerinde test edilmiştir. Soğutma ünitesi üzerinden ayarlanan üç farklı debi ve üç farklı su giriş sıcaklığı değerleri için deneyler dörder kez tekrar edilmiştir. Her giysi tipi için tüm ortalama sıcaklık farklılıkları ve mankenin enine ve boyuna kesitlerinin ortalama sıcaklık farklılıkları bulunmuştur.

Sonuç olarak elde edilen verilerden şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

1. Su giriş sıcaklığı azaldıkça giysilerin soğutma etkisi artmaktadır. Çünkü su giriş sıcaklığı azaldıkça giysiden mankene daha fazla ısı transferi gerçekleşmekte ve dolayısıyla soğutmalı giysilerin soğutma etkisi de artmaktadır.

2. Suyun akış hızı yani debisi arttıkça giysilerin mankeni soğutma etkisi artmaktadır. Su ne kadar hızlı bir şekilde giysi içinden geçerse, manken yüzeyine etki eden soğuk su miktarı da artacaktır. Bu sebeple soğutma etkisi artmaktadır.

3. Giysilere yerleştirilen hortum uzunluğu ısı transferini etkilemektedir. Hortum uzunluğu arttıkça hortumun vücut yüzeyindeki etki alanı artacağından soğutma etkisi de artmaktadır.

4. Her giysi tipi için tüm verilerin ortalaması alınarak elde edilen değerlere göre en etkili soğutma dikişli SSG ve rib SSG giysi tasarımlarından elde edilmiştir. Bu giysileri spacer SSG ve süngerli SSG giysiler izlemektedir.

Soğutmalı giysiler arasında en fazla hortum uzunluğunu (21,1 m) dikişli SSG'ler içermektedir. Bu sebeple de en fazla soğutma etkisini bu giysiler sağlamaktadır.

Kullanılan hortum uzunluğu açısından en fazla hortum uzunluğu kullanılan ikinci giysi ise spacer SSG'dir (Yaklaşık 20m). Bu giysiyi rib ve süngerli SSG'ler izlemektedir. Her ikisinde de yaklaşık 18 m hortum kullanılmıştır. Ancak spacer soğutmalı giysi, rib SSG'nin hortum uzunluğunun kendisinden az olmasına rağmen daha az soğutma etkisi yaratmıştır. İki giysi arasındaki bu farkın en önemli nedeni ise her iki tip giyside iç kumaş yapısının farklı olmasıdır. Rib SSG'de seyrek yapılı pamuklu dokuma bandaj, spacer SSG'de ise pamuklu düz örme kumaş kullanılmıştır. Bu sebeple giysiden mankene transfer edilen ısı miktarı değişmektedir. Ayrıca rib SSG örgü yapısından dolayı manken üzerine daha sıkı bir şekilde oturmaktadır. Bu da ısı transferi miktarını arttırmaktadır.

5. Enine kesit bölgeleri açısından giysiler karşılaştırıldığında ise süngerli SSG dışındaki tüm giysiler birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Süngerli SSG ile yapılan soğutmada elde edilen veriler ise çok az farklılık göstermektedir. Soğutmalı giysiler manken üzerinde üst kesit bölgesinden alt kesit bölgesine doğru artacak şekilde bir soğutma etkisi göstermişlerdir. Bunun nedeni ise mankenin alttan üste doğru yani bacaklardan başa doğru su ile ısıtılmasıdır. Bilindiği gibi manken yüzeyinin ısı arttıkça manken yüzeyinden giysiye ısı transferi artmaktadır. Bu sebeple mankenin öncelikle alt bölgeleri ısındığından en fazla ısı transferi de bu bölgelerde gerçekleşmektedir.

6. Mankenin boyuna kesitlerinden elde edilen veriler açısından giysiler karşılaştırıldığında anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır.

7. Giysilerin ortalama ısı transferleri dikkate alındığında en fazla ısı absorbe etme miktarları sırasıyla dikişli SSG, spacer SSG, rib SSG ve süngerli SSG olarak belirlenmiştir.

8. Bu çalışmada elde edilen tüm veriler termal mankenin soğumasına ait verilerdir. Bu veriler tam olarak insan vücudunun soğutmaya karşı tepkilerini yansıtmamaktadır. Ancak termal mankenler güvenilir ve tekrar edilebilir sonuçlar verdikleri için literatürde bu deneylerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Tıp alanında yapılan çalışmalar dikkate alındığında ve özellikle MS hastalarının vücut sıcaklıklarını düşürmek amacıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde, toplam vücut sıcaklıklarının 0,5 °C ve 0,3 °C, rektal sıcaklıkların ise 0,18°C ve 0,25°C azaldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise tüm soğutma sistemlerinden elde edilen sıcaklık farklılıkları yaklaşık 3 °C ile 5°C arasında değişmektedir. Bu durum, bu çalışma kapsamında oluşturulan giysilerin, insanlar üzerinde denendiği takdirde yeterli soğutmayı sağlayacağını göstermektedir.

Bundan sonraki aşamada bu giysilerin insanlar üzerindeki testlerinin gerçekleştirilmesi ve termal mankenden elde edilen değerler ile gerçek bireylerden elde edilen verilerin karşılaştırılması planlanmaktadır.

Ayrıca su soğutmalı giysilerde kullanılan soğutma ünitesinin değişik dizaynları yapılabilir. Bu çalışmada kullanılan soğutma ünitesi oldukça ağırdır. Bu soğutma ünitesinin hafifletilmesi ve insanlar tarafından taşınabilir hale getirilmesi veya değişik şekillerde soğutma yapabilen sistemlerin geliştirilmesi, örneğin güneş enerjisi ile soğutma yapabilen sistemlerin geliştirilmesi vs., ileride yapılacak çalışmaların hedefi olmalıdır.

KAYNAKLAR

Adanur, S. (Ed.) (1995). *Wellington Sears handbook of industrial textiles*. Cambridge: Woodhead Pub.Ltd.

Adıgüzel, Ö., 2007. *Ektodermal displazi*. 18 Ağustos 2007, www.ektodermaldisplazi.com

Ajmeri J.R , Ajmeri C.J.(2003). Surgical sutures : The largest textile implant material, *International Conference and Exhibition on Healthcare and Medical Textiles (Medtex 03)*, 8-9 Temmuz, Bolton, UK.

Altman, G.H., Diaz, F., Jakuba, C., Calabro, T., Horan, R.L., Chen, J., Lu, H., Richmond, J., Kaplan, D.L. (2003). Silk based biomaterials. *Biomaterials*, 24, 401-416.

Ames Research Center (1993). New Help For Ms Patients, *Spinoff* 93, 52-55, www.sti.nasa.gov.

Anand, S.C. (2006). Implantable devices: an overview. S.C. Anand, J.F. Kennedy, M. Miraftab ve S. Rajendran, (Ed.). *Medical Textiles and Biomedicals for Healthcare* (329-334). Cambridge:Woodhead Pub. Ltd.

Anand S.C., Rajendran S. (2003) Effect of fiber type and structure in designing orthopaedic wadding for the treatment of venous leg ulcers. *International conference and exhibition on healthcare and medical textiles (Medtex03) conference proceedings*, Bolton Institute.

Anand, S.C. (2000). Developments in technical fabrics-Part1. *Knitting International*, Temmuz, 32-34.

Anandjiwala, R.D. (2003). Role of advanced textile materials in healthcare. *International conference and exhibition on healthcare and medical textiles (Medtex03) conference proceedings*, Bolton Institute.

Arı, H., Belli, S. (1999), Endodontik olarak tedavi edilen dişlerde güçlendirilmiş polietilen fiber post/core uygulaması: olgu bildirisi. *Cumhuriyet Üni. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 2, 29-32.

Bayraktar E.K., Şengönül A. (1997a). Tıbbi tekstiller. *Tekstil&Teknik*, Ocak, 88-92.

Bayraktar E.K., Şengönül A. (1997b). Tıbbi tekstiller. *Tekstil&Teknik*, Şubat, 79-83.

Braket nedir, çeşitleri nelerdir, (b.t.). 12 Ağustos 2007, www.teknoakademi.com/dentart/detay.asp?id=45&kat=7

Bulgun, E.Y., Kayacan, O. (2003). Medical aspects of smart clothes - saving lives by textiles. *5th International Conference-TEXSCI 2003*, Çek Cumhuriyeti.

Byrne, C. (1995). Technical textiles. *Textile Magazine*, 2.

Cao H., Branson, D.H., Peksöz, S., Nam, J., Farr, C.A. (2006). Fabric selection for a liquid cooling garment. *Textile Research Journal*, 76, 586-595.

Cool vest. 18 Mart 2005, www.coolvest.com.

Cool shirt. 18 Mart 2005, www.coolshirt.net.

David Rigby Associates (DRA) , Technical textiles and nonwovens: World market forecasts to 2010. 7 Ocak 2007, www.davidrigbyassociates.com/DRA%20WEBSITE%2003/assets/TTandN.pdf

Danzl, D. (2002). Hypothermia. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 23, 57-68.

- Dionne J.-P., Semeniuk, K., Makris, A., Teal, W., Laprice, B. (2003). Thermal manikin evaluation of liquid cooling garments intended for use in hazardous waste management. *WM'03 Conference*, Tucson, ABD.
- Elsner, P., Hatch, K. ve Wigger-Alberti, W. (Ed.) (2003). Textiles and the skin. *Current Problems in Dermatology*, 31.
- Endrusick, T.L., Stroschein, L.A., Gonzalez, R.R. (2003). *Thermal manikin history*. 5 Ocak 2006, www.mtnw-usa.com/thermalsystems/history.html.
- Erkan, G. (2004). Enhancing the thermal properties of textiles with phase change materials. *Research Journal of Textile and Apparel*, 8, 57-64.
- Erlı, H.J., Marx, R., Paar, O., Niethard, F.U., Weber, M., Wirtz, D.C. (8 Eylül 2003). Surface pretreatments for medical application of adhesion. *Biomedical Engineering Online*. 8 Ağustos 2004, <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/2/1/15>
- Fan, J., Chen, Y.S. (2002). Measurement of clothing thermal insulation and moisture vapour resistance using a novel perspiring fabric thermal manikin. *Measurement Science and Technology*, 13, 1115-1123.
- Fan, J., Qian, X. (2004). New functions and applications of Walter, the sweating fabric manikin. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 641-644.
- Fan, J. (2007). Walter- the sweating fabric manikin for the evaluation of clothing comfort. *The Hong Kong Research Institute of Textiles and Apparel e-newsletter*, 2. 7 Mart 2007, www.hkrita.com/newsletter/issue2/e-newsletter.html.
- Fanger, P.O. (1970). *Thermal comfort*, Copenhagen: Danish Technical Press.

Farrington, R., Rugh, J., Bharathan, D., Paul, H., Bue, G., Trevino, L. (2005). Using a sweating manikin, controlled by a human physiological model, to evaluate liquid cooling garments. *International Conference On Environmental Systems*, Rome, Italy.

Fast race cooling systems. 18 Mart 2005, www.fastraceproducts.com.

Fisher, G. (Ed.) (2000). Air-cooled clothing for medical personnel in warm environments. *Medical Textiles*, July, 7-8.

Fujihara, K., Teo, K., Gopal, R., Loh, P.L., Ganesh, V.K., Ramakrishna, S., Foong, K.W.C., Chew, C.L (2004). Fibrous composite materials in dentistry and orthopaedics: review and applications. *Composites Science and Technology*, 64, 775-778.

Frim, J., Michas, RD., Cain, B. (1996). Personal cooling garment performance: a parametric study. 7. *International Congress on Environmental Ergonomics*, Kudüs, İsrail.

Gemci, R., Ulcay Y. (2004). Ameliyat iplikleri tipleri özellikleri ve krome katgüt ile normal katgüt arasındaki mukavemet farkları. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 9, 95-105.

Girişgin, S.A., Koçak, S., Gül, M., Cander, B. (2006). Hipotermi ve lokal donmalar. *Sürekli Tıp Eğitim Dergisi (sted)*, 15, 45-50.

Gow, K. (2000). *Thermoregulation*. 15 Ocak 2005, www.arcticheat.de/eng/thermoregulation.htm

Hensel, H. (1981). *Thermoreception and temperature regulation*, Londra :Academic Press.

Hexamer, M., Werner, J. (1994). Strategies for automatic control of cooling garments. 6. *International Congress on Environmental Ergonomics*, Montebello, Kanada

- Hexamer, M., Xu, X., Werner, J. (1996). Automatic multi-loop control of cooling garments. 7. *International Congress on Environmental Ergonomics*, Kudüs, İsrail
- Hexamer, M., Werner, J. (1998). Automatic control of liquid cooling garments: What is the ideal control mode?. 8. *International Congress on Environmental Ergonomics*, San Diego, ABD
- Holmér, I. (2000). Thermal manikins in research and standarts. H. Nilsson, I. Holmér, (Eds.). *Thermal Manikin Testing* (8-11). Stockholm:National Institute for Working Life.
- Holmér, I. (2004). Thermal manikin history and applications. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 624-618.
- Isı Transferinin Tanımlanması ve Türleri*, (b.t.). 15 Ocak 2006
www.sogutmaci.com/karmen/Kopya%20SO3.htm
- Jetté, F.X., Dionne, J.-P., Rose J., Makris, A. (2004). Effect of thermal manikin surface temperature on the performance of personel cooling systems. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 669-672.
- Kaplan, S., Okur, A. (2005). Kumaşların termal geçirgenlik-iletkenlik özelliklerinin giysi termal konforu üzerindeki etkileri. *Tekstil Maraton*, Mart-Nisan, 56-65
- Katsuura, T., Hiroshi, O., Yasuyuki, K. (1990). Effects of head cooling on man during light exercise in a hot environment, *International Congress on Environmental Ergonomics*, Austin, ABD
- Kavuşturan, Y. (2002). Hastanelerde kullanılan kumaş yapıları. *Tekstil Maraton*, Kasım-Aralık, 71-80.

- Kayacan, Ö. (2007). İmplant edilebilen tıbbi tekstiller. *II. Teknik Tekstil Teknolojileri ve Makinaları Kongresi*, Gaziantep, Türkiye.
- Kayacan, Ö., Turan, R.B. (2005). Teknik tekstillerde kullanılan dokuma ve örme kumaş yapıları. *Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi*, Gaziantep, Türkiye.
- Keim, S.M., Guisto, J.A., Sullivan, J.B. (2002). Environmental thermal stress. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine (AAEM)*, 9, 1-15.
- Khatwani, P.A., Desai, A.A. (15-28 Şubat 2005). Biomedical Textiles: Implantable Materials, *Express Textile*. 8 Ağustos 2007, www.expresstextile.com.
- Kinnman, J., Andersson, U., Wetterquist, L., Kinnman, Y., Andersson, U. (2000). Cooling suit for multiple sclerosis: functional improvement in daily living?. *Scand J Rehab Med*, 32, 20-24.
- Kraft H.G.H., Alquist A.D. (1996). Effect of microclimate cooling on physical function in MS, *Rehabilitation R&D Progress Reports*.
- Ku, Y.E, Montgomery, L.D., Wenzel, K., Webbon, B., Burks, J.S. (1999). Physiologic and thermal responses of male and female patients with multiple sclerosis to head and neck cooling. *Physical Medicine & Rehabilitation*, 78, 447-456.
- Ku, YE, Montgomery, L D., Lee, H. C., Luna, B., Webbon, B. W. (2000). Physiologic and functional responses of ms patients to body cooling. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(5), 427-434.
- Laing, R.M., Sleivert, G.G. (2002). Clothing, textiles and human performance. *Textile Progress.*, 32, 1-101.

Legner, M. (2001). Medical textiles with specific characteristics produced on flat knitting machines. *Asian Textile Journal*, Eylül, 65-69.

Lieshout, M.I. (2005). *Tissue Engineered Aortic Valves Based on a Knitted Scaffold*, Doktora Tezi, Eindhoven Teknik Üniversitesi.

Lloyd, D.W., Singer, C.(2001). Heart valve replacement textile prosthesis. *Textile Asia*, Ekim, 16-22.

Loughborough University Human Thermal Environments Laboratory, (b.t.). 18 Mart 2007, <http://www.lboro.ac.uk/departments/hu/groups/hitel/>

Martin, D.P., Williams S.F. (2003). Medical applications of poly-4-hydroxybutyrate: a strong flexible absorbable biomaterial. *Biochemical Engineering Journal*, 16, 97-105.

Melikov, A. (2004). Breathing thermal manikins for indoor environment assessment: important characteristics and requirements. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 710-713.

Multiple Skleroz ile Yaşamak (2006). 18 Mayıs 2007, www.ntvmsnbc.com/news/211358.asp

Nam, J., Branson, D.H., Cao, H., Jin, B., Peksöz, S., Farr, C., Ashdown, S. (2005). Fit analysis of liquid cooled vest prototypes using 3D body scanning technology. *Journal of Textile, Apparel and Technology and Management*, 4, 3, 1-13.

NASA/MS çalışma grubu (2003). A randomized controlled study of the acute and chronic effects of cooling therapy for MS, *Neurology*, Haziran, 1955-1960.

NASAexplores, (26 Eylül 2002). 18 Ağustos 2007, www.nasaexplores.com.

National Foundation of Ectodermal Dysplasias (NFED) (Ulusal Ektodermal Displazi Vakfı). 18 Ağustos 2007, www.nfed.org

- National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK), (Nisan, 2003). *Kidney failure choosing a right treatment that's right for you*. 8 Ocak 2004, <http://kidney.niddk.nih.gov/kudiseases/pubs/choosingtreatment/index.htm>.
- NC State University Textile Protection and Comfort Center, (b.t.). *Sweating Manikin*. 18 Mart 2007, http://www.tx.ncsu.edu/tpacc/comfort/sweating_manikin.html
- Nelson, E.A. (2006). A comparison of elastic and non-elastic compression bandages for venous leg ulcer treatment. S.C. Anand, J.F. Kennedy, M. MirafTAB, ve S. Rajendran , (Ed.), *Medical textiles and biomaterials for healthcare*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Nilsson, H.O. (2004). *Comfort climate evaluation with thermal manikin methods and computer simulation models*. Stockholm: National Institute for Working Life
- Nunneley, S.A. (1970). Water cooled garments: a review. *Space Life Sciences*, 2, 335-360.
- Nunneley, S.A., Diesel, D. A., Byrne, T.J., Chen, Y.T. (1998). Recent experiments with personal cooling for aircrews. 8. *International Congress on Environmental Ergonomics*, San Diego, ABD
- Parsons, K.C. (Ed.) (2003). *Human Thermal Environments* (2nd Edition), Londra: Taylor and Francis Group.
- Pasinli, A. (2004). Biyomedikal uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4, 25-34.
- Qian, X., Fan, J. (2006). Interactions of the surface heat and moisture transfer from the human body vary under climatic conditions and walking speeds. *Applied Ergonomics*, 37, 685-693.

- Rajendran S., Anand S.C. (2002). Developments in medical textiles. *Textile Progress*, 32, 1- 42.
- Rajendran S., Anand S.C. (2003). Evaluation of pressure profile of bandages using mannequin leg. *International conference and exhibition on healthcare and medical textiles (Medtex03) conference proceedings*, Bolton Institute.
- Ramelet A.A (2002). Compression therapy. *Dermatologic Surgery*, 28, 6-10.
- Richards M.G.M., Mattle, N.G. (2001). Development of a sweating agile thermal manikin (SAM). *Proceedings of the Fourth International Meeting on Thermal Manikins*, EMPA İsviçre.
- Richter, K. (2006). Cooling, heating and measuring with spacer fabrics-innovations for smart textiles. *Textile Trends Innovations and Market Insights*, Berlin, Almanya
- Rigby, A.J., Anand, S.C. ve Miraftab, M. (1999). Evaluation of the pressure distribution performance of padding bandage materials. S. Anand, (Ed.), *Medical textiles*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Rigby, A.J., Anand, S.C. (2003). Tibbi Tekstiller. A. R. Horrocks, S. C. Anand, (Ed.), (M.E., Üreyen, Çev.) *Teknik Tekstiller El Kitabı*, İstanbul: Türk Tekstil Vakfı (Orijinal çalışma basım tarihi 2000).
- Roberts, A., Harper-Bennie, J. (2004). *MSAA Multiple sclerosis and cooling*. 18 Mayıs 2006, www.msaa.com.
- Schutte, PC, de Klerk ,C., Matesa J. (2002). Body Cooling Systems. *CSIR Mining Technology Draft Final Report*, Proje No:020702.
- Semeniuk, K. M., Dionne, J.P., Makris, A., Bernard, T. E., Ashley, C.D. ve Medina, T. (2004). Evaluating the physiological performance of a liquid cooling garment used to

control heat stress in hazmat protective ensembles. *Performance of Protective Clothing: Global Needs and Emerging Markets: 8th Symposium*, 13 Ocak, Florida, Amerika.

Seto, C.K., Way, D., O'Connor, N. (2005). Environmental illness in athletes. *Clinics in Sports Medicine*, 24, 695-718.

Shim H., McCullough E. A., Jones B. W. (2001). Using phase change materials in clothing. *Textile Research Journal*, 71, 495-502.

Speckman, K.L., Allan, A.E., Sawka, M.N., Young, A.J., Muza, S.R., Pandolf, K.B. (1988). Perspectives in microclimate cooling involving protective clothing in hot environments, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, 121-147.

Stocks, J.M., Taylor, N.A.S., Tipton, M.J., Greenleaf, J.E. (2004). Human physiological responses to cold exposure. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 75, 444-457.

Steele vest. 18 Mart 2004, www.steevest.com.

Sumanasinghe, R.D., King, M.W. (2003). New trends in biotextiles- the challenge of tissue engineering. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 3, Sayı 2.

Spacer. 11 Eylül 2007, www.scott-fyfe.com/en/products/spacer.htm

Teal, WB. (1996). The thermal Manikin Test Method for Evaluating the Performance of Liquid Circulating Cooling Garments. 7. *International Congress on Environmental Ergonomics*, Kudüs, İsrail

Türkiye Multipl Skleroz Derneği (2003). *Multipl Skleroz*, 18 Mayıs 2006, <http://dmsg-hessen.de/dokumentearchiv/Info-tuerkisch.doc>

Türkiye Multipl Skleroz Derneği (b.t.). Multipl skleroz nedir? 18 Mayıs 2005,
<http://www.turkiyemsderneği.org/v2/anasayfa.asp?id=9&big=>

UMHS news release (13 Haziran 2002). *U-M artificial lung showing promise, as need grows*. 13 Haziran 2004,
www.med.umich.edu/opm/newspage/2002/artificiallung.htm

Understanding ESRD (how is kidney failure is treated?), (b.t.). 18 Eylül 2007,
<http://www.nephrocareasia.com/esrd.htm>.

US Patent No: 5970919 (1999). Air cooling garment for medical personnel. 26 Ekim.

Ünal, A., Hoffman, G., Cherif, C. (2006). Development of weft knitted spacer fabrics for composite materials. *Melliand International*, 2, 127-129.

Xu, X., Hexamer, M., Werner, J. (1999). Multi-loop control of liquid cooling garment systems. *Ergonomics*, 49, 282-298.

Vehicle and environment testing (2003), 5 Ocak 2006, www.mtnw-usa.com/thermalsystems/vehicle.html

What is ribbond?, (b.t.). 12 Ağustos 2007, <http://www.ribbon.com/indexribbon.htm/>

Williams, D.F. (2003). Biomaterials and tissue engineering in reconstructive surgery. *Sādhanā*, 28, 563-574.

Wyon, D. (1989). Use of thermal manikins in environmental ergonomics. *Scand J Work Environ Health*, 15, 89-94.

Yavuz, İ. (2007). *Ektodermal Displazi Nedir?*. 18 Ağustos 2007,
www.ektodermaldisplazi.com

Yıldız, N. (2003). Nerve implants. *International Conference and Exhibition on Healthcare and Medical Textiles (Medtex 2003)*, 8-9 Temmuz, Bolton, UK

EKLER
DENEYSEL ÇALIŞMALARDAN ELDE EDİLEN SICAKLIK
FARKI VERİLERİ

Tablo Ek 1 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
0	0,2	0,6	0,6	-0,2	0,2	0,2	-0,1	0,1	0,3
1	0,9	1,5	1,5	0,5	0,7	0,8	0,5	1,1	0,7
2	2,0	2,8	2,8	2,1	2,1	2,4	2,4	2,7	2,8
3	2,8	3,6	3,7	3,0	3,4	3,6	3,2	3,7	4,0
4	3,3	4,0	4,2	3,4	4,0	4,3	3,4	4,0	4,5
5	3,4	4,1	4,4	3,6	4,2	4,6	3,5	4,1	4,6
6	3,5	4,1	4,6	3,6	4,3	4,6	3,5	4,2	4,8
7	3,5	4,2	4,7	3,6	4,3	4,6	3,6	4,2	4,8
8	3,6	4,3	4,7	3,7	4,3	4,7	3,6	4,2	4,8
9	3,6	4,3	4,7	3,8	4,5	4,7	3,6	4,3	4,9
10	3,6	4,3	4,7	3,8	4,5	4,8	3,7	4,4	4,9
11	3,7	4,4	4,8	3,9	4,5	4,8	3,8	4,5	5,0
12	3,8	4,5	4,8	4,0	4,6	4,9	3,8	4,5	5,1
13	3,8	4,5	4,8	4,0	4,6	4,9	3,8	4,6	5,1
14	3,8	4,5	4,8	4,1	4,7	5,0	3,9	4,6	5,1
15	3,8	4,5	4,8	4,2	4,8	5,0	4,0	4,7	5,2
16	3,9	4,6	4,9	4,2	4,8	5,1	4,0	4,7	5,2
17	3,9	4,6	4,9	4,1	4,8	5,1	4,0	4,7	5,2
18	3,8	4,5	5,0	4,1	4,9	5,1	4,0	4,7	5,2
19	3,8	4,5	4,9	4,1	4,9	5,1	4,0	4,7	5,2
20	3,8	4,5	4,9	4,0	4,8	5,2	4,0	4,7	5,3
21	3,8	4,5	5,0	4,0	4,7	5,2	3,9	4,6	5,3
22	3,7	4,4	4,9	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,3
23	3,7	4,4	5,0	4,0	4,7	5,2	3,9	4,6	5,3
24	3,8	4,4	5,0	4,0	4,7	5,2	3,9	4,5	5,3
25	3,8	4,5	5,0	4,1	4,7	5,2	3,9	4,6	5,3
26	3,8	4,4	4,9	4,1	4,8	5,2	4,0	4,6	5,3
27	3,9	4,5	4,9	4,2	4,9	5,2	4,1	4,7	5,3
28	3,9	4,5	4,9	4,2	4,8	5,2	4,1	4,7	5,3
29	3,9	4,5	4,9	4,1	4,9	5,2	4,1	4,7	5,2
30	3,9	4,5	4,9	4,1	4,9	5,2	4,1	4,7	5,2
31	3,8	4,5	4,9	4,0	4,9	5,1	4,1	4,7	5,2
32	3,8	4,5	4,9	4,0	4,8	5,2	4,0	4,7	5,2
33	3,8	4,4	4,8	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,2
34	3,7	4,4	4,8	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,2
35	3,7	4,4	4,8	4,0	4,6	5,2	4,0	4,6	5,3
36	3,8	4,4	4,8	4,1	4,6	5,2	3,9	4,5	5,2
37	3,8	4,4	4,8	4,1	4,6	5,2	3,9	4,6	5,3
38	3,8	4,4	4,8	4,2	4,7	5,2	4,1	4,6	5,3
39	3,9	4,5	4,8	4,2	4,8	5,2	4,2	4,7	5,4
40	3,9	4,5	4,9	4,2	4,8	5,2	4,1	4,6	5,3
41	3,9	4,5	4,9	4,1	4,8	5,2	4,1	4,7	5,2

Tablo Ek 1 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı)

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
42	4,0	4,5	4,9	4,1	4,8	5,2	4,1	4,7	5,3
43	3,9	4,5	4,9	4,1	4,9	5,2	4,1	4,7	5,2
44	3,9	4,5	4,9	4,0	4,8	5,1	3,9	4,6	5,1
45	3,8	4,4	4,9	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,0
46	3,8	4,4	4,8	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,1
47	3,7	4,3	4,8	4,1	4,7	5,2	3,9	4,5	5,1
48	3,8	4,4	4,9	4,1	4,6	5,2	3,9	4,6	5,1
49	3,8	4,4	4,9	4,1	4,6	5,2	3,9	4,6	5,2
50	3,8	4,4	5,0	4,2	4,7	5,2	4,0	4,6	5,2
51	3,9	4,4	5,0	4,2	4,8	5,2	4,1	4,7	5,3
52	3,9	4,5	5,0	4,2	4,8	5,2	4,1	4,6	5,2
53	3,9	4,5	5,0	4,2	4,8	5,2	4,1	4,7	5,2
54	3,9	4,5	5,0	4,1	4,8	5,2	4,1	4,7	5,3
55	3,9	4,5	5,0	4,1	4,8	5,2	4,0	4,7	5,2
56	3,8	4,4	4,9	4,0	4,8	5,2	3,9	4,6	5,2
57	3,8	4,4	4,9	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,2
58	3,8	4,3	4,8	4,0	4,7	5,1	3,9	4,6	5,2
59	3,8	4,3	4,8	3,9	4,6	5,1	3,9	4,5	5,1
60	3,7	4,3	4,8	3,9	4,5	5,1	3,9	4,5	5,0
Ortalama	3,6	4,3	4,7	3,8	4,5	4,9	3,8	4,4	4,9

Tablo Ek 2 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,0	-0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,8	0,4	0,4	0,8	0,7
1	0,4	0,6	1,4	1,3	0,8	1,2	2,2	1,9	0,8	1,0	2,1	1,9
2	0,9	1,6	2,8	2,6	1,4	2,4	3,7	3,6	1,5	2,4	3,7	3,5
3	1,3	2,5	3,7	3,6	1,8	3,3	4,6	4,6	2,0	3,4	4,7	4,7
4	1,7	3,0	4,2	4,3	2,2	3,8	5,0	5,1	2,3	4,0	5,1	5,3
5	1,7	3,2	4,3	4,5	2,2	3,9	5,1	5,2	2,5	4,3	5,3	5,6
6	1,7	3,3	4,3	4,5	2,2	4,0	5,0	5,2	2,6	4,4	5,4	5,7
7	1,8	3,3	4,4	4,5	2,2	4,0	5,1	5,2	2,6	4,5	5,5	5,8
8	1,9	3,4	4,5	4,6	2,3	4,1	5,2	5,4	2,7	4,6	5,6	5,9
9	1,8	3,4	4,4	4,6	2,3	4,2	5,2	5,4	2,7	4,6	5,6	5,9
10	1,8	3,4	4,5	4,7	2,3	4,2	5,2	5,4	2,7	4,6	5,6	5,9
11	1,8	3,5	4,5	4,7	2,4	4,3	5,3	5,5	2,7	4,7	5,6	5,9
12	2,0	3,6	4,6	4,8	2,5	4,3	5,3	5,6	2,8	4,8	5,7	6,0
13	2,0	3,7	4,6	4,8	2,4	4,4	5,4	5,6	2,8	4,8	5,7	5,9
14	2,0	3,7	4,6	4,8	2,4	4,4	5,4	5,6	2,8	4,8	5,7	6,0
15	2,0	3,7	4,6	4,8	2,4	4,4	5,3	5,6	2,8	4,8	5,7	6,0
16	2,1	3,8	4,7	4,9	2,6	4,5	5,4	5,6	2,8	4,8	5,8	6,0
17	2,1	3,8	4,6	4,8	2,5	4,5	5,4	5,7	2,8	4,9	5,8	6,1
18	2,1	3,7	4,6	4,8	2,5	4,5	5,4	5,6	2,9	4,9	5,8	6,1
19	2,0	3,7	4,6	4,7	2,5	4,5	5,3	5,6	2,8	4,9	5,8	6,1
20	2,1	3,8	4,6	4,7	2,5	4,5	5,4	5,6	2,8	4,9	5,8	6,0
21	2,0	3,7	4,6	4,8	2,5	4,5	5,3	5,6	2,8	4,9	5,8	6,2
22	1,9	3,7	4,4	4,6	2,4	4,4	5,2	5,5	2,8	4,9	5,7	6,1
23	2,0	3,7	4,5	4,6	2,5	4,4	5,2	5,4	2,9	5,0	5,8	6,1
24	2,0	3,7	4,5	4,7	2,5	4,4	5,3	5,5	2,9	5,0	5,9	6,1
25	2,1	3,8	4,6	4,8	2,6	4,5	5,3	5,6	2,9	5,0	5,9	6,1
26	2,0	3,8	4,6	4,8	2,5	4,4	5,2	5,5	2,8	4,9	5,8	6,1
27	2,1	3,8	4,7	4,8	2,5	4,4	5,3	5,5	2,8	4,9	5,8	6,0
28	2,1	3,9	4,7	4,9	2,6	4,5	5,3	5,6	2,8	4,9	5,8	6,0
29	2,1	3,9	4,7	4,9	2,5	4,5	5,3	5,6	2,8	4,9	5,8	6,0
30	2,0	3,9	4,6	4,9	2,5	4,6	5,3	5,6	2,8	4,9	5,8	6,0
31	2,0	3,8	4,6	4,8	2,5	4,5	5,2	5,6	2,8	4,9	5,8	6,0
32	2,1	3,8	4,6	4,7	2,5	4,5	5,3	5,5	2,8	4,9	5,8	5,9
33	2,0	3,7	4,5	4,6	2,5	4,5	5,2	5,5	2,7	4,8	5,7	6,0
34	2,0	3,7	4,4	4,5	2,5	4,4	5,1	5,4	2,7	4,8	5,7	5,9
35	2,0	3,7	4,4	4,6	2,5	4,4	5,1	5,4	2,7	4,7	5,7	5,9
36	2,1	3,7	4,5	4,6	2,5	4,4	5,2	5,4	2,8	4,8	5,7	5,9
37	2,1	3,8	4,6	4,7	2,4	4,4	5,2	5,4	2,7	4,8	5,7	5,8
38	2,1	3,8	4,5	4,7	2,4	4,4	5,1	5,5	2,7	4,7	5,7	5,8
39	2,1	3,9	4,6	4,8	2,5	4,5	5,2	5,5	2,7	4,8	5,7	5,9
40	2,2	3,9	4,6	4,8	2,6	4,6	5,3	5,5	2,8	4,9	5,8	6,0
41	2,2	4,0	4,6	4,8	2,6	4,6	5,3	5,5	2,9	4,9	5,8	6,0

Tablo Ek 2 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
42	2,2	4,0	4,6	4,8	2,6	4,6	5,1	5,4	2,9	5,0	5,8	6,0
43	2,2	3,9	4,6	4,7	2,6	4,5	5,1	5,4	2,8	4,9	5,8	6,0
44	2,2	3,9	4,5	4,7	2,6	4,5	5,2	5,4	2,8	4,9	5,8	6,0
45	2,2	3,9	4,5	4,6	2,6	4,5	5,1	5,4	2,9	4,9	5,7	6,0
46	2,1	3,8	4,4	4,5	2,6	4,4	5,0	5,3	2,8	4,9	5,6	5,9
47	2,1	3,8	4,3	4,5	2,5	4,4	5,0	5,3	2,8	4,8	5,7	5,8
48	2,2	3,8	4,4	4,6	2,6	4,4	5,1	5,4	2,9	4,9	5,7	5,9
49	2,2	3,8	4,4	4,6	2,6	4,4	5,1	5,4	2,9	4,9	5,8	6,0
50	2,2	3,9	4,4	4,6	2,6	4,5	5,1	5,4	2,9	5,0	5,8	6,0
51	2,2	3,9	4,6	4,7	2,6	4,5	5,1	5,4	2,8	5,0	5,8	6,0
52	2,3	4,0	4,6	4,7	2,6	4,5	5,2	5,4	2,9	5,0	5,9	6,0
53	2,2	4,0	4,6	4,7	2,6	4,5	5,2	5,5	2,9	5,0	5,8	6,0
54	2,2	3,9	4,5	4,7	2,6	4,5	5,1	5,4	2,9	5,0	5,8	6,1
55	2,2	3,9	4,5	4,7	2,7	4,6	5,1	5,4	2,9	5,0	5,8	6,0
56	2,2	3,9	4,4	4,6	2,6	4,5	5,0	5,3	2,9	4,9	5,7	5,9
57	2,2	3,8	4,3	4,5	2,6	4,4	5,1	5,3	2,9	4,9	5,7	5,9
58	2,2	3,8	4,4	4,5	2,6	4,4	4,9	5,2	2,9	4,9	5,6	5,8
59	2,2	3,8	4,4	4,6	2,6	4,3	4,9	5,2	2,8	4,8	5,6	5,8
60	2,2	3,8	4,3	4,5	2,6	4,3	4,9	5,2	2,8	4,8	5,5	5,8
Ortalama	2,0	3,6	4,3	4,5	2,4	4,2	5,0	5,3	2,7	4,6	5,5	5,7

Tablo Ek 3 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	-0,2	-0,4	0,1	-0,1	0,3	-0,1	0,4	0,4	0,2	-0,1	0,3	0,3
1	0,1	0,0	1,0	0,8	0,5	0,4	1,0	1,0	0,5	0,5	1,1	1,2
2	1,0	1,6	2,9	2,9	1,3	1,8	2,7	2,7	1,4	2,0	3,0	3,1
3	1,6	2,7	3,9	4,0	2,0	3,2	4,2	4,3	2,1	3,3	4,5	4,6
4	1,8	3,2	4,2	4,4	2,2	3,8	4,7	5,1	2,4	4,1	5,2	5,5
5	1,9	3,4	4,4	4,7	2,4	4,1	5,0	5,4	2,5	4,4	5,4	5,9
6	1,9	3,5	4,4	4,6	2,5	4,2	5,0	5,4	2,6	4,5	5,5	6,0
7	1,9	3,5	4,4	4,6	2,4	4,2	5,0	5,4	2,6	4,6	5,4	5,9
8	2,0	3,5	4,4	4,6	2,5	4,3	5,1	5,5	2,7	4,7	5,4	5,9
9	2,1	3,7	4,5	4,8	2,5	4,4	5,2	5,6	2,7	4,7	5,5	6,0
10	2,1	3,7	4,6	4,8	2,6	4,5	5,2	5,7	2,7	4,8	5,6	6,0
11	2,1	3,8	4,6	4,8	2,5	4,5	5,3	5,6	2,8	4,9	5,6	6,0
12	2,2	3,9	4,7	5,0	2,6	4,6	5,3	5,7	2,8	4,9	5,7	6,1
13	2,3	4,0	4,8	5,0	2,6	4,6	5,4	5,8	2,8	5,0	5,8	6,2
14	2,3	4,1	4,9	5,1	2,6	4,7	5,5	5,9	2,8	5,0	5,8	6,2
15	2,3	4,1	4,9	5,2	2,7	4,8	5,5	5,9	2,8	5,0	5,8	6,3
16	2,4	4,2	4,9	5,2	2,8	4,9	5,6	6,0	2,9	5,1	5,9	6,3
17	2,3	4,1	4,9	5,2	2,7	4,9	5,6	6,0	2,8	5,1	5,9	6,3
18	2,3	4,1	4,8	5,2	2,8	4,9	5,6	6,0	2,9	5,1	5,8	6,4
19	2,3	4,1	4,8	5,1	2,8	4,9	5,6	6,0	2,9	5,2	5,9	6,4
20	2,3	4,0	4,7	5,0	2,8	4,9	5,5	5,9	3,0	5,2	6,0	6,4
21	2,2	4,0	4,7	5,0	2,7	4,8	5,4	5,8	3,0	5,2	6,0	6,4
22	2,2	4,0	4,6	4,9	2,7	4,8	5,3	5,8	2,9	5,2	5,9	6,4
23	2,3	4,0	4,7	5,0	2,7	4,8	5,4	5,8	3,0	5,3	6,0	6,5
24	2,3	4,1	4,7	5,0	2,7	4,8	5,3	5,7	3,0	5,4	6,0	6,4
25	2,3	4,1	4,7	5,0	2,7	4,9	5,4	5,8	3,0	5,4	6,0	6,4
26	2,3	4,2	4,9	5,1	2,7	4,9	5,5	6,0	3,0	5,4	5,9	6,4
27	2,4	4,2	4,9	5,2	2,8	5,0	5,5	6,0	3,0	5,3	6,0	6,5
28	2,3	4,2	4,9	5,1	2,8	4,9	5,5	5,9	3,0	5,3	5,9	6,4
29	2,3	4,2	4,8	5,1	2,8	5,0	5,6	6,0	3,0	5,3	5,9	6,4
30	2,2	4,1	4,8	5,1	2,8	5,0	5,6	6,0	3,0	5,3	5,9	6,4
31	2,2	4,1	4,7	5,0	2,8	5,0	5,5	5,9	2,9	5,3	5,8	6,4
32	2,2	4,0	4,6	4,9	2,8	5,0	5,4	5,8	3,0	5,3	5,9	6,3
33	2,2	4,0	4,7	4,9	2,8	4,9	5,4	5,8	3,0	5,3	5,9	6,3
34	2,2	4,1	4,7	4,9	2,7	4,9	5,3	5,7	2,9	5,3	5,9	6,4
35	2,2	4,1	4,7	5,0	2,7	4,8	5,2	5,7	3,0	5,3	5,9	6,3
36	2,3	4,2	4,8	5,0	2,7	4,8	5,2	5,6	3,0	5,4	5,9	6,4
37	2,2	4,2	4,8	5,1	2,7	4,8	5,3	5,7	3,0	5,4	5,9	6,3
38	2,3	4,2	4,9	5,2	2,8	4,9	5,4	5,8	3,0	5,4	5,9	6,4
39	2,4	4,3	4,9	5,2	2,8	4,9	5,4	5,9	3,0	5,4	5,9	6,5

Tablo Ek 3 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
40	2,3	4,3	4,9	5,2	2,8	5,0	5,5	5,9	3,0	5,4	6,0	6,4
41	2,3	4,2	4,8	5,1	2,8	5,0	5,5	5,9	3,0	5,4	5,9	6,4
42	2,3	4,2	4,8	5,0	2,8	5,0	5,5	5,9	3,0	5,4	5,9	6,3
43	2,3	4,1	4,7	5,0	2,8	5,0	5,5	5,9	3,0	5,4	5,8	6,4
44	2,3	4,1	4,6	4,9	2,8	5,0	5,4	5,8	3,0	5,3	5,8	6,3
45	2,3	4,0	4,6	4,8	2,8	4,9	5,3	5,7	3,0	5,3	5,8	6,2
46	2,2	4,0	4,7	4,9	2,7	4,9	5,3	5,7	2,9	5,3	5,9	6,3
47	2,3	4,1	4,7	4,9	2,8	4,8	5,3	5,6	3,0	5,4	5,9	6,3
48	2,3	4,2	4,7	4,9	2,7	4,8	5,2	5,6	3,0	5,4	5,8	6,3
49	2,3	4,2	4,8	5,0	2,7	4,8	5,2	5,6	3,0	5,4	5,8	6,2
50	2,3	4,2	4,9	5,0	2,7	4,9	5,3	5,7	3,0	5,4	5,9	6,3
51	2,4	4,3	4,9	5,1	2,8	5,0	5,4	5,8	3,0	5,4	5,9	6,3
52	2,3	4,3	4,9	5,2	2,8	5,0	5,4	5,8	3,0	5,4	5,9	6,4
53	2,4	4,2	4,8	5,1	2,8	5,0	5,4	5,8	3,1	5,4	5,9	6,3
54	2,3	4,2	4,8	5,1	2,8	5,0	5,5	5,9	3,0	5,4	5,9	6,3
55	2,3	4,2	4,8	5,0	2,8	5,1	5,5	5,9	3,0	5,4	5,9	6,4
56	2,3	4,1	4,7	4,9	2,8	5,0	5,3	5,8	3,0	5,4	5,8	6,3
57	2,3	4,1	4,7	4,8	2,8	4,9	5,3	5,7	3,0	5,4	5,8	6,2
58	2,2	4,0	4,6	4,8	2,7	4,8	5,3	5,6	2,9	5,3	5,8	6,2
59	2,2	4,0	4,6	4,8	2,7	4,8	5,2	5,5	2,9	5,3	5,8	6,2
60	2,1	4,0	4,6	4,8	2,6	4,7	5,2	5,5	3,0	5,4	5,8	6,2
Ortalama	2,1	3,8	4,5	4,8	2,6	4,6	5,1	5,5	2,8	4,9	5,6	6,0

Tablo Ek 4 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,6	0,7
1	0,3	0,1	0,9	0,8	0,9	0,7	1,5	1,5	0,4	0,2	1,1	0,9
2	1,3	2,1	3,2	3,2	1,7	2,3	3,4	3,5	1,7	2,2	3,8	3,7
3	1,7	3,0	4,0	4,1	2,2	3,4	4,5	4,7	2,3	3,5	5,1	5,1
4	1,9	3,3	4,1	4,3	2,3	3,8	4,7	5,1	2,6	4,0	5,5	5,7
5	1,9	3,4	4,1	4,4	2,5	3,9	4,9	5,2	2,7	4,2	5,7	5,9
6	2,0	3,5	4,2	4,5	2,6	4,0	4,9	5,3	2,8	4,4	5,8	6,0
7	2,0	3,5	4,2	4,6	2,6	4,1	4,9	5,3	2,8	4,4	5,8	6,1
8	2,0	3,6	4,3	4,6	2,5	4,1	5,0	5,4	2,8	4,5	5,8	6,2
9	2,0	3,6	4,3	4,6	2,6	4,2	5,1	5,5	2,9	4,5	5,9	6,2
10	2,1	3,7	4,3	4,7	2,7	4,3	5,1	5,5	2,9	4,6	5,9	6,2
11	2,2	3,8	4,5	4,7	2,8	4,4	5,2	5,5	3,0	4,7	6,0	6,3
12	2,2	3,8	4,5	4,7	2,7	4,4	5,2	5,6	3,0	4,8	6,1	6,3
13	2,2	3,8	4,5	4,8	2,8	4,4	5,3	5,7	3,1	4,8	6,1	6,4
14	2,2	3,8	4,5	4,9	2,9	4,6	5,3	5,7	3,0	4,8	6,1	6,4
15	2,3	4,0	4,7	5,0	2,9	4,6	5,4	5,8	3,1	4,9	6,2	6,4
16	2,3	4,0	4,7	4,9	2,9	4,6	5,4	5,8	3,2	5,0	6,2	6,4
17	2,2	4,0	4,6	5,0	2,8	4,6	5,4	5,9	3,1	5,0	6,2	6,4
18	2,3	4,0	4,6	5,0	2,9	4,7	5,4	5,8	3,1	5,0	6,2	6,5
19	2,4	4,1	4,7	5,0	2,9	4,7	5,4	5,8	3,1	5,0	6,2	6,5
20	2,3	4,0	4,6	4,9	2,8	4,7	5,4	5,8	3,1	5,1	6,3	6,5
21	2,2	3,9	4,5	4,9	2,8	4,6	5,3	5,7	3,2	5,1	6,3	6,5
22	2,3	4,0	4,5	4,8	2,8	4,6	5,2	5,7	3,2	5,1	6,2	6,5
23	2,3	4,0	4,4	4,7	2,8	4,6	5,2	5,6	3,2	5,2	6,3	6,6
24	2,3	4,0	4,4	4,8	2,7	4,6	5,2	5,6	3,2	5,2	6,3	6,6
25	2,2	3,9	4,4	4,8	2,7	4,6	5,2	5,6	3,2	5,2	6,3	6,6
26	2,3	4,1	4,5	4,9	2,8	4,7	5,3	5,7	3,2	5,2	6,2	6,5
27	2,4	4,2	4,6	4,9	2,9	4,8	5,4	5,7	3,2	5,2	6,2	6,5
28	2,4	4,3	4,7	5,0	2,9	4,8	5,4	5,7	3,2	5,2	6,2	6,4
29	2,3	4,3	4,6	4,9	2,8	4,8	5,4	5,8	3,1	5,1	6,1	6,3
30	2,4	4,3	4,6	5,0	2,9	4,8	5,4	5,8	3,1	5,1	6,1	6,3
31	2,4	4,3	4,6	4,9	2,9	4,8	5,4	5,8	3,1	5,1	6,0	6,3
32	2,4	4,2	4,5	4,9	2,9	4,8	5,3	5,7	3,1	5,1	6,1	6,3
33	2,3	4,1	4,4	4,8	2,8	4,7	5,2	5,7	3,1	5,1	6,1	6,3
34	2,3	4,1	4,4	4,8	2,8	4,7	5,2	5,7	3,2	5,1	6,1	6,3
35	2,3	4,1	4,5	4,8	2,8	4,7	5,2	5,7	3,2	5,2	6,2	6,4
36	2,2	4,0	4,4	4,7	2,7	4,6	5,1	5,6	3,1	5,2	6,2	6,3
37	2,2	4,1	4,4	4,8	2,7	4,6	5,2	5,6	3,2	5,2	6,2	6,4
38	2,4	4,2	4,6	5,0	2,8	4,7	5,2	5,7	3,2	5,3	6,2	6,4
39	2,5	4,3	4,7	5,0	2,8	4,7	5,3	5,7	3,2	5,3	6,3	6,5

Tablo Ek 4 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
40	2,4	4,3	4,6	4,9	2,8	4,7	5,3	5,6	3,2	5,2	6,2	6,4
41	2,3	4,3	4,6	5,0	2,8	4,7	5,3	5,8	3,1	5,2	6,1	6,4
42	2,4	4,3	4,6	5,0	2,8	4,8	5,3	5,8	3,2	5,2	6,1	6,4
43	2,4	4,3	4,6	4,9	2,8	4,8	5,3	5,8	3,2	5,2	6,1	6,2
44	2,3	4,1	4,4	4,7	2,8	4,7	5,3	5,7	3,0	5,0	6,0	6,2
45	2,3	4,1	4,3	4,7	2,8	4,7	5,2	5,7	3,0	5,0	5,9	6,2
46	2,3	4,1	4,4	4,7	2,8	4,7	5,1	5,6	3,1	5,1	6,0	6,2
47	2,3	4,0	4,4	4,7	2,8	4,6	5,1	5,6	3,1	5,1	6,0	6,2
48	2,3	4,0	4,4	4,7	2,7	4,6	5,2	5,6	3,1	5,1	6,0	6,2
49	2,3	4,1	4,4	4,8	2,8	4,7	5,2	5,6	3,1	5,1	6,1	6,3
50	2,4	4,2	4,6	4,9	2,8	4,7	5,3	5,6	3,2	5,2	6,1	6,3
51	2,4	4,3	4,7	5,0	2,8	4,8	5,3	5,6	3,2	5,2	6,2	6,3
52	2,4	4,3	4,6	4,9	2,8	4,7	5,2	5,7	3,1	5,2	6,1	6,3
53	2,4	4,3	4,6	5,0	2,8	4,8	5,4	5,8	3,1	5,2	6,1	6,3
54	2,4	4,3	4,6	4,9	2,9	4,8	5,3	5,8	3,2	5,3	6,1	6,3
55	2,3	4,2	4,5	4,9	2,8	4,7	5,3	5,8	3,2	5,2	6,1	6,3
56	2,2	4,1	4,4	4,7	2,8	4,7	5,2	5,7	3,2	5,2	6,1	6,2
57	2,3	4,1	4,4	4,7	2,8	4,7	5,2	5,6	3,2	5,2	6,0	6,2
58	2,3	4,1	4,4	4,7	2,7	4,7	5,1	5,6	3,1	5,1	6,0	6,2
59	2,3	4,0	4,4	4,6	2,7	4,6	5,1	5,5	3,1	5,1	6,0	6,1
60	2,3	4,0	4,4	4,6	2,7	4,6	5,1	5,5	3,0	5,1	5,9	6,0
Ortalama	2,2	3,8	4,3	4,6	2,7	4,4	5,0	5,4	3,0	4,8	5,9	6,1

Tablo Ek 5 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,3	-0,2	0,1	0,6	0,8	0,2	0,5	0,6	0,7	0,1	0,5
1	0,9	1,0	0,2	1,2	1,5	1,7	0,8	1,9	1,5	1,7	0,6	1,8
2	2,0	1,9	1,3	2,9	2,7	2,7	2,3	3,6	2,8	2,8	2,0	3,7
3	2,8	2,5	2,6	4,0	3,5	3,4	3,5	4,7	3,7	3,5	3,4	4,9
4	3,3	2,9	3,4	4,6	3,9	3,8	4,1	5,2	4,2	3,9	4,2	5,5
5	3,4	3,1	3,6	4,8	4,0	3,9	4,3	5,4	4,4	4,1	4,5	5,7
6	3,4	3,1	3,8	4,8	4,0	3,9	4,3	5,4	4,5	4,2	4,7	5,9
7	3,5	3,1	3,8	4,8	4,0	3,9	4,4	5,4	4,6	4,3	4,8	6,0
8	3,6	3,2	3,9	4,8	4,2	4,0	4,5	5,5	4,7	4,4	5,0	6,1
9	3,5	3,2	3,9	4,8	4,2	4,1	4,5	5,5	4,6	4,4	4,9	6,0
10	3,6	3,2	3,9	4,9	4,2	4,1	4,5	5,6	4,6	4,4	4,9	6,1
11	3,6	3,3	4,0	4,9	4,2	4,1	4,7	5,7	4,7	4,4	5,0	6,1
12	3,7	3,4	4,1	5,0	4,3	4,2	4,7	5,7	4,7	4,5	5,0	6,2
13	3,7	3,5	4,1	5,0	4,3	4,2	4,8	5,7	4,7	4,6	5,1	6,1
14	3,7	3,4	4,1	5,1	4,3	4,2	4,7	5,8	4,7	4,5	5,0	6,2
15	3,7	3,4	4,1	5,1	4,3	4,2	4,7	5,8	4,7	4,5	5,0	6,2
16	3,8	3,5	4,1	5,2	4,5	4,3	4,8	5,8	4,8	4,6	5,1	6,2
17	3,8	3,5	4,1	5,2	4,4	4,3	4,9	5,9	4,8	4,6	5,2	6,3
18	3,7	3,5	4,1	5,1	4,4	4,3	4,8	5,8	4,8	4,7	5,2	6,3
19	3,7	3,4	4,1	5,1	4,3	4,3	4,8	5,9	4,8	4,6	5,2	6,4
20	3,7	3,5	4,1	5,1	4,4	4,2	4,8	5,8	4,8	4,6	5,2	6,3
21	3,7	3,4	4,2	5,0	4,3	4,2	4,8	5,8	4,8	4,6	5,2	6,3
22	3,6	3,4	4,0	4,9	4,3	4,1	4,7	5,7	4,8	4,6	5,2	6,3
23	3,6	3,4	4,0	4,9	4,3	4,1	4,7	5,7	4,9	4,7	5,2	6,3
24	3,7	3,4	4,0	5,0	4,3	4,1	4,7	5,7	4,9	4,7	5,3	6,4
25	3,8	3,5	4,1	5,1	4,4	4,2	4,8	5,8	4,9	4,7	5,3	6,4
26	3,7	3,5	4,1	5,1	4,3	4,1	4,7	5,7	4,8	4,6	5,2	6,3
27	3,8	3,5	4,2	5,1	4,3	4,1	4,8	5,7	4,8	4,7	5,2	6,3
28	3,9	3,6	4,2	5,2	4,4	4,2	4,8	5,8	4,8	4,6	5,1	6,3
29	3,8	3,6	4,3	5,3	4,4	4,2	4,9	5,9	4,8	4,6	5,2	6,3
30	3,8	3,5	4,2	5,2	4,4	4,2	4,9	5,9	4,7	4,6	5,2	6,3
31	3,7	3,5	4,1	5,1	4,4	4,2	4,8	5,8	4,7	4,6	5,1	6,3
32	3,7	3,5	4,1	5,1	4,4	4,2	4,8	5,8	4,7	4,6	5,1	6,3
33	3,6	3,4	4,2	5,0	4,3	4,1	4,9	5,7	4,6	4,5	5,1	6,2
34	3,6	3,4	4,0	4,9	4,2	4,1	4,7	5,7	4,6	4,5	5,1	6,2
35	3,6	3,4	4,0	4,9	4,2	4,0	4,6	5,7	4,6	4,5	5,1	6,2
36	3,7	3,4	4,1	5,0	4,3	4,1	4,7	5,7	4,7	4,5	5,0	6,2
37	3,7	3,5	4,2	5,1	4,2	4,1	4,7	5,7	4,6	4,5	5,0	6,2
38	3,7	3,5	4,1	5,1	4,2	4,0	4,7	5,7	4,6	4,4	5,1	6,2
39	3,8	3,6	4,2	5,2	4,3	4,1	4,8	5,8	4,7	4,5	5,2	6,3
40	3,8	3,6	4,2	5,2	4,4	4,2	4,9	5,9	4,8	4,6	5,2	6,3
41	3,8	3,6	4,3	5,2	4,4	4,2	4,9	5,9	4,8	4,6	5,3	6,3
42	3,8	3,6	4,3	5,2	4,3	4,2	4,8	5,8	4,8	4,6	5,3	6,3

Tablo Ek 5 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
43	3,8	3,6	4,3	5,1	4,3	4,1	4,8	5,8	4,7	4,6	5,3	6,3
44	3,8	3,5	4,1	5,1	4,3	4,1	4,8	5,7	4,7	4,6	5,2	6,3
45	3,7	3,5	4,1	5,0	4,3	4,1	4,7	5,7	4,8	4,6	5,2	6,3
46	3,6	3,5	4,1	5,0	4,2	4,1	4,7	5,6	4,7	4,6	5,2	6,2
47	3,6	3,4	4,0	4,9	4,2	4,0	4,7	5,6	4,7	4,5	5,1	6,2
48	3,7	3,5	4,0	4,9	4,3	4,1	4,7	5,6	4,7	4,6	5,1	6,3
49	3,7	3,5	4,0	5,0	4,3	4,1	4,6	5,7	4,8	4,6	5,2	6,4
50	3,7	3,5	4,1	5,1	4,3	4,1	4,7	5,7	4,8	4,7	5,3	6,4
51	3,8	3,6	4,2	5,1	4,3	4,1	4,8	5,7	4,8	4,6	5,3	6,4
52	3,8	3,6	4,1	5,2	4,4	4,1	4,8	5,8	4,8	4,7	5,3	6,4
53	3,8	3,6	4,2	5,2	4,4	4,2	4,8	5,8	4,8	4,7	5,4	6,4
54	3,8	3,6	4,2	5,1	4,3	4,1	4,8	5,8	4,8	4,6	5,4	6,4
55	3,8	3,6	4,2	5,1	4,3	4,1	4,8	5,7	4,8	4,7	5,4	6,3
56	3,7	3,5	4,1	5,0	4,3	4,1	4,7	5,6	4,8	4,6	5,2	6,2
57	3,7	3,5	4,0	5,0	4,3	4,1	4,7	5,7	4,7	4,6	5,2	6,2
58	3,7	3,5	4,1	4,9	4,2	4,0	4,6	5,5	4,7	4,6	5,2	6,2
59	3,7	3,5	4,1	4,9	4,2	4,0	4,6	5,5	4,6	4,5	5,1	6,1
60	3,6	3,4	4,0	4,9	4,2	4,0	4,6	5,5	4,6	4,5	5,1	6,1
Ortalama	3,5	3,3	3,9	4,8	4,1	4,0	4,5	5,5	4,5	4,4	4,9	6,0

Tablo Ek 6 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	-0,2	0,0	-0,2	-0,5	0,3	0,3	0,0	-0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2
1	0,5	0,6	0,3	0,1	0,7	0,9	0,2	0,6	0,8	1,0	0,3	0,6
2	2,1	2,0	2,0	2,0	2,2	2,1	1,5	2,6	2,5	2,3	1,8	2,7
3	3,2	2,8	3,3	3,4	3,6	3,2	3,2	4,0	3,8	3,3	3,3	4,3
4	3,5	3,1	3,9	3,8	4,1	3,7	4,1	4,4	4,5	3,9	4,5	4,9
5	3,7	3,2	4,2	4,1	4,3	3,9	4,5	4,7	4,7	4,2	4,9	5,1
6	3,7	3,3	4,2	4,2	4,4	3,9	4,6	4,8	4,8	4,2	5,0	5,3
7	3,7	3,3	4,1	4,1	4,3	3,9	4,6	4,8	4,7	4,3	5,0	5,3
8	3,7	3,3	4,2	4,2	4,4	4,0	4,8	4,8	4,8	4,3	5,1	5,3
9	3,8	3,4	4,4	4,3	4,5	4,1	4,9	5,0	4,8	4,3	5,2	5,4
10	3,8	3,5	4,4	4,5	4,5	4,2	4,9	5,1	4,8	4,4	5,3	5,4
11	3,9	3,5	4,4	4,5	4,5	4,2	5,0	5,1	4,9	4,5	5,3	5,5
12	4,0	3,6	4,6	4,5	4,6	4,2	5,1	5,1	5,0	4,5	5,4	5,6
13	4,1	3,7	4,6	4,7	4,7	4,3	5,1	5,3	5,0	4,5	5,4	5,6
14	4,1	3,7	4,7	4,7	4,7	4,4	5,1	5,4	5,0	4,6	5,5	5,6
15	4,2	3,8	4,8	4,7	4,8	4,4	5,2	5,3	5,1	4,6	5,5	5,6
16	4,2	3,8	4,8	4,7	4,9	4,5	5,3	5,3	5,1	4,7	5,6	5,7
17	4,2	3,8	4,9	4,7	4,9	4,5	5,4	5,4	5,1	4,7	5,6	5,7
18	4,1	3,7	4,8	4,7	4,9	4,5	5,4	5,5	5,1	4,7	5,6	5,7
19	4,1	3,7	4,8	4,7	4,9	4,5	5,4	5,5	5,2	4,7	5,7	5,8
20	4,1	3,7	4,7	4,6	4,8	4,5	5,3	5,3	5,3	4,8	5,8	5,8
21	4,0	3,6	4,6	4,5	4,7	4,4	5,2	5,3	5,2	4,8	5,7	5,8
22	4,0	3,6	4,6	4,5	4,7	4,3	5,2	5,2	5,2	4,7	5,7	5,8
23	4,1	3,7	4,7	4,7	4,7	4,3	5,2	5,3	5,3	4,8	5,8	5,9
24	4,0	3,7	4,6	4,7	4,7	4,3	5,2	5,2	5,3	4,8	5,8	6,0
25	4,1	3,7	4,6	4,7	4,8	4,4	5,2	5,3	5,3	4,8	5,8	6,0
26	4,1	3,8	4,8	4,8	4,8	4,5	5,3	5,4	5,2	4,8	5,8	5,9
27	4,2	3,8	4,9	4,9	4,9	4,5	5,3	5,5	5,3	4,8	5,8	5,9
28	4,2	3,8	4,9	4,8	4,8	4,5	5,3	5,4	5,2	4,8	5,7	5,9
29	4,1	3,8	4,9	4,8	4,9	4,5	5,4	5,6	5,2	4,8	5,7	5,9
30	4,1	3,7	4,9	4,7	4,9	4,5	5,4	5,6	5,2	4,8	5,7	5,9
31	4,0	3,7	4,7	4,7	4,9	4,5	5,4	5,4	5,2	4,7	5,7	5,8
32	4,0	3,6	4,6	4,6	4,8	4,4	5,3	5,3	5,2	4,8	5,7	5,8
33	4,0	3,7	4,6	4,6	4,8	4,4	5,2	5,4	5,2	4,8	5,7	5,9
34	4,0	3,7	4,7	4,7	4,7	4,4	5,2	5,3	5,2	4,7	5,6	5,8
35	4,0	3,7	4,7	4,6	4,6	4,3	5,2	5,2	5,2	4,8	5,7	5,8
36	4,1	3,8	4,7	4,7	4,6	4,3	5,1	5,2	5,2	4,8	5,8	5,9
37	4,1	3,8	4,8	4,7	4,6	4,3	5,1	5,2	5,2	4,8	5,8	5,8
38	4,2	3,8	4,9	4,9	4,7	4,4	5,3	5,4	5,2	4,8	5,8	5,9

Tablo Ek 6 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
39	4,2	3,8	4,9	4,9	4,8	4,4	5,3	5,4	5,3	4,8	5,9	5,9
40	4,2	3,8	4,9	4,8	4,8	4,4	5,3	5,5	5,3	4,8	5,9	6,0
41	4,1	3,8	4,8	4,7	4,9	4,5	5,3	5,5	5,2	4,9	5,8	6,0
42	4,1	3,7	4,8	4,7	4,8	4,5	5,4	5,5	5,2	4,8	5,8	5,9
43	4,0	3,7	4,8	4,7	4,8	4,5	5,4	5,5	5,2	4,8	5,8	5,9
44	4,0	3,7	4,7	4,6	4,8	4,4	5,3	5,4	5,2	4,8	5,7	5,9
45	3,9	3,7	4,6	4,6	4,7	4,4	5,2	5,3	5,1	4,8	5,7	5,8
46	3,9	3,7	4,7	4,6	4,7	4,4	5,2	5,3	5,2	4,7	5,7	5,9
47	4,0	3,7	4,7	4,8	4,6	4,3	5,2	5,3	5,2	4,8	5,8	5,9
48	4,0	3,8	4,7	4,7	4,6	4,3	5,2	5,2	5,2	4,8	5,8	5,9
49	4,1	3,8	4,7	4,8	4,6	4,3	5,1	5,2	5,2	4,8	5,7	5,9
50	4,1	3,8	4,8	4,9	4,7	4,3	5,2	5,4	5,2	4,8	5,8	5,9
51	4,2	3,9	4,9	4,9	4,8	4,4	5,2	5,4	5,2	4,8	5,8	5,9
52	4,2	3,9	4,9	4,9	4,8	4,4	5,3	5,4	5,2	4,8	5,8	5,9
53	4,1	3,8	4,8	4,8	4,8	4,5	5,3	5,5	5,2	4,8	5,8	5,9
54	4,1	3,8	4,9	4,8	4,8	4,5	5,4	5,6	5,2	4,8	5,8	6,0
55	4,0	3,8	4,8	4,7	4,8	4,5	5,5	5,5	5,2	4,8	5,8	6,0
56	4,0	3,7	4,7	4,6	4,8	4,4	5,3	5,4	5,2	4,8	5,7	5,9
57	4,0	3,7	4,7	4,7	4,7	4,3	5,3	5,4	5,1	4,7	5,7	6,0
58	3,9	3,7	4,6	4,6	4,6	4,3	5,2	5,4	5,1	4,7	5,7	5,9
59	3,9	3,6	4,6	4,6	4,6	4,2	5,1	5,3	5,1	4,7	5,7	5,9
60	3,9	3,6	4,6	4,6	4,5	4,2	5,1	5,2	5,1	4,8	5,7	5,9
Ortalama	3,8	3,5	4,4	4,4	4,5	4,2	4,9	5,1	4,9	4,5	5,3	5,5

Tablo Ek 7 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	0,2	0,1	0,0	-0,2	0,6	0,1	0,2	0,1
1	0,7	0,6	0,1	0,4	1,2	1,0	0,7	1,2	0,9	0,5	0,4	0,4
2	2,6	2,2	2,2	2,8	2,9	2,4	2,5	3,2	3,2	2,5	2,8	2,3
3	3,4	2,9	3,4	3,7	3,9	3,2	3,9	4,3	4,5	3,4	4,3	4,0
4	3,6	3,1	3,8	3,9	4,2	3,5	4,4	4,6	4,9	3,8	4,8	4,6
5	3,6	3,1	3,8	4,0	4,3	3,6	4,6	4,8	5,1	3,9	5,0	4,9
6	3,7	3,1	4,0	4,1	4,4	3,7	4,6	5,0	5,2	4,0	5,2	5,0
7	3,7	3,2	4,0	4,1	4,4	3,7	4,7	4,9	5,2	4,1	5,3	5,0
8	3,7	3,2	4,1	4,1	4,4	3,7	4,8	4,9	5,3	4,2	5,4	5,0
9	3,8	3,2	4,1	4,2	4,5	3,8	4,8	5,1	5,3	4,2	5,4	5,1
10	3,8	3,3	4,2	4,2	4,6	3,8	4,9	5,1	5,3	4,2	5,5	5,2
11	3,9	3,4	4,3	4,4	4,7	3,9	5,1	5,2	5,4	4,3	5,6	5,2
12	3,9	3,4	4,3	4,4	4,7	4,0	5,0	5,2	5,5	4,4	5,6	5,3
13	3,9	3,4	4,3	4,5	4,7	4,0	5,1	5,3	5,5	4,4	5,6	5,3
14	4,0	3,4	4,4	4,5	4,8	4,1	5,2	5,3	5,5	4,4	5,7	5,3
15	4,1	3,6	4,5	4,6	4,8	4,1	5,2	5,3	5,6	4,5	5,8	5,4
16	4,1	3,6	4,4	4,7	4,9	4,1	5,2	5,4	5,6	4,5	5,7	5,5
17	4,1	3,5	4,5	4,6	4,9	4,2	5,3	5,5	5,6	4,5	5,8	5,4
18	4,1	3,6	4,6	4,7	4,9	4,2	5,3	5,4	5,6	4,5	5,8	5,4
19	4,1	3,6	4,6	4,7	4,9	4,2	5,3	5,4	5,6	4,5	5,8	5,5
20	4,1	3,6	4,4	4,6	4,9	4,1	5,3	5,4	5,7	4,6	5,8	5,5
21	4,0	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,7	4,6	5,8	5,5
22	4,0	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,2	5,7	4,6	5,9	5,5
23	3,9	3,5	4,3	4,5	4,7	4,1	5,2	5,2	5,7	4,7	6,0	5,5
24	4,0	3,5	4,3	4,5	4,7	4,1	5,1	5,2	5,7	4,7	5,9	5,5
25	3,9	3,5	4,3	4,5	4,7	4,1	5,1	5,3	5,7	4,7	5,9	5,6
26	4,1	3,6	4,4	4,6	4,7	4,1	5,2	5,4	5,7	4,7	5,9	5,6
27	4,2	3,7	4,5	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,6	4,6	5,9	5,5
28	4,2	3,7	4,5	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,6	4,6	5,8	5,5
29	4,1	3,7	4,6	4,6	4,8	4,2	5,3	5,4	5,5	4,6	5,8	5,4
30	4,2	3,8	4,6	4,6	4,9	4,2	5,3	5,4	5,5	4,6	5,8	5,4
31	4,1	3,8	4,6	4,7	4,9	4,2	5,4	5,4	5,5	4,6	5,7	5,4
32	4,1	3,7	4,5	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,5	4,6	5,7	5,4
33	4,0	3,6	4,3	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,5	4,6	5,7	5,4
34	4,0	3,6	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,6	4,6	5,8	5,4
35	4,0	3,6	4,5	4,7	4,7	4,1	5,2	5,4	5,6	4,7	5,9	5,5
36	3,9	3,5	4,4	4,5	4,6	4,1	5,1	5,3	5,5	4,7	5,9	5,5
37	4,0	3,5	4,3	4,5	4,7	4,0	5,1	5,3	5,6	4,7	5,9	5,5
38	4,1	3,7	4,5	4,8	4,7	4,1	5,2	5,3	5,6	4,7	5,9	5,6
39	4,2	3,8	4,6	4,9	4,8	4,1	5,2	5,4	5,7	4,8	5,9	5,6
40	4,1	3,7	4,6	4,7	4,7	4,1	5,2	5,4	5,6	4,7	5,8	5,6
41	4,1	3,7	4,6	4,7	4,8	4,1	5,3	5,4	5,5	4,6	5,9	5,5

Tablo Ek 7 Rib SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
42	4,1	3,7	4,6	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,6	4,6	5,8	5,6
43	4,1	3,7	4,6	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,5	4,6	5,8	5,5
44	3,9	3,6	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,4	4,5	5,7	5,4
45	3,9	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,3	4,5	5,6	5,3
46	3,9	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,1	5,3	5,4	4,6	5,7	5,4
47	3,9	3,5	4,4	4,6	4,7	4,0	5,1	5,3	5,4	4,6	5,7	5,4
48	3,9	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,1	5,3	5,4	4,6	5,7	5,4
49	4,0	3,6	4,4	4,5	4,7	4,1	5,1	5,4	5,5	4,6	5,8	5,4
50	4,1	3,6	4,6	4,7	4,8	4,1	5,2	5,5	5,5	4,7	5,8	5,5
51	4,1	3,7	4,7	4,8	4,7	4,2	5,3	5,4	5,5	4,7	5,9	5,5
52	4,1	3,7	4,6	4,7	4,7	4,1	5,3	5,4	5,5	4,6	5,8	5,4
53	4,2	3,7	4,6	4,8	4,8	4,2	5,3	5,5	5,5	4,6	5,9	5,5
54	4,1	3,8	4,6	4,7	4,8	4,2	5,3	5,4	5,6	4,7	5,8	5,5
55	4,0	3,6	4,6	4,6	4,8	4,1	5,3	5,4	5,5	4,7	5,8	5,5
56	3,9	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,5	4,6	5,8	5,6
57	3,9	3,5	4,4	4,5	4,7	4,1	5,2	5,3	5,5	4,6	5,8	5,5
58	3,9	3,5	4,5	4,5	4,7	4,0	5,2	5,2	5,5	4,6	5,8	5,5
59	3,9	3,5	4,4	4,5	4,6	4,0	5,1	5,3	5,4	4,6	5,6	5,5
60	3,9	3,5	4,4	4,6	4,6	4,0	5,1	5,3	5,3	4,5	5,6	5,3
Ortalama	3,8	3,4	4,2	4,3	4,5	3,9	4,9	5,1	5,3	4,3	5,5	5,2

Tablo Ek 8 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5	0,6
1	0,5	0,6	0,9	1,3	0,6	1,3	1,1	1,4	1,4
2	1,7	1,6	2,2	2,8	2,2	3,2	2,9	3,4	3,7
3	2,8	3,0	3,6	3,5	3,5	4,2	3,5	4,1	4,5
4	3,3	3,8	4,1	3,7	3,9	4,5	3,7	4,4	4,7
5	3,5	4,1	4,3	3,8	4,1	4,7	3,8	4,5	4,8
6	3,5	4,1	4,3	3,8	4,2	4,8	3,8	4,5	4,8
7	3,7	4,3	4,5	3,9	4,2	4,8	3,9	4,6	4,9
8	3,8	4,3	4,7	3,9	4,3	4,9	4,0	4,6	4,9
9	3,8	4,3	4,7	4,0	4,4	4,9	4,0	4,7	4,9
10	3,9	4,3	4,7	4,1	4,4	5,0	4,0	4,7	4,9
11	3,9	4,4	4,8	4,1	4,5	5,0	4,1	4,7	5,0
12	4,0	4,4	4,8	4,2	4,5	5,0	4,1	4,7	5,0
13	4,0	4,5	4,9	4,2	4,5	5,0	4,2	4,7	5,0
14	4,0	4,5	4,9	4,3	4,6	5,1	4,2	4,7	5,0
15	4,0	4,5	4,9	4,3	4,6	5,1	4,2	4,7	5,0
16	4,0	4,5	4,9	4,3	4,6	5,1	4,2	4,7	5,1
17	4,0	4,6	5,0	4,3	4,7	5,1	4,1	4,8	5,1
18	3,9	4,6	5,0	4,2	4,7	5,2	4,1	4,8	5,1
19	3,9	4,5	5,0	4,2	4,7	5,1	4,0	4,8	5,1
20	4,0	4,6	5,0	4,2	4,7	5,2	4,1	4,9	5,1
21	3,9	4,6	5,1	4,2	4,7	5,2	4,1	4,9	5,2
22	3,9	4,6	5,1	4,2	4,6	5,2	4,1	4,9	5,1
23	4,0	4,6	5,1	4,2	4,6	5,2	4,1	4,9	5,2
24	4,0	4,6	5,1	4,2	4,6	5,2	4,1	4,8	5,2
25	4,0	4,6	5,1	4,2	4,6	5,2	4,2	4,7	5,2
26	4,0	4,6	5,2	4,2	4,6	5,2	4,2	4,7	5,2
27	4,0	4,6	5,1	4,2	4,6	5,3	4,2	4,7	5,2
28	4,0	4,6	5,2	4,2	4,6	5,3	4,2	4,6	5,2
29	4,1	4,6	5,2	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,2
30	4,0	4,6	5,2	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,3
31	4,0	4,5	5,2	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,2
32	4,0	4,5	5,1	4,2	4,6	5,3	4,1	4,7	5,2
33	4,0	4,5	5,1	4,3	4,6	5,3	4,1	4,8	5,3
34	4,0	4,6	5,1	4,3	4,6	5,3	4,2	4,8	5,3
35	4,0	4,6	5,0	4,3	4,7	5,3	4,2	4,9	5,3
36	4,0	4,6	4,9	4,3	4,7	5,3	4,2	4,9	5,3
37	4,0	4,6	5,0	4,3	4,7	5,3	4,2	4,8	5,3
38	4,0	4,7	5,0	4,3	4,8	5,3	4,2	4,8	5,3
39	3,9	4,7	5,1	4,2	4,8	5,2	4,2	4,8	5,3
40	4,0	4,7	5,1	4,2	4,8	5,2	4,2	4,8	5,3
41	4,0	4,7	5,1	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,3

Tablo Ek 8 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı)

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
42	4,0	4,7	5,1	4,3	4,7	5,3	4,2	4,7	5,3
43	4,1	4,6	5,1	4,3	4,6	5,3	4,2	4,7	5,4
44	4,1	4,5	5,2	4,2	4,6	5,3	4,2	4,7	5,3
45	4,1	4,5	5,1	4,2	4,6	5,3	4,2	4,7	5,3
46	4,0	4,5	5,2	4,3	4,6	5,3	4,2	4,7	5,3
47	4,0	4,5	5,2	4,3	4,6	5,3	4,3	4,8	5,3
48	3,9	4,6	5,2	4,2	4,6	5,3	4,3	4,8	5,3
49	4,0	4,6	5,1	4,2	4,7	5,3	4,3	4,8	5,3
50	4,0	4,6	5,1	4,2	4,7	5,3	4,3	4,8	5,3
51	4,0	4,7	5,1	4,3	4,7	5,3	4,3	4,8	5,3
52	4,1	4,8	5,1	4,3	4,7	5,3	4,2	4,8	5,3
53	4,1	4,8	5,1	4,3	4,7	5,3	4,2	4,8	5,3
54	4,2	4,8	5,1	4,3	4,7	5,3	4,2	4,8	5,3
55	4,2	4,7	5,1	4,3	4,8	5,3	4,2	4,8	5,3
56	4,1	4,7	5,1	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,3
57	4,0	4,6	5,0	4,2	4,7	5,3	4,2	4,7	5,3
58	4,0	4,6	5,0	4,2	4,7	5,3	4,3	4,8	5,3
59	4,0	4,5	5,0	4,2	4,7	5,3	4,4	4,8	5,4
60	4,0	4,5	5,1	4,2	4,6	5,3	4,4	4,9	5,4
Ortalama	3,8	4,3	4,8	4,0	4,4	5,0	4,0	4,6	5,0

Tablo Ek 9 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
1	0,3	0,4	0,7	0,7	0,4	0,5	0,8	0,9	0,7	0,8	1,1	1,2
2	0,9	1,4	2,1	2,2	0,9	1,3	2,1	2,2	1,4	2,0	2,7	2,6
3	1,7	2,4	3,4	3,9	1,8	2,5	3,6	4,1	2,4	3,2	4,2	4,6
4	2,0	2,9	3,9	4,5	2,3	3,3	4,5	5,2	2,7	3,8	4,7	5,4
5	2,1	3,1	4,1	4,8	2,5	3,7	4,8	5,6	2,8	4,0	4,9	5,7
6	2,2	3,2	4,0	4,9	2,6	3,8	4,7	5,7	2,9	4,0	4,8	5,7
7	2,2	3,3	4,3	5,0	2,6	3,9	5,0	5,8	3,0	4,2	5,2	5,9
8	2,3	3,4	4,4	5,1	2,7	3,9	5,0	5,8	3,2	4,3	5,3	6,1
9	2,4	3,5	4,5	5,3	2,7	3,9	5,0	5,9	3,2	4,4	5,3	6,3
10	2,4	3,5	4,5	5,3	2,7	3,9	5,0	5,8	3,2	4,4	5,3	6,2
11	2,4	3,6	4,6	5,4	2,7	4,0	5,1	5,9	3,2	4,5	5,4	6,3
12	2,4	3,6	4,6	5,4	2,8	4,0	5,1	6,0	3,3	4,5	5,5	6,3
13	2,5	3,6	4,6	5,5	2,9	4,1	5,2	6,1	3,3	4,6	5,5	6,4
14	2,5	3,7	4,7	5,5	2,8	4,1	5,2	6,1	3,3	4,6	5,5	6,3
15	2,5	3,7	4,7	5,5	2,8	4,1	5,2	6,1	3,3	4,6	5,5	6,4
16	2,5	3,7	4,7	5,5	2,9	4,2	5,3	6,1	3,3	4,6	5,6	6,5
17	2,5	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,3	6,2	3,4	4,7	5,6	6,5
18	2,5	3,6	4,6	5,4	2,9	4,2	5,3	6,2	3,4	4,7	5,6	6,6
19	2,5	3,6	4,5	5,3	2,9	4,2	5,3	6,1	3,4	4,7	5,6	6,5
20	2,5	3,6	4,6	5,3	2,9	4,2	5,3	6,2	3,4	4,7	5,7	6,6
21	2,5	3,6	4,6	5,3	2,9	4,2	5,3	6,2	3,5	4,8	5,7	6,6
22	2,5	3,6	4,6	5,3	2,9	4,2	5,3	6,1	3,4	4,8	5,7	6,7
23	2,5	3,7	4,6	5,3	2,9	4,2	5,3	6,1	3,4	4,8	5,7	6,6
24	2,5	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,3	6,1	3,4	4,8	5,7	6,6
25	2,5	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,3	6,2	3,5	4,9	5,8	6,7
26	2,5	3,7	4,6	5,4	3,0	4,2	5,4	6,2	3,5	4,9	5,8	6,7
27	2,5	3,7	4,6	5,4	3,0	4,3	5,3	6,2	3,5	4,9	5,8	6,7
28	2,5	3,7	4,7	5,4	2,9	4,2	5,3	6,1	3,5	4,9	5,8	6,7
29	2,6	3,8	4,7	5,5	2,9	4,2	5,3	6,2	3,6	4,9	5,9	6,8
30	2,5	3,7	4,7	5,4	2,9	4,2	5,3	6,1	3,5	4,9	5,8	6,7
31	2,6	3,7	4,7	5,4	2,9	4,2	5,2	6,1	3,5	4,9	5,8	6,7
32	2,6	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,2	6,0	3,5	4,8	5,7	6,6
33	2,6	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,2	6,1	3,5	4,8	5,7	6,6
34	2,5	3,7	4,6	5,4	2,9	4,2	5,3	6,1	3,5	4,8	5,7	6,6
35	2,5	3,7	4,6	5,3	3,0	4,2	5,3	6,1	3,4	4,7	5,6	6,5
36	2,5	3,7	4,6	5,3	3,0	4,3	5,3	6,2	3,4	4,7	5,5	6,3
37	2,5	3,7	4,6	5,3	3,0	4,3	5,3	6,1	3,4	4,7	5,6	6,4
38	2,5	3,7	4,5	5,3	3,0	4,3	5,4	6,2	3,5	4,8	5,6	6,5
39	2,5	3,6	4,5	5,3	3,0	4,3	5,4	6,3	3,5	4,8	5,7	6,6
40	2,5	3,7	4,6	5,3	3,1	4,4	5,5	6,3	3,5	4,8	5,7	6,6

Tablo Ek 9 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
41	2,5	3,7	4,5	5,3	3,0	4,3	5,4	6,2	3,4	4,8	5,7	6,5
42	2,6	3,7	4,6	5,3	3,0	4,3	5,3	6,1	3,5	4,9	5,7	6,6
43	2,6	3,8	4,7	5,4	3,0	4,3	5,3	6,1	3,6	4,9	5,7	6,6
44	2,6	3,8	4,7	5,4	3,0	4,2	5,2	6,0	3,5	4,9	5,8	6,6
45	2,6	3,8	4,7	5,4	2,9	4,2	5,2	5,9	3,5	4,9	5,7	6,6
46	2,6	3,7	4,6	5,3	2,9	4,2	5,2	5,9	3,6	4,9	5,8	6,7
47	2,5	3,7	4,5	5,3	3,0	4,2	5,2	6,0	3,6	4,9	5,8	6,7
48	2,5	3,7	4,5	5,2	3,0	4,3	5,3	6,1	3,6	4,9	5,8	6,7
49	2,6	3,7	4,5	5,2	3,0	4,3	5,3	6,1	3,6	4,9	5,7	6,6
50	2,6	3,7	4,6	5,3	3,0	4,3	5,3	6,1	3,5	4,9	5,7	6,5
51	2,6	3,8	4,6	5,4	3,1	4,3	5,4	6,2	3,6	4,9	5,7	6,5
52	2,6	3,8	4,7	5,4	3,1	4,4	5,4	6,3	3,6	4,9	5,7	6,6
53	2,6	3,8	4,7	5,4	3,1	4,4	5,5	6,3	3,6	4,9	5,7	6,6
54	2,7	3,8	4,8	5,5	3,1	4,4	5,5	6,3	3,5	4,9	5,7	6,5
55	2,7	3,9	4,8	5,5	3,1	4,4	5,4	6,2	3,5	4,8	5,7	6,5
56	2,6	3,8	4,7	5,4	3,1	4,3	5,3	6,2	3,5	4,8	5,6	6,5
57	2,6	3,8	4,6	5,3	3,1	4,3	5,3	6,1	3,5	4,8	5,6	6,5
58	2,6	3,7	4,6	5,2	3,0	4,3	5,2	6,0	3,5	4,7	5,6	6,4
59	2,6	3,7	4,5	5,2	3,0	4,2	5,2	6,0	3,5	4,8	5,6	6,4
60	2,6	3,7	4,5	5,2	3,0	4,2	5,2	5,9	3,6	4,9	5,7	6,5
Ortalama	2,4	3,5	4,4	5,1	2,8	4,0	5,0	5,8	3,3	4,5	5,4	6,2

Tablo Ek 10 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6
1	0,8	0,8	1,8	1,7	0,5	0,5	0,8	0,7	0,9	0,9	1,8	1,6
2	1,8	2,2	3,5	3,8	1,5	1,7	2,9	2,8	2,2	2,5	4,0	4,1
3	2,3	2,9	4,2	4,9	2,3	2,9	4,3	4,8	2,8	3,5	5,0	5,6
4	2,4	3,1	4,4	5,1	2,5	3,4	4,7	5,4	3,1	3,9	5,4	6,1
5	2,5	3,2	4,5	5,2	2,7	3,5	4,8	5,6	3,2	4,1	5,6	6,4
6	2,5	3,3	4,5	5,2	2,7	3,6	4,9	5,8	3,2	4,2	5,6	6,5
7	2,5	3,3	4,6	5,3	2,7	3,7	5,0	5,8	3,2	4,2	5,7	6,6
8	2,6	3,4	4,6	5,4	2,8	3,8	5,1	5,9	3,2	4,3	5,7	6,6
9	2,6	3,4	4,7	5,4	2,9	3,8	5,1	6,0	3,3	4,3	5,8	6,7
10	2,7	3,5	4,8	5,5	2,9	3,9	5,2	6,1	3,3	4,3	5,8	6,7
11	2,7	3,6	4,8	5,6	2,9	3,9	5,2	6,1	3,3	4,3	5,8	6,7
12	2,7	3,6	4,9	5,7	2,9	3,9	5,3	6,2	3,3	4,3	5,8	6,7
13	2,7	3,7	4,9	5,7	2,9	4,0	5,3	6,2	3,3	4,4	5,9	6,7
14	2,8	3,7	5,0	5,8	3,0	4,0	5,4	6,3	3,4	4,4	5,9	6,8
15	2,8	3,8	5,0	5,8	3,0	4,1	5,4	6,3	3,3	4,4	5,9	6,8
16	2,8	3,8	5,0	5,8	3,0	4,1	5,4	6,3	3,3	4,5	6,0	6,8
17	2,8	3,7	5,0	5,8	3,0	4,1	5,5	6,4	3,4	4,5	6,0	6,8
18	2,8	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,4	3,4	4,5	6,0	6,9
19	2,8	3,7	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,4	3,4	4,5	6,0	6,9
20	2,8	3,7	4,9	5,7	3,1	4,2	5,5	6,4	3,4	4,5	6,0	6,9
21	2,7	3,7	4,9	5,7	3,0	4,2	5,5	6,3	3,4	4,6	6,0	6,9
22	2,8	3,7	4,9	5,6	3,0	4,1	5,4	6,3	3,5	4,6	6,1	7,0
23	2,8	3,7	4,9	5,7	3,0	4,1	5,4	6,2	3,5	4,6	6,1	7,0
24	2,8	3,7	4,9	5,7	3,0	4,0	5,4	6,2	3,5	4,6	6,1	7,0
25	2,8	3,7	5,0	5,7	3,0	4,1	5,4	6,1	3,5	4,6	6,1	7,0
26	2,8	3,8	4,9	5,7	3,0	4,1	5,4	6,2	3,5	4,6	6,1	7,0
27	2,8	3,8	4,9	5,6	3,0	4,1	5,4	6,2	3,5	4,7	6,1	7,0
28	2,8	3,8	4,9	5,7	3,0	4,1	5,4	6,2	3,5	4,7	6,2	7,1
29	2,8	3,8	4,9	5,7	3,1	4,1	5,5	6,2	3,5	4,7	6,2	7,0
30	2,8	3,7	4,9	5,6	3,1	4,2	5,5	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
31	2,8	3,7	4,9	5,6	3,1	4,1	5,5	6,3	3,5	4,7	6,2	7,0
32	2,8	3,8	5,0	5,7	3,0	4,1	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	7,1
33	2,8	3,8	5,0	5,7	3,1	4,1	5,4	6,2	3,6	4,8	6,2	7,1
34	2,8	3,8	5,0	5,7	3,0	4,1	5,4	6,2	3,5	4,7	6,2	7,1
35	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,2	3,5	4,7	6,2	7,0
36	2,8	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0

Tablo Ek 10 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
38	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,6	6,3	3,5	4,7	6,2	7,0
39	2,8	3,8	4,9	5,6	3,1	4,2	5,6	6,3	3,5	4,7	6,1	7,0
40	2,8	3,8	4,9	5,5	3,1	4,3	5,6	6,4	3,5	4,7	6,1	6,9
41	2,8	3,8	4,9	5,6	3,1	4,2	5,5	6,3	3,5	4,7	6,1	7,0
42	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,2	3,5	4,7	6,2	7,0
43	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,1	5,4	6,1	3,5	4,7	6,1	7,0
44	2,8	3,8	4,9	5,7	3,1	4,1	5,4	6,1	3,6	4,7	6,2	7,0
45	2,8	3,8	4,9	5,6	3,0	4,1	5,3	6,1	3,6	4,7	6,2	7,0
46	2,9	3,8	4,9	5,6	3,1	4,1	5,4	6,1	3,6	4,8	6,2	7,1
47	2,9	3,8	4,9	5,7	3,1	4,1	5,4	6,1	3,6	4,8	6,2	7,0
48	2,9	3,8	4,9	5,6	3,1	4,2	5,4	6,1	3,6	4,8	6,2	7,0
49	2,8	3,8	4,9	5,6	3,1	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,1	6,9
50	2,9	3,8	4,9	5,6	3,2	4,2	5,5	6,3	3,6	4,8	6,1	7,0
51	2,9	3,9	5,0	5,7	3,2	4,2	5,5	6,3	3,6	4,8	6,2	7,0
52	2,9	3,9	5,0	5,6	3,1	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,1	7,0
53	2,9	3,8	5,0	5,7	3,1	4,2	5,5	6,3	3,6	4,8	6,2	7,0
54	2,9	3,8	5,0	5,6	3,1	4,2	5,5	6,3	3,6	4,8	6,2	7,0
55	2,9	3,8	4,9	5,7	3,1	4,3	5,5	6,3	3,6	4,8	6,2	7,0
56	2,8	3,8	4,9	5,6	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,8	6,2	7,0
57	2,9	3,8	4,9	5,5	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,1	7,0
58	2,8	3,8	4,8	5,5	3,1	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	6,9
59	2,8	3,8	4,9	5,5	3,2	4,2	5,4	6,2	3,6	4,7	6,1	6,9
60	2,9	3,8	4,9	5,6	3,1	4,2	5,4	6,1	3,6	4,8	6,1	6,9
Ortalama	2,7	3,6	4,7	5,4	2,9	3,9	5,2	5,9	3,4	4,4	5,8	6,6

Tablo Ek 11 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7
1	0,7	0,6	1,6	1,5	1,0	0,9	1,9	1,8	1,0	1,0	1,9	1,7
2	2,0	2,3	3,6	4,0	2,5	2,7	4,2	4,6	2,6	3,0	4,6	5,0
3	2,4	3,0	4,3	4,8	2,8	3,5	4,9	5,4	3,1	3,8	5,4	6,1
4	2,5	3,2	4,4	5,1	3,0	3,8	5,2	5,8	3,2	4,1	5,6	6,4
5	2,5	3,3	4,4	5,1	3,0	3,9	5,3	6,0	3,2	4,1	5,6	6,5
6	2,5	3,3	4,5	5,1	3,0	3,9	5,4	6,1	3,2	4,1	5,6	6,4
7	2,6	3,4	4,7	5,3	3,1	4,0	5,5	6,1	3,3	4,2	5,8	6,6
8	2,6	3,4	4,7	5,4	3,1	4,0	5,5	6,1	3,3	4,3	5,7	6,6
9	2,6	3,5	4,7	5,4	3,1	4,1	5,5	6,2	3,2	4,3	5,8	6,7
10	2,7	3,5	4,8	5,4	3,1	4,1	5,5	6,3	3,3	4,3	5,8	6,6
11	2,7	3,5	4,8	5,5	3,1	4,1	5,5	6,3	3,3	4,3	5,8	6,7
12	2,7	3,6	4,9	5,6	3,1	4,1	5,6	6,2	3,3	4,4	5,9	6,7
13	2,7	3,6	4,9	5,6	3,1	4,1	5,6	6,3	3,4	4,4	5,9	6,8
14	2,7	3,7	4,9	5,6	3,1	4,1	5,5	6,3	3,3	4,4	5,9	6,7
15	2,7	3,6	4,9	5,6	3,1	4,1	5,6	6,3	3,4	4,4	5,9	6,7
16	2,7	3,6	4,9	5,7	3,2	4,1	5,6	6,3	3,4	4,5	6,0	6,8
17	2,7	3,6	4,9	5,6	3,2	4,2	5,7	6,4	3,4	4,5	6,0	6,9
18	2,7	3,6	4,8	5,5	3,2	4,2	5,7	6,4	3,4	4,5	6,0	6,8
19	2,6	3,5	4,8	5,4	3,2	4,2	5,7	6,5	3,4	4,5	6,0	6,8
20	2,7	3,6	4,8	5,4	3,2	4,2	5,7	6,5	3,4	4,5	6,0	6,8
21	2,7	3,6	4,8	5,5	3,2	4,3	5,7	6,4	3,5	4,6	6,1	6,9
22	2,7	3,6	4,8	5,5	3,2	4,3	5,7	6,5	3,4	4,5	6,0	6,9
23	2,7	3,6	4,8	5,5	3,2	4,3	5,7	6,5	3,5	4,5	6,0	6,9
24	2,7	3,6	4,9	5,5	3,2	4,2	5,6	6,4	3,5	4,6	6,1	6,8
25	2,8	3,7	5,0	5,6	3,2	4,2	5,6	6,3	3,5	4,6	6,1	6,9
26	2,8	3,7	5,0	5,6	3,1	4,2	5,5	6,2	3,5	4,6	6,1	7,0
27	2,8	3,7	5,0	5,6	3,1	4,1	5,5	6,2	3,5	4,6	6,1	6,9
28	2,8	3,7	4,9	5,6	3,1	4,1	5,4	6,2	3,5	4,6	6,1	6,9
29	2,8	3,7	4,9	5,6	3,1	4,1	5,5	6,2	3,5	4,6	6,2	6,9
30	2,8	3,7	4,9	5,6	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,6	6,1	7,0
31	2,8	3,7	4,9	5,6	3,2	4,2	5,6	6,2	3,5	4,6	6,1	6,9
32	2,8	3,6	4,8	5,5	3,2	4,2	5,6	6,3	3,5	4,6	6,1	7,0
33	2,8	3,7	4,9	5,4	3,2	4,2	5,6	6,3	3,6	4,6	6,2	6,9
34	2,8	3,7	4,9	5,5	3,3	4,3	5,7	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
35	2,8	3,7	4,9	5,6	3,3	4,3	5,7	6,4	3,6	4,7	6,2	7,0
36	2,8	3,7	5,0	5,6	3,3	4,3	5,7	6,4	3,6	4,6	6,2	7,0
37	2,8	3,7	5,0	5,6	3,3	4,3	5,7	6,4	3,6	4,7	6,2	7,0

Tablo Ek 11 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10 °C				7 °C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
38	2,8	3,8	5,0	5,6	3,3	4,3	5,7	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
39	2,8	3,7	5,0	5,6	3,3	4,3	5,6	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
40	2,8	3,7	4,9	5,6	3,2	4,3	5,6	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
41	2,8	3,7	4,9	5,6	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
42	2,8	3,7	4,9	5,5	3,1	4,2	5,5	6,1	3,6	4,7	6,3	7,0
43	2,8	3,7	4,9	5,5	3,2	4,2	5,5	6,1	3,6	4,8	6,2	7,0
44	2,8	3,7	4,9	5,5	3,2	4,2	5,5	6,1	3,6	4,7	6,2	7,0
45	2,8	3,8	4,9	5,5	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
46	2,9	3,8	5,0	5,5	3,2	4,2	5,6	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
47	2,9	3,8	5,0	5,5	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	6,9
48	2,9	3,8	5,0	5,6	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
49	2,9	3,8	5,0	5,6	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
50	2,9	3,8	5,0	5,6	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
51	2,9	3,8	5,0	5,5	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	6,9
52	2,9	3,8	5,0	5,5	3,3	4,3	5,6	6,3	3,6	4,7	6,2	7,0
53	2,8	3,8	4,9	5,5	3,2	4,3	5,6	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
54	2,9	3,8	4,9	5,5	3,2	4,3	5,6	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
55	2,8	3,8	4,9	5,5	3,2	4,3	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	7,0
56	2,8	3,7	4,9	5,4	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,2	6,9
57	2,9	3,8	4,9	5,5	3,2	4,2	5,5	6,2	3,6	4,7	6,1	6,9
58	3,0	3,8	5,0	5,6	3,3	4,3	5,5	6,1	3,7	4,7	6,2	6,9
59	3,1	3,9	5,1	5,6	3,4	4,3	5,6	6,2	3,8	4,8	6,3	7,0
60	3,1	3,9	5,1	5,7	3,4	4,4	5,7	6,3	3,8	4,8	6,3	7,0
Ortalama	2,7	3,5	4,7	5,3	3,1	4,0	5,4	6,0	3,4	4,4	5,9	6,6

Tablo Ek 12 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
1	0,7	0,5	0,5	0,1	0,8	0,6	0,5	0,3	1,2	0,8	0,9	0,3
2	1,7	1,3	2,2	2,0	1,8	1,3	2,2	1,7	2,3	1,7	3,0	2,7
3	2,8	2,5	3,3	3,5	3,0	2,6	3,6	3,7	3,5	3,2	4,3	4,3
4	3,2	3,0	3,8	4,0	3,7	3,5	4,4	4,6	4,0	3,8	4,8	4,9
5	3,4	3,2	4,0	4,2	4,0	3,8	4,7	5,0	4,2	4,0	5,0	5,1
6	3,4	3,2	4,1	4,3	4,0	3,8	4,8	5,1	4,2	4,0	5,0	5,1
7	3,6	3,4	4,2	4,4	4,1	4,0	4,8	5,1	4,4	4,3	5,2	5,3
8	3,7	3,5	4,3	4,5	4,2	4,0	4,8	5,1	4,6	4,4	5,3	5,4
9	3,8	3,6	4,3	4,5	4,2	4,0	4,9	5,1	4,6	4,4	5,4	5,5
10	3,8	3,6	4,4	4,6	4,2	4,0	4,9	5,1	4,6	4,4	5,4	5,5
11	3,8	3,6	4,4	4,7	4,3	4,1	5,0	5,2	4,7	4,5	5,4	5,6
12	3,9	3,7	4,5	4,8	4,3	4,1	5,0	5,3	4,7	4,5	5,5	5,7
13	3,9	3,7	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,3	4,8	4,6	5,5	5,7
14	4,0	3,8	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	4,8	4,6	5,6	5,7
15	4,0	3,8	4,6	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	4,8	4,6	5,5	5,8
16	4,0	3,8	4,6	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	4,8	4,6	5,6	5,8
17	3,9	3,7	4,6	4,8	4,5	4,2	5,2	5,4	4,9	4,7	5,7	5,9
18	3,9	3,7	4,5	4,7	4,5	4,2	5,2	5,5	4,9	4,6	5,7	5,9
19	3,9	3,7	4,4	4,7	4,4	4,2	5,1	5,4	4,8	4,7	5,6	5,9
20	3,9	3,7	4,5	4,7	4,5	4,3	5,2	5,5	4,9	4,7	5,7	5,9
21	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,5	5,0	4,8	5,8	6,0
22	3,9	3,7	4,5	4,7	4,5	4,2	5,2	5,4	5,0	4,8	5,8	6,0
23	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,2	5,2	5,5	4,9	4,8	5,8	6,0
24	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,2	5,2	5,4	5,0	4,8	5,8	6,0
25	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,5	5,0	4,8	5,8	6,1
26	3,9	3,7	4,5	4,9	4,5	4,3	5,2	5,6	5,0	4,8	5,9	6,1
27	3,9	3,7	4,6	4,8	4,5	4,3	5,3	5,6	5,0	4,8	5,9	6,1
28	3,9	3,8	4,6	4,9	4,5	4,3	5,2	5,6	5,0	4,9	5,9	6,1
29	4,0	3,8	4,6	4,9	4,5	4,3	5,2	5,5	5,1	4,9	6,0	6,2
30	3,9	3,8	4,6	4,9	4,5	4,2	5,2	5,5	5,1	4,9	5,9	6,2
31	4,0	3,8	4,6	4,9	4,4	4,2	5,2	5,4	5,0	4,8	5,9	6,1
32	4,0	3,7	4,5	4,9	4,4	4,2	5,1	5,4	5,0	4,8	5,8	6,0
33	3,9	3,7	4,6	4,9	4,5	4,2	5,2	5,4	5,0	4,8	5,8	6,0
34	3,9	3,7	4,6	4,8	4,5	4,2	5,2	5,5	4,9	4,7	5,8	5,9
35	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,5	4,9	4,6	5,7	5,8
36	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,3	5,6	4,8	4,6	5,6	5,8
37	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,6	4,9	4,6	5,7	5,9

Tablo Ek 12 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
38	3,9	3,7	4,5	4,8	4,6	4,3	5,3	5,6	4,9	4,7	5,8	6,0
39	3,8	3,6	4,5	4,8	4,6	4,4	5,4	5,7	4,9	4,7	5,8	6,0
40	3,9	3,7	4,5	4,8	4,7	4,4	5,4	5,7	5,0	4,8	5,8	6,0
41	3,9	3,7	4,5	4,8	4,6	4,4	5,3	5,7	4,9	4,7	5,8	6,0
42	3,9	3,7	4,6	4,9	4,5	4,3	5,3	5,6	5,0	4,8	5,8	6,0
43	4,0	3,8	4,7	5,0	4,5	4,3	5,2	5,6	5,0	4,8	5,9	6,1
44	4,0	3,8	4,6	4,9	4,4	4,2	5,1	5,5	5,0	4,8	5,9	6,1
45	4,0	3,8	4,6	4,9	4,4	4,2	5,1	5,4	5,0	4,8	5,8	6,1
46	3,9	3,7	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	5,1	4,9	5,9	6,1
47	3,9	3,7	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,5	5,1	4,9	5,9	6,2
48	3,8	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,5	5,0	4,9	5,9	6,1
49	3,9	3,7	4,5	4,7	4,5	4,3	5,3	5,6	5,0	4,8	5,8	6,1
50	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,3	5,6	5,0	4,8	5,8	6,0
51	4,0	3,8	4,6	4,9	4,6	4,4	5,3	5,6	5,0	4,8	5,8	6,0
52	4,0	3,8	4,7	5,0	4,6	4,4	5,4	5,7	5,0	4,8	5,9	6,1
53	4,0	3,8	4,7	5,0	4,7	4,4	5,4	5,8	5,0	4,8	5,9	6,1
54	4,1	3,9	4,7	5,0	4,6	4,4	5,4	5,8	4,9	4,8	5,8	6,1
55	4,1	3,9	4,7	5,1	4,6	4,4	5,3	5,7	5,0	4,8	5,8	6,0
56	4,0	3,8	4,6	5,0	4,6	4,3	5,3	5,6	4,9	4,7	5,7	6,0
57	3,9	3,7	4,6	4,9	4,5	4,3	5,3	5,6	4,9	4,7	5,7	6,0
58	3,9	3,7	4,5	4,8	4,5	4,3	5,2	5,5	4,9	4,7	5,7	5,9
59	3,9	3,7	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	4,9	4,7	5,7	5,9
60	3,9	3,7	4,5	4,8	4,4	4,2	5,1	5,4	5,0	4,8	5,8	6,0
Ortalama	3,7	3,5	4,3	4,5	4,2	4,0	4,9	5,2	4,7	4,5	5,5	5,6

Tablo Ek 13 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,3	0,5	0,2	0,0	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5	0,6	0,3	0,4
1	1,3	1,3	1,4	0,9	0,6	0,7	0,5	0,4	1,3	1,3	1,3	1,1
2	2,7	2,6	3,2	2,9	2,1	2,1	2,7	2,4	3,1	3,1	3,6	3,5
3	3,4	3,4	4,0	3,8	3,4	3,4	4,0	3,9	4,1	4,0	4,8	4,6
4	3,6	3,6	4,2	4,0	3,8	3,7	4,5	4,3	4,4	4,4	5,1	5,0
5	3,7	3,6	4,2	4,1	4,0	3,9	4,6	4,5	4,6	4,6	5,4	5,2
6	3,7	3,7	4,3	4,2	4,1	4,0	4,8	4,7	4,7	4,6	5,4	5,3
7	3,8	3,7	4,3	4,2	4,1	4,0	4,8	4,7	4,7	4,6	5,5	5,3
8	3,8	3,8	4,5	4,3	4,2	4,1	5,0	4,8	4,8	4,7	5,5	5,4
9	3,9	3,8	4,5	4,4	4,3	4,1	5,0	4,9	4,8	4,7	5,6	5,5
10	4,0	3,9	4,6	4,5	4,4	4,2	5,0	4,9	4,9	4,7	5,6	5,5
11	4,0	3,9	4,7	4,5	4,4	4,2	5,1	5,0	4,9	4,7	5,7	5,5
12	4,1	4,0	4,7	4,6	4,4	4,3	5,2	5,0	4,9	4,7	5,7	5,5
13	4,1	4,0	4,8	4,7	4,4	4,3	5,2	5,1	4,9	4,8	5,7	5,6
14	4,2	4,1	4,8	4,7	4,5	4,4	5,2	5,1	5,0	4,8	5,7	5,6
15	4,2	4,1	4,8	4,8	4,5	4,3	5,3	5,2	4,9	4,8	5,7	5,6
16	4,2	4,1	4,9	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,0	4,8	5,8	5,6
17	4,2	4,1	4,8	4,8	4,6	4,4	5,4	5,3	5,0	4,9	5,8	5,7
18	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,4	5,3	5,0	4,9	5,9	5,7
19	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,4	5,3	5,0	4,9	5,9	5,8
20	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,4	5,3	5,1	4,9	5,9	5,7
21	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,4	5,4	5,2	5,1	4,9	5,9	5,8
22	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,4	5,3	5,2	5,1	5,0	5,9	5,8
23	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,3	5,2	5,2	5,1	5,0	5,9	5,8
24	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,3	5,2	5,2	5,1	5,0	6,0	5,8
25	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,3	5,3	5,1	5,1	5,0	6,0	5,8
26	4,1	4,1	4,8	4,7	4,5	4,4	5,3	5,2	5,1	5,0	6,0	5,9
27	4,1	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,1	5,0	6,0	5,9
28	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,4	5,3	5,2	5,2	5,0	6,0	5,9
29	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,5	5,3	5,2	5,2	5,0	6,1	5,9
30	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,0	6,0	5,9
31	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,4	5,3	5,3	5,2	5,0	6,0	6,0
32	4,1	4,0	4,8	4,7	4,5	4,4	5,3	5,2	5,2	5,1	6,1	5,9
33	4,2	4,1	4,9	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
34	4,2	4,1	4,9	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,2	5,0	6,1	6,0
35	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,4	5,4	5,3	5,2	5,0	6,0	6,0
36	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,0	6,0	6,0

Tablo Ek 13 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,0	6,0	6,0
38	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,6	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
39	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,5	5,4	5,1	5,0	5,9	5,9
40	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,5	5,4	5,1	5,0	6,0	5,9
41	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,1	5,0	6,0	5,9
42	4,2	4,1	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,1	5,0	6,0	5,9
43	4,2	4,1	4,9	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,1	5,0	6,0	6,0
44	4,1	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,2	5,2	5,2	5,1	6,0	6,0
45	4,1	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,2	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
46	4,2	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,2	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
47	4,2	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,3	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
48	4,1	4,0	4,8	4,8	4,5	4,4	5,3	5,3	5,2	5,1	6,1	6,0
49	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,4	5,3	5,3	5,1	5,0	6,0	6,0
50	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,0	6,1	6,0
51	4,2	4,1	4,9	4,9	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,1	6,1	6,0
52	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	6,0
53	4,2	4,1	4,9	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,1	6,1	6,0
54	4,2	4,1	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,1	6,1	6,0
55	4,2	4,1	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,1	6,1	6,0
56	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	6,0
57	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	6,0
58	4,1	4,0	4,7	4,8	4,6	4,5	5,3	5,4	5,2	5,0	6,0	6,0
59	4,1	4,0	4,7	4,7	4,6	4,5	5,3	5,3	5,2	5,0	6,0	5,9
60	4,1	4,1	4,8	4,8	4,5	4,4	5,3	5,3	5,1	5,0	6,0	5,9
Ortalama	4,0	3,9	4,6	4,5	4,3	4,2	5,0	5,0	4,9	4,8	5,7	5,6

Tablo Ek 14 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,2	0,0	-0,1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5
1	1,1	1,1	1,2	0,8	1,4	1,4	1,5	1,1	1,3	1,4	1,5	1,1
2	2,9	2,8	3,3	3,1	3,4	3,3	3,8	3,7	3,6	3,6	4,2	4,0
3	3,5	3,4	3,9	3,8	4,0	4,0	4,6	4,5	4,4	4,4	5,1	4,9
4	3,7	3,5	4,2	4,1	4,3	4,2	4,9	4,8	4,7	4,5	5,4	5,2
5	3,7	3,6	4,3	4,2	4,4	4,3	5,0	4,9	4,7	4,5	5,4	5,2
6	3,7	3,7	4,3	4,3	4,4	4,3	5,1	5,0	4,7	4,5	5,4	5,3
7	3,9	3,7	4,5	4,3	4,5	4,4	5,2	5,0	4,8	4,7	5,5	5,3
8	3,9	3,8	4,4	4,4	4,5	4,4	5,2	5,1	4,8	4,6	5,5	5,4
9	3,9	3,8	4,6	4,4	4,6	4,4	5,3	5,2	4,8	4,6	5,6	5,4
10	4,0	3,8	4,6	4,5	4,6	4,4	5,3	5,2	4,8	4,6	5,6	5,5
11	4,0	3,8	4,6	4,5	4,6	4,5	5,3	5,2	4,9	4,7	5,6	5,5
12	4,1	3,9	4,7	4,6	4,6	4,5	5,3	5,2	4,9	4,7	5,7	5,5
13	4,1	3,9	4,7	4,7	4,6	4,5	5,3	5,2	5,0	4,8	5,7	5,6
14	4,1	3,9	4,7	4,7	4,6	4,5	5,3	5,2	4,9	4,7	5,7	5,6
15	4,1	3,9	4,7	4,7	4,6	4,4	5,3	5,3	4,9	4,8	5,7	5,6
16	4,1	3,9	4,7	4,6	4,7	4,5	5,4	5,3	5,0	4,8	5,8	5,6
17	4,1	3,9	4,7	4,6	4,7	4,6	5,4	5,3	5,0	4,8	5,8	5,7
18	4,0	3,9	4,6	4,6	4,7	4,6	5,4	5,4	5,0	4,8	5,8	5,7
19	4,0	3,8	4,6	4,5	4,7	4,6	5,5	5,4	5,0	4,8	5,8	5,7
20	4,0	3,8	4,6	4,5	4,8	4,6	5,5	5,4	5,0	4,9	5,8	5,7
21	4,0	3,9	4,6	4,6	4,8	4,6	5,5	5,4	5,1	4,9	5,9	5,7
22	4,0	3,9	4,7	4,6	4,8	4,6	5,5	5,4	5,1	4,9	5,9	5,7
23	4,0	3,9	4,7	4,6	4,8	4,6	5,5	5,4	5,1	4,9	5,9	5,8
24	4,1	3,9	4,7	4,7	4,7	4,5	5,4	5,4	5,1	4,9	5,9	5,7
25	4,1	4,0	4,8	4,7	4,7	4,5	5,3	5,3	5,1	4,9	5,9	5,8
26	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,4	5,3	5,3	5,1	4,9	5,9	5,8
27	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,4	5,3	5,2	5,1	4,9	5,9	5,8
28	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,4	5,3	5,2	5,1	4,9	5,9	5,8
29	4,1	3,9	4,8	4,7	4,6	4,5	5,3	5,2	5,1	5,0	6,0	5,8
30	4,1	4,0	4,7	4,7	4,6	4,5	5,3	5,3	5,2	5,0	6,0	5,8
31	4,1	4,0	4,7	4,7	4,7	4,5	5,4	5,3	5,1	5,0	5,9	5,8
32	4,1	3,9	4,7	4,6	4,7	4,5	5,4	5,3	5,1	5,0	5,9	5,8
33	4,1	3,9	4,7	4,7	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
34	4,1	4,0	4,8	4,7	4,7	4,6	5,5	5,5	5,2	5,0	6,0	5,9
35	4,1	4,0	4,8	4,7	4,8	4,6	5,5	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
36	4,1	4,0	4,8	4,8	4,8	4,6	5,5	5,5	5,2	5,0	6,0	5,9

Tablo Ek 14 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	4,2	4,0	4,8	4,8	4,7	4,6	5,5	5,5	5,2	5,0	6,0	5,9
38	4,2	4,0	4,8	4,8	4,7	4,6	5,4	5,4	5,2	5,1	6,0	5,9
39	4,1	4,0	4,8	4,8	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	6,0
40	4,1	4,0	4,8	4,8	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,1	6,0	5,9
41	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,4	5,3	5,2	5,1	6,1	6,0
42	4,1	3,9	4,8	4,7	4,6	4,4	5,3	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
43	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,4	5,3	5,2	5,2	5,1	6,1	6,0
44	4,1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,5	5,3	5,3	5,2	5,0	6,1	5,9
45	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
46	4,2	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
47	4,2	4,0	4,9	4,8	4,7	4,6	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
48	4,2	4,1	4,9	4,8	4,7	4,6	5,5	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
49	4,2	4,1	4,9	4,9	4,7	4,6	5,5	5,5	5,2	5,0	6,0	5,9
50	4,2	4,1	4,9	4,9	4,7	4,6	5,5	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
51	4,2	4,0	4,9	4,9	4,7	4,6	5,5	5,5	5,2	5,0	6,1	6,0
52	4,2	4,0	4,8	4,8	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,1	6,0
53	4,1	4,0	4,8	4,8	4,7	4,5	5,5	5,4	5,2	5,0	6,1	5,9
54	4,1	4,0	4,8	4,8	4,7	4,5	5,5	5,4	5,2	5,0	6,1	6,0
55	4,1	3,9	4,7	4,7	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,1	5,9
56	4,1	4,0	4,8	4,7	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
57	4,1	4,0	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,0	6,0	5,9
58	4,2	4,1	4,8	4,8	4,6	4,5	5,4	5,4	5,2	5,1	6,0	5,9
59	4,3	4,2	4,9	4,9	4,8	4,6	5,4	5,4	5,3	5,1	6,1	5,9
60	4,3	4,2	5,0	4,9	4,8	4,7	5,5	5,5	5,3	5,2	6,1	6,0
Ortalama	3,9	3,8	4,5	4,5	4,5	4,4	5,2	5,1	4,9	4,8	5,7	5,6

Tablo Ek 15 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
0	0,2	0,4	0,5	0,2	0,5	0,8	0,2	0,2	0,6
1	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	1,4	0,9	0,8	1,2
2	1,5	1,7	1,9	1,8	2,1	2,6	2,0	2,1	2,6
3	2,1	2,4	2,6	2,4	2,8	3,3	2,4	2,6	3,2
4	2,4	2,7	3,0	2,6	3,0	3,6	2,5	2,8	3,4
5	2,6	2,8	3,1	2,7	3,1	3,7	2,6	2,9	3,5
6	2,6	2,9	3,2	2,7	3,1	3,8	2,7	2,9	3,5
7	2,7	3,0	3,3	2,8	3,2	3,8	2,8	3,0	3,6
8	2,7	3,0	3,3	2,8	3,2	3,8	2,8	3,0	3,6
9	2,8	3,1	3,3	2,9	3,3	3,9	2,9	3,1	3,6
10	2,8	3,1	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,1	3,7
11	2,7	3,1	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,2	3,7
12	2,8	3,2	3,4	2,9	3,4	3,9	3,0	3,2	3,7
13	2,9	3,2	3,4	3,0	3,5	4,0	3,0	3,2	3,7
14	2,9	3,1	3,4	3,0	3,5	4,0	2,9	3,2	3,8
15	2,9	3,2	3,5	2,9	3,5	4,0	2,9	3,2	3,7
16	2,9	3,2	3,5	2,9	3,4	4,0	2,9	3,1	3,7
17	2,9	3,3	3,5	2,9	3,4	4,0	2,8	3,1	3,8
18	2,8	3,2	3,5	2,9	3,4	4,0	2,8	3,1	3,7
19	2,8	3,1	3,5	2,9	3,3	4,0	2,8	3,1	3,7
20	2,8	3,2	3,5	2,9	3,3	4,0	2,8	3,1	3,7
21	2,8	3,1	3,5	2,9	3,3	4,0	2,8	3,1	3,6
22	2,8	3,1	3,5	2,9	3,3	4,0	2,8	3,1	3,7
23	2,8	3,1	3,5	2,9	3,3	4,0	2,9	3,2	3,7
24	2,8	3,1	3,6	2,9	3,3	4,0	2,9	3,2	3,7
25	2,9	3,1	3,5	3,0	3,3	4,0	2,9	3,1	3,7
26	2,9	3,1	3,5	3,0	3,4	4,0	2,9	3,2	3,7
27	2,9	3,1	3,5	3,0	3,4	4,0	2,9	3,2	3,7
28	2,8	3,1	3,5	2,9	3,3	4,0	2,9	3,2	3,7
29	2,9	3,1	3,5	2,9	3,3	3,9	2,9	3,1	3,7
30	2,9	3,1	3,5	2,9	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
31	2,8	3,1	3,4	2,9	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
32	2,7	3,2	3,4	2,8	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
33	2,7	3,3	3,5	2,8	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
34	2,8	3,3	3,4	2,8	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
35	2,7	3,3	3,3	2,9	3,2	3,9	2,9	3,1	3,7
36	2,7	3,3	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,2	3,7

Tablo Ek 15 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı)

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
37	2,8	3,3	3,4	2,9	3,3	3,8	2,9	3,1	3,6
38	2,8	3,3	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,2	3,6
39	2,8	3,3	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,1	3,7
40	2,8	3,3	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,2	3,7
41	2,8	3,3	3,4	2,9	3,3	3,9	2,9	3,1	3,7
42	2,8	3,4	3,4	2,8	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
43	2,8	3,4	3,4	2,8	3,3	3,9	2,8	3,1	3,7
44	2,7	3,4	3,3	2,8	3,2	3,9	2,8	3,1	3,8
45	2,7	3,4	3,3	2,8	3,2	4,0	2,8	3,1	3,7
46	2,8	3,4	3,4	2,8	3,2	3,9	2,8	3,1	3,7
47	2,7	3,4	3,3	2,8	3,1	3,8	2,9	3,1	3,8
48	2,7	3,4	3,3	2,9	3,2	3,8	2,9	3,1	3,8
49	2,7	3,4	3,4	2,9	3,2	3,8	2,9	3,2	3,7
50	2,7	3,5	3,4	2,9	3,2	3,8	2,9	3,2	3,7
51	2,7	3,5	3,4	2,8	3,2	3,7	3,0	3,2	3,8
52	2,7	3,5	3,4	2,9	3,2	3,8	2,9	3,2	3,7
53	2,7	3,5	3,4	2,9	3,3	3,9	2,8	3,2	3,7
54	2,8	3,5	3,4	2,8	3,3	3,8	2,8	3,2	3,7
55	2,7	3,5	3,4	2,8	3,2	3,8	2,9	3,2	3,7
56	2,7	3,5	3,3	2,8	3,2	3,8	2,9	3,1	3,7
57	2,7	3,5	3,3	2,8	3,2	3,8	2,9	3,1	3,7
58	2,7	3,5	3,3	2,8	3,2	3,9	2,9	3,1	3,6
59	2,7	3,5	3,2	2,8	3,1	3,9	2,9	3,1	3,7
60	2,7	3,5	3,3	2,7	3,1	3,8	2,9	3,1	3,8
Ortalama	2,7	3,1	3,3	2,8	3,2	3,8	2,8	3,0	3,6

Tablo Ek 16 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6
1	0,5	0,2	0,9	0,8	0,7	0,5	1,2	1,1	0,7	0,5	1,2	1,1
2	1,1	0,9	2,1	1,8	1,3	1,1	2,3	2,2	1,4	1,2	2,6	2,4
3	1,6	1,4	2,8	2,6	1,9	1,7	3,2	2,9	2,0	1,9	3,5	3,3
4	1,9	1,7	3,2	3,1	2,1	2,0	3,5	3,4	2,3	2,2	3,8	3,7
5	2,0	1,9	3,3	3,2	2,2	2,1	3,6	3,5	2,5	2,3	4,0	3,8
6	2,0	1,9	3,3	3,2	2,3	2,2	3,7	3,6	2,5	2,5	4,0	3,9
7	2,1	2,0	3,4	3,3	2,3	2,3	3,8	3,7	2,6	2,6	4,1	4,0
8	2,1	2,1	3,5	3,4	2,4	2,4	3,8	3,7	2,6	2,6	4,1	4,1
9	2,2	2,2	3,5	3,5	2,4	2,4	3,9	3,8	2,6	2,6	4,2	4,1
10	2,2	2,2	3,5	3,5	2,5	2,4	3,9	3,8	2,7	2,6	4,2	4,1
11	2,1	2,1	3,4	3,4	2,5	2,4	3,9	3,8	2,7	2,7	4,2	4,1
12	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	4,0	3,9	2,7	2,7	4,2	4,2
13	2,3	2,2	3,6	3,5	2,5	2,5	3,9	3,9	2,7	2,7	4,3	4,2
14	2,3	2,2	3,6	3,5	2,5	2,5	3,9	3,9	2,7	2,7	4,3	4,2
15	2,2	2,2	3,6	3,5	2,5	2,5	4,0	3,9	2,7	2,8	4,3	4,2
16	2,2	2,2	3,6	3,5	2,5	2,5	4,0	3,9	2,8	2,8	4,3	4,3
17	2,3	2,3	3,6	3,5	2,6	2,6	4,0	4,0	2,8	2,9	4,3	4,3
18	2,3	2,3	3,5	3,5	2,5	2,6	3,9	3,9	2,8	2,8	4,3	4,2
19	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	3,9	3,8	2,7	2,7	4,3	4,2
20	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	3,9	3,9	2,7	2,8	4,3	4,2
21	2,2	2,2	3,5	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	2,8	2,8	4,3	4,3
22	2,2	2,3	3,4	3,4	2,4	2,5	3,8	3,8	2,7	2,8	4,3	4,2
23	2,2	2,3	3,4	3,4	2,4	2,5	3,8	3,7	2,8	2,8	4,3	4,3
24	2,2	2,2	3,6	3,5	2,5	2,5	3,8	3,8	2,8	2,9	4,4	4,3
25	2,3	2,3	3,6	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	2,8	2,9	4,3	4,3
26	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,5	3,8	3,8	2,8	2,8	4,3	4,3
27	2,3	2,3	3,5	3,5	2,5	2,5	3,8	3,7	2,8	2,8	4,3	4,3
28	2,2	2,2	3,5	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	2,7	2,8	4,3	4,3
29	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,6	3,8	3,9	2,8	2,9	4,2	4,3
30	2,3	2,3	3,5	3,5	2,5	2,5	3,8	3,8	2,8	2,9	4,2	4,3
31	2,2	2,2	3,4	3,4	2,5	2,5	3,9	3,8	2,7	2,8	4,2	4,2
32	2,1	2,2	3,4	3,3	2,5	2,6	4,0	3,9	2,7	2,8	4,2	4,1
33	2,1	2,2	3,4	3,3	2,6	2,7	4,0	4,0	2,7	2,9	4,2	4,2
34	2,2	2,2	3,4	3,3	2,6	2,7	4,1	4,0	2,7	2,8	4,1	4,2
35	2,1	2,2	3,4	3,3	2,6	2,7	4,0	4,0	2,6	2,7	4,1	4,1
36	2,1	2,2	3,4	3,3	2,6	2,7	4,0	4,0	2,6	2,8	4,1	4,1

Tablo Ek 16 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,2	2,2	3,4	3,3	2,6	2,7	4,0	4,0	2,7	2,8	4,1	4,1
38	2,2	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	4,0	4,0	2,7	2,8	4,2	4,1
39	2,2	2,3	3,4	3,4	2,6	2,7	4,0	4,0	2,7	2,8	4,2	4,1
40	2,2	2,2	3,4	3,3	2,6	2,6	4,0	4,0	2,7	2,7	4,2	4,1
41	2,2	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	4,1	4,0	2,7	2,8	4,2	4,1
42	2,2	2,3	3,5	3,4	2,6	2,8	4,1	4,1	2,7	2,8	4,2	4,1
43	2,2	2,3	3,4	3,4	2,6	2,8	4,1	4,1	2,6	2,7	4,1	4,1
44	2,1	2,2	3,3	3,3	2,6	2,8	4,1	4,1	2,6	2,7	4,0	4,0
45	2,2	2,2	3,4	3,3	2,7	2,8	4,1	4,1	2,6	2,7	4,1	4,0
46	2,2	2,3	3,4	3,3	2,7	2,8	4,2	4,2	2,7	2,8	4,1	4,1
47	2,2	2,2	3,3	3,3	2,7	2,8	4,1	4,1	2,6	2,7	4,0	4,0
48	2,1	2,2	3,3	3,3	2,7	2,8	4,2	4,1	2,6	2,7	4,1	4,0
49	2,2	2,2	3,4	3,3	2,7	2,8	4,2	4,2	2,7	2,8	4,1	4,1
50	2,1	2,2	3,3	3,3	2,7	2,9	4,2	4,2	2,6	2,7	4,1	4,1
51	2,1	2,2	3,3	3,3	2,7	2,9	4,2	4,2	2,7	2,8	4,1	4,1
52	2,1	2,2	3,3	3,2	2,7	2,9	4,2	4,2	2,7	2,8	4,1	4,1
53	2,2	2,2	3,4	3,3	2,7	2,9	4,3	4,2	2,7	2,8	4,2	4,1
54	2,2	2,2	3,4	3,3	2,8	2,9	4,3	4,3	2,7	2,9	4,1	4,1
55	2,2	2,2	3,4	3,3	2,8	2,9	4,3	4,3	2,7	2,8	4,1	4,1
56	2,1	2,2	3,3	3,2	2,7	2,9	4,2	4,2	2,5	2,7	4,0	4,0
57	2,1	2,2	3,3	3,2	2,7	2,9	4,2	4,2	2,6	2,7	4,0	4,0
58	2,2	2,2	3,3	3,3	2,8	2,9	4,3	4,3	2,6	2,7	4,0	4,0
59	2,1	2,2	3,3	3,3	2,8	3,0	4,3	4,3	2,6	2,7	3,9	3,9
60	2,1	2,3	3,3	3,2	2,7	3,0	4,3	4,2	2,5	2,7	4,0	3,9
Ortalama	2,1	2,1	3,3	3,2	2,5	2,5	3,8	3,8	2,6	2,6	4,0	4,0

Tablo Ek 17 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,6	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0
1	0,6	0,3	1,1	1,0	0,8	0,6	1,2	1,0	1,2	1,0	1,8	1,7
2	1,4	1,2	2,5	2,3	1,6	1,5	2,9	2,5	2,1	1,9	3,3	3,1
3	1,9	1,7	3,1	3,0	2,2	2,1	3,6	3,4	2,7	2,5	4,1	4,0
4	2,1	1,9	3,3	3,2	2,3	2,3	3,8	3,6	3,0	2,8	4,5	4,4
5	2,2	2,0	3,4	3,4	2,4	2,5	3,9	3,8	3,1	3,0	4,6	4,6
6	2,2	2,1	3,4	3,4	2,5	2,5	3,9	3,8	3,1	3,1	4,5	4,5
7	2,2	2,1	3,4	3,5	2,5	2,6	3,9	3,8	3,1	3,0	4,6	4,6
8	2,3	2,1	3,6	3,5	2,5	2,6	4,0	3,9	3,1	3,1	4,7	4,6
9	2,3	2,2	3,6	3,5	2,6	2,7	4,0	4,0	3,2	3,1	4,7	4,7
10	2,3	2,3	3,6	3,6	2,6	2,8	4,0	4,0	3,2	3,2	4,7	4,7
11	2,3	2,3	3,5	3,6	2,6	2,8	4,0	4,0	3,2	3,2	4,7	4,7
12	2,4	2,3	3,6	3,6	2,7	2,9	4,1	4,1	3,2	3,2	4,8	4,7
13	2,4	2,3	3,7	3,6	2,8	2,9	4,1	4,1	3,3	3,3	4,8	4,8
14	2,4	2,3	3,6	3,6	2,8	3,0	4,1	4,1	3,3	3,3	4,8	4,8
15	2,4	2,3	3,6	3,6	2,8	3,0	4,1	4,1	3,2	3,3	4,8	4,8
16	2,3	2,3	3,6	3,5	2,8	2,9	4,1	4,1	3,3	3,3	4,8	4,8
17	2,4	2,3	3,6	3,5	2,8	2,9	4,0	4,1	3,3	3,3	4,8	4,8
18	2,4	2,3	3,6	3,6	2,8	2,9	4,0	4,1	3,3	3,3	4,8	4,8
19	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,7	4,8
20	2,3	2,3	3,5	3,5	2,7	2,8	3,9	4,0	3,2	3,3	4,8	4,8
21	2,3	2,3	3,6	3,6	2,7	2,8	3,9	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
22	2,4	2,3	3,6	3,6	2,8	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
23	2,3	2,3	3,6	3,6	2,7	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
24	2,4	2,4	3,6	3,6	2,7	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
25	2,4	2,4	3,6	3,6	2,7	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
26	2,4	2,4	3,7	3,6	2,8	2,8	4,0	4,0	3,3	3,3	4,8	4,8
27	2,4	2,4	3,7	3,7	2,8	2,8	4,0	4,0	3,3	3,4	4,8	4,8
28	2,3	2,4	3,6	3,6	2,7	2,8	4,0	4,0	3,2	3,3	4,7	4,8
29	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,8	3,9	4,0	3,2	3,3	4,7	4,8
30	2,3	2,3	3,5	3,5	2,7	2,8	3,9	4,0	3,2	3,2	4,7	4,7
31	2,3	2,3	3,5	3,5	2,7	2,7	3,9	3,9	3,2	3,3	4,7	4,7
32	2,3	2,3	3,5	3,4	2,7	2,7	3,9	3,9	3,2	3,3	4,6	4,6
33	2,3	2,3	3,5	3,4	2,7	2,7	3,9	3,9	3,2	3,2	4,6	4,6
34	2,3	2,3	3,5	3,4	2,7	2,7	3,8	3,9	3,1	3,2	4,6	4,6

Tablo Ek 17 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
35	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,7	3,9	3,8	3,2	3,3	4,6	4,6
36	2,3	2,4	3,6	3,5	2,7	2,7	3,9	3,9	3,1	3,3	4,6	4,6
37	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,7	3,9	3,9	3,1	3,2	4,6	4,6
38	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,8	3,9	3,9	3,2	3,2	4,7	4,7
39	2,3	2,3	3,6	3,5	2,7	2,7	3,9	3,9	3,2	3,2	4,6	4,6
40	2,3	2,3	3,6	3,5	2,6	2,7	4,0	3,9	3,1	3,3	4,6	4,6
41	2,3	2,3	3,5	3,5	2,7	2,7	4,0	4,0	3,2	3,2	4,7	4,7
42	2,3	2,3	3,5	3,4	2,7	2,8	3,9	4,0	3,2	3,2	4,7	4,7
43	2,3	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	3,9	3,9	3,2	3,3	4,7	4,7
44	2,3	2,3	3,4	3,4	2,6	2,6	3,9	3,8	3,2	3,3	4,7	4,7
45	2,3	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	3,9	3,8	3,2	3,4	4,7	4,7
46	2,3	2,3	3,4	3,4	2,6	2,7	3,8	3,8	3,2	3,3	4,6	4,6
47	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,7	3,8	3,1	3,2	4,6	4,6
48	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,1	3,2	4,5	4,5
49	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,6	3,9	3,8	3,1	3,2	4,5	4,6
50	2,4	2,4	3,5	3,5	2,6	2,6	3,9	3,8	3,1	3,2	4,5	4,6
51	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,1	3,1	4,5	4,5
52	2,3	2,3	3,5	3,4	2,6	2,6	3,9	3,8	3,1	3,2	4,5	4,6
53	2,3	2,4	3,5	3,4	2,6	2,7	3,9	3,9	3,1	3,3	4,6	4,6
54	2,3	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	3,9	3,9	3,2	3,2	4,6	4,6
55	2,2	2,3	3,4	3,4	2,6	2,7	3,9	3,9	3,1	3,2	4,6	4,6
56	2,3	2,3	3,4	3,4	2,6	2,7	3,8	3,8	3,1	3,2	4,6	4,6
57	2,2	2,3	3,4	3,1	2,6	2,7	3,9	3,6	3,2	3,3	4,6	4,4
58	2,3	2,3	3,4	3,1	2,6	2,7	3,9	3,5	3,2	3,3	4,6	4,4
59	2,3	2,4	3,4	3,2	2,5	2,7	3,8	3,5	3,2	3,3	4,6	4,4
60	2,2	2,3	3,3	3,1	2,5	2,6	3,7	3,4	3,1	3,3	4,6	4,3
Ortalama	2,2	2,2	3,4	3,3	2,5	2,6	3,8	3,8	3,1	3,1	4,5	4,5

Tablo Ek 18 Dikişli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,7
1	0,7	0,5	1,3	1,0	0,6	0,4	1,3	1,0	1,0	0,8	1,6	1,3
2	1,5	1,5	2,7	2,4	1,6	1,5	2,8	2,6	2,0	1,9	3,3	3,1
3	1,9	1,8	3,1	3,0	2,0	1,9	3,3	3,2	2,5	2,5	4,0	3,9
4	2,0	1,9	3,2	3,1	2,1	2,1	3,5	3,5	2,7	2,7	4,2	4,2
5	2,1	2,0	3,3	3,2	2,2	2,2	3,6	3,6	2,8	2,8	4,3	4,3
6	2,2	2,1	3,4	3,3	2,3	2,3	3,7	3,7	2,8	2,8	4,3	4,3
7	2,2	2,2	3,4	3,4	2,3	2,3	3,7	3,7	2,8	2,9	4,4	4,3
8	2,2	2,2	3,5	3,4	2,3	2,3	3,8	3,7	2,9	2,9	4,4	4,4
9	2,3	2,2	3,5	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,5
10	2,3	2,3	3,6	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,4
11	2,3	2,3	3,7	3,6	2,5	2,5	3,9	3,9	2,9	3,0	4,5	4,5
12	2,3	2,4	3,7	3,6	2,5	2,5	3,9	3,9	3,0	3,0	4,5	4,5
13	2,4	2,4	3,6	3,6	2,5	2,5	4,0	3,9	3,0	3,1	4,5	4,5
14	2,3	2,4	3,6	3,6	2,5	2,6	3,9	4,0	3,0	3,1	4,5	4,6
15	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,5	3,9	3,9	3,0	3,1	4,5	4,5
16	2,3	2,4	3,6	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	3,0	3,0	4,5	4,5
17	2,3	2,3	3,5	3,5	2,4	2,4	3,8	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
18	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
19	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
20	2,2	2,3	3,5	3,4	2,4	2,5	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,5
21	2,2	2,3	3,4	3,4	2,4	2,4	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,4
22	2,2	2,2	3,5	3,4	2,5	2,5	3,9	3,8	3,0	3,1	4,4	4,5
23	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,6	3,9	3,9	2,9	3,0	4,4	4,5
24	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,6	3,9	3,9	3,0	3,0	4,5	4,5
25	2,3	2,4	3,5	3,5	2,5	2,5	3,9	3,8	3,0	3,0	4,4	4,4
26	2,3	2,3	3,5	3,5	2,5	2,5	3,9	3,9	3,0	3,1	4,4	4,5
27	2,3	2,3	3,6	3,5	2,5	2,6	3,9	3,9	3,0	3,1	4,4	4,5
28	2,3	2,4	3,5	3,5	2,5	2,5	3,9	3,9	2,9	3,0	4,4	4,5
29	2,3	2,4	3,4	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,4
30	2,2	2,3	3,4	3,4	2,4	2,5	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,5
31	2,2	2,2	3,4	3,4	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
32	2,2	2,3	3,4	3,4	2,5	2,5	3,8	3,7	3,0	3,1	4,4	4,5
33	2,3	2,3	3,4	3,4	2,5	2,5	3,7	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
34	2,2	2,3	3,4	3,4	2,4	2,5	3,7	3,8	2,9	3,1	4,4	4,4
35	2,3	2,3	3,6	3,5	2,4	2,5	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,4
36	2,4	2,4	3,6	3,5	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,0	4,4	4,4

Tablo Ek 18 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,3	2,4	3,5	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	2,9	3,0	4,3	4,3
38	2,3	2,4	3,6	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,4
39	2,4	2,4	3,6	3,5	2,5	2,5	3,9	3,8	3,0	3,0	4,4	4,4
40	2,3	2,4	3,5	3,5	2,5	2,6	3,9	3,8	3,0	3,1	4,4	4,4
41	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,4
42	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	2,9	3,0	4,4	4,4
43	2,3	2,3	3,4	3,4	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,5
44	2,3	2,3	3,4	3,4	2,5	2,5	3,8	3,8	3,0	3,2	4,4	4,5
45	2,3	2,3	3,4	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,5
46	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,5	4,5
47	2,3	2,4	3,6	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,2	4,5	4,5
48	2,3	2,4	3,6	3,5	2,5	2,5	3,9	3,8	3,0	3,2	4,5	4,5
49	2,3	2,4	3,5	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,5
50	2,3	2,4	3,6	3,5	2,5	2,7	3,8	3,9	3,0	3,1	4,5	4,5
51	2,4	2,4	3,6	3,5	2,6	2,6	3,9	3,8	3,1	3,2	4,5	4,5
52	2,4	2,5	3,5	3,5	2,5	2,6	3,9	3,9	3,1	3,2	4,4	4,5
53	2,3	2,4	3,4	3,4	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,1	4,3	4,4
54	2,3	2,3	3,5	3,4	2,6	2,7	3,8	3,9	3,0	3,1	4,4	4,4
55	2,3	2,3	3,5	3,5	2,5	2,7	3,8	3,8	3,0	3,1	4,4	4,4
56	2,4	2,4	3,5	3,5	2,5	2,6	3,8	3,8	3,0	3,2	4,4	4,5
57	2,3	2,4	3,4	3,4	2,5	2,6	3,7	3,8	3,0	3,2	4,3	4,4
58	2,3	2,3	3,5	3,4	2,5	2,6	3,7	3,7	3,0	3,1	4,3	4,4
59	2,4	2,4	3,6	3,5	2,5	2,6	3,8	3,7	3,0	3,1	4,4	4,4
60	2,4	2,5	3,5	3,5	2,5	2,6	3,8	3,7	3,1	3,2	4,4	4,5
Ortalama	2,2	2,2	3,4	3,3	2,4	2,4	3,7	3,7	2,9	2,9	4,3	4,3

Tablo Ek 19 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,3	0,0	0,1	0,4	0,5	0,3	0,1	0,5	0,7	0,5	0,1
1	0,7	0,5	0,7	0,1	1,0	0,8	1,0	0,3	1,0	0,8	1,1	0,3
2	1,8	1,2	2,2	0,2	2,1	1,4	2,5	0,3	2,3	1,6	2,8	0,4
3	2,5	1,8	3,2	0,3	2,9	2,1	3,6	0,4	3,2	2,3	4,0	0,4
4	2,9	2,1	3,7	0,4	3,2	2,4	4,1	0,5	3,5	2,7	4,5	0,5
5	3,0	2,3	4,0	0,5	3,3	2,5	4,3	0,5	3,6	2,8	4,7	0,6
6	3,0	2,3	4,0	0,4	3,4	2,6	4,5	0,5	3,7	2,9	4,9	0,7
7	3,1	2,4	4,1	0,5	3,4	2,7	4,6	0,6	3,8	3,0	5,0	0,7
8	3,2	2,4	4,2	0,5	3,5	2,7	4,6	0,6	3,8	3,0	5,1	0,6
9	3,3	2,5	4,3	0,6	3,6	2,8	4,8	0,6	3,9	3,0	5,1	0,7
10	3,2	2,5	4,2	0,5	3,6	2,8	4,8	0,6	3,9	3,0	5,1	0,7
11	3,2	2,5	4,2	0,5	3,6	2,8	4,8	0,6	3,9	3,1	5,2	0,7
12	3,2	2,5	4,3	0,6	3,7	2,9	4,9	0,7	4,0	3,1	5,3	0,7
13	3,3	2,5	4,4	0,6	3,7	2,8	4,9	0,7	4,0	3,1	5,3	0,7
14	3,3	2,6	4,4	0,5	3,6	2,8	4,9	0,6	4,0	3,1	5,3	0,8
15	3,3	2,6	4,4	0,6	3,7	2,8	4,9	0,7	4,0	3,1	5,4	0,8
16	3,3	2,6	4,4	0,7	3,7	2,8	5,0	0,7	4,0	3,2	5,4	0,8
17	3,3	2,6	4,5	0,7	3,7	3,0	5,0	0,7	4,0	3,2	5,4	0,8
18	3,3	2,5	4,4	0,6	3,7	2,8	4,9	0,6	4,0	3,1	5,3	0,7
19	3,2	2,5	4,4	0,6	3,6	2,8	4,8	0,7	4,0	3,1	5,3	0,8
20	3,2	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,9	0,8	4,0	3,1	5,4	0,9
21	3,3	2,5	4,4	0,6	3,6	2,8	4,9	0,7	4,0	3,1	5,4	0,7
22	3,2	2,5	4,4	0,6	3,6	2,8	4,9	0,6	4,0	3,1	5,4	0,7
23	3,2	2,5	4,4	0,5	3,5	2,8	4,8	0,7	4,0	3,1	5,4	0,8
24	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,8	0,8	4,1	3,2	5,5	0,9
25	3,3	2,6	4,5	0,7	3,6	2,8	4,9	0,6	4,0	3,2	5,5	0,8
26	3,3	2,6	4,5	0,7	3,6	2,8	4,9	0,7	4,0	3,2	5,5	0,8
27	3,3	2,5	4,5	0,6	3,6	2,7	4,8	0,6	4,0	3,1	5,5	0,8
28	3,2	2,5	4,5	0,6	3,6	2,7	4,8	0,7	4,0	3,1	5,4	0,8
29	3,3	2,6	4,5	0,7	3,6	2,8	4,9	0,7	4,0	3,2	5,4	0,8
30	3,3	2,6	4,5	0,7	3,6	2,8	4,9	0,7	4,0	3,2	5,4	0,8
31	3,2	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,9	0,8	3,9	3,0	5,3	0,8
32	3,1	2,4	4,3	0,6	3,7	2,9	5,1	0,6	3,9	3,1	5,3	0,8
33	3,1	2,4	4,3	0,7	3,7	2,9	5,1	0,7	3,9	3,1	5,3	0,8
34	3,1	2,5	4,3	0,8	3,8	3,0	5,2	0,8	3,9	3,1	5,3	0,8
35	3,1	2,4	4,3	0,6	3,8	2,9	5,1	0,7	3,8	3,0	5,2	0,8
36	3,1	2,4	4,3	0,6	3,8	2,9	5,2	0,7	3,8	3,0	5,2	0,8

Tablo Ek 19 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,2	2,4	4,3	0,7	3,8	3,0	5,2	0,7	3,9	3,0	5,3	0,8
38	3,3	2,5	4,4	0,8	3,8	3,0	5,2	0,7	3,9	3,1	5,3	0,8
39	3,2	2,5	4,4	0,7	3,8	2,9	5,1	0,7	3,9	3,1	5,3	0,8
40	3,2	2,4	4,4	0,6	3,8	2,9	5,1	0,7	3,9	3,0	5,3	0,8
41	3,2	2,5	4,4	0,7	3,8	3,0	5,2	0,8	3,9	3,0	5,3	0,8
42	3,2	2,5	4,4	0,7	3,8	3,0	5,3	0,8	3,9	3,1	5,3	0,8
43	3,2	2,5	4,3	0,7	3,8	3,0	5,3	0,8	3,8	3,0	5,2	0,8
44	3,1	2,4	4,3	0,6	3,8	3,0	5,3	0,7	3,8	3,0	5,2	0,8
45	3,1	2,4	4,3	0,7	3,9	3,1	5,3	0,8	3,8	3,0	5,2	0,9
46	3,2	2,5	4,3	0,8	3,9	3,1	5,3	0,8	3,8	3,0	5,2	0,9
47	3,1	2,4	4,2	0,6	3,9	3,0	5,3	0,8	3,8	3,0	5,2	0,8
48	3,1	2,4	4,2	0,7	3,9	3,1	5,4	0,7	3,8	3,0	5,2	0,8
49	3,1	2,4	4,3	0,8	3,9	3,1	5,4	0,8	3,8	3,0	5,2	0,9
50	3,1	2,4	4,2	0,8	3,9	3,1	5,4	0,8	3,8	3,0	5,2	0,9
51	3,1	2,4	4,2	0,7	4,0	3,1	5,5	0,7	3,9	3,0	5,3	0,8
52	3,1	2,4	4,3	0,7	4,0	3,1	5,4	0,8	3,9	3,0	5,3	0,8
53	3,1	2,4	4,3	0,8	4,0	3,1	5,5	0,9	3,9	3,0	5,3	0,9
54	3,2	2,5	4,3	0,8	4,0	3,2	5,5	0,9	3,9	3,1	5,3	1,0
55	3,1	2,4	4,3	0,7	4,0	3,2	5,6	0,8	3,9	3,0	5,3	0,8
56	3,1	2,4	4,3	0,7	4,0	3,2	5,5	0,7	3,8	2,9	5,1	0,8
57	3,1	2,4	4,2	0,7	4,0	3,1	5,4	0,8	3,8	2,9	5,1	0,8
58	3,1	2,4	4,2	0,8	4,0	3,2	5,5	0,9	3,8	2,9	5,1	0,9
59	3,1	2,4	4,2	0,7	4,0	3,2	5,6	0,8	3,7	2,9	5,1	0,9
60	3,1	2,4	4,2	0,8	4,0	3,2	5,5	0,8	3,7	2,9	5,0	0,9
Ortalama	3,1	2,4	4,1	0,6	3,6	2,8	4,8	0,7	3,7	2,9	5,0	0,8

Tablo Ek 20 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	0,7	0,4	0,2	0,9	0,9	0,8	0,6
1	1,0	0,6	1,0	0,1	1,0	1,0	0,8	0,1	1,7	1,3	1,6	0,6
2	2,3	1,5	2,8	0,2	2,6	1,9	3,1	0,3	3,1	2,2	3,6	0,7
3	2,9	2,0	3,7	0,2	3,3	2,5	4,0	0,4	3,9	2,9	4,7	0,8
4	3,1	2,2	4,0	0,4	3,5	2,7	4,5	0,5	4,2	3,2	5,3	0,9
5	3,3	2,3	4,2	0,5	3,6	2,8	4,6	0,5	4,3	3,4	5,5	1,0
6	3,3	2,4	4,3	0,5	3,6	2,8	4,7	0,6	4,4	3,4	5,6	1,0
7	3,3	2,4	4,4	0,4	3,7	2,9	4,8	0,6	4,3	3,4	5,6	1,0
8	3,4	2,4	4,4	0,5	3,7	2,9	4,9	0,6	4,4	3,4	5,6	1,0
9	3,4	2,5	4,5	0,6	3,8	3,0	4,9	0,6	4,5	3,5	5,7	1,1
10	3,4	2,5	4,5	0,5	3,8	3,1	5,0	0,6	4,5	3,5	5,8	1,0
11	3,4	2,5	4,6	0,4	3,8	3,1	5,1	0,6	4,5	3,5	5,8	1,0
12	3,5	2,6	4,6	0,5	3,9	3,2	5,1	0,7	4,5	3,6	5,8	1,1
13	3,5	2,5	4,6	0,7	4,0	3,2	5,2	0,7	4,6	3,6	5,9	1,2
14	3,5	2,5	4,6	0,6	4,0	3,2	5,1	0,7	4,6	3,6	5,9	1,1
15	3,4	2,5	4,6	0,5	4,0	3,2	5,2	0,7	4,6	3,6	5,9	1,0
16	3,4	2,5	4,5	0,5	4,0	3,2	5,1	0,7	4,6	3,6	5,9	1,1
17	3,4	2,5	4,5	0,7	3,9	3,1	5,1	0,7	4,6	3,6	5,9	1,2
18	3,4	2,6	4,5	0,7	3,9	3,1	5,1	0,7	4,6	3,6	5,9	1,2
19	3,4	2,5	4,5	0,6	3,9	3,0	5,0	0,8	4,6	3,6	6,0	1,1
20	3,4	2,5	4,5	0,5	3,8	3,0	5,0	0,7	4,5	3,6	5,9	1,1
21	3,4	2,5	4,5	0,6	3,8	3,0	5,0	0,7	4,6	3,6	5,8	1,2
22	3,4	2,6	4,5	0,7	3,9	3,0	5,1	0,7	4,6	3,6	5,9	1,2
23	3,4	2,5	4,6	0,6	3,9	3,0	5,0	0,7	4,6	3,6	5,9	1,1
24	3,4	2,6	4,6	0,6	3,9	3,0	5,1	0,8	4,6	3,6	6,0	1,1
25	3,4	2,6	4,6	0,6	3,9	3,0	5,1	0,8	4,6	3,6	6,0	1,2
26	3,5	2,6	4,6	0,6	3,9	3,0	5,1	0,7	4,6	3,6	6,0	1,2
27	3,5	2,6	4,7	0,7	3,9	3,0	5,1	0,7	4,6	3,6	6,0	1,2
28	3,4	2,6	4,6	0,6	3,9	3,0	5,1	0,8	4,5	3,6	6,0	1,1
29	3,4	2,5	4,5	0,6	3,9	3,0	5,1	0,8	4,5	3,6	5,8	1,1
30	3,3	2,5	4,5	0,6	3,8	3,0	5,0	0,6	4,5	3,6	5,8	1,2
31	3,3	2,5	4,5	0,6	3,8	2,9	5,0	0,8	4,5	3,6	5,8	1,2
32	3,3	2,5	4,4	0,7	3,8	2,9	5,0	0,9	4,5	3,5	5,8	1,2
33	3,3	2,5	4,4	0,6	3,8	2,9	5,0	0,8	4,4	3,5	5,8	1,1
34	3,3	2,5	4,4	0,6	3,8	2,9	5,0	0,7	4,4	3,5	5,7	1,2
35	3,3	2,5	4,5	0,7	3,8	2,9	4,9	0,7	4,4	3,5	5,8	1,2
36	3,4	2,6	4,5	0,7	3,8	2,9	4,9	0,9	4,4	3,5	5,7	1,1

Tablo Ek 20 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,4	2,6	4,5	0,6	3,8	2,9	5,0	0,8	4,4	3,5	5,7	1,2
38	3,4	2,6	4,5	0,7	3,8	2,9	5,0	0,8	4,5	3,5	5,8	1,2
39	3,4	2,6	4,5	0,6	3,8	2,9	5,0	0,6	4,4	3,5	5,8	1,1
40	3,4	2,6	4,5	0,6	3,8	2,9	5,0	0,8	4,4	3,5	5,8	1,1
41	3,3	2,5	4,5	0,7	3,8	2,9	5,0	0,8	4,5	3,5	5,8	1,2
42	3,3	2,5	4,5	0,7	3,8	2,9	5,0	0,8	4,5	3,5	5,8	1,2
43	3,3	2,5	4,4	0,7	3,8	2,9	4,9	0,8	4,5	3,5	5,8	1,2
44	3,3	2,5	4,4	0,6	3,7	2,9	4,9	0,7	4,5	3,5	5,8	1,1
45	3,3	2,5	4,4	0,7	3,7	2,9	4,9	0,9	4,5	3,6	5,9	1,2
46	3,3	2,5	4,4	0,7	3,7	2,9	4,9	0,8	4,4	3,5	5,8	1,2
47	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,8	0,7	4,4	3,4	5,7	1,2
48	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,8	0,8	4,3	3,4	5,7	1,2
49	3,4	2,5	4,5	0,8	3,7	2,8	4,8	0,8	4,4	3,4	5,7	1,2
50	3,4	2,5	4,5	0,8	3,7	2,8	4,9	0,9	4,4	3,4	5,7	1,2
51	3,3	2,5	4,4	0,6	3,7	2,8	4,9	0,7	4,3	3,4	5,6	1,1
52	3,3	2,5	4,5	0,7	3,7	2,9	4,9	0,8	4,3	3,4	5,6	1,2
53	3,3	2,5	4,4	0,8	3,8	2,9	5,0	0,9	4,4	3,5	5,7	1,3
54	3,3	2,5	4,4	0,8	3,7	2,9	5,0	0,9	4,4	3,5	5,7	1,3
55	3,2	2,5	4,4	0,7	3,7	2,9	4,9	0,8	4,4	3,5	5,7	1,1
56	3,2	2,5	4,3	0,7	3,7	2,9	4,9	0,7	4,4	3,5	5,7	1,1
57	3,1	2,5	4,4	0,7	3,6	2,9	4,9	0,8	4,3	3,5	5,8	1,2
58	3,2	2,5	4,3	0,8	3,6	2,9	4,8	0,9	4,3	3,6	5,8	1,2
59	3,2	2,6	4,3	0,8	3,5	2,8	4,8	0,9	4,3	3,5	5,8	1,3
60	3,1	2,5	4,3	0,6	3,5	2,8	4,8	0,7	4,3	3,5	5,7	1,2
Ortalama	3,2	2,4	4,3	0,6	3,6	2,8	4,8	0,7	4,3	3,4	5,6	1,1

Tablo Ek 21 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,7	0,6	0,6	0,3
1	1,1	0,7	1,2	0,1	1,1	0,6	1,1	0,1	1,5	1,0	1,4	0,4
2	2,4	1,7	3,0	0,3	2,6	1,8	3,3	0,1	3,1	2,3	3,7	0,4
3	2,9	2,1	3,7	0,3	3,1	2,2	4,0	0,2	3,8	2,8	4,8	0,6
4	3,0	2,2	3,9	0,2	3,3	2,4	4,3	0,3	4,0	3,0	5,1	0,6
5	3,1	2,3	4,1	0,4	3,4	2,5	4,5	0,3	4,1	3,1	5,3	0,7
6	3,2	2,4	4,2	0,4	3,5	2,6	4,6	0,3	4,1	3,2	5,3	0,6
7	3,3	2,4	4,3	0,5	3,5	2,6	4,7	0,3	4,1	3,2	5,4	0,8
8	3,3	2,4	4,3	0,4	3,6	2,6	4,7	0,4	4,2	3,2	5,5	0,8
9	3,4	2,5	4,4	0,5	3,7	2,7	4,8	0,5	4,2	3,3	5,5	0,8
10	3,4	2,5	4,5	0,5	3,7	2,7	4,9	0,4	4,3	3,3	5,6	0,7
11	3,5	2,6	4,6	0,5	3,7	2,8	5,0	0,4	4,3	3,3	5,6	0,7
12	3,5	2,6	4,6	0,5	3,7	2,8	4,9	0,4	4,3	3,3	5,6	0,8
13	3,5	2,6	4,6	0,5	3,8	2,8	5,0	0,5	4,3	3,3	5,6	0,8
14	3,5	2,6	4,6	0,5	3,8	2,8	5,0	0,5	4,4	3,4	5,7	0,8
15	3,4	2,5	4,5	0,6	3,7	2,8	5,0	0,5	4,3	3,4	5,7	0,8
16	3,4	2,6	4,5	0,6	3,7	2,7	4,9	0,4	4,3	3,3	5,6	0,8
17	3,3	2,5	4,4	0,4	3,6	2,7	4,9	0,5	4,3	3,4	5,7	0,8
18	3,3	2,5	4,4	0,5	3,7	2,7	4,9	0,5	4,3	3,4	5,6	0,8
19	3,3	2,5	4,4	0,6	3,6	2,7	4,8	0,5	4,3	3,3	5,6	0,8
20	3,3	2,5	4,4	0,6	3,6	2,7	4,8	0,4	4,2	3,3	5,6	0,8
21	3,3	2,5	4,3	0,5	3,6	2,7	4,8	0,5	4,2	3,3	5,5	0,8
22	3,3	2,5	4,4	0,5	3,7	2,8	4,9	0,5	4,2	3,3	5,6	0,8
23	3,4	2,5	4,5	0,7	3,7	2,8	5,0	0,6	4,2	3,3	5,6	0,8
24	3,4	2,5	4,5	0,6	3,7	2,8	5,0	0,5	4,3	3,3	5,6	0,9
25	3,4	2,6	4,5	0,5	3,7	2,8	4,9	0,5	4,3	3,3	5,6	0,9
26	3,4	2,6	4,5	0,4	3,7	2,8	4,9	0,6	4,3	3,3	5,6	0,8
27	3,4	2,5	4,5	0,6	3,7	2,8	5,0	0,6	4,3	3,3	5,6	0,8
28	3,4	2,6	4,5	0,7	3,7	2,8	4,9	0,6	4,3	3,3	5,6	0,8
29	3,3	2,5	4,5	0,5	3,6	2,8	4,9	0,5	4,3	3,3	5,6	0,9
30	3,2	2,5	4,3	0,5	3,6	2,7	4,8	0,6	4,3	3,3	5,6	0,9
31	3,2	2,4	4,3	0,7	3,6	2,7	4,9	0,7	4,3	3,4	5,7	0,9
32	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,7	4,8	0,6	4,3	3,3	5,7	0,9
33	3,3	2,5	4,3	0,6	3,6	2,7	4,8	0,6	4,3	3,3	5,6	0,9
34	3,3	2,5	4,4	0,6	3,6	2,7	4,8	0,5	4,2	3,3	5,6	0,9
35	3,4	2,5	4,5	0,6	3,6	2,7	4,9	0,6	4,2	3,3	5,6	0,9
36	3,4	2,5	4,6	0,8	3,7	2,7	4,9	0,7	4,2	3,3	5,6	1,0

Tablo Ek 21 Süngerli SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,4	2,6	4,6	0,6	3,7	2,8	4,9	0,5	4,2	3,3	5,5	0,8
38	3,4	2,6	4,6	0,6	3,7	2,8	4,9	0,5	4,2	3,3	5,5	0,9
39	3,4	2,6	4,5	0,7	3,7	2,7	4,8	0,7	4,2	3,3	5,5	0,9
40	3,4	2,6	4,5	0,7	3,7	2,8	4,8	0,8	4,2	3,3	5,6	1,0
41	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,8	0,7	4,2	3,3	5,5	0,9
42	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,9	0,6	4,2	3,3	5,5	0,9
43	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,7	4,8	0,6	4,3	3,3	5,6	1,0
44	3,3	2,5	4,3	0,7	3,6	2,7	4,8	0,8	4,3	3,4	5,6	0,9
45	3,3	2,5	4,3	0,7	3,6	2,8	4,8	0,8	4,3	3,4	5,6	0,9
46	3,3	2,5	4,4	0,8	3,6	2,8	4,8	0,6	4,3	3,3	5,6	0,9
47	3,4	2,6	4,5	0,8	3,7	2,8	4,9	0,7	4,3	3,4	5,7	1,0
48	3,4	2,6	4,5	0,8	3,6	2,8	4,9	0,7	4,3	3,4	5,7	1,0
49	3,3	2,6	4,5	0,6	3,7	2,8	4,9	0,7	4,3	3,4	5,7	0,9
50	3,4	2,6	4,5	0,8	3,7	2,8	4,9	0,7	4,3	3,3	5,6	1,0
51	3,4	2,6	4,5	0,8	3,7	2,8	4,9	0,8	4,3	3,4	5,7	1,1
52	3,4	2,6	4,5	0,8	3,7	2,8	5,0	0,8	4,3	3,3	5,6	1,1
53	3,3	2,5	4,4	0,6	3,7	2,8	4,9	0,7	4,2	3,3	5,6	0,9
54	3,3	2,5	4,3	0,7	3,7	2,9	4,9	0,8	4,2	3,3	5,5	1,0
55	3,3	2,5	4,4	0,9	3,7	2,8	4,9	0,7	4,2	3,3	5,5	1,1
56	3,4	2,6	4,4	0,9	3,6	2,8	4,9	0,8	4,3	3,4	5,5	1,1
57	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,8	0,7	4,2	3,4	5,5	1,0
58	3,3	2,5	4,4	0,7	3,6	2,8	4,7	0,7	4,2	3,3	5,5	0,9
59	3,4	2,6	4,4	0,9	3,6	2,8	4,8	0,8	4,2	3,3	5,5	1,1
60	3,4	2,6	4,4	0,8	3,6	2,8	4,8	0,7	4,3	3,4	5,5	1,1
Ortalama	3,2	2,4	4,3	0,6	3,5	2,7	4,7	0,5	4,1	3,2	5,4	0,8

Tablo Ek 22 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
0	0,2	0,3	0,4	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
1	0,6	0,5	0,6	0,2	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6
2	1,6	1,6	1,7	1,5	1,8	2,1	2,1	2,1	2,4
3	2,4	2,7	2,8	2,4	2,8	3,0	2,8	3,1	3,4
4	2,7	3,1	3,4	2,7	3,2	3,4	3,0	3,4	3,8
5	2,9	3,2	3,6	2,8	3,3	3,5	3,1	3,5	3,9
6	3,0	3,3	3,8	2,9	3,4	3,6	3,1	3,6	4,0
7	3,0	3,3	3,8	3,0	3,4	3,7	3,2	3,7	4,1
8	3,0	3,3	3,8	3,0	3,5	3,7	3,3	3,8	4,2
9	3,1	3,4	3,9	3,1	3,5	3,7	3,4	3,8	4,2
10	3,2	3,5	3,9	3,2	3,6	3,8	3,5	3,9	4,3
11	3,2	3,5	3,9	3,2	3,7	3,8	3,5	4,0	4,3
12	3,2	3,6	3,9	3,2	3,7	3,8	3,6	4,0	4,3
13	3,2	3,6	4,0	3,2	3,7	3,9	3,6	4,0	4,3
14	3,3	3,6	4,0	3,3	3,8	3,9	3,7	4,1	4,4
15	3,3	3,7	4,0	3,3	3,8	3,9	3,7	4,1	4,4
16	3,2	3,7	4,0	3,3	3,8	3,9	3,7	4,2	4,4
17	3,2	3,7	4,0	3,3	3,9	4,0	3,7	4,2	4,4
18	3,1	3,7	4,0	3,4	3,9	4,0	3,7	4,2	4,5
19	3,1	3,7	4,0	3,4	4,0	4,0	3,7	4,3	4,5
20	3,2	3,7	4,0	3,4	3,9	4,0	3,7	4,3	4,5
21	3,2	3,6	4,0	3,3	3,9	4,1	3,7	4,2	4,6
22	3,2	3,6	4,0	3,3	3,8	4,1	3,7	4,2	4,6
23	3,3	3,6	4,1	3,3	3,8	4,1	3,7	4,2	4,6
24	3,3	3,6	4,0	3,3	3,8	4,1	3,7	4,2	4,6
25	3,3	3,7	4,1	3,3	3,8	4,1	3,7	4,2	4,6
26	3,3	3,7	4,1	3,3	3,9	4,0	3,7	4,2	4,6
27	3,4	3,8	4,1	3,4	3,9	4,0	3,7	4,2	4,6
28	3,3	3,7	4,1	3,4	3,9	4,0	3,7	4,2	4,6
29	3,3	3,8	4,1	3,4	4,0	4,0	3,7	4,3	4,6
30	3,3	3,7	4,1	3,4	4,0	3,9	3,7	4,3	4,6
31	3,3	3,8	4,1	3,5	4,0	3,9	3,7	4,3	4,6
32	3,3	3,8	4,1	3,4	4,0	3,9	3,7	4,3	4,6
33	3,3	3,7	4,1	3,4	3,9	3,9	3,7	4,3	4,6
34	3,3	3,7	4,1	3,3	3,9	3,9	3,7	4,3	4,6
35	3,4	3,7	4,1	3,4	3,9	3,9	3,7	4,2	4,6
36	3,4	3,7	4,1	3,4	3,9	3,9	3,8	4,2	4,6

Tablo Ek 22 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı)

Ölçüm No	250 ml/dk			375 ml/dk			500 ml/dk		
	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C	13 °C	10 °C	7 °C
37	3,4	3,8	4,2	3,4	3,9	3,9	3,7	4,2	4,6
38	3,4	3,8	4,2	3,4	3,9	3,9	3,7	4,2	4,6
39	3,3	3,8	4,2	3,4	3,9	3,9	3,7	4,2	4,6
40	3,3	3,8	4,2	3,5	4,0	3,9	3,7	4,2	4,6
41	3,3	3,8	4,1	3,5	4,0	4,0	3,7	4,2	4,6
42	3,3	3,9	4,1	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,6
43	3,3	3,8	4,1	3,4	4,0	4,0	3,7	4,3	4,6
44	3,4	3,8	4,2	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,6
45	3,4	3,8	4,2	3,4	4,0	4,0	3,8	4,3	4,6
46	3,4	3,7	4,2	3,4	4,0	4,0	3,8	4,3	4,6
47	3,4	3,7	4,1	3,4	4,0	4,0	3,8	4,2	4,6
48	3,4	3,7	4,1	3,4	4,0	4,0	3,8	4,2	4,6
49	3,4	3,8	4,1	3,5	4,0	4,0	3,8	4,2	4,6
50	3,4	3,8	4,2	3,5	4,0	4,0	3,8	4,2	4,6
51	3,4	3,8	4,2	3,5	4,0	3,9	3,8	4,2	4,6
52	3,3	3,8	4,2	3,5	4,0	4,0	3,7	4,2	4,7
53	3,3	3,8	4,3	3,5	4,0	4,0	3,7	4,2	4,7
54	3,3	3,9	4,3	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,7
55	3,3	3,9	4,3	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,7
56	3,4	3,9	4,3	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,7
57	3,4	3,9	4,2	3,5	4,0	4,1	3,7	4,3	4,7
58	3,4	3,9	4,2	3,5	4,0	4,1	3,8	4,3	4,7
59	3,4	3,8	4,2	3,5	4,0	4,1	3,8	4,3	4,7
60	3,4	3,8	4,3	3,5	4,0	4,1	3,8	4,2	4,6
Ortalama	3,1	3,5	3,9	3,2	3,7	3,8	3,5	4,0	4,3

Tablo Ek 23 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
1	0,6	0,4	0,6	0,9	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,4	0,6	0,8
2	1,3	1,3	1,7	2,4	1,3	1,3	1,7	2,5	1,4	1,4	1,8	2,6
3	1,7	2,0	2,7	3,5	2,0	2,3	2,9	3,8	2,1	2,4	3,2	4,1
4	1,9	2,4	3,1	3,9	2,1	2,7	3,4	4,3	2,4	2,9	3,8	4,8
5	2,0	2,6	3,2	4,0	2,2	2,8	3,5	4,4	2,5	3,2	4,1	5,1
6	2,0	2,7	3,3	4,1	2,3	2,9	3,7	4,5	2,6	3,3	4,2	5,2
7	2,0	2,7	3,3	4,1	2,3	3,0	3,7	4,6	2,6	3,4	4,3	5,2
8	2,1	2,8	3,4	4,2	2,3	3,0	3,7	4,6	2,6	3,4	4,3	5,3
9	2,1	2,8	3,4	4,3	2,3	3,0	3,8	4,7	2,7	3,5	4,3	5,3
10	2,1	2,9	3,5	4,4	2,4	3,1	3,9	4,8	2,7	3,5	4,4	5,3
11	2,2	3,0	3,6	4,4	2,4	3,2	3,9	4,9	2,7	3,5	4,4	5,4
12	2,2	2,9	3,6	4,4	2,5	3,2	4,0	4,9	2,7	3,5	4,4	5,4
13	2,2	3,0	3,6	4,4	2,5	3,2	4,0	4,9	2,7	3,6	4,4	5,4
14	2,2	3,0	3,6	4,5	2,5	3,3	4,1	5,0	2,8	3,6	4,5	5,5
15	2,2	3,0	3,6	4,5	2,5	3,3	4,1	5,0	2,8	3,6	4,5	5,5
16	2,2	3,0	3,6	4,4	2,6	3,3	4,1	5,0	2,8	3,6	4,5	5,5
17	2,2	2,9	3,5	4,3	2,5	3,3	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
18	2,1	2,9	3,5	4,2	2,6	3,3	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
19	2,2	2,9	3,5	4,3	2,6	3,4	4,1	5,1	2,8	3,7	4,5	5,5
20	2,1	2,9	3,5	4,3	2,6	3,4	4,1	5,0	2,8	3,6	4,5	5,5
21	2,2	3,0	3,5	4,3	2,5	3,3	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
22	2,2	3,0	3,6	4,4	2,5	3,3	4,0	4,9	2,8	3,7	4,5	5,5
23	2,3	3,1	3,7	4,5	2,5	3,3	4,0	5,0	2,9	3,7	4,5	5,5
24	2,3	3,1	3,7	4,5	2,5	3,3	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
25	2,3	3,1	3,7	4,5	2,6	3,4	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
26	2,3	3,1	3,6	4,5	2,6	3,4	4,1	5,0	2,8	3,7	4,5	5,5
27	2,3	3,1	3,7	4,5	2,6	3,4	4,2	5,1	2,9	3,7	4,5	5,5
28	2,3	3,1	3,7	4,5	2,6	3,4	4,2	5,1	2,8	3,7	4,5	5,5
29	2,3	3,1	3,7	4,4	2,6	3,5	4,2	5,1	2,8	3,7	4,5	5,5
30	2,3	3,1	3,6	4,4	2,6	3,4	4,1	5,1	2,9	3,8	4,5	5,5
31	2,3	3,1	3,6	4,4	2,6	3,5	4,2	5,1	2,9	3,8	4,5	5,5
32	2,3	3,1	3,6	4,5	2,6	3,5	4,2	5,1	2,8	3,7	4,6	5,5
33	2,3	3,1	3,7	4,5	2,6	3,4	4,1	5,1	2,9	3,8	4,6	5,6
34	2,3	3,1	3,6	4,5	2,6	3,4	4,1	5,0	2,9	3,8	4,6	5,5
35	2,3	3,1	3,7	4,5	2,6	3,4	4,1	5,0	2,9	3,8	4,6	5,5
36	2,3	3,1	3,8	4,5	2,6	3,4	4,2	5,0	2,9	3,8	4,6	5,5

Tablo Ek 23 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,3	3,1	3,7	4,5	2,7	3,4	4,2	5,1	2,9	3,8	4,6	5,6
38	2,4	3,1	3,7	4,5	2,7	3,5	4,2	5,1	3,0	3,8	4,6	5,6
39	2,3	3,1	3,7	4,5	2,7	3,5	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
40	2,3	3,1	3,7	4,4	2,7	3,5	4,2	5,1	2,9	3,9	4,6	5,6
41	2,3	3,1	3,6	4,4	2,7	3,5	4,2	5,2	2,9	3,8	4,6	5,5
42	2,3	3,1	3,6	4,4	2,7	3,5	4,2	5,2	2,9	3,8	4,6	5,5
43	2,3	3,1	3,6	4,4	2,7	3,5	4,2	5,1	2,9	3,8	4,6	5,5
44	2,4	3,2	3,6	4,5	2,7	3,6	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
45	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,5	4,2	5,0	3,0	3,8	4,6	5,6
46	2,4	3,2	3,7	4,5	2,6	3,5	4,1	5,0	3,0	3,8	4,6	5,6
47	2,4	3,2	3,7	4,5	2,6	3,4	4,1	4,9	2,9	3,8	4,6	5,5
48	2,4	3,2	3,7	4,6	2,6	3,4	4,1	4,9	2,9	3,8	4,6	5,5
49	2,4	3,2	3,8	4,5	2,7	3,5	4,2	5,0	3,0	3,8	4,6	5,5
50	2,4	3,2	3,8	4,5	2,7	3,5	4,2	5,1	3,0	3,8	4,6	5,5
51	2,4	3,1	3,7	4,5	2,7	3,5	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
52	2,3	3,1	3,6	4,4	2,7	3,5	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
53	2,3	3,1	3,6	4,4	2,7	3,5	4,2	5,1	3,1	4,0	4,6	5,6
54	2,3	3,1	3,6	4,4	2,8	3,6	4,2	5,2	3,1	3,9	4,7	5,7
55	2,3	3,1	3,6	4,4	2,8	3,6	4,3	5,2	3,1	3,9	4,7	5,7
56	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,6	4,3	5,2	3,0	4,0	4,7	5,6
57	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,6	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
58	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,6	4,2	5,1	3,0	3,9	4,6	5,6
59	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,5	4,2	5,0	3,0	3,9	4,7	5,6
60	2,4	3,2	3,7	4,5	2,7	3,5	4,1	5,0	3,1	4,0	4,7	5,7
Ortalama	2,2	2,9	3,5	4,2	2,5	3,2	3,9	4,8	2,7	3,5	4,3	5,3

Tablo Ek 24 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
1	0,3	0,0	0,3	0,4	0,4	0,1	0,4	0,6	0,5	0,3	0,6	0,7
2	1,1	1,0	1,8	2,3	1,5	1,3	2,1	2,8	1,7	1,6	2,4	3,0
3	1,6	1,9	2,8	3,5	2,0	2,3	3,2	4,1	2,1	2,5	3,5	4,2
4	1,8	2,3	3,1	3,9	2,2	2,7	3,6	4,5	2,3	2,9	3,9	4,7
5	1,9	2,4	3,3	4,0	2,2	2,9	3,8	4,6	2,3	3,1	4,1	4,8
6	1,9	2,5	3,4	4,1	2,3	3,0	3,9	4,8	2,4	3,2	4,2	5,0
7	2,0	2,6	3,4	4,2	2,3	3,0	4,0	4,8	2,4	3,3	4,2	5,0
8	2,0	2,6	3,5	4,2	2,3	3,1	4,0	4,8	2,4	3,3	4,3	5,0
9	2,1	2,7	3,5	4,3	2,4	3,1	4,0	4,9	2,5	3,3	4,3	5,1
10	2,1	2,8	3,6	4,4	2,5	3,2	4,1	5,0	2,6	3,4	4,4	5,1
11	2,2	2,8	3,7	4,4	2,5	3,2	4,2	5,0	2,6	3,4	4,4	5,1
12	2,2	2,8	3,7	4,5	2,5	3,3	4,2	5,1	2,6	3,4	4,4	5,2
13	2,2	2,8	3,7	4,5	2,5	3,3	4,2	5,1	2,6	3,5	4,4	5,2
14	2,2	2,9	3,7	4,5	2,6	3,3	4,3	5,2	2,6	3,5	4,5	5,3
15	2,2	2,9	3,8	4,6	2,6	3,4	4,4	5,2	2,7	3,5	4,5	5,3
16	2,2	2,9	3,8	4,6	2,6	3,4	4,4	5,3	2,6	3,6	4,5	5,3
17	2,3	2,9	3,8	4,6	2,6	3,4	4,4	5,3	2,7	3,6	4,6	5,4
18	2,3	3,0	3,8	4,7	2,6	3,5	4,5	5,4	2,7	3,6	4,6	5,4
19	2,3	3,0	3,8	4,7	2,7	3,5	4,5	5,4	2,7	3,6	4,6	5,4
20	2,3	3,0	3,8	4,6	2,7	3,5	4,5	5,3	2,7	3,7	4,6	5,4
21	2,3	3,0	3,8	4,6	2,6	3,5	4,4	5,3	2,7	3,6	4,6	5,5
22	2,3	3,0	3,8	4,6	2,6	3,4	4,4	5,2	2,8	3,7	4,7	5,5
23	2,3	3,0	3,8	4,5	2,6	3,4	4,3	5,2	2,8	3,7	4,7	5,5
24	2,3	3,0	3,7	4,5	2,6	3,4	4,3	5,1	2,8	3,7	4,7	5,5
25	2,2	2,9	3,7	4,5	2,6	3,4	4,3	5,2	2,7	3,7	4,6	5,5
26	2,3	3,0	3,8	4,6	2,6	3,5	4,4	5,2	2,7	3,6	4,6	5,5
27	2,4	3,0	3,9	4,6	2,7	3,5	4,4	5,3	2,7	3,6	4,6	5,4
28	2,3	3,0	3,9	4,7	2,7	3,5	4,5	5,3	2,6	3,7	4,6	5,4
29	2,3	3,1	3,9	4,7	2,7	3,6	4,5	5,4	2,6	3,6	4,6	5,4
30	2,4	3,1	3,9	4,7	2,7	3,6	4,5	5,4	2,6	3,6	4,5	5,3
31	2,4	3,1	3,9	4,7	2,7	3,6	4,5	5,4	2,6	3,6	4,5	5,3
32	2,3	3,1	3,9	4,6	2,7	3,6	4,5	5,4	2,6	3,6	4,5	5,3
33	2,3	3,0	3,8	4,6	2,7	3,6	4,4	5,3	2,6	3,6	4,5	5,2
34	2,3	3,0	3,8	4,5	2,7	3,5	4,4	5,2	2,6	3,5	4,4	5,2
35	2,3	3,0	3,8	4,6	2,7	3,5	4,3	5,2	2,6	3,5	4,4	5,2
36	2,4	3,1	3,8	4,6	2,7	3,5	4,4	5,2	2,6	3,5	4,4	5,2

Tablo Ek 24 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,3	3,0	3,8	4,6	2,7	3,5	4,4	5,2	2,6	3,5	4,4	5,2
38	2,4	3,1	3,8	4,6	2,7	3,5	4,4	5,2	2,6	3,5	4,4	5,2
39	2,4	3,1	3,9	4,7	2,7	3,5	4,4	5,3	2,6	3,5	4,5	5,2
40	2,5	3,2	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,3	2,6	3,6	4,5	5,3
41	2,4	3,1	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,4	2,7	3,6	4,5	5,3
42	2,4	3,1	3,9	4,7	2,8	3,7	4,5	5,4	2,7	3,6	4,5	5,3
43	2,4	3,1	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,4	2,7	3,6	4,5	5,3
44	2,4	3,1	3,9	4,7	2,8	3,7	4,5	5,4	2,7	3,6	4,6	5,4
45	2,4	3,1	3,8	4,6	2,8	3,6	4,5	5,4	2,7	3,7	4,6	5,4
46	2,4	3,1	3,8	4,6	2,8	3,6	4,5	5,4	2,7	3,7	4,6	5,4
47	2,4	3,1	3,8	4,6	2,8	3,6	4,5	5,4	2,7	3,6	4,6	5,4
48	2,4	3,1	3,9	4,6	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,7	4,6	5,4
49	2,5	3,1	3,9	4,6	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,7	4,6	5,3
50	2,4	3,1	3,9	4,6	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,7	4,5	5,3
51	2,4	3,1	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,6	4,5	5,3
52	2,5	3,2	3,9	4,7	2,8	3,7	4,5	5,3	2,7	3,6	4,5	5,3
53	2,5	3,2	4,0	4,7	2,9	3,7	4,5	5,4	2,8	3,6	4,5	5,3
54	2,5	3,2	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,6	4,5	5,3
55	2,5	3,2	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,3	2,7	3,6	4,5	5,3
56	2,5	3,2	3,9	4,7	2,9	3,7	4,5	5,3	2,7	3,6	4,6	5,3
57	2,5	3,2	3,9	4,7	2,9	3,7	4,5	5,3	2,8	3,7	4,6	5,3
58	2,5	3,2	4,0	4,7	2,8	3,7	4,5	5,3	2,8	3,7	4,6	5,4
59	2,5	3,2	3,9	4,7	2,8	3,6	4,5	5,3	2,8	3,7	4,6	5,4
60	2,5	3,2	3,9	4,7	2,9	3,6	4,4	5,3	2,8	3,7	4,6	5,4
Ortalama	2,2	2,8	3,6	4,4	2,6	3,3	4,2	5,0	2,5	3,4	4,3	5,1

Tablo Ek 25 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
0	0,1	-0,1	0,2	0,0	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,1
1	0,7	0,4	1,0	1,0	0,5	0,2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,8	0,8
2	1,6	1,5	2,5	3,1	1,8	1,5	2,5	3,1	2,0	1,7	2,9	3,5
3	2,0	2,2	3,3	3,9	2,3	2,4	3,6	4,4	2,5	2,6	4,0	4,8
4	2,1	2,5	3,6	4,1	2,5	2,8	4,0	4,7	2,8	3,1	4,5	5,2
5	2,1	2,6	3,6	4,2	2,5	3,0	4,1	4,8	2,8	3,3	4,6	5,4
6	2,1	2,7	3,6	4,2	2,6	3,0	4,2	4,9	2,9	3,3	4,7	5,5
7	2,2	2,8	3,7	4,3	2,7	3,2	4,2	5,0	3,0	3,5	4,8	5,5
8	2,3	2,9	3,8	4,4	2,7	3,2	4,3	5,0	3,1	3,5	4,8	5,6
9	2,4	3,0	3,9	4,5	2,8	3,3	4,4	5,1	3,0	3,6	4,8	5,6
10	2,4	3,0	4,0	4,6	2,8	3,4	4,5	5,2	3,1	3,6	4,9	5,7
11	2,4	3,1	4,1	4,7	2,9	3,5	4,5	5,3	3,1	3,7	5,0	5,8
12	2,5	3,2	4,1	4,7	2,9	3,5	4,6	5,3	3,2	3,8	5,0	5,8
13	2,5	3,2	4,1	4,8	2,9	3,6	4,6	5,3	3,2	3,8	5,0	5,8
14	2,6	3,3	4,2	4,9	2,9	3,6	4,7	5,5	3,2	3,8	5,0	5,8
15	2,5	3,3	4,2	4,9	3,0	3,7	4,7	5,5	3,2	3,8	5,1	5,9
16	2,5	3,3	4,2	4,9	3,0	3,7	4,7	5,5	3,3	3,9	5,1	5,9
17	2,6	3,3	4,2	4,9	3,0	3,7	4,7	5,5	3,3	3,9	5,1	5,9
18	2,6	3,3	4,2	4,9	3,1	3,7	4,8	5,6	3,3	3,9	5,1	5,9
19	2,5	3,3	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,7	3,3	3,9	5,1	6,0
20	2,5	3,3	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,6	3,3	4,0	5,2	6,0
21	2,6	3,3	4,2	4,8	3,1	3,8	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
22	2,6	3,3	4,2	4,8	3,1	3,8	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
23	2,6	3,3	4,2	4,8	3,0	3,8	4,7	5,6	3,4	4,0	5,2	6,1
24	2,6	3,3	4,2	4,8	3,0	3,7	4,7	5,5	3,4	4,0	5,2	6,1
25	2,6	3,3	4,2	4,8	3,0	3,7	4,7	5,5	3,4	4,0	5,2	6,1
26	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,7	4,7	5,5	3,4	4,0	5,2	6,1
27	2,6	3,4	4,2	4,9	3,0	3,7	4,7	5,5	3,4	4,0	5,2	6,0
28	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,5	3,4	4,0	5,2	6,0
29	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
30	2,6	3,4	4,2	4,9	3,2	3,8	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
31	2,6	3,4	4,2	4,9	3,2	3,9	4,8	5,7	3,4	4,0	5,1	6,0
32	2,6	3,3	4,2	4,8	3,1	3,8	4,8	5,7	3,4	4,0	5,2	6,0
33	2,6	3,4	4,2	4,8	3,1	3,9	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
34	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,6	3,4	4,0	5,2	6,0
35	2,7	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,4	4,0	5,2	6,0
36	2,7	3,4	4,3	4,9	3,1	3,8	4,8	5,5	3,4	4,1	5,2	6,0

Tablo Ek 25 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının enine kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13 °C				10°C				7°C			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
37	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,6	3,4	4,1	5,2	6,0
38	2,7	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,8	5,5	3,5	4,1	5,2	6,0
39	2,7	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,5	4,1	5,2	6,0
40	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,4	4,1	5,2	6,0
41	2,6	3,4	4,1	4,8	3,1	3,8	4,8	5,5	3,5	4,1	5,2	6,0
42	2,6	3,4	4,1	4,8	3,2	3,9	4,8	5,6	3,5	4,1	5,3	6,1
43	2,6	3,4	4,1	4,9	3,2	3,9	4,8	5,6	3,5	4,1	5,2	6,0
44	2,7	3,4	4,2	4,9	3,2	3,9	4,8	5,6	3,4	4,1	5,2	6,0
45	2,7	3,4	4,2	4,9	3,1	3,9	4,8	5,6	3,4	4,1	5,2	6,0
46	2,7	3,4	4,2	4,9	3,2	3,9	4,8	5,6	3,5	4,1	5,2	6,0
47	2,7	3,5	4,3	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,4	4,1	5,2	6,0
48	2,7	3,5	4,3	5,0	3,1	3,8	4,7	5,5	3,4	4,1	5,1	6,0
49	2,8	3,5	4,3	5,0	3,2	3,8	4,7	5,5	3,4	4,1	5,1	6,0
50	2,7	3,5	4,3	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,5	4,1	5,2	6,0
51	2,7	3,5	4,2	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,5	4,1	5,2	6,0
52	2,6	3,4	4,2	4,9	3,1	3,8	4,7	5,5	3,5	4,1	5,2	6,1
53	2,6	3,4	4,1	4,8	3,2	3,8	4,7	5,5	3,5	4,2	5,2	6,1
54	2,7	3,4	4,1	4,8	3,2	3,9	4,8	5,6	3,5	4,2	5,3	6,1
55	2,7	3,4	4,1	4,8	3,3	3,9	4,8	5,6	3,6	4,2	5,3	6,1
56	2,7	3,4	4,1	4,8	3,2	3,9	4,8	5,6	3,5	4,2	5,3	6,1
57	2,7	3,4	4,2	4,9	3,2	3,9	4,8	5,6	3,6	4,2	5,3	6,1
58	2,8	3,5	4,3	5,0	3,2	3,9	4,8	5,6	3,6	4,2	5,3	6,1
59	2,8	3,5	4,3	5,0	3,2	3,9	4,8	5,6	3,6	4,2	5,3	6,1
60	2,7	3,5	4,3	5,0	3,2	3,6	4,7	5,5	3,5	4,2	5,2	6,0
Ortalama	2,5	3,1	4,0	4,6	2,9	3,5	4,5	5,2	3,2	3,8	4,9	5,7

Tablo Ek 26 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0,3	0,2
1	0,6	0,8	0,6	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,6	0,7	0,5	0,2
2	1,6	1,8	1,8	0,8	1,6	1,9	1,8	0,9	1,6	2,0	1,9	1,0
3	2,3	2,5	2,8	1,8	2,6	2,8	3,0	2,0	2,8	3,0	3,4	2,1
4	2,6	2,8	3,2	2,3	3,0	3,1	3,5	2,7	3,3	3,5	4,0	2,9
5	2,7	2,9	3,4	2,6	3,1	3,2	3,7	2,8	3,5	3,7	4,3	3,3
6	2,8	3,0	3,5	2,7	3,2	3,3	3,9	3,0	3,6	3,8	4,5	3,5
7	2,8	3,0	3,6	2,8	3,2	3,4	3,9	3,0	3,7	3,8	4,5	3,6
8	2,9	3,1	3,7	2,8	3,2	3,4	4,0	3,1	3,7	3,9	4,6	3,6
9	2,9	3,2	3,7	2,9	3,2	3,4	4,0	3,1	3,7	3,9	4,6	3,7
10	3,0	3,2	3,8	3,0	3,3	3,5	4,1	3,2	3,7	3,9	4,6	3,7
11	3,1	3,3	3,9	3,0	3,4	3,6	4,2	3,3	3,8	3,9	4,7	3,8
12	3,1	3,3	3,9	3,0	3,4	3,6	4,2	3,3	3,8	4,0	4,7	3,8
13	3,1	3,3	3,9	3,1	3,4	3,6	4,2	3,3	3,8	4,0	4,7	3,8
14	3,1	3,3	3,9	3,1	3,5	3,7	4,3	3,4	3,8	4,0	4,8	3,8
15	3,1	3,3	4,0	3,1	3,5	3,7	4,4	3,5	3,8	4,0	4,8	3,9
16	3,1	3,3	3,9	3,1	3,6	3,7	4,3	3,5	3,9	4,0	4,8	3,9
17	3,0	3,2	3,9	3,0	3,5	3,7	4,3	3,5	3,8	4,1	4,8	3,9
18	3,0	3,2	3,8	3,0	3,5	3,7	4,4	3,5	3,9	4,1	4,8	3,9
19	3,0	3,2	3,8	3,0	3,6	3,7	4,4	3,6	3,8	4,1	4,8	3,9
20	3,0	3,2	3,8	3,0	3,5	3,7	4,4	3,5	3,9	4,0	4,8	3,8
21	3,0	3,2	3,8	3,1	3,5	3,7	4,3	3,5	3,8	4,1	4,8	3,9
22	3,1	3,3	3,9	3,1	3,5	3,6	4,3	3,4	3,9	4,1	4,8	3,9
23	3,1	3,4	4,0	3,2	3,5	3,6	4,4	3,5	3,9	4,1	4,9	3,9
24	3,1	3,4	4,0	3,2	3,5	3,7	4,3	3,5	3,9	4,0	4,8	3,9
25	3,1	3,4	4,0	3,2	3,5	3,7	4,4	3,5	3,9	4,1	4,9	3,9
26	3,1	3,4	4,0	3,2	3,6	3,7	4,4	3,5	3,9	4,1	4,8	3,9
27	3,2	3,4	4,0	3,3	3,6	3,8	4,5	3,6	3,9	4,1	4,8	4,0
28	3,1	3,4	4,0	3,3	3,6	3,8	4,5	3,6	3,9	4,1	4,8	4,0
29	3,1	3,3	4,0	3,2	3,6	3,8	4,4	3,6	3,9	4,1	4,8	4,0
30	3,1	3,3	3,9	3,2	3,6	3,8	4,4	3,6	3,9	4,1	4,8	4,0
31	3,1	3,3	4,0	3,3	3,6	3,8	4,5	3,6	3,9	4,1	4,9	4,0
32	3,1	3,4	3,9	3,3	3,6	3,8	4,5	3,7	3,9	4,1	4,9	4,0
33	3,1	3,3	3,9	3,3	3,6	3,7	4,4	3,6	3,9	4,1	4,9	4,1
34	3,1	3,4	4,0	3,3	3,5	3,7	4,4	3,6	3,9	4,1	4,9	4,0
35	3,2	3,4	4,0	3,3	3,6	3,7	4,4	3,5	3,9	4,2	4,9	4,0
36	3,2	3,4	4,1	3,3	3,6	3,7	4,5	3,6	3,9	4,1	4,9	4,0

Tablo Ek 26 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (250 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,2	3,4	4,1	3,3	3,6	3,8	4,5	3,6	4,0	4,2	4,9	4,1
38	3,2	3,4	4,1	3,3	3,6	3,8	4,5	3,7	4,0	4,2	5,0	4,1
39	3,2	3,4	4,0	3,3	3,6	3,8	4,5	3,6	4,0	4,2	5,0	4,1
40	3,1	3,4	4,0	3,3	3,7	3,8	4,6	3,6	4,0	4,2	5,0	4,1
41	3,1	3,3	3,9	3,3	3,7	3,8	4,5	3,7	4,0	4,1	4,9	4,1
42	3,1	3,3	3,9	3,3	3,7	3,9	4,5	3,8	4,0	4,1	4,9	4,1
43	3,1	3,4	3,9	3,3	3,7	3,8	4,5	3,8	4,0	4,1	4,9	4,1
44	3,2	3,4	4,0	3,3	3,7	3,8	4,5	3,7	4,0	4,2	4,9	4,1
45	3,2	3,4	4,0	3,4	3,6	3,8	4,5	3,8	4,0	4,2	4,9	4,2
46	3,2	3,4	4,1	3,3	3,6	3,7	4,4	3,7	4,0	4,2	4,9	4,1
47	3,2	3,4	4,1	3,3	3,5	3,7	4,4	3,6	4,0	4,2	4,9	4,1
48	3,2	3,5	4,1	3,4	3,5	3,7	4,4	3,6	3,9	4,1	4,9	4,1
49	3,2	3,5	4,1	3,4	3,6	3,8	4,5	3,6	3,9	4,1	4,9	4,1
50	3,2	3,5	4,1	3,4	3,6	3,8	4,5	3,7	4,0	4,2	4,9	4,1
51	3,2	3,4	4,0	3,4	3,7	3,8	4,5	3,7	4,0	4,2	4,9	4,1
52	3,2	3,3	4,0	3,4	3,7	3,8	4,5	3,7	4,0	4,2	5,0	4,1
53	3,1	3,3	3,9	3,4	3,7	3,8	4,5	3,7	4,1	4,3	5,0	4,2
54	3,1	3,3	3,9	3,3	3,7	3,9	4,5	3,8	4,1	4,3	5,0	4,2
55	3,1	3,4	3,9	3,3	3,7	3,9	4,6	3,8	4,1	4,3	5,0	4,2
56	3,2	3,4	4,1	3,3	3,7	3,9	4,5	3,8	4,1	4,3	5,0	4,2
57	3,2	3,4	4,0	3,4	3,7	3,8	4,6	3,8	4,0	4,2	4,9	4,2
58	3,2	3,4	4,0	3,4	3,7	3,8	4,6	3,8	4,0	4,2	4,9	4,3
59	3,2	3,4	4,0	3,4	3,6	3,8	4,4	3,8	4,1	4,2	5,0	4,2
60	3,2	3,4	4,1	3,4	3,6	3,8	4,4	3,7	4,1	4,3	5,0	4,3
Ortalama	3,0	3,2	3,7	3,0	3,4	3,6	4,2	3,3	3,7	3,9	4,6	3,8

Tablo Ek 27 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyunakesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,2	0,1	-0,1
1	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,4	0,4	0,2	0,0	0,5	0,6	0,5	0,2
2	1,4	1,7	1,7	0,8	1,8	2,0	1,9	1,2	2,0	2,2	2,5	1,4
3	2,3	2,5	2,8	1,9	2,8	2,9	3,2	2,3	2,9	3,0	3,7	2,6
4	2,6	2,7	3,3	2,4	3,1	3,1	3,8	2,8	3,2	3,3	4,2	3,2
5	2,7	2,8	3,4	2,7	3,2	3,3	3,9	3,1	3,4	3,4	4,4	3,5
6	2,8	2,9	3,5	2,8	3,3	3,4	4,1	3,2	3,5	3,6	4,5	3,6
7	2,9	2,9	3,7	2,8	3,3	3,4	4,1	3,4	3,5	3,6	4,6	3,7
8	2,9	3,0	3,7	2,9	3,4	3,4	4,2	3,4	3,5	3,6	4,6	3,7
9	3,0	3,1	3,7	2,9	3,4	3,5	4,2	3,4	3,6	3,7	4,7	3,8
10	3,0	3,1	3,9	3,0	3,5	3,6	4,3	3,5	3,6	3,7	4,8	3,8
11	3,1	3,2	3,9	3,0	3,6	3,6	4,4	3,6	3,6	3,7	4,8	3,9
12	3,1	3,2	4,0	3,1	3,6	3,6	4,4	3,6	3,6	3,7	4,8	3,9
13	3,1	3,2	4,0	3,1	3,6	3,6	4,5	3,6	3,7	3,8	4,8	3,9
14	3,1	3,3	4,0	3,2	3,7	3,7	4,5	3,7	3,7	3,8	4,9	4,0
15	3,2	3,3	4,1	3,2	3,7	3,8	4,6	3,8	3,8	3,9	5,0	4,0
16	3,1	3,3	4,1	3,2	3,7	3,8	4,6	3,8	3,7	3,9	4,9	4,0
17	3,2	3,3	4,1	3,2	3,8	3,8	4,6	3,8	3,8	3,9	5,0	4,0
18	3,2	3,4	4,1	3,3	3,8	3,8	4,7	3,8	3,8	3,9	5,0	4,1
19	3,2	3,4	4,1	3,3	3,8	3,9	4,7	3,9	3,8	3,9	5,1	4,1
20	3,2	3,3	4,1	3,3	3,8	3,8	4,7	3,9	3,8	4,0	5,1	4,1
21	3,2	3,3	4,1	3,3	3,8	3,8	4,7	3,9	3,9	4,0	5,1	4,1
22	3,2	3,3	4,1	3,3	3,7	3,7	4,6	3,8	3,9	4,0	5,1	4,2
23	3,2	3,3	4,1	3,3	3,7	3,7	4,6	3,8	3,9	4,0	5,2	4,2
24	3,2	3,3	4,1	3,2	3,7	3,7	4,6	3,8	3,9	4,0	5,2	4,2
25	3,2	3,3	4,1	3,2	3,7	3,8	4,6	3,8	3,9	4,0	5,1	4,2
26	3,2	3,3	4,1	3,3	3,8	3,8	4,6	3,8	3,8	3,9	5,1	4,2
27	3,3	3,4	4,2	3,3	3,8	3,8	4,7	3,8	3,8	3,9	5,2	4,2
28	3,3	3,4	4,1	3,3	3,8	3,9	4,7	3,9	3,8	3,9	5,1	4,2
29	3,3	3,4	4,2	3,3	3,9	3,9	4,7	3,9	3,8	3,9	5,1	4,1
30	3,3	3,4	4,2	3,4	3,9	3,9	4,7	4,0	3,7	3,8	5,0	4,1
31	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,0	3,8	3,8	5,0	4,1
32	3,3	3,4	4,2	3,4	3,8	3,9	4,8	4,0	3,7	3,8	5,0	4,1
33	3,2	3,3	4,1	3,3	3,8	3,8	4,7	4,0	3,7	3,8	4,9	4,0
34	3,2	3,3	4,1	3,3	3,8	3,8	4,6	3,9	3,7	3,8	4,9	4,0
35	3,2	3,3	4,1	3,3	3,7	3,8	4,6	3,9	3,7	3,8	4,9	4,0
36	3,2	3,4	4,1	3,4	3,8	3,8	4,7	3,9	3,7	3,8	4,9	4,0

Tablo Ek 27 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (375 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,2	3,4	4,1	3,3	3,8	3,8	4,7	3,9	3,7	3,8	4,9	4,0
38	3,3	3,4	4,1	3,4	3,8	3,8	4,6	3,9	3,7	3,8	4,9	4,0
39	3,3	3,4	4,2	3,4	3,8	3,8	4,7	4,0	3,7	3,8	4,9	4,1
40	3,3	3,5	4,3	3,5	3,9	3,9	4,7	4,0	3,7	3,8	5,0	4,1
41	3,3	3,5	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,0	3,7	3,9	5,0	4,1
42	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,1	3,7	3,9	5,0	4,1
43	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	4,0	4,8	4,0	3,8	3,9	5,0	4,1
44	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,1	3,8	3,9	5,1	4,2
45	3,2	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,0	3,8	3,9	5,1	4,2
46	3,2	3,4	4,1	3,4	3,9	3,9	4,8	4,1	3,8	3,9	5,1	4,2
47	3,2	3,4	4,1	3,4	3,9	3,9	4,7	4,1	3,8	3,9	5,1	4,2
48	3,3	3,4	4,2	3,4	3,9	3,9	4,7	4,1	3,8	3,9	5,1	4,2
49	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,8	4,1	3,8	3,9	5,1	4,2
50	3,3	3,4	4,2	3,5	3,9	3,9	4,7	4,0	3,8	3,9	5,1	4,2
51	3,3	3,4	4,2	3,4	3,9	3,9	4,7	4,0	3,7	3,8	4,9	4,1
52	3,3	3,5	4,2	3,5	3,9	3,9	4,7	4,1	3,7	3,9	5,0	4,2
53	3,4	3,5	4,3	3,6	3,9	3,9	4,8	4,1	3,8	3,9	5,0	4,2
54	3,3	3,5	4,2	3,6	3,9	3,9	4,7	4,0	3,8	3,9	5,0	4,2
55	3,3	3,5	4,2	3,6	3,9	3,9	4,8	4,0	3,8	3,9	5,0	4,2
56	3,4	3,5	4,3	3,6	3,9	3,9	4,7	4,1	3,8	3,9	5,0	4,2
57	3,4	3,5	4,3	3,5	3,9	3,9	4,8	4,0	3,8	4,0	5,1	4,2
58	3,4	3,5	4,3	3,6	3,9	3,9	4,7	4,1	3,9	4,0	5,1	4,2
59	3,4	3,5	4,2	3,6	3,9	3,9	4,7	4,1	3,9	4,0	5,1	4,3
60	3,3	3,5	4,2	3,5	3,9	3,9	4,7	4,1	3,9	4,0	5,1	4,2
Ortalama	3,1	3,2	3,9	3,1	3,6	3,6	4,4	3,6	3,6	3,7	4,7	3,8

Tablo Ek 28 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,0	-0,1
1	0,7	0,9	0,8	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1	0,6	0,7	0,6	0,1
2	2,0	2,2	2,5	1,7	2,1	2,3	2,5	1,4	2,4	2,5	2,8	1,7
3	2,7	2,8	3,5	2,5	3,0	3,1	3,8	2,6	3,4	3,4	4,1	3,0
4	2,9	2,9	3,9	2,9	3,3	3,3	4,3	3,2	3,7	3,7	4,7	3,6
5	2,9	3,0	4,0	3,0	3,4	3,4	4,5	3,4	3,8	3,7	4,9	3,8
6	3,0	3,0	3,9	3,1	3,5	3,5	4,5	3,5	3,9	3,9	5,0	4,0
7	3,0	3,1	4,0	3,1	3,6	3,6	4,6	3,6	4,0	3,9	5,1	4,0
8	3,2	3,2	4,2	3,2	3,6	3,6	4,7	3,7	4,1	4,0	5,2	4,1
9	3,2	3,3	4,3	3,4	3,7	3,7	4,8	3,8	4,1	4,0	5,2	4,2
10	3,3	3,4	4,4	3,4	3,8	3,8	4,9	3,8	4,2	4,1	5,3	4,2
11	3,3	3,4	4,4	3,5	3,8	3,9	5,0	3,9	4,2	4,1	5,3	4,3
12	3,4	3,5	4,5	3,5	3,9	3,9	5,0	3,9	4,2	4,2	5,4	4,3
13	3,5	3,5	4,6	3,6	3,9	3,9	5,1	4,0	4,2	4,2	5,4	4,3
14	3,5	3,6	4,6	3,7	4,0	4,0	5,1	4,0	4,3	4,2	5,5	4,3
15	3,5	3,6	4,6	3,7	4,0	4,0	5,2	4,1	4,3	4,3	5,4	4,4
16	3,5	3,6	4,6	3,7	4,0	4,0	5,2	4,1	4,3	4,3	5,5	4,4
17	3,5	3,6	4,6	3,7	4,0	4,1	5,3	4,1	4,3	4,3	5,5	4,4
18	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,3	4,2	4,4	4,3	5,6	4,5
19	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,3	4,2	4,4	4,3	5,6	4,5
20	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,3	4,2	4,4	4,4	5,6	4,5
21	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,3	4,2	4,4	4,4	5,6	4,5
22	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,3	4,3	4,4	4,4	5,6	4,5
23	3,5	3,6	4,6	3,7	4,1	4,1	5,2	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
24	3,5	3,6	4,7	3,7	4,0	4,1	5,3	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
25	3,5	3,6	4,6	3,7	4,0	4,0	5,3	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
26	3,6	3,6	4,7	3,8	4,0	4,1	5,2	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
27	3,6	3,6	4,7	3,8	4,0	4,1	5,2	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
28	3,5	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,2	4,5	4,4	5,7	4,6
29	3,6	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,2	4,5	4,4	5,6	4,6
30	3,5	3,6	4,7	3,7	4,1	4,2	5,4	4,3	4,5	4,4	5,6	4,6
31	3,5	3,6	4,6	3,8	4,2	4,2	5,3	4,3	4,4	4,4	5,6	4,6
32	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,3	4,4	4,4	5,6	4,6
33	3,5	3,6	4,7	3,7	4,1	4,1	5,4	4,3	4,4	4,4	5,7	4,6
34	3,5	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,3	4,4	4,4	5,6	4,6
35	3,6	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,2	4,3	4,5	4,4	5,6	4,6
36	3,6	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,4	5,7	4,7

Tablo Ek 28 Spacer SSG'lerde tüm sensörlerden elde edilen sıcaklık farklarının boyuna kesitlere göre ortalamalarının alınması ile elde edilen veriler (Devamı) (500 ml/dk)

Ölçüm No	13°C				10 °C				7 °C			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
37	3,6	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,4	4,3	4,5	4,4	5,7	4,6
38	3,6	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,4	5,7	4,7
39	3,6	3,6	4,6	3,9	4,1	4,1	5,2	4,3	4,5	4,4	5,6	4,7
40	3,6	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,2	4,2	4,5	4,4	5,6	4,6
41	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,4	5,7	4,7
42	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,5	5,8	4,7
43	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,4	4,5	4,5	5,7	4,7
44	3,6	3,6	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,4	4,5	4,4	5,6	4,7
45	3,6	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,4	5,7	4,6
46	3,6	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,4	4,4	4,5	4,4	5,7	4,7
47	3,6	3,7	4,8	3,9	4,1	4,1	5,3	4,4	4,5	4,4	5,6	4,7
48	3,6	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,2	4,3	4,4	4,4	5,6	4,7
49	3,7	3,7	4,7	4,0	4,1	4,1	5,2	4,3	4,5	4,4	5,6	4,7
50	3,6	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,4	5,7	4,7
51	3,6	3,6	4,7	3,9	4,1	4,1	5,3	4,3	4,5	4,5	5,7	4,8
52	3,6	3,6	4,7	3,9	4,1	4,1	5,2	4,3	4,5	4,5	5,7	4,7
53	3,5	3,6	4,6	3,9	4,1	4,1	5,2	4,3	4,5	4,5	5,7	4,8
54	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,4	4,5	4,5	5,8	4,8
55	3,5	3,6	4,6	3,8	4,2	4,2	5,4	4,4	4,6	4,5	5,8	4,8
56	3,5	3,6	4,6	3,8	4,1	4,1	5,3	4,4	4,6	4,5	5,7	4,8
57	3,6	3,7	4,7	3,8	4,1	4,1	5,3	4,4	4,6	4,5	5,7	4,8
58	3,7	3,7	4,7	3,9	4,1	4,1	5,3	4,4	4,6	4,5	5,8	4,8
59	3,7	3,7	4,8	4,0	4,1	4,1	5,4	4,4	4,6	4,5	5,8	4,8
60	3,6	3,7	4,7	4,0	4,1	3,9	5,3	4,4	4,5	4,5	5,7	4,8
Ortalama	3,3	3,4	4,4	3,5	3,8	3,9	5,0	4,0	4,2	4,2	5,3	4,3