

**TİROL TİPİ SU ALMA YAPILARINDA İLETİM HATTINA EN AZ KATI
MADDE YÖNLENDİRECEK DÜZENLEMELERİN ARAŞTIRILMASI**

Program Kodu: 1001

Proje No: 214M028

Proje Yürütücüsü

Prof. Dr. Mustafa GÖĞÜŞ

Araştırmacılar:

Prof. Dr. Mustafa GÖĞÜŞ

Doç. Dr. Mete KÖKEN

Danışmanlar:

Bursiyerler:

Yük. Müh. Kutay YILMAZ

Yük. Müh. Abiddin Berhan MELEK

EKİM 2017
ANKARA

ÖNSÖZ

Tirol tipi su alma yapıları, eğimi yüksek ve fazla miktarda katı madde taşıyan akarsulardaki nehir tipi santrallerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bunların işletmelerinde karşılaşılan en büyük problem, sistemin içine fazla miktarda katı madde girmesi ve akımın bunlardan arındırılması için büyük kapasiteli çökeltme havuzlarına gereksinim olmasıdır.

Bu çalışma kapsamında öncelikle, sisteme en yüksek “su alma verimini”ni verebilecek ızgaranın eğimini belirlemek için bir dizi deney yapılmış ve daha sonra tespit edilen optimum ızgara eğimi kullanılarak ve klasik Tirol tipi su alma yapısının su ve katı madde toplama kanalında bir takım düzenlemeler yapılarak, ızgara altına geçecek olan katı maddelerin büyük bir kısmını su alma kanalına yönlendirmeden doğrudan ana kanalın mansap bölgesine iletebilecek yeni bir sistem oluşturulmuştur. Bu yeni sistem üzerinde gerekli deneyler yapılarak, sistem için en ideal çalışma şartlarını verecek olan sistem elemanlarının boyutları tespit edilmiştir. Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

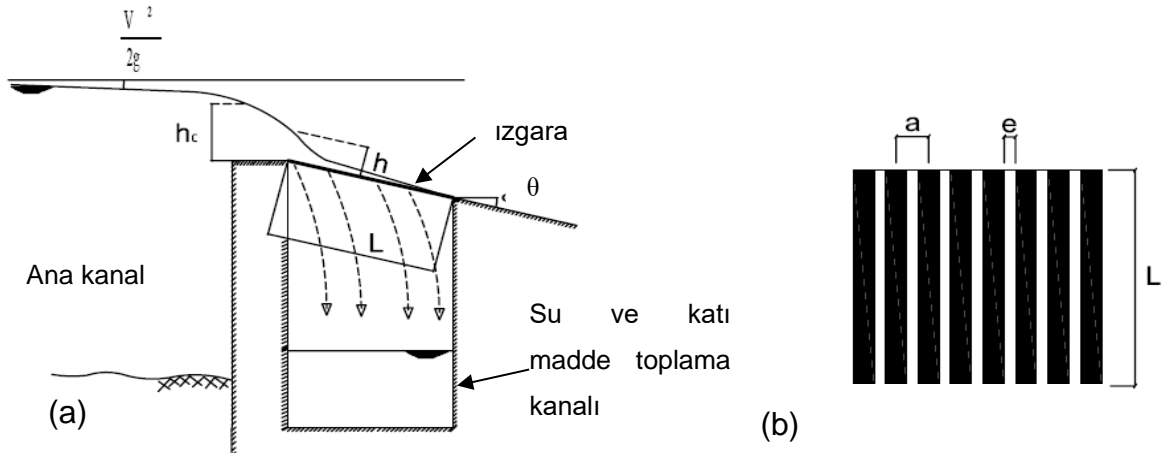
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
ABSTRACT	VIII
TABLO LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XIV
SEMBOL LİSTESİ.....	XXII
1. GİRİŞ	1
1.1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI	4
1.3 LİTERATÜR TARAMASI.....	5
2. BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR	13
2.1 TEORİK ANALİZ.....	13
2.1.1 Debi Katsayısının Hesaplanması.....	13
2.1.2 Su Alma Verimi ve Islak Izgara Uzunluğunun Hesaplanması.....	14
2.2 DENEY DÜZENEGİ	16
2.3 DENEY PROSEDÜRÜ.....	21
2.3.1 Debi Ölçümleri.....	21
2.3.2 Islak Izgara Uzunlukları Ölçümü	23
2.3.3 Su Alma Veriminin Ölçümü.....	24
2.3.4 Katı Madde Kullanılarak Yapılan Ölçümler.....	24
2.4 DENEYSEL VERİLERİN ANALİZİ.....	25
2.4.1 Giriş	25
2.4.2 Debi Katsayısı C_d' nin $(F_r)_e$ ile Değişimi.....	25
2.4.3 Su Alma Veriminin $(F_r)_e$ ile Değişimi.....	30
2.4.4 Katı Madde Alma Oranı ve Bunun Su Alma Verimi Üzerindeki Etkisi	33
2.4.5 Boyutsuz Izgara Uzunluğu L_2/e' nin $(F_r)_e$ ve Izgara Açısı ϑ ile Değişimi	43
2.4.6 Su Alma Verimi ve Izgara Açısı Arasındaki İlişki.....	45
3. İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR	53
3.1 GENEL BİLGİLER.....	53

3.2	TEORİK ANALİZ	56
3.3	DENEY DÜZENEGİ	59
3.4	DENEY PROSEDÜRÜ	79
3.4.1	<i>Debi Ölçümleri</i>	79
3.4.2	<i>Su Alma Veriminin Ölçümü</i>	79
3.4.3	<i>Katı Madde Kullanılarak Yapılan Ölçümler</i>	80
3.5	A-1 GRUBU DENEYLERİN (SU İLE YAPILAN) SONUÇLARI VE ANALİZİ	82
3.6	A-2 GRUBU DENEYLERİN (KATI MADDE İLE YAPILAN) SONUÇLARI VE ANALİZİ	89
3.7	B-GRUBU DENEYLERİN SONUÇLARI VE ANALİZİ	101
3.8	C-GRUBU DENEYLERİN SONUÇLARI VE ANALİZİ	102
3.9	D-GRUBU DENEYLERİN SONUÇLARI VE ANALİZİ	103
3.10	GENEL DEĞERLENDİRME	107
4.	BİRİNCİ VE İKİNCİ ÇALIŞMANIN SONUÇLARI VE ÖNERİLER.....	109
5.	NÜMERİK ANALİZ VE PROSEDÜRÜ.....	113
5.1	Giriş	113
5.2	SİMÜLASYON PROSEDÜRÜ	114
5.2.1	<i>Birinci Çalışma için Simülasyon Prosedürü</i>	114
5.2.2	<i>İkinci Çalışma için Simülasyon Prosedürü</i>	120
6.	DENEYSEL VE NÜMERİK ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI	124
6.1	BİRİNCİ ÇALIŞMA İÇİN SONUÇ KARŞILAŞTIRMASI	124
6.2	İKİNCİ ÇALIŞMA İÇİN SONUÇ KARŞILAŞTIRMASI	126
	REFERANSLAR.....	128
	EK-1.....	130
	BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI	130
	BÖLÜM-A	130
	BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI	151
	BÖLÜM-B	151
	EK-2.....	170
	İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI	170
	BÖLÜM-C	170

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI.....	191
BÖLÜM-D.....	191
İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI.....	210
BÖLÜM-E	210
İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI.....	216
BÖLÜM-F	216
İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI.....	218
BÖLÜM-G	218

ÖZET

Günümüzde büyük gereksinim duyulan elektrik enerjisi üretimi için barajların yanı sıra nehir tipi santrallerin yapımı da önem arz etmektedir. Nehir tipi santraller arasında en çok ilgi görenler, su biriktirme yapısı gerektirmeyen ve daha çok eğimi fazla olan ve katı madde taşıyan nehirler üzerine inşa edilen “Tirol tipi” su alma yapısına sahip olanlardır. Akım yönüne dik olarak ve nehir genişliği boyunca inşa edilen seddeler sayesinde nehirdeki su seviyesi kabartılır ve sedde üzerinde bulunan demir ızgaralar arasından su ve beraberinde ızgara ara mesafelerinden geçebilen katı maddeler alınarak bir çökeltim havuzuna verilir. Daha sonra katı maddeden arındırılmış su türbinlere gönderilmek üzere iletim hattına yönlendirilir. Aşağıdaki şekilde şematik olarak verilen “Tirol tipi su alma yapısı”nın en önemli elamanı, sedde boyunca yer alan demir ızgaralardır. Bu ızgaraların yatayla yaptığı açı θ , ızgaraların boyu, L , ve ızgara aralıkları, e , nehirden alınacak olan su ve katı madde miktarını belirleyen en önemli parametrelerdir.



Şekil-A.1 a) Tirol tipi su alma yapısı; b) Izgara

Literatürde bu parametrelerin hesaplanmalarında kullanılacak ampirik bağıntılar ve diyagramlar bulunmakla beraber bunlar ekonomik boyutlandırılmalarının yapılabilmesi için yeterli değildir. Pratikte karşılaşılan ve en önemli problem olan fazla miktarda katı maddenin ızgara aralıklarından iletim kanalına girmesi ve

çökeltim havuzlarını kısa zamanda doldurulma sorunlarını önlemek veya azaltmak için geliştirilmiş metotlar bulunmamaktadır (Çeçen 1962, Yılmaz 2010). Nehirler tarafından taşınan ve Tirol tipi savakların ızgara aralıklarından geçmeye çalışan katı maddeler sadece ızgara aralıklarını tıkayarak sisteme istenilenden daha az su alınmasına neden olmayıp, aynı zamanda çökeltim havuzlarını da çok kısa sürede doldurarak sistemin uzunca bir süre devre dışı kalmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı iki başlık altında ifade edilebilir: Birincisi, ana kanal içerisinden geçen debinin ve ızgara çubuk ara mesafelerinin fonksiyonu olarak su alma kapasitesi en yüksek olan Tirol tipi savağın eğimini bulmaktır. Literatürde, ızgara eğiminin Tirol tipi su alma yapılarının performansına etkisi üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır(Yılmaz,2010; Şahiner, 2012). Adı geçen çalışmalarda denenmemiş ızgara eğimlerini araştırmak üzere; Orta Doğu Teknik Üniversitesi Hidromekanik Laboratuvarında daha önceden yapılmış olan bir Tirol tipi su alma yapısı modeli üzerinde 2 farklı ızgara eğiminde 3 farklı ızgara tipi üzerinde geniş bir debi aralığında bir dizi deney yapılmıştır. Bu deneylerin neticesinde eğimi $22^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ aralığında bulunan ızgaraların, bu çalışma kapsamında test edilen 2 adet ızgara ve Yılmaz (2010) ve Şahiner (2012) tarafından test edilenler arasında en iyi performansı verdiği görülmüştür. Aynı zamanda, konu ile ilgili önemli boyutsuz parametrelerin birbirleriyle değişimlerinde grafikler halinde sunulmuştur. , ki bunlar kullanılarak verilen bir ana kanal debisi ve ızgara tipi için gerekli olan ızgara boyu hesaplanabilir.

İkincisi ise, en ideal eğime sahip Tirol tipi savağın “ su ve katı madde toplama kanalı” içinde yeni bir düzenleme yaparak, savağın içine giren katı maddeleri çökeltim havuzuna göndermeden tekrar savaktan nehrin mansap kısmına iletebilmektir. Bu durumda, sisteme büyük ölçekli bir çökeltim havuzunun yapılmasına gereksinim olmayacak ve enerji hattına içinde katı madde olmayan, sadece kabul edilebilir boyutlarda askı halinde az miktarda katı madde bulunan suyun türbinlere iletilmesi mümkün olacaktır.

Yukarıda 1. Çalışma kapsamında kullanılmış olan Tirol tipi savak modeli üzerinde gerekli değişiklikler yapılarak, bu yeni modelin performansını tespit edebilmek için;

nce sadece su ile ve daha sonra su ve katı madde ile bir dizi deney yapılmıştır. Test edilen her katı madde grubu farklı boyutlarda katı madde gruplarından oluşturulmuştur. Su ve katı madde toplama kanalında yapılmış olan 4 farklı değişimin her birisinde, farklı “e” değerlerine sahip 4 adet ızgara tipi test edilmiştir. En ideal çalışma şartlarının elde edildiği duruma ait önemli boyutsuz parametrelerin değerleri tespit edilmiş ve bu şartlarda; toplama kanalı içerisine ızgaradan girerek gelen katı maddenin en az %70’inin sistemin çökeltme havuzuna gelmeden tekrar ana kanalın mansap kısmına yönlendirilebileceği belirlenmiştir. Burada belirlenen kriterlere göre projelendirilecek olan Tirol tipi savakların su alma verimleri de oldukça yüksek olacaktır.

ABSTRACT

Today besides the dams, construction of runoff-river type hydroelectric power plants are also important for producing the required electricity. Among the runoff-river hydroelectric power plants, Tyrolean type is very popular as it does not need a reservoir. These intakes are mostly constructed on rivers which carry sediment and has large slopes. Water level in the river is increased by constructing banks in the perpendicular direction to the flow across the whole river cross section. Water is then taken through the gaps of the rack put on top of the bank. Sediment particles which can pass through the rack spacing is then enters into a silting pool. After this fine sediment settles in the pool, water without any sediment is directed towards the turbines. The most important part of a Tyrolean intake is the metal rack as shown in the figure below. The inclination angle of the rack, θ , rack length, L , and the rack spacing, e , are the most important parameters that determines the amount of sediment that will enter into the collection channel.

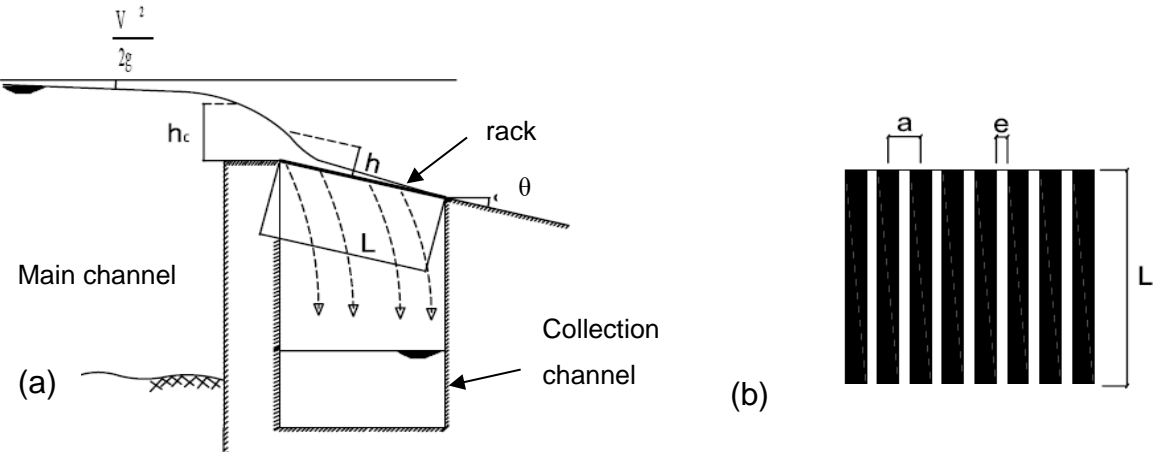


Figure a) Tyrolean type water intake structure; b) Rack

Although there are empirical equations in the literature to determine these parameters, they are not sufficient to make an economical design. There are no methods to decrease the amount of sediment that enters into the collection channel and to decrease the amount of material that deposit in the silting pools in a short time

interval (Çeçen 1962, Yılmaz 2010). The coarse sediment particles carried within the rivers not only clog the rack of the Tyrolean intakes and decrease the water capture efficiency but also deposit within the silting pools and cease the energy production of the power plant for a long duration causing economic loss

The aim of this study can be grouped in two headings: The first one is to find the most efficient Tyrolean intake inclination in terms of the water capturing capacity as a function of water discharge passing through the main channel and the rack spacing. In the literature there are some studies related to the effect of rack inclination on the performance of Tyrolean type water intakes (Yılmaz, 2010 ve Şahiner, 2012). To complete the gap available in the aforementioned studies regarding the rack inclination; at two different rack inclinations with three different rack types a series of experiments were conducted for a wide range of discharges at a Tyrolean weir model available at the Hydromechanics Laboratory of the Middle East Technical University. From the results of this study it was shown that for the range of $22^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ the Tyrolean weir shows the best performance among the other rack inclinations tested in this study and among those conducted by Yılmaz (2010) and Şahiner (2012). At the same time, various diagrams presenting the relations between important dimensionless parameters related to the model were prepared to determine the necessary rack length for a given main channel discharge and rack spacing.

The second one is using the most efficient Tyrolean intake inclination to make an arrangement inside the collection channel so that sediment entered here will be given back to the downstream part of the river without being sent to the silting pool. By doing this, the requirement of a large silting pool will be eliminated and it will be possible to supply water containing very fine sediment or no sediment to the turbines.

After making the necessary modifications to the model used in the 1st. study described above, a series of experiments were conducted on the new model first with only water and then with water and sediment composed of sediment groups of various sizes to determine the performance of the new model. 4 racks having different “e” values were tested with each version of the “collection channel” which

had been modified four times. Finally the important dimensionless parameters were defined for which the new system diverts more than 70% of the sediment coming into the collection channel directly to the downstream part of the main channel. Tyrolean intakes which will be designed using the relations presented in this study will have sufficiently large water capture efficiencies.

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Deneylerde kullanılan katı madde gruplarının özellikleri	21
Tablo 3.1 A,B,C ve D-grubu deneylerde kullanılan sistem elemanlarının değerleri .	78
Tablo 3.2 Farklı ızgara çubuk aralıkları için test edilen katı madde kompozisyonlarının farklı boyutlardaki bileşenleri	80
Tablo 3.3 A-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri	100
Tablo 3.4 B-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri	101
Tablo 3.5 D-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri	106
Tablo 3.6 Test edilen ızgaralardan geçerek ilgili kanallara yönlendirilen katı maddelerin toplama kanallarına giren toplam katı madde miktarına oranları	107
Tablo 6.1 Deneysel sonuçların ve Flow 3D sonuçlarının karşılaştırılması.....	125
Tablo 6.2 Deneysel sonuçların ve Flow 3D sonuçlarının karşılaştırılması.....	127
Tablo A.1 e_1 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	131
Tablo A.2 e_1 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	135
Tablo A.3 e_2 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	139
Tablo A.4 e_2 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	142
Tablo A.5 e_3 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	145
Tablo A.6 e_3 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler	148

Tablo B.1	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_1 ve L_a).....	152
Tablo B.2	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_1 and L_b).....	153
Tablo B.3	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_1 and L_c).....	154
Tablo B.4	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_2 and L_a).....	155
Tablo B.5	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_2 and L_b).....	156
Tablo B.6	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_1, θ_2 and L_c).....	157
Tablo B.7	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_1 and L_a).....	158
Tablo B.8	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_1 and L_b).....	159
Tablo B.9	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_1 and L_c).....	160
Tablo B.10	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_2 and L_a).....	161
Tablo B.11	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_2 and L_b).....	162
Tablo B.12	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_2, θ_2 and L_c).....	163
Tablo B.13	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_3, θ_1 and L_a).....	164
Tablo B.14	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_3, θ_1 and L_b).....	165
Tablo B.15	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: e_3, θ_1 and L_c).....	166

Tablo B.16	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: ϵ_3 , θ_2 and L_a).....	167
Tablo B.17	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: ϵ_3 , θ_2 and L_b).....	168
Tablo B.18	Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler (Izgara parametreleri: ϵ_3 , θ_2 and L_c).....	169
Tablo C.1	A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	171
Tablo C.2	A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	176
Tablo C.3	A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	181
Tablo C.4	A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	186
Tablo D.1	A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	193
Tablo D.2	A2 Grubu Deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	199
Tablo D.3	A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	204
Tablo D.4	A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	207
Tablo E.1	B Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	211
Tablo E.2	B Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	212
Tablo E.3	B-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler.....	213
Tablo E.4	B-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler.....	214
Tablo F.1	C Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	217
Tablo G.1	D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	219
Tablo G.2	D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	220
Tablo G.3	D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	221
Tablo G.4	D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler	222

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Tipik bir Tirol savak kesiti ve ızgaranın plan görünüşü (Yılmaz, 2010).....	3
Şekil 1.2 Tirol tipi su alma yapılarında ızgaradan geçen su napının profili ve ıslak ızgara uzunlukları (Yılmaz, 2010)	8
Şekil 2.1 Tirol tipi su alma yapısı üzerinde akım profili.....	13
Şekil 2.2 Modelin plan ve boy kesiti (boyutlar cm'dir)	17
Şekil 2.3 Tirol tipi savağın memba kısmından görünümü	18
Şekil 2.4 Ana Kanal ve Tirol tipi savağın mansap kısmından görünümü.....	18
Şekil 2.5 Izgara uzunluğunu ayarlama da kullanılan metal plakanın mansaptan görünümü	19
Şekil 2.6 Su toplama kanalı ve ızgaranın yandan görünümü	20
Şekil 2.7 Katı madde yakalama rezervuarı ve su alma kanalı.....	20
Şekil 2.8 Test edilen katı madde gruplarının fotoğrafları	21
Şekil 2.9 Ana kanalın kalibrasyon eğrisi.....	22
Şekil 2.10 Su alma kanalının kalibrasyon eğrisi	23
Şekil 2.11 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)	27
Şekil 2.12 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)	27
Şekil 2.13 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)	28
Şekil 2.14 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)	28
Şekil 2.15 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)	29

Şekil 2.16 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)	29
Şekil 2.17 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_1 ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)	30
Şekil 2.18 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_1 ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 23^\circ$)	31
Şekil 2.19 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_2 ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 19^\circ$) ..	31
Şekil 2.20 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_2 ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 23^\circ$) ..	32
Şekil 2.21 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_3 ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)	32
Şekil 2.22 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_3 ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 23^\circ$)	33
Şekil 2.23 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_1=3$ mm)	34
Şekil 2.24 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_2=6$ mm)	35
Şekil 2.25 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_3=10$ mm)	35
Şekil 2.26 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_1=3$ mm)	37
Şekil 2.27 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_2=6$ mm)	37
Şekil 2.28 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_3=10$ mm)	38
Şekil 2.29 Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_1=3$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)	38
Şekil 2.30 Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_1=3$ mm, $L_b=40$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)	39
Şekil 2.31 Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_2=6$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)	39
Şekil 2.32 Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_2=6$ mm, $L_c=60$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)	40
Şekil 2.33 Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_3=10$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)	40

Şekil 2.34	Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_3=10$ mm, $L_b=40$ cm ve $\theta_1=19^\circ$).....	41
Şekil 2.35	Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_1=3$ mm, $L_c=60$ cm ve $\theta_2=23^\circ$).....	41
Şekil 2.36	Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_2=6$ mm, $L_b=40$ cm ve $\theta_2=23^\circ$).....	42
Şekil 2.37	Su alma veriminin, $((q_w)_i/(q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_3=10$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_2=23^\circ$).....	42
Şekil 2.38	L_2/e_1 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$)	43
Şekil 2.39	L_2/e_2 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$)	44
Şekil 2.40	L_2/e_3 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$)	44
Şekil 2.41	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 33,33$ ve $e_1/a_1 = 0,23$) .	46
Şekil 2.42	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 50,00$ ve $e_1/a_1 = 0,23$) .	46
Şekil 2.43	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 66,67$ ve $e_1/a_1 = 0,23$) .	47
Şekil 2.44	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 83,33$ ve $e_1/a_1 = 0,23$) .	47
Şekil 2.45	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 100,00$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)	48
Şekil 2.46	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 8,33$ ve $e_2/a_2 = 0,375$) .	48
Şekil 2.47	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 16,67$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)	49
Şekil 2.48	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 25,00$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)	49
Şekil 2.49	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 33,33$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)	50
Şekil 2.50	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 5,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$)	50
Şekil 2.51	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 10,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$) ...	51
Şekil 2.52	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 15,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$) ...	51
Şekil 2.53	Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 20,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$) ...	52
Şekil 3.1	İkinci Çalışma için gerçekleştirilen deney düzeneğinin şematik gösterimi	53
Şekil 3.2	Yeni sistemin ve elemanlarının krokisi.....	56
Şekil 3.3	Yeni modelin plan ve boy kesiti (boyutlar cm'dir).....	60
Şekil 3.4	Yeni modelin mansaptan görünüşü.....	61
Şekil 3.5	Yeni modelin ve “katı madde kanalı” nın üstten-membadan görünüşü.....	62
Şekil 3.6	“Su alma kanalı” nın mansaptan görünüşü	63

Şekil 3.7 “Toplama kanalı”, “bölme levhası” ve “yönlendirme levhası”nın yandan görünüşü.....	64
Şekil 3.8 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve “toplama kanalı-1” in mansabında akımın görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=20^\circ$).....	64
Şekil 3.9 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve “toplama kanalı-2” nin mansabında ve “toplama kanalı-1” in kapalı olan memba kısmında akımın görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=20^\circ$).....	65
Şekil 3.10 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve “toplama kanalı-1” in mansabında akımın görünüşü ($e_3=10$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=10^\circ$)...	65
Şekil 3.11 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve “toplama kanalı-2” nin mansabında ve “toplama kanalı-1” in kapalı olan memba kısmında akımın görünüşü ($e_3=10$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=10^\circ$).....	66
Şekil 3.12 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) “toplama kanalı-2” nin memba kısmında çökeltme havuzu içerisinde toplanan katı maddenin üstten görünümü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$).....	66
Şekil 3.13 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) “toplama kanalı-1” in içinde biriken katı maddenin üstten görünümü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$)...	67
Şekil 3.14 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) ana kanalın mansabında biriken katı maddenin üstten görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$)	67
Şekil 3.15 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) “toplama kanalı-1” in mansabında sürgülü kapaktan sonra biriken katı maddenin üstten görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$).....	68
Şekil 3.16 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) ızgara üzerinde ve bunun mansabında oluşan tıkanma ve birikmenin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$).....	68
Şekil 3.17 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) “toplama kanalı-1” in mansabında sürgülü kapaktan sonra katı madde birikmesinin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$).....	69

Şekil 3.18 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) “su alma kanalı”nın memba kısmında ve “toplama kanalı-1” in mansabında sürgülü kapaktan sonra toplanan katı maddenin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$).....	69
Şekil 3.19 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) “toplama kanalı-1” in içerisinde biriken katı maddenin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$).....	70
Şekil 3.20 $e_1=3$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü	71
Şekil 3.21 $e_2=6$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü	72
Şekil 3.22 $e_3=10$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü	72
Şekil 3.23 $e_4=15$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü	73
Şekil 3.24 B-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi.....	74
Şekil 3.25 C-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi.....	75
Şekil 3.26 D-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi	76
Şekil 3.27 Deneylerde kullanılan farklı boyutlardaki katı madde grupları	80
Şekil 3.28 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)	83
Şekil 3.29 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)	84
Şekil 3.30 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)	84
Şekil 3.31 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)	85
Şekil 3.32 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)	85
Şekil 3.33 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)	86
Şekil 3.34 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)	86
Şekil 3.35 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)	87

Şekil 3.36	Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm).....	87
Şekil 3.37	Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm).....	88
Şekil 3.38	Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm).....	88
Şekil 3.39	Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm).....	89
Şekil 3.40	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm).....	90
Şekil 3.41	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm).....	91
Şekil 3.42	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm).....	91
Şekil 3.43	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm).....	92
Şekil 3.44	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm).....	92
Şekil 3.45	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=25$ cm).....	93
Şekil 3.46	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm).....	93
Şekil 3.47	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm).....	94
Şekil 3.48	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm).....	94
Şekil 3.49	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=25$ cm).....	95
Şekil 3.50	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm).....	95

Şekil 3.51	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)	96
Şekil 3.52	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)	96
Şekil 3.53	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)	97
Şekil 3.54	“Katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, ızgaradan geçerek “toplama kanalı” na gelen toplam katı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_1=3$ mm)	98
Şekil 3.55	“Katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, ızgaradan geçerek “toplama kanalı” na gelen toplam katı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_2=6$ mm)	98
Şekil 3.56	“Katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, ızgaradan geçerek “toplama kanalı” na gelen toplam katı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_3=10$ mm)	99
Şekil 3.57	“Katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, ızgaradan geçerek “toplama kanalı” na gelen toplam katı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_4=15$ mm)	99
Şekil 3.58	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1= 10 -15$ cm, $Z_2=20-25$ cm).....	104
Şekil 3.59	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1= 10 -15$ cm, $Z_2=20-25$ cm).....	105
Şekil 3.60	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1= 10 -15$ cm, $Z_2=20-25$ cm).....	105
Şekil 3.61	Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi ($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1= 15$ cm, $Z_2=20-25$ cm).....	106
Şekil 5.1	Çözüm ağı bloğu-1.....	115
Şekil 5.2	Çözüm ağı bloğu-2.....	115
Şekil 5.3	Çözüm ağı bloğu-3.....	115

Şekil 5.4 3 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 20 cm)	116
Şekil 5.5 6 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 15 cm)	116
Şekil 5.6 10 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 10 cm)	117
Şekil 5.7 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_1=19^\circ$, L=20 cm, $e_1 = 3$ mm ve Q = 78 l/sec)	118
Şekil 5.8 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_2=23^\circ$, L=15 cm, $e_2 = 6$ mm ve Q = 39 l/sec)	119
Şekil 5.9 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_2=23^\circ$, L=10 cm, $e_3 = 10$ mm ve Q = 76.5 l/sec)	119
Şekil 5.10 İkinci kısım modellemelerde kullanılan çözüm ağı	121
Şekil 5.11 İkinci kısım modellemelerde kullanılan yeni çözüm ağı	122
Şekil 5.12 Bölme levhası yüksekliği 15 cm, yönlendirme levhası uzunluğu 20 cm ve açısı 30° olan 10 mm ızgara çubuk aralığına sahip sistem için çözüm görseli	122
Şekil 5.13 Bölme levhası yüksekliği 15 cm, yönlendirme levhası uzunluğu 20 cm ve açısı 40° olan 15 mm ızgara çubuk aralığına sahip sistem için çözüm görseli	123
Şekil 6.1 Su alma verimi açısından ızgaraların karşılaştırılması ($\theta = 19^\circ$)	126
Şekil 6.2 Su alma verimi açısından ızgaraların karşılaştırılması ($\theta = 23^\circ$)	126

SEMBOL LİSTESİ

a	: Izgara çubuklarının merkez noktaları arasındaki uzunluk
A_n	: Net ızgara açıklığı alanı
A_{ro}	: Birim genişlikte net ızgara açıklığı alanı
B	: Toplama kanalı-1 ve toplama kanalı 2' nin genişliği
b1	: Righetti ve Lanzoni' nin denklemindeki ampirik katsayı
b2	: Righetti ve Lanzoni' nin denklemindeki ampirik katsayı
C_d	: Eğimli bir ızgara için debi katsayısı
C_{d0}	: Yatay bir ızgara için debi katsayısı
D	: Izgara çubuklarının çapı
d_{50}	: Katı maddenin ortaama dane çapı
e	: Izgara çubukları arasındaki uzaklık
E_0	: Yaklaşan akımın özgül enerjisi
F_{H0}	: Modifiye edilmiş Froude sayısı
F_{r0}	: Ana kanalın memba kısmındaki Froude sayısı
F_{re}	: Çubuk aralığına dayalı Froude sayısı
g	: Yerçekimi ivmesi
H_0	: Izgaraya yaklaşan akımın enerjisi
H_c	: Izgara üzerinde akımın kritik özgül enerjisi
h_c, y_c	: Tirol savağın memba kısmındaki kritik akım derinliği
h_o	: Tirol savağın memba kısmındaki akım derinliği
L	: Tirol ızgaranın uzunluğu
L_1	: Akım napının Tirol savaktan geçtiği nokta ile Tirol ızgaranın başlangıcı arasındaki uzunluk
L_2	: Toplam ıslak ızgara uzunluğu
Q_{wi}	: Tirol ızgaranın tesise yönlendirdiği birim debi
Q_{wT}	: Ana kanaldan gelen toplam birim debi
$(Q_w)_i$: Su alma kanalına gelen toplam debi
$(Q_w)_{sc}$: Katı madde kanalına gelen toplam debi
$(Q_w)_T$: Ana kanaldan gelen toplam debi

S_{c1}	: "Toplama kanalı-1" in taban eğimi
S_{c2}	: "Toplama kanalı-2" nin taban eğimi
SCR	: Sediment alma oranı
t	: Izgara çubuk kalınlığı
T	: Sürgülü kapak açıklığı
U_0	: Izgara yaklaşan akımın ortalama hızı
V_{Bn}	: Izgaranın iki çubuğu arasında akımın ızgaraya dik olarak gelen hız bileşeni
w	: Ana kanal genişliği
WCE	: Su alma verimliliği
$(W_s)_0$: Izgara üzerinde ve ızgaranın mansabında kalan katı madde ağırlığı
$(W_s)_{cc}$: "Toplama kanalı" tabanında biriken katı madde ağırlığının "toplama kanalı" içine geçen toplam katı madde ağırlığına oranı
$(W_s)_i$: "Su alma kanalı" na geçen katı madde ağırlığının, "toplama kanalı" na geçen toplam katı madde ağırlığına oranı
$(W_s)_{sc}$: "Katı madde kanalı" na geçen katı madde ağırlığının, "toplama kanalı" na geçen toplam katı madde ağırlığına oranı
$(W_s)_T$: Ana kanaldan gelen toplam katı madde ağırlığı
Y_0	: Ana kanalın memba kısmındaki normal akım derinliği
Y_i	: Su alma kanalında okunan net su yüksekliği
Y_{sc}	: Katı madde kanalında okunan net su yüksekliği
Z_1	: Bölme Levhası Yüksekliği
Z_2	: Yönlendirme Levhası Uzunluğu
α	: Yönlendirme levhasının yatay düzlemle yaptığı açı
γ	: Righetti ve Lanzoni' nin denklemindeki ampirik katsayı
δ	: V_B hız vektörü ile ızgara eksenini arasında kalan açı
ϵ	: Çubuk açıklığı alanının toplam ızgara alanına oranı
θ_i	: Izgaranın yatay düzlemle yaptığı açı
λ	: Frank tarafından bulunan debi katsayısı
μ	: Daralma katsayısı
ρ_w	: Suyun yoğunluğu
χ	: İndirgeme katsayısı
ω	: Izgara geçirgenliği

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Hidroelektrik dünyanın en güvenilir yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Özellikle uygun jeolojik ve iklim koşullarına sahip bölgelerde, hidroelektrik, enerji talebini karşılamak için en iyi çözümdür. 2016 yılında dünyanın toplam elektrik talebinin % 16,6' sını, yenilenebilir elektrik üretiminin ise % 68'i hidroelektrik tarafından sağlanmıştır (21. Yüzyıl için Yenilenebilir Enerji Politika Ağı (REN21), 2016). Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) 'ne göre hidroelektrik 2016 yılında elektrik üretimine % 24,6 katkıda bulunmuştur. Nüfus artışı ve artan sanayi üretimi göz önüne alındığında, enerji yetersizliğinin üstesinden gelmek için enerji üretiminin artırılması kaçınılmazdır. Türkiye'nin hidrolik potansiyeli düşünüldüğünde hidroelektrik en uygun çözüm olarak görünmektedir. Bununla birlikte, tüm büyük barajlar ya yapım aşamasındadır ya da işletilmektedir. Bu nedenle, kalan hidroelektrik potansiyelinin, özellikle nehir tipi işletme tipi küçük hidroelektrik santralleri vasıtasıyla kullanılması beklenmektedir.

Çevresel konular nedeniyle bir rezervuar yapımının mümkün olmadığı yerlerde nehir tipi hidroelektrik santralleri tercih edilmektedir. Geleneksel barajlara pratik bir alternatif olmasına rağmen, nehir tipi santrallerinin işletilmesinde bazı güçlükler bulunmaktadır. Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin işletilmesindeki zorluklar, akım tarafından taşınan katı maddeden kaynaklanmaktadır. Tesiste, özellikle türbinler gibi korozyona açık olan kısımlar, tesise iletilen katı madde nedeniyle zarar görebilir. Bir su giriş yapısı olarak Tirol tipi savak, enerji üretim sistemine katı madde geçişini azaltmak için uygun bir çözümdür. Tirol tipi savak, ızgara ile akıştan önemli

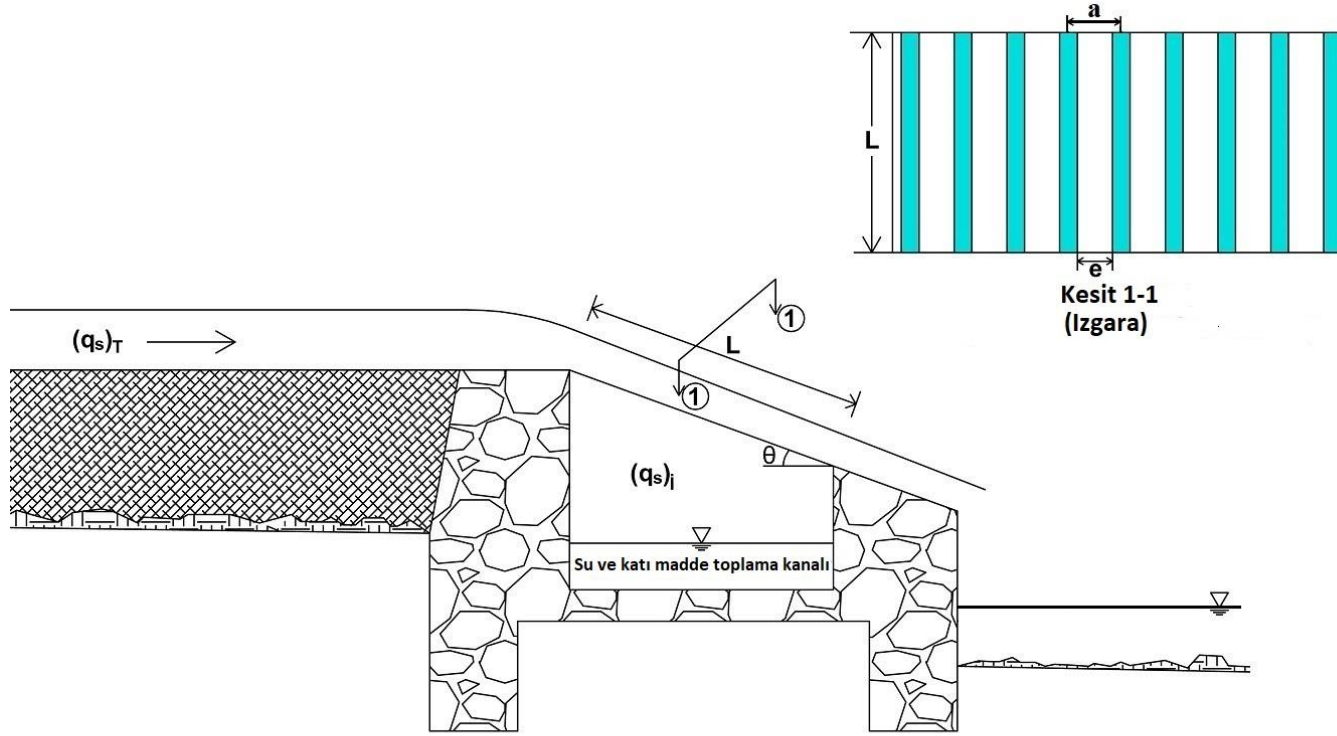
miktarda katı maddeyi ayırır ve gerekli miktarda suyun sisteme yönlendirilmesini sağlar (Şekil 1.1).

Tirol tipi savak, istenen miktardaki suyun, bir miktar katı madde ile birlikte bir ızgara aracılığıyla su ve katı madde toplama kanalına yönlendirilmesini sağlar. Yönlendirilen bu akım, istenmeyen katı maddeden kurtulmak için toplama kanalından çökeltme tankına veya çökeltme havuzuna yönlendirilir ve katı maddesiz akım daha sonra sistemin geri kalan kısmına iletilir.

Tirol savak tasarımında bazı önemli kısıtlamalar vardır. Yönlendirilen su, tasarlanan sistem debisinden az olmamalıdır. Bu noktadaki başlıca kaygı, ızgaranın tıkanmasıdır, çünkü bu durum, Tirol savağın su tutma verimini düşürür. Izgara, tıkanmaya karşı korumak için, akım yönünde bir eğimle yerleştirilir. Optimum ızgara eğiminin belirlenmesi önemlidir, çünkü ızgara eğimi çok küçükse, ana kanaldan yönlendirilecek su miktarı daha yüksek olacaktır, ancak aynı zamanda, gelen katı madde ile ızgara çubuğu açıklıklarının tıkanma riski artacaktır. Öte yandan, büyük ızgara açıklarında, sistemin su tutma verimi ve katı madde tutma oranı azalır.

Izgaranın doğru boyutlandırılması da tıkanmaya karşı bir diğer önlemdir. İki ardışık çubuk arasındaki açıklık "e", merkez aralığı "a", ızgara uzunluğu "L", ve ızgara eğimi " θ " bir ızgara için temel tasarım değişkenleridir (Şekil 1.1). Akarsu tarafından taşınan malzemenin boyutu bu değişkenlerin değerlerini etkiler.

Uygun bir tasarımı etkileyen, ana kanalın debisi, tesise yönlendirecek debi, taşınan katı madde miktarı ve boyutları, nehrin fiziksel özellikleri (eğim, genişlik, toprak malzemesi vb.) gibi çeşitli hidrolik parametreler vardır. Literatürde bu parametrelerin hesaplanmalarında kullanılabilecek ampirik bağıntılar ve diyagramlar bulunmakla beraber bunlar ekonomik boyutlandırmaların yapılabilmesi için yeterli değildir. Pratikte karşılaşılan ve en önemli problem olan fazla miktarda katı maddenin ızgara aralıklarından iletim kanalına girmesi ve çökeltim havuzlarını kısa zamanda doldurulma sorunlarını önlemek veya azaltmak için geliştirilmiş metotlar bulunmamaktadır (Çeçen 1962, Yılmaz 2010).



Şekil 1.1 Tipik bir Tirol savak kesiti ve ızgaranın plan görünüşü (Yılmaz, 2010)

Nehirler tarafından taşınan ve Tirol tipi savakların ızgara aralıklarından geçmeye çalışan katı maddeler sadece ızgara aralıklarını tıkararak sisteme istenilenden daha az su alınmasına neden olmayıp, aynı zamanda çökeltim havuzlarını da çok kısa sürede doldurarak sistemin uzunca bir süre devre dışı kalmasına sebep olmaktadır. Bunlar ise ekonomik açıdan istenmeyen durumlardır. Bu nedenle konu oldukça günceldir ve nehir tipi santraller için önem arz etmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu proje kapsamında Tirol tipi su alma yapılarının projelendirilmeleri ile ilgili olarak, birbiriyle ilişkili iki farklı çalışma yapılmış ve bunların amaçları aşağıda özetlenmiştir:

A. Birinci çalışmanın amacı;

tesisin tasarım debisini sağlayacak ve ana kanaldan gelen katı maddenin oldukça az bir miktarını su alma yapısı içine alacak olan ızgara açısını belirlemektir. Bu konuda daha önce Yılmaz (2010) ve Şahiner (2012) benzer çalışmalar yaparak tasarım değişkenlerinin ızgara performansını nasıl etkilediğini göstermişlerdir. Yılmaz (2010), üç ızgara açısı ($4,8^\circ$, $9,6^\circ$, $14,5^\circ$) için deneyler gerçekleştirmiş, Şahiner (2012) aynı deney düzeneğinde üç farklı ızgara açısı ($27,8^\circ$, $32,8^\circ$, $37,0^\circ$) ile araştırmaya devam etmiştir. Ayrıca Yılmaz (2010) katı madde ile deneyler de yapmıştır.

Bu projede ise, Yılmaz (2010) ve Şahiner (2012) tarafından test edilmemiş olan ızgara açısı aralığında iki değer seçilerek, $\theta=19^\circ$ ve 23° , benzer deneyler önce su ile daha sonra katı madde kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada bu ızgara açılarının seçilmesinin nedeni, önceki çalışmaların sonuçlarından; $15^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ şartını sağlayacak olan ızgaranın en ideal ızgara olacağı kanaatinin oluşmuş olmasıdır. Deneylerden elde edilen sonuçlar akım ve geometrik parametreleri içeren boyutsuz terimler kullanılarak diyagramlar şeklinde sunulmuş ve Flow 3D programı kullanılarak bulunan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

B. İkinci çalışmanın amacı ise;

en ideal eğime sahip Tirol tipi savağın “su ve katı madde toplama kanalı” içinde yeni bir düzenleme yaparak, savağın içine giren katı maddeyi çökeltim havuzuna göndermeden tekrar savaktan nehrin mansap kısmına iletebilmektir. Bu durumda, sisteme büyük ölçekli bir çökeltim havuzunun yapılmasına gereksinim olmayacak ve enerji hattına içinde katı madde olmayan, sadece kabul edilebilir boyutlarda askı halinde az miktarda malzeme bulunan suyun iletilmesi mümkün olacaktır.

Bu çalışmaların yapılabileceği büyük ölçekli Tirol tipi bir savak modeli ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidromekanik laboratuvarında mevcuttur. Bu model üzerinde gerekli fiziki değişiklikler yapılarak farklı akım şartlarında ve ızgara eğim ve aralıklarında, içinde değişik çapta katı madde bulunduran malzeme grupları ile deneyler yapılmış ve iletim hattına hangi şartlarda ne miktarda katı maddenin yönlendirildiği durumlar tespit edilmiştir. Deneylerde kullanılan geometrik büyüklükler ve akım parametreleri boyutsuzlaştırılarak, en uygun projelendirmenin yapılması için gerekli olan bağıntılar ve diyagramlar hazırlanmıştır. Geniş bir debi aralığını kapsayan bu verilerin kullanılmasıyla projelendirilecek Tirol tipi savakların randıman katsayıları oldukça yüksek olacaktır.

1.3 Literatür Taraması

Tirol tipi savakların hidrolik olarak tanımı ilk olarak Orth ve arkadaşları (1954) tarafından yapılmıştır. Çalışmada, %20 eğime sahip kanal üzerinde 5 farklı geometrik şekle sahip ızgaranın (basit T profili, üzeri üçgen T profil, yarı dairesel ve tam dairesel şekilli ve oval profilli) akım üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Oval profilli ızgaralar en kısa ızgara uzunluğunu gerektirirken T-profilli ızgaraların en kötü debi yakalama performansına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca ızgaranın eğiminin tıkanma üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu bildirilmiştir.

Fransız Alplerinin Savoy bölgesinde yapılan çeşitli projelerin sonuçlarından elde edilen dip savaklarla ilgili ilk deneyimler Ract-Madoux (1955) tarafından paylaşılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

- 1) Dip savak dizaynında debi ve katı madde miktarı esastır
- 2) Izgara akım yönünde (streamwise) dairesel profil içermelidir.
- 3) Katı madde kaynaklı tıkanmayı önlemek için ızgara en az %20 eğime sahip olmalıdır.

Frank (1956) tarafından yapılan çalışmada, ızgara uzunluğunu (L) hesaplamak için bir denklem geliştirilmiştir. Ana kanaldaki toplam debinin tamamının $(q_w)_T$ ızgaradan sistemin içine alınan debiye $(q_w)_i$ eşit olduğu, $(q_w)_i = (q_w)_T$, ızgara üzerinde düşü kaybı olmadığı ve ızgaranın memba kısmında akımın kritik olduğu varsayılarak aşağıda verilen denklem geliştirilmiştir.

$$L = 2.561 \frac{(q_w)_T}{\lambda \sqrt{h_0}} \dots \dots \dots (1.1)$$

Bu denklemde;

$$\lambda = \varphi \mu_s \sqrt{2g \cos \theta},$$

$\varphi = e/a$, debi sabiti,

e ızgara çubukları arasındaki net mesafe,

a iki ızgara çubuğunun merkezi arasındaki mesafe,

$\mu_s = 0.8052 \varphi^{-0.16} (a/h_0)^{0.13}$ daralma katsayısı olarak tanımlanmıştır. Bu katsayı

ızgara şekline ve ızgara üzerindeki akım derinliğine bağlıdır.

g yer çekimi ivmesi,

h_0 ızgaranın memba kısmındaki akım derinliğidir.

Fakat, h_0 değeri tam olarak kritik su derinliğine eşit değildir. Izgaranın eğimi kritik su derinliğini etkilediğinden dolayı h_0 değerinin düzeltme katsayısıyla çarpılması gerekmektedir.

$$h_0 = \chi h_c ;$$

χ indirgeme katsayısıdır ve aşağıda belirtilen denklemden hesaplanabilir;

$$2 \cos \theta \chi^3 - 3\chi^2 + 1 = 0$$

Bu denklemde;

θ ızgara eğimi,

h_c kiritik akım derinliğidir ve aşağıda verilen denklemden hesaplanabilir;

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{(q_w)_T^2}{g}};$$

$(q_w)_T$ ana kanaldan gelen birim debidir.

Noseda (1956) ise yaptığı çalışmada ızgara üzerinde sabit düşü olduğunu kabul ederek ızgara uzunluğunu hesaplamaya yarayan ve aşağıda verilen denklemi geliştirilmiştir.

$$L = 1.185 \frac{H_c}{\mu_m \varphi} \dots \dots \dots (1.2)$$

Bu denklemde;

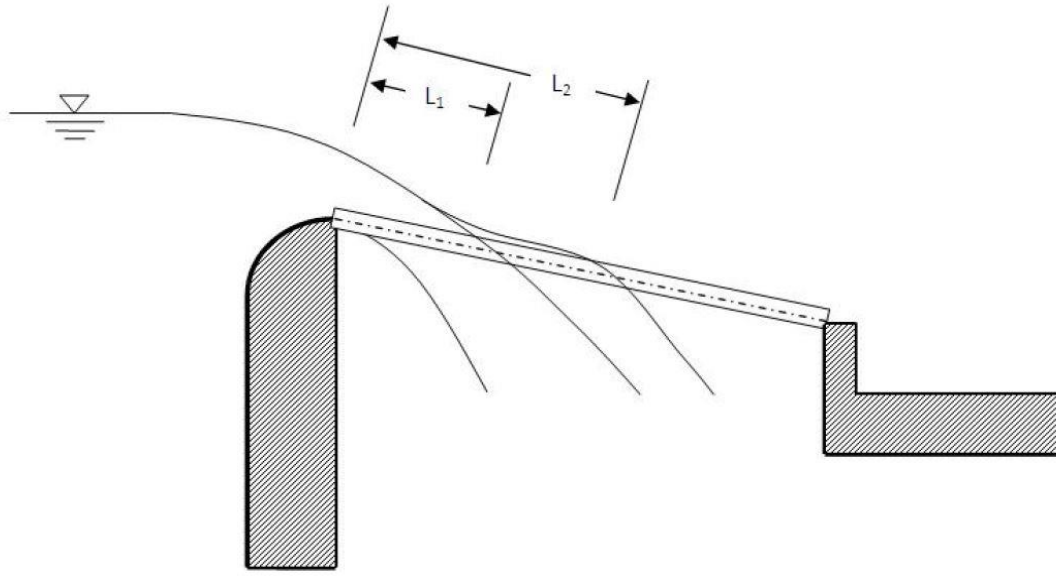
H_c ızgara üzerindeki akımın özgül düşüsü,

$$\mu_m = 1.22\mu$$

Bu denklem, sadece yatay ızgaralar için geçerlidir. Izgaranın eğiminin artması, Noseda'nın denkleminin geçersiz olmasına sebep olmaktadır.

Drobir'in (1999) Viyana Teknik Üniversitesinde gerçekleştirdiği çalışmada, 1:10 ölçeğe sahip bir Tirol tipi savak, hidrolik laboratuvarında inşa edilmiştir. Tasarlanan kanalın yatak genişliği 5 m olarak tasarlanmıştır ve ızgaranın yapımında 10 cm çapa sahip çubuklar kullanılmıştır. Bu deney düzeneği üzerinde bir dizi deney gerçekleştirilmiş ve ıslak ızgara uzunlukları bulunarak Frank ve Noseda tarafından yapılan çalışmalardaki ızgara uzunluklarıyla karşılaştırılmıştır. Deneyler esnasında; ızgara çubukları arasındaki mesafe 10 cm ve 15 cm olan iki ızgara, eğimleri %10 ile %30 arasında değişen dört farklı değer için 5 farklı su debisinde test edilmiştir.

Deneyler gerçekleştirilirken 2 farklı ıslak ızgara uzunluğu kayıt edilmiştir. Kayıt edilen değerlerden L_2 ızgara üzerindeki toplam ıslak ızgara uzunluğuna karşılık gelmektedir. Buna karşın L_1 değeri ise Şekil 1.2'de görüldüğü gibi ızgaranın içine bir bütün halinde giren su napınının ızgara üzerinde kapladığı uzunluktur.



Şekil 1.2 Tirol tipi su alma yapılarında ızgaradan geçen su napının profili ve ıslak ızgara uzunlukları (Yılmaz, 2010)

Izgara boşluğu, eğimi ve ızgara geometrisinin sistem tarafından alınacak su miktarı üzerindeki etkisini incelemek için Brunella ve arkadaşları (2003), 7 m uzunluğunda ve 0.5 m genişliğindeki bir kanalda bir dizi deneyler yapmışlardır. Bu çalışma; 3 mm ve 6 mm ızgara çubukları ara mesafelerinin, 0.45 m ve 0.6 m ızgara uzunluklarının ve 0, 7, 19, 28 35 39 44 51 derece ızgara eğimlerinin test edildiği kapsamlı bir çalışmadır. Bu deneylerde su profilleri çıkarılmış ve dip savak üzerinde hız ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlere dayanarak Brunella ve arkadaşları (2003) tarafından yeni bir denklem önerilmiştir. Bu denklem, toplam debinin tamamını giriş kısmına yönlendirmek için gerekli olan boyutsuz ızgara uzunluğunu içermektedir.

$$C_d \omega \left(\frac{L_2}{H_c} \right) = 0.83 \dots\dots\dots (1.3)$$

Burada;

C_d debi katsayısı,

H_c kritik düşü,

ω ızgara gözenekliliği olup, toplam net boşluğun kanal genişliğine oranıyla bulunur,

$$\omega = A_n/w.$$

Debi katsayısı C_d , 0.87 ve 1.10 değerleri arasında değişir ve ızgara gözenekliliğine ω bağlıdır.

Ahmad ve Mittal (2006) Tirol tipi savaklarla ilgili yapılan geçmiş çalışmaları özetlemiştir. Mostkow (1957) ise sisteme alınan debinin hesaplanmasında kullanılabilir, aşağıda verilen denklemi önermiştir.

$$Q_d = C_d \varepsilon B L_w \sqrt{2gE_0} \dots\dots\dots (1.4)$$

Burada;

ε ızgara çubukları arasındaki net açıklık alanının toplam ızgara alanına oranı,

B su toplama kanalının uzunluğu,

L_w ızgara uzunluğu,

g yer çekimi ivmesi,

E_0 gelen debinin özgül enerjisi,

C_d debi katsayısıdır.

Ghosh ve Ahmad (2006) tarafından yassı çubukların debi karakteristiğini gözlemlemek için bir dizi deney yapılmıştır. Bu çalışmaya göre ızgara üzerindeki özgül enerji neredeyse sabittir ve debi katsayısı hesabı için aşağıda verilen denklem önerilmiştir;

$$C_d = 0.1296 \left(\frac{t}{e}\right) - 0.4284(\tan\theta)^2 + 0.1764 \dots\dots\dots (1.5)$$

Burada;

t ızgara çubuk kalınlığıdır.

Denklem 1.5 yassı çubuğa sahip dip savakların dizaynı için önerilmiştir ve %10 hata payıyla debi katsayısını hesaplayabilmektedir. Denklem 1.5 sınırlı miktarda deney verisinden elde edilmiştir. Daha iyi sonuç verebilecek bir denklem elde edebilmek için, daha fazla deney ve saha verisine ihtiyaç vardır (Ahmad and Mittal, 2006).

Sisteme alınan debi miktarıyla; ızgara uzunluğunu, debi katsayısını, yaklaşma açısının özgül enerjisini ve modifiye Froude sayısını ilişkilendiren bir çalışma

Righetti ve Lanzoni (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada; eğimi %5'e kadar arttırılabilen 12 m uzunluğunda ve 0.25 m genişliğinde bir deney kanalı kullanılmıştır. Tirol tipi savak, kanal ile aynı eğime sahip olmakla birlikte 0.45 m uzunluğa ve $\omega=0,2$ boşluk oranına sahiptir. Deneylerin her bir adımında, sisteme giren debi, hız alanı ve ızgara üzerindeki hız profili 2 boyutlu lazer doppler anemometer ile ölçülmüştür. Boylamsal su profili çizilmiş ve hız vektörlerinin düşey ve dikey düzlemdeki dağılımı elde edilen veriler doğrultusunda çizilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda Righetti ve Lanzoni aşağıda verilen denklemi önermiştir;

$$(q_w)_i = C_{d0} \cdot \omega \cdot w \cdot L \sqrt{2gH_0} \left(\frac{\gamma}{2} \frac{L}{H_0} F_{H_0} + 1 \right) \tanh[b_0(\sqrt{2} - F_{H_0})^{b_1}] \dots\dots\dots (1.6)$$

Burada;

C_{d0} statik koşullar altında düzlemsel Tirol tipi savaklar için debi katsayısıdır ve 0.95 ile 1 arasında değişmektedir.

w kanal genişliği,

H_0 yaklaşma debisinin düşüsü,

F_{H_0} modifiye Froude sayısı,

$F_{H_0} = \frac{U_0}{\sqrt{gH_0}}$, burada U_0 ana kanaldaki akımın yaklaşma hızı

Diğer ampirik sabitler; $\gamma = 0.1056$, $b_0 = 1.5$ and $b_1 = 0.6093$

Yukarıdaki denklem ve Nosedá'nın denkleminde elde edilen iki veri seti arasındaki farklılıklara rağmen sonuçlar uyumludur. Debiler arasındaki farklılık %15'i geçmemektedir. Bu farklılık da Nosedá'nın dekleminde ızgara eğiminin ihmal edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Izgara eğimi ve net alan açıklığının, sisteme alınan su miktarına etkisini görmek için Kamandebast ve Bejestan (2008) tarafından bir dizi deney yapılmıştır. Bu deneylerde 60 cm genişliğinde, 8 m uzunluğunda ve 60 cm yüksekliğinde bir kanal kullanılmıştır. Deneylerde %30, %35 ve %40 olmak üzere 3 farklı alan açıklığı ve 2 farklı ızgara (6 mm ve 8 mm kalınlığında ızgara çubuklarından oluşan) test edilmiştir. Ayrıca 2 farklı ızgara için 4 farklı ızgara eğimi (%10, 20, 30 ve 40) 5

farklı debi değeriyle test edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, sisteme alınan debinin toplam debiye oranı sadece net alan açıklığı ve ızgara eğimi tarafından etkilenmektedir. Ayrıca ızgara eğiminin artmasıyla debi oranının maksimum miktarına yaklaştığı tespit edilmiştir. Maksimum debi oranı olan 0,8 değeri, net alan açıklığı %40, ızgara eğimi %30 olduğu durumda elde edilmiştir. Maksimum debi oranına ulaşıldıktan sonra debi oranında keskin bir düşüş meydana gelmiştir. Katı madde kullanılarak yapılan deneylerin sonuçları detaylı olarak paylaşılmamıştır fakat ızgaradaki tıkanma sonucunda debi oranının %10 civarında düştüğü belirtilmiştir.

2010 yılında Yılmaz tarafından yapılan çalışmada, akım ve geometrik parametrelerin değerlerindeki değişmelerin Tirol tipi su alma yapılarının hidrolik karakteristikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda 7 metre uzunluğunda 1,98 m genişliğindeki deney düzeneği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Hidromekanik Laboratuvarında inşa edilmiştir. Izgarayı oluşturan çubuklar ise dairesel kesitli olup 1 cm çapındadır. Deneyler 3 farklı net ızgara boşluğu (3mm 6 mm ve 10 mm) ve 3 farklı ızgara eğimi için (4,8°, 9,6° ve 14,5°) ana kanaldan gelen geniş bir birim debi aralığında yapılmıştır (4,78 m²/s – 53,42 m²/s). Bu deneylere ek olarak çalışmada, katı malzeme kullanılarak da deneyler yapılmıştır. Bu çalışmaya göre ızgara açısı arttıkça su alma verimi ve katı madde alma oranı azalmakta, ızgara eğimi azaldıkça da su alma verimi ve katı madde alma oranı artmaktadır. Bu çalışmada sisteme alınan debini toplam debiye oranı, $[(q_w)_i / (q_w)_T]$, debi katsayısı, C_d , ıslak ızgara uzunluğu, L_2/e , gibi boyutsuz parametreler tanımlanmış ve bunların diğer parametreler ile değişimini gösteren grafikler çizilmiştir. Bilinen bir geometri ve toplam debi için sistemin su alma verimi bu grafikler kullanılarak elde edilebilmektedir.

Şahiner tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada ise deney düzeneği olarak Yılmaz (2010)'ın çalışmasında kullanılan deney düzeneği herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Amacı, Yılmaz'ın (2010) çalışmasında test etmediği farklı ızgara açılarının denenerak ızgara eğiminin sistemin su alma verimine olan etkisini daha detaylı bir şekilde incelemek olan bu çalışmada da kullanılan ızgara çubukları arası mesafe yine 3 mm, 6 mm ve 10 mm olup, 3 farklı ızgara eğimi için (27,8°, 32,8° ve

37,0°) geniş bir debi aralığında deneyler gerçekleştirilmiştir. Bulunan sonuçlar, Yılmaz (2010)'ın çalışmasından elde edilen sonuçlarla birlikte analiz edilmiştir. Bu analiz neticesinde, Yılmaz (2010) ve Şahiner (2012) tarafından test edilmemiş olan $15^{\circ} \leq \theta \leq 25^{\circ}$ aralığındaki bir ızgara eğiminin hidrolik açıdan en ideal değer olacağı sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 2

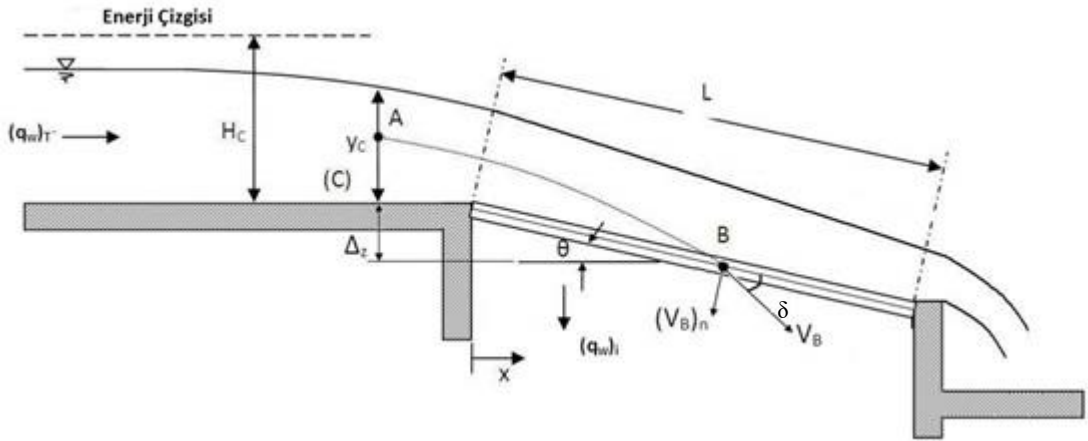
BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR

2.1 Teorik Analiz

Bu bölümde Tirol tipi savak ızgarasının performansı ile ilgili yapılan teorik çalışmalar; sistemin “debi katsayısı”nın ve “su alma verimi”nin çıkartılması sunulmuştur.

2.1.1 Debi Katsayısının Hesaplanması

Şekil 2.1’de verilen kroki göz önüne alınarak, aynı akım çizgisi üzerinde bulunan A ve B noktaları arasında, burada A noktasının akımın kritik derinliğinin bulunduğu kesit üzerinde ve B noktasının ise yan yana iki ızgara çubuğu arasındaki açıklık üzerinde yer aldığı kabul edilmektedir, herhangi bir enerji kaybının olmadığı varsayılarak enerji denklemi yazılabilir.



Şekil 2.1 Tirol tipi su alma yapısı üzerinde akım profili

$$H_c = \frac{V_B^2}{2g} - \Delta z \dots \dots \dots (2.1)$$

Burada H_c akımın kritik enerji yüksekliği, $\Delta z = x \cdot \tan \theta$ ve V_B akımın B noktasındaki hızıdır. $(V_B)_n$, $(V_B)_n$ 'nin ızgara yüzeyine dik olan bileşeni olup

$$(V_B)_n = V_B \cdot \sin \alpha = (\sqrt{2g(H_c + \Delta z)}) \sin \alpha = \sin \alpha \sqrt{2gH_c(1 + \frac{\Delta z}{H_c})} \dots \dots \dots (2.2)$$

θ 'nın küçük değerleri için $\frac{\Delta z}{H_c} \ll 1$ kabulünü yaparak $(V_B)_n$ için şu ifade yazılabilir.

$$(V_B)_n \cong \sin \alpha \sqrt{2gH_c} \dots \dots \dots (2.3)$$

Izgaranın birim genişliğinden ızgara içerisine alınan su debisi $(q_w)_i$ olup,

$$(q_w)_i = A_{ro}(V_B)_n = A_{ro} \sin \alpha \sqrt{2gH_c} \dots \dots \dots (2.4)$$

Burada A_{ro} ızgaranın birim genişliğinde bulunan ızgara çubukları arasındaki toplam net ızgara açıklık alanıdır.

(2.4) ifadesi şu şekilde de yazılabilir.

$$(q_w)_i = C_d A_{ro} \sqrt{2gH_c} \dots \dots \dots (2.5)$$

Burada C_d “debi katsayısı” olup $(q_w)_i$ 'nin hesaplamasında yapılan her türlü varsayımı içerisinde bulundurmaktadır.

(2.5) ifadesinin, ana kanaldan gelen debinin ızgara uzunluğunun tamamından geçmesi durumunda geçerli olacağı unutulmamalıdır.

2.1.2 Su Alma Verimi ve Islak Izgara Uzunluğunun Hesaplanması

Hidrolik ve geometrik parametreleri Şekil 2.1’de gösterilen bir Tirol tipi su alma yapısında, sistem içerisine ızgaradan alınacak olan debi $(q_w)_i$ için (2.6) ifadesi; ızgaranın sabit çaplı dairesel çubuklardan oluştuğu, suyun yüzey geriliminin ve

viskozitesinin $(q_w)_i$ değeri üzerinde etkilerinin olmadığı kabulleri yapılarak diğer parametreler cinsinden yazılabilir.

$$(q_w)_i = f[(q_w)_T, e, a, L, \theta, g, \rho_w] \dots\dots\dots (2.6)$$

Burada $(q_w)_T$ ana kanaldan gelen ve ızgara üzerinden geçen toplam birim debi, e ızgara çubukları arasındaki net açıklık, a iki ızgara çubuğunun merkezleri arasındaki mesafe, L ızgara uzunluğu, θ ızgaranın yatayla yaptığı açı, g yerçekimi ivmesi ve ρ_w suyun özgül kütleisidir. Bu parametrelerden $(q_w)_T$, e , ve ρ_w “tekrarlanan parametreler” olarak seçilerek ve Buckingham teoremi uygulanarak sistemin “su alma verimi”, $(q_w)_i/(q_w)_T$, için aşağıdaki ifade yazılabilir.

$$\frac{(q_w)_i}{(q_w)_T} = f_1 \left[\frac{(q_w)_T^2}{e^3 g}, \frac{L}{e}, \frac{a}{e}, \theta \right] \dots\dots\dots (2.7)$$

Burada $(q_w)_T^2/e^3 g = (F_r)_e^2$ akım derinliği yerine çubuklar arasındaki net açıklık e cinsinden ifade edilmiş olan Froude sayısının karesidir. (2.7) ifadesi şu şekilde de yazılabilir.

$$\frac{(q_w)_i}{(q_w)_T} = f_2 \left[(F_r)_e, \frac{L}{e}, \frac{a}{e}, \theta \right] \dots\dots\dots (2.8)$$

Tirol tipi su alma yapısının önemli parametrelerinden olan debi katsayısı C_d ve ıslak ızgara boyu L_2 için de, (2.6) denklemine benzer şekilde, aşağıdaki ifadeler yazılabilir.

$$C_d = f_3[(q_w)_T, e, a, L, \theta, g, \rho_w] \dots\dots\dots (2.9)$$

ve

$$L_2 = f_4[(q_w)_T, e, a, \theta, g, \rho_w] \dots\dots\dots (2.10)$$

Yukarıda verilen (2.9) ve (2.10) denklemlerine de boyut analizinin uygulanmasıyla (2.11) ve (2.12) ifadeleri elde edilebilir.

$$C_d = f_5 \left[(F_r)_e, \frac{L}{e}, \frac{a}{e}, \theta \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

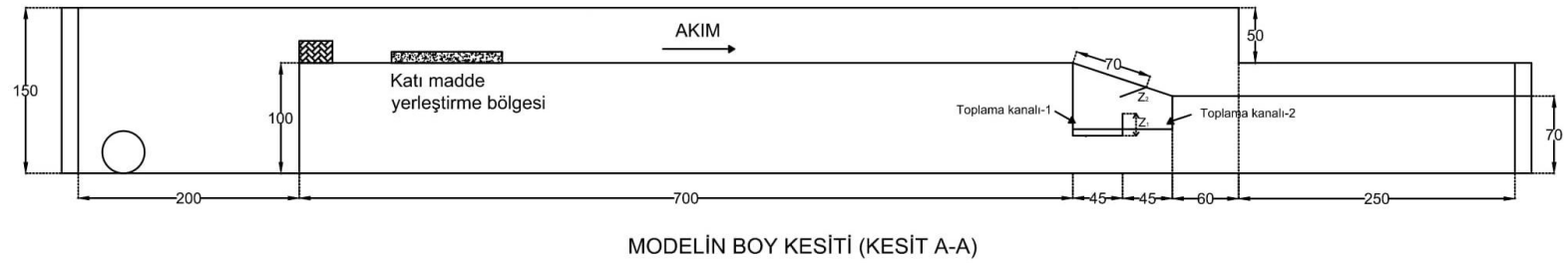
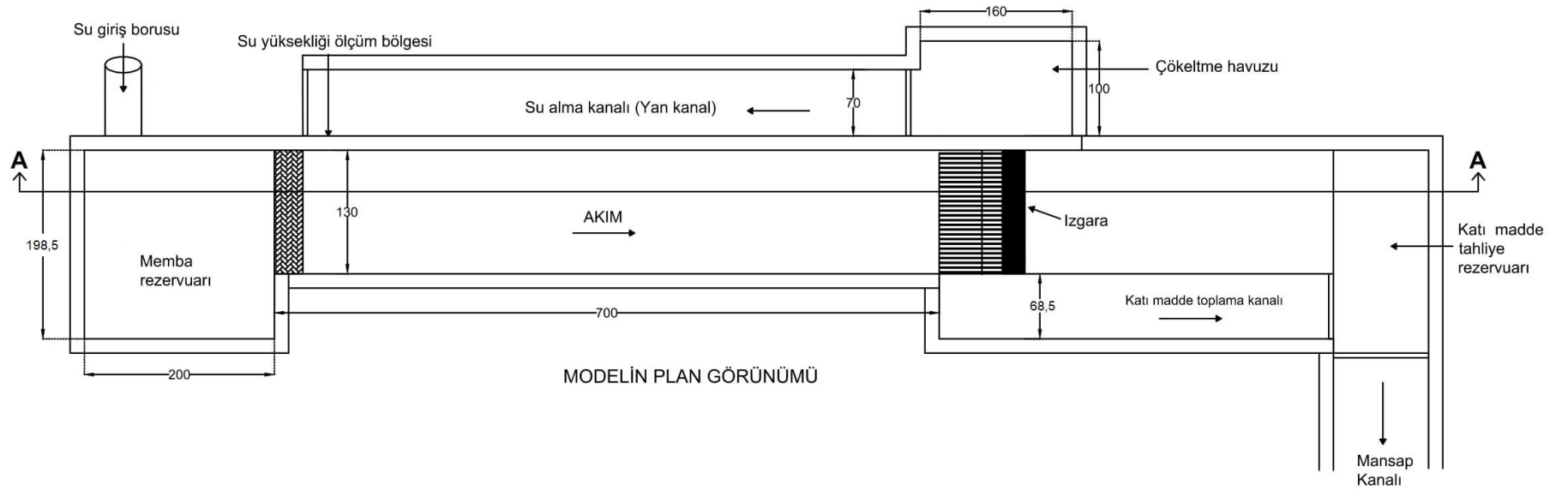
ve

$$\frac{L_2}{e} = f_6 \left[(F_r)_e, \frac{a}{e}, \theta \right] \dots\dots\dots (2.12)$$

Bir sonraki bölümde $(q_w)_i/(q_w)_T$ ve C_d ' nin ilgili parametrelerle değişimleri grafikler halinde verilecek ve neticede bu çalışmanın esas amacı olan ızgara eğimi θ ' nın $(q_w)_i/(q_w)_T$ üzerindeki etkisi irdelenecektir.

2.2 Deney Düzenegi

Bu çalışma kapsamında kullanılan fiziksel model, daha önceden ODTÜ İnşaat Mühendisliği Hidromekanik Laboratuvarında Tirol tipi savakların değişken parametrelerinin, “su alma verimi” ve “katı madde alma oranı” üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla inşa edilmiştir (Yılmaz, 2010). Şekiller 2.2-2.4’de krokileri ve fotoğrafları gösterilen modelde, memba kısmında konuşlandırılmış olan rezervuar, sabit yükseklikli su alma tankından 30 cm çapındaki bir boruyla birbirine bağlanmıştır. Deney düzenegi bu tanktan gelen debi ile beslenmektedir ve bu debi, su alma borusunun rezervuara giriş kısmında yer alan bir vana ile ayarlanmaktadır. Debi miktarını ölçmek için mekanik vananın memba kısmına ultrasonik debimetre bağlanmıştır. Kanalin memba kısmındaki rezervuar 1,98 m genişliğinde, 2 m uzunluğunda ve 1,5 m derinliğindedir. 7 m uzunluğunda, 1,98 m genişliğinde ve 0,001 taban eğimine sahip olan ana kanala rezervuardaki su, rezervuarın mansap kısmına türbülansı azaltmak ve akımı düzenlemek için yerleştirilmiş olan tuğlalardan geçerek gelmektedir. Ana kanaldaki su derinliği ise ana kanalın memba kısmına konuşlandırılmış manometre aracılığıyla ölçülmektedir.



Şekil 2.2 Modelin plan ve boy kesiti (boyutlar cm'dir)



Şekil 2.3 Tirol tipi savağın memba kısmından görünümü



Şekil 2.4 Ana Kanal ve Tirol tipi savağın mansap kısmından görünümü

Enerji üretimi için gerekli olan suyu sistemden almak ve enerji üretim hattındaki türbinlere zarar verebilecek katı maddeyi sistemden ayırmak amacıyla ana kanalın mansap kısmına Tirol tipi savak konuşlandırılmıştır. Deneylerde 2 farklı ızgara eğimi

($\theta_1=19^\circ$ ve $\theta_2=23^\circ$), 3 farklı ızgara çubuk aralığı ($e_1=3$ mm, $e_2=6$ mm, $e_3=10$ mm) ve 6 farklı ızgara boyu test edilmiştir. Iızgara boyu, ızgaranın üzerine yerleştirilen metal plakanın hareket ettirilmesiyle ayarlanmıştır. (Şekil 2.5)



Şekil 2.5 Iızgara uzunluğunu ayarlama için kullanılan metal plakanın mansaptan görünümü

3 farklı ızgara çubuk aralığına sahip ızgaralar, 1 cm çapında, dairesel kesitli alüminyum çubuklar kullanılarak üretilmiştir. Tirol tipi savağın alt kısmında ise 60 cm genişliğe ve %10'luk eğime sahip su ve katı madde toplama kanalı bulunmaktadır. Su toplama kanalı, Tirol tipi savak vasıtasıyla kanaldan ayrılan su ve katı madde karışımını, katı madde yakalama rezervuarına iletmektedir (Şekil 2.6). Katı madde yakalama rezervuarının mansap kısmında 20 cm yüksekliğinde bir bariyer konuşturulmuş böylece katı maddelerin büyük bir kısmının 6,5 m uzunluğunda ve 0,7 m genişliğindeki su alma kanalına iletimi engellenmiştir (Şekil 2.7). Su alma kanalının mansap kısmına ise tıpkı ana kanalda olduğu gibi su derinliğini ölçmek ve debi değerlerini hesaplamak amacıyla bir manometre yerleştirilmiştir.



Şekil 2.6 Su toplama kanalı ve ızgaranın yandan görünümü



Şekil 2.7 Katı madde yakalama rezervuarı ve su alma kanalı

Katı madde alma oranını test etmek için yapılan deneylerde, farklı katı madde boyutlarına sahip grupların her birisinden 50' şer kilogram kullanılarak 3 farklı katı madde karışımı hazırlanmıştır (Şekil 2.8). Tablo 2.1' de, test edilen gruplardaki katı madde boyutları, ağırlıkları ve test edildikleri ızgaraların çubuk aralıkları verilmiştir.



Şekil 2.8 Test edilen katı madde gruplarının fotoğrafları

Tablo 2.1 Deneylerde kullanılan katı madde gruplarının özellikleri

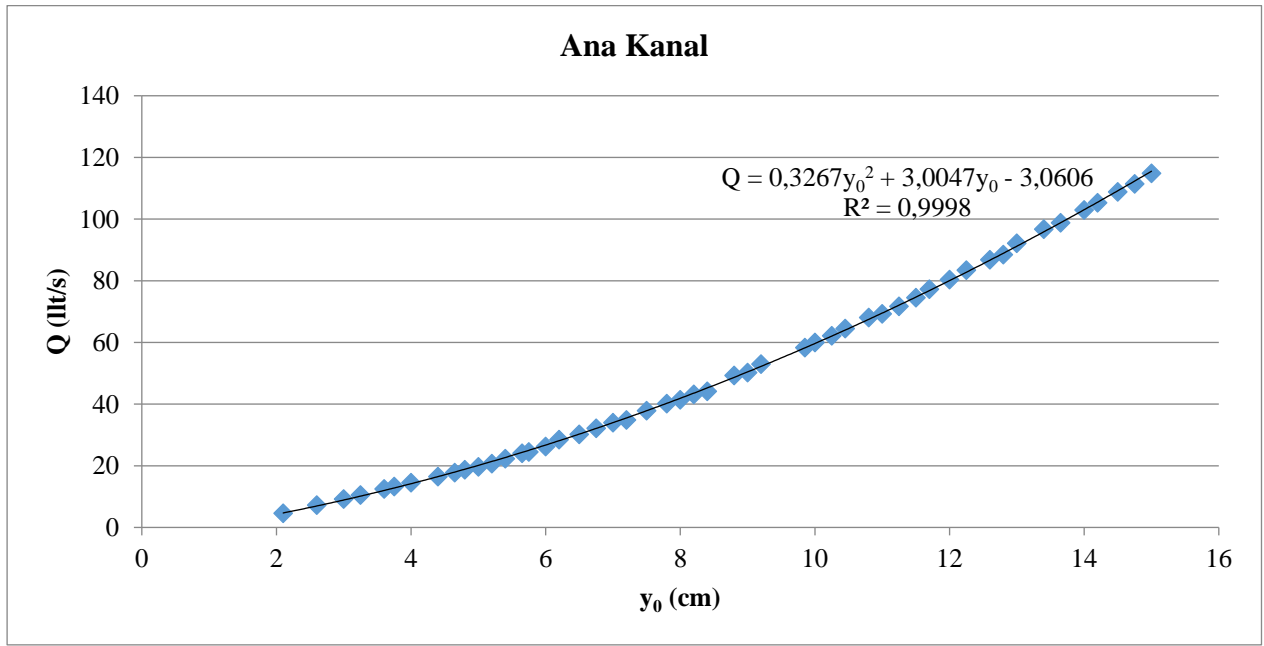
Katı Madde Grubu	Test edilen ızgara aralığı, e(mm)	Katı Madde Ağırlığı (kg)				Karışımın Toplam Ağırlığı, (q _s) _T (kg)
		Boyut (mm)				
		0-3	3-6	6-9	9-15	
1	3	50	50	50	-	150
2	6	50	50	50	50	200
3	10	50	50	50	50	200

2.3 Deney Prosedürü

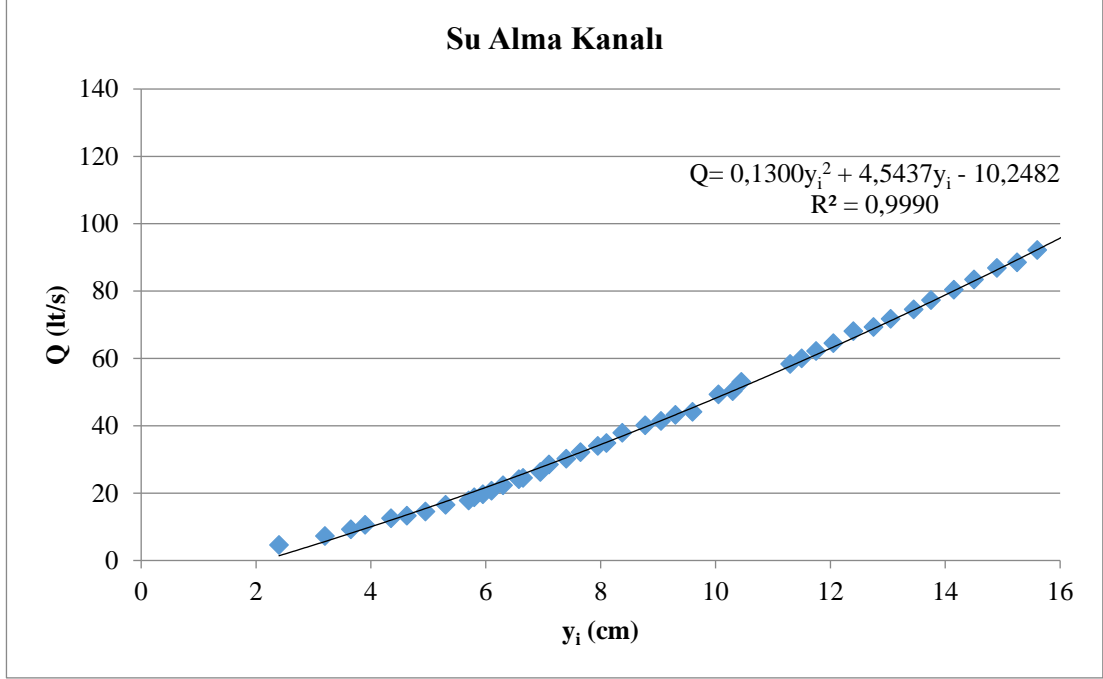
2.3.1 Debi Ölçümleri

Ana kanal ve su alma kanalındaki karakteristik debi değerlerini elde etmek için ön deneyler yapılmış ve her iki kanal için kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Kalibrasyon eğrileri elde edilirken Tirol tipi savağın ızgarası yerinden çıkarılmış ve en düşük debiden başlayarak debi, küçük miktarlarda arttırılarak sistemin taşıyabileceği en yüksek debiye kadar çıkılmıştır. Her debide ana kanal içerisindeki

akımın stabil duruma ulaşması beklenmiştir ve akabinde ana kanalın memba, su alma kanalının ise mansap kısmında bulunan manometrelerdeki su derinlik değerleri okunarak kayıt edilmiştir. Ana kanaldan geçen debi ana kanalı besleyen su alma borusu üzerindeki ultrasonik debimetre yardımıyla ölçülmüş ve manometreden okunan değerlerle debi değerleri arasındaki kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 2.9). Ana kanaldan geçen debinin tamamı su alma kanalına yönlendirildiğinden dolayı su alma kanalındaki su derinliği ve debi arasındaki kalibrasyon eğrisi de benzer şekilde elde edilmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.9 Ana kanalın kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.10 Su alma kanalının kalibrasyon eğrisi

2.3.2 Islak Izgara Uzunlukları Ölçümü

Kalibrasyon eğrileri elde edildikten sonra, ıslak ızgara uzunluklarının ölçümleri yapılmıştır. Islak ızgara uzunlukları ilk olarak Drobir (1999) tarafından tanımlanmıştır. Bu tanıma göre, L_1 ızgaranın en üst kısmından su napının aşağı döküldüğü kısma kadar olan uzunluk, L_2 ise ızgaranın en üst kısmından suyun ızgarayı ıslattığı en alt kısma kadar olan uzunluktur. Islak ızgara uzunluklarını bulmak için Tirol tipi savak sisteme bağlanmış ve yapılan ilk deneylerde 3 cm su yüksekliğini sağlayacak miktarda debi ile ana kanal beslenmiştir. Ana kanalın içindeki akım stabil duruma ulaştığında ise 8 farklı çubuk üzerindeki değerler alınmıştır. Ölçümlerden kaynaklı hata payını minimuma indirmek için bu 8 farklı değerlerin ortalaması alınarak ıslak ızgara uzunluğu tespit edilmiştir. Bu işlem ana kanaldaki su yüksekliği 15 cm olana kadar her bir ızgara çubuk aralığı ($e_1=3$ mm, $e_2=6$ mm, $e_3=10$ mm) ve ızgara eğimi ($\theta_1=19^\circ$ ve $\theta_2=23^\circ$) için tekrarlanmıştır. Bu kapsamda ölçülen ve hesaplanan parametreler EK-1’ de tablolar halinde sunulmuştur.

2.3.3 Su Alma Veriminin Ölçümü

Bu kısımdaki deneyler, farklı ızgara eğimine, ızgara çubuk açıklığına ve farklı ızgara uzunluğuna sahip Tirol tipi savakların su alma veriminin belirlenmesi için yapılmıştır.

Bu sebeple ilk deneylerde 3 cm su yüksekliğini sağlayacak miktarda debi ile ana kanal beslenerek bu kanalda akımın stabil duruma ulaşması beklenmiş ve akabinde ana kanalın memba, su alma kanalının ise mansap kısmında bulunan manometrelerden su derinlik değerleri okunarak kayıt edilmiştir. Bu işlem ana kanaldaki su yüksekliği 1 cm arttırılmak suretiyle su yüksekliği 15 cm olana kadar tekrarlanmıştır. Testlerde, 3 mm ızgara çubuk aralığında, minimum ızgara uzunluğu 5 cm alınarak maksimum 40 cm uzunluğa ulaşana kadar ızgara uzunluğu her seferinde 5 cm arttırılmıştır. Izgara eğimi olarak 2 farklı açı test edilmiştir ($\theta_1 = 19^\circ$ ve $\theta_2 = 23^\circ$). 6 mm ve 10 mm ızgara çubuk aralığı kullanılan testlerde ise ıslak ızgara uzunluğu belirgin şekilde azaldığı için minimum ızgara uzunluğu 5 cm alınıp her seferinde 5 cm arttırılarak maksimum 30 cm ızgara uzunluğu test edilmiştir. Bu testlerde de öncekilerde olduğu gibi ızgara eğimi olarak 2 farklı açı test edilmiştir ($\theta_1=19^\circ$ ve $\theta_2=23^\circ$). Testlerden elde edilen sonuçlar ışığında farklı parametrelerin etkisi altında değişen su alma verimi değerleri hesaplanmıştır. Ölçülen ve hesaplanan parametreler EK-1' de tablolar halinde sunulmuştur.

2.3.4 Katı Madde Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Bu kısımda yapılan testlerde katı maddenin, ızgara çubuk açıklığı, ızgara eğimi ve ızgara uzunluğuna bağlı olarak su alma verimini nasıl etkilediği gözlenmiştir. Bu sebeple önceden hazırlanmış toplam ağırlığı (q_s)_T ile gösterilen katı madde karışımı ana kanalın memba kısmında belli bir alana homojen bir şekilde karıştırılarak yayılmıştır. Katı madde kanala yerleştirildikten sonra ana kanal 10 lt/s debi ile 4 dakika süreyle beslenmiş ve bu 4 dakika içinde 1 dakika aralıklarla ana kanal ve su toplama kanalındaki manometreden su derinliği verileri toplanmıştır. 4 dakikalık süre sonunda debi yavaşça 30 lt/s değerine yükseltilmiş ve aynı şekilde 4 dakika süre ile bu debi ile ana kanal beslenmiştir. Bu süreçte tekrardan ana kanal ve su alma

kanalındaki manometre verileri 1 dakikalık aralıklarla kayıt edilmiştir. Bu prosedür sistemin taşıyabileceği maksimum debiye ulaşana kadar yapay bir taşkın durumu oluşturmak için tekrarlanmıştır. Deneyler sırasında her bir debi arttırımı öncesinde 4 dakika gibi sabit bir değerin kullanılmasının nedeni, bu sürenin ana kanal içerisindeki akımın stabil (kararlı) hale gelmesi için yeterli olduğu kanaatinin deneyler esnasından gözlenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Toplam deney süresinin çok uzamaması için 4 dakikadan büyük zaman dilimleri deneylerde kullanılmamıştır. Tüm deneyler 2 farklı ızgara eğimi ($\theta_1=19^\circ$ ve $\theta_2=23^\circ$), 3 farklı ızgara çubuk aralığı ($e=3$ mm, $e=6$ mm, $e=10$ mm) ve 3 farklı ızgara uzunluğu ($L=20$ cm, $L=40$ cm, $L=60$ cm) için tekrarlanmıştır. Deneyler ana kanaldaki katı maddenin tamamı kanaldan temizlendiğinde durdurulmuştur. Deneyler durdurulduktan sonra su ve katı madde toplama kanalı ile su alma kanalına geçen katı madde miktarı $(q_s)_i$ ve ana kanalın mansap kısmında kalan katı maddeler kurutulduktan sonra tartılmış ve sistemin katı madde alma oranı, $(q_s)_i/(q_s)_T$, hesaplanmıştır. Bu kapsamda ölçülen ve hesaplanan parametreler EK-1’ de tablolar halinde sunulmuştur.

2.4 DeneySEL Verilerin Analizi

2.4.1 Giriş

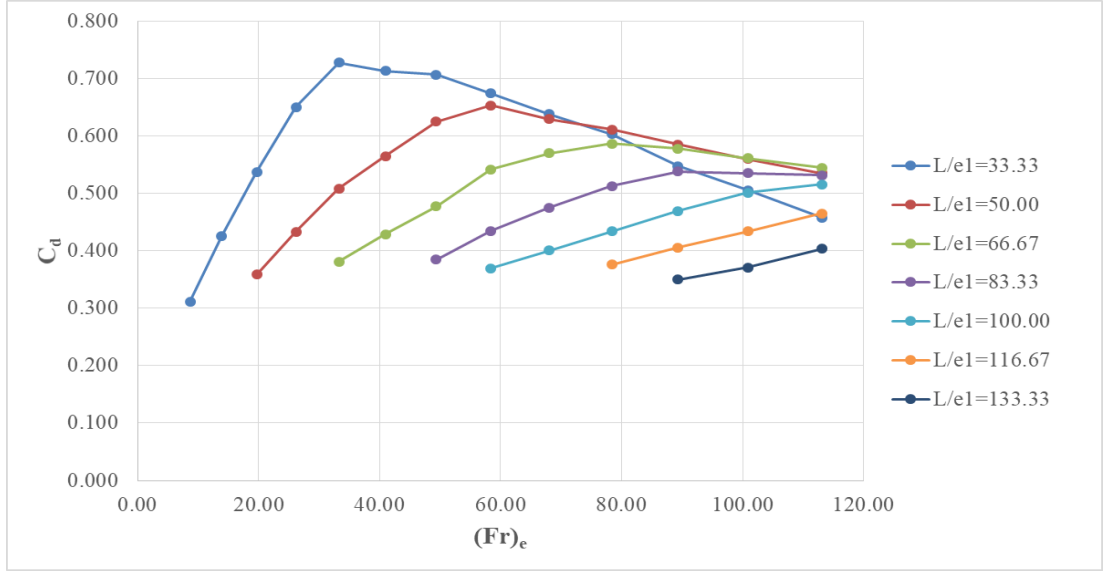
Çalışmanın bu bölümünde, deneylerden elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Debi katsayısı, su alma verimi ve ıslak ızgara uzunluğunun, Froude sayısı $(F_r)_e$ ile değişimi tartışılmış ve ilgili tasarım çizelgeleri sunulmuştur. Ayrıca, elde edilen veriler, Yılmaz (2010) ve Şahiner (2012) tarafından elde edilen deney sonuçları kullanılarak katı madde alma oranının ve su alma verimliliğinin analizi yapılmıştır.

2.4.2 Debi Katsayısı C_d ’ nin $(F_r)_e$ ile Değişimi

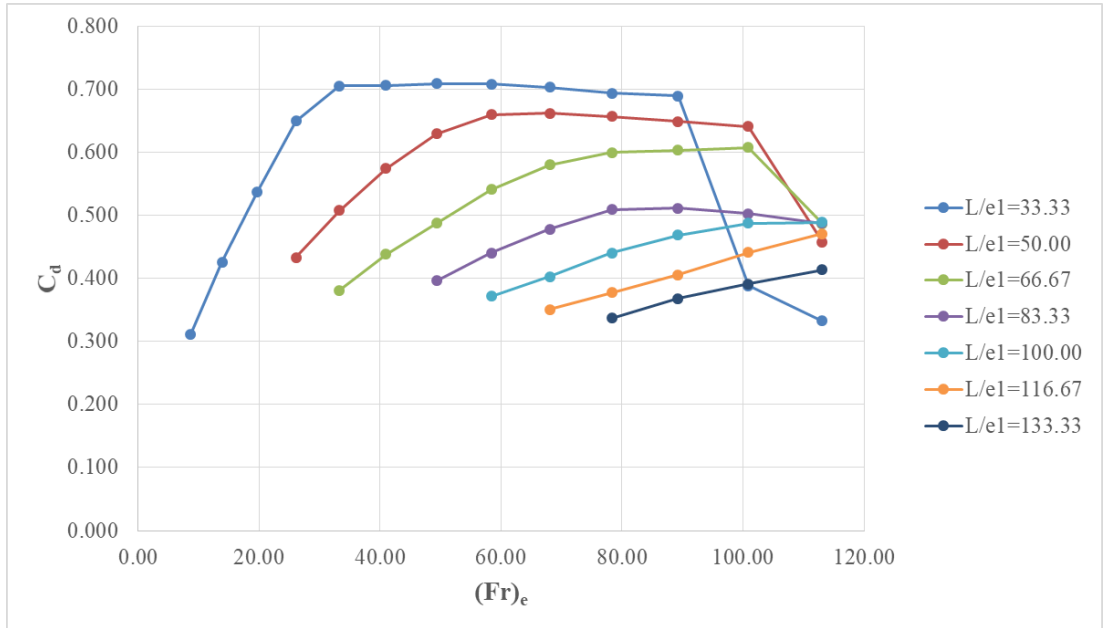
Şekiller 2.11-2.16, debi katsayısının boyutsuz terimler $(F_r)_e$ ve L/e (Denklem 2.8) ile değişimini göstermektedir. Bu şekillerden, C_d ’ nin neredeyse tüm veri noktalarının

belirli bir L/e değeri için aynı eğilimi izlediği açıkça görülür. Her grafikte, $(F_r)_e$ arttıkça C_d değerleri artma eğilimindedir. Bununla birlikte, küçük L/e değerleri için, C_d değerleri ilk önce artan $(F_r)_e$ ile artar ve $(F_r)_e$ ' nin belirli değerlerinde maksimum değere ulaşır, daha sonra $(F_r)_e$ ' nin daha büyük değerlerinde azalmaya başlar veya sabit kalır. Küçük L/e değerleri, kısa ızgara uzunluklarını temsil eder. Izgara uzunluğu kısaldığında, küçük $(F_r)_e$ sayıları için, ana kanal debisinin tümü toplama kanalına yönlendirilir ve bu nedenle C_d değerleri artar. Ardından, eşik bir debi değerinden sonra su ızgara üzerinden sıçramaya başlar ve mansaba doğru akar ve gelen akımın yalnızca belirli bir kısmı toplama kanalına yönlendirilir ve bu sebeple daha küçük C_d değerleri elde edilir. Izgara uzunluğu arttıkça, test edilen daha büyük L/e değerlerinde, daha fazla su alma kapasitesinden ötürü C_d değeri artan $(F_r)_e$ ile artar. Genel olarak, belirli bir $(F_r)_e$ ' de bilinen bir e/a ve θ değerinde, büyük $(F_r)_e$ değerleri haricinde küçük L/e değerine sahip ızgaralarda L/e düştükçe C_d değerleri artar. Dolayısıyla, maksimum C_d değerleri küçük L/e değerlerine sahip ızgaralar için elde edilir. Belirli bir $(F_r)_e$ ve L/e değeri için, C_d değerlerinin değişimi ızgara açısı θ 'ya göre değerlendirilirse, ızgaranın eğim açısı 19° ' den 23° 'ye yükseltildiğinde hemen hemen tüm C_d değerlerinin arttığı söylenebilir.

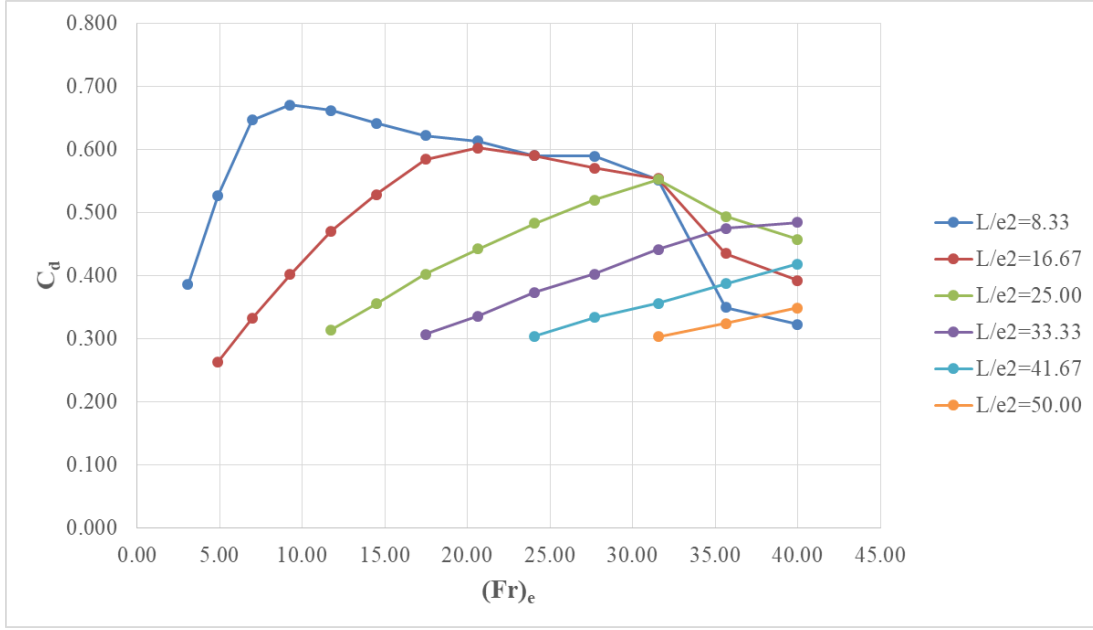
Şekil 2.11-2.16' yı dikkate alarak, bu çalışmada test edilen parametreler aralığı içinde bilinen özelliklere sahip bir ızgara için debi katsayısı, böylelikle de (2.5) ifadesi kullanılarak sisteme girecek olan debi hesaplanabilir.



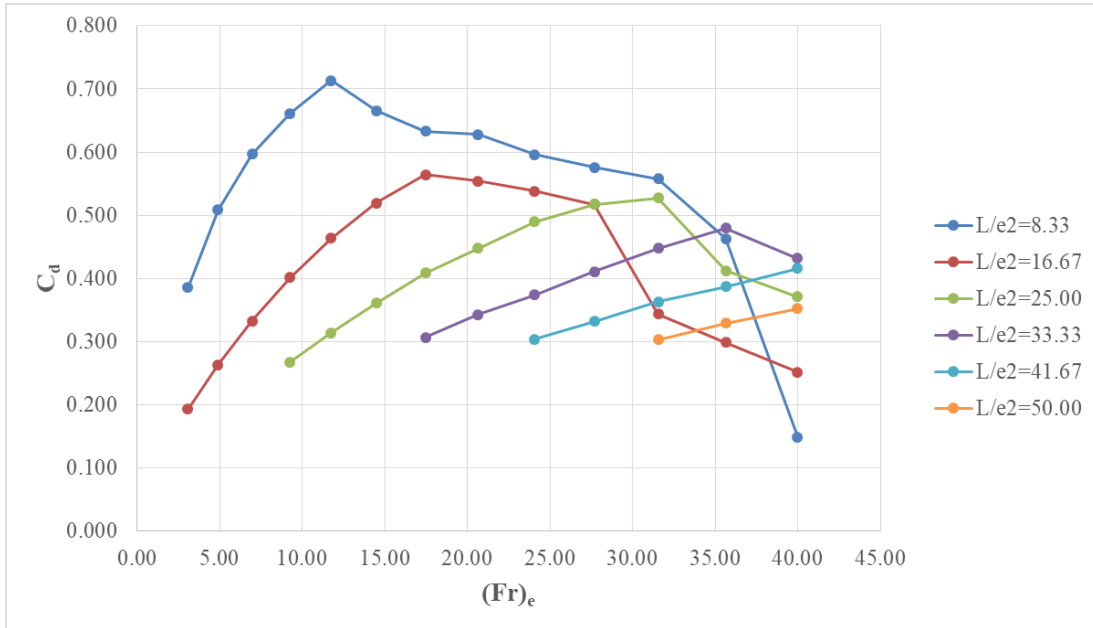
Şekil 2.11 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)



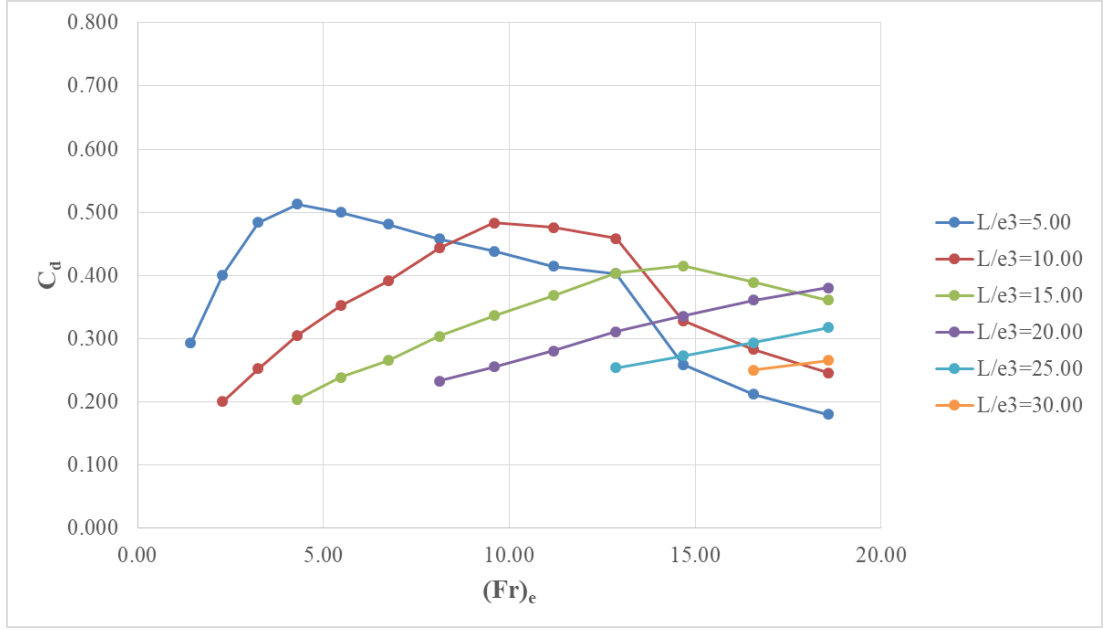
Şekil 2.12 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)



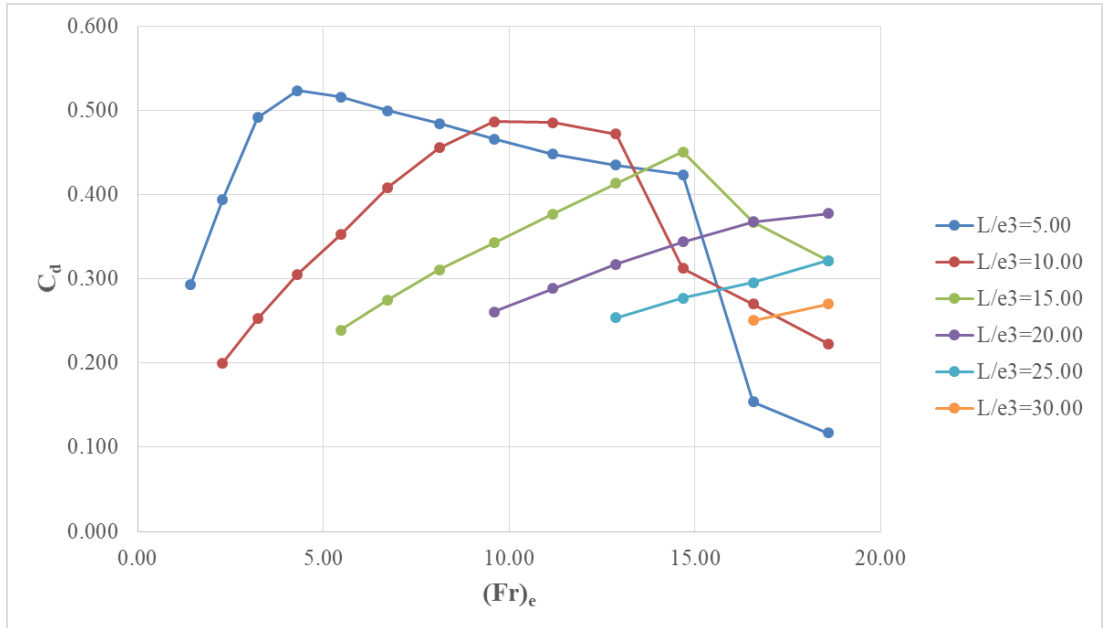
Şekil 2.13 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)



Şekil 2.14 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)



Şekil 2.15 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)

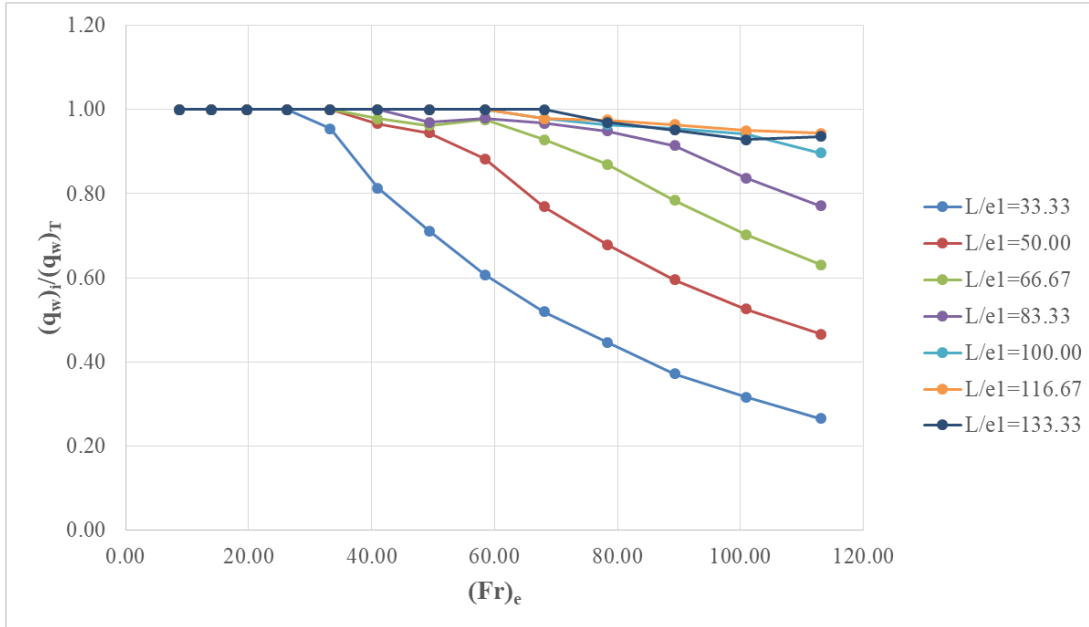


Şekil 2.16 Debi katsayısının, C_d , Froude sayısı, $(Fr)_e$, ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_2 = 23^\circ$)

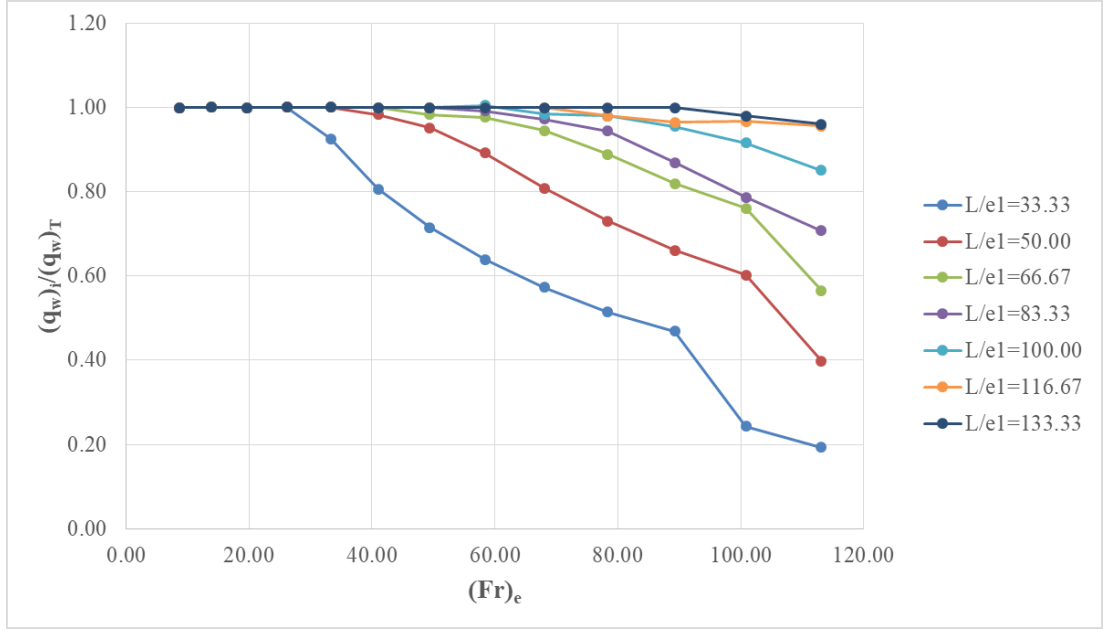
2.4.3 Su Alma Veriminin $(Fr)_e$ ile Değişimi

Denklem 2.8' de ifade edilen bir Tirol savağın su alma verimi ilişkisine değinilerek test edilen her deney düzeneği için ilgili parametrelerin verileri çizilmiştir. Şekiller 2.17-2.22, e/a ve θ değerleri bilinen bir düzenek için, $[(q_w)_i / (q_w)_T]$ değerinin $(Fr)_e$ ve L/e ile değişimini göstermektedir. Eğimi ve L/e değeri verilen bir ızgaranın su alma verimi değeri artan $(Fr)_e$ ile azalır. L/e ' nin değeri arttıkça, $(Fr)_e$ ' nin su alma verimi üzerindeki etkisi azalır ve neredeyse ihmal edilebilir hale gelir ve su tutma verimi her test edilen ızgaranın en küçük L/e değeri için 1,00 değerine yaklaşır.

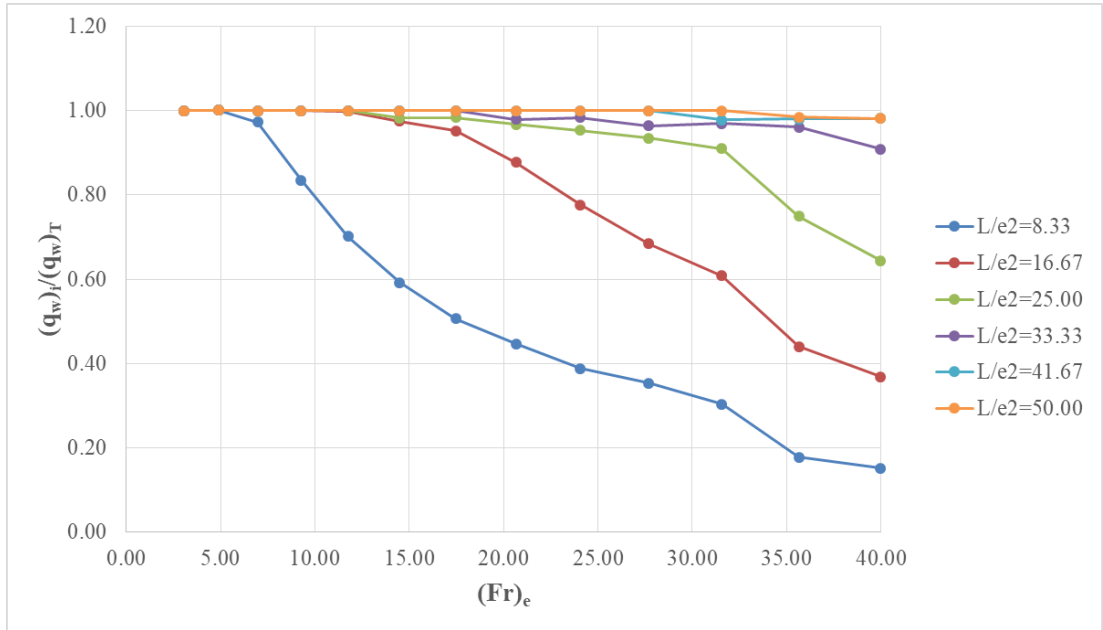
İlgili şekillerde gösterildiği üzere, ızgara eğimi ve çubuk uzunluğu sabit tutulurken ızgaranın çubuk aralığı e_1 ' den e_2 ' ye veya e_2 ' den e_3 ' e yükseltildiğinde, belirli bir ana kanal debisi için $(Fr)_e$ değeri azalır ve su tutma verimliliği artar. Yılmaz (2010) ve Sahiner (2012), ilgili boyutsuz parametrelerle su alma verimliliğinin değişimi için benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Eğer ilgili parametreler e/a , θ , $(Fr)_e$ ve L/e deneylerde test edilen değerler dahilinde ise, ızgaranın su alma verimi aşağıda verilen şekiller yardımı ile belirlenebilir.



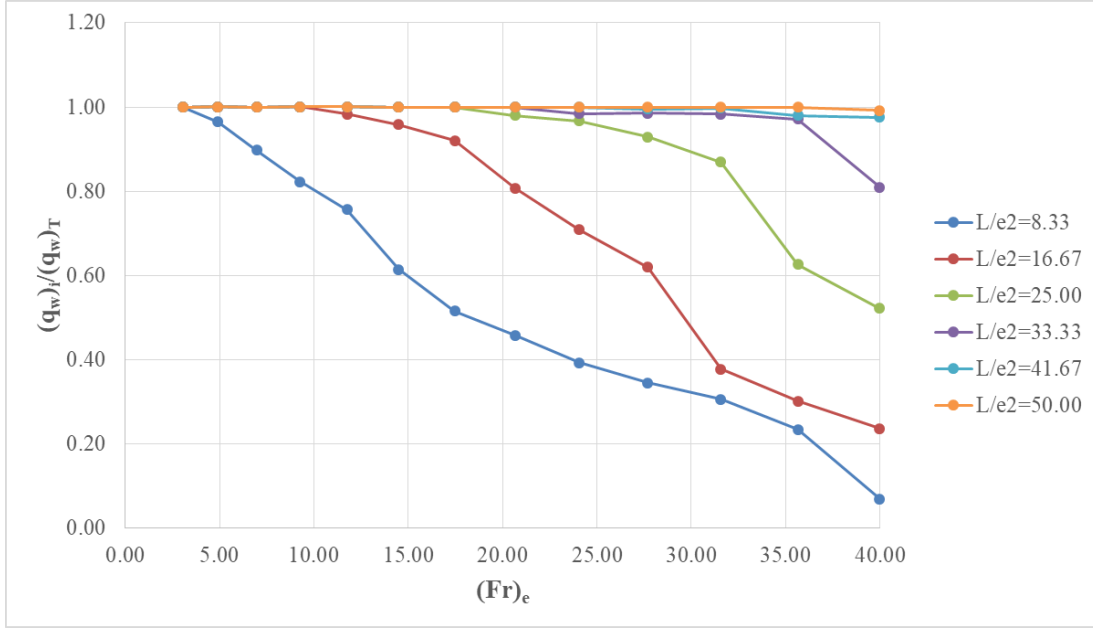
Şekil 2.17 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_1 ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)



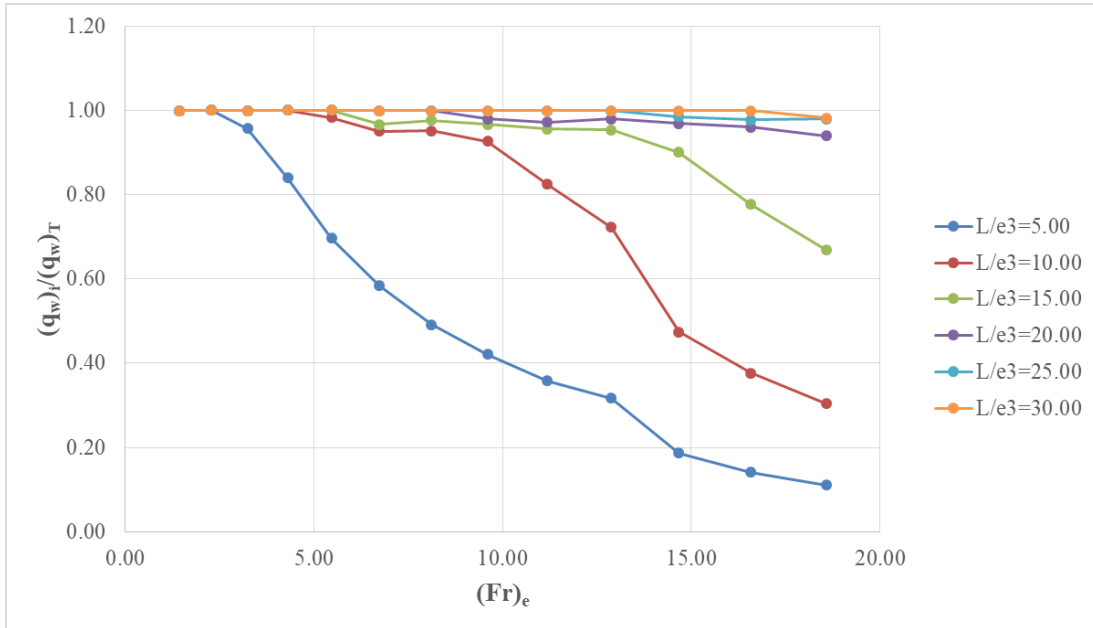
Şekil 2.18 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_1 ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$ ve $\theta_1 = 23^\circ$)



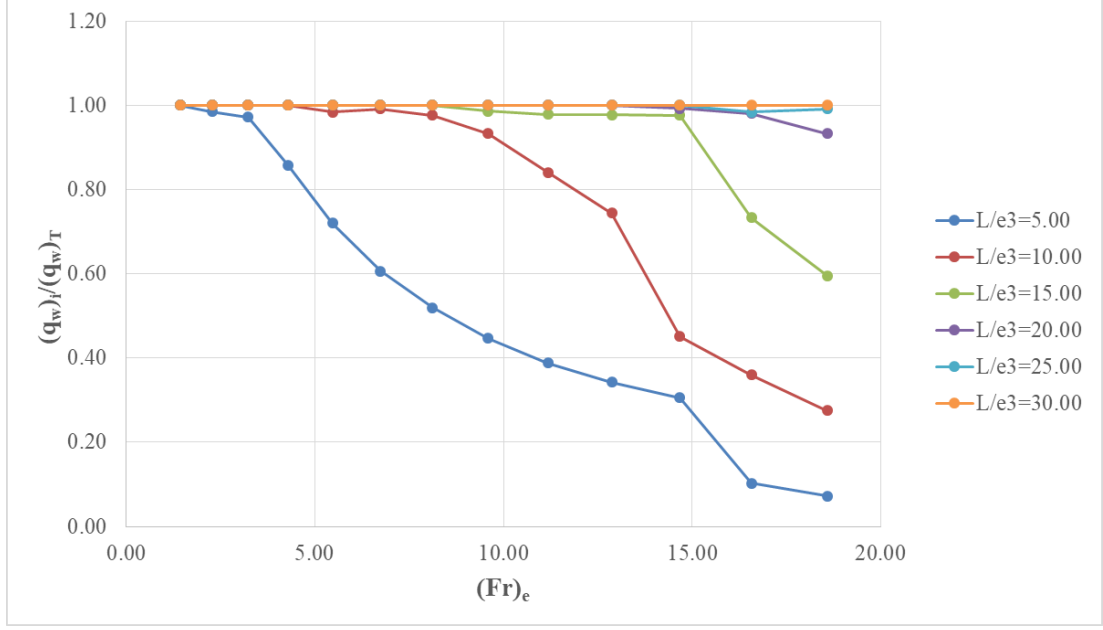
Şekil 2.19 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_2 ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)



Şekil 2.20 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_2 ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$ ve $\theta_1 = 23^\circ$)



Şekil 2.21 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_3 ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 19^\circ$)

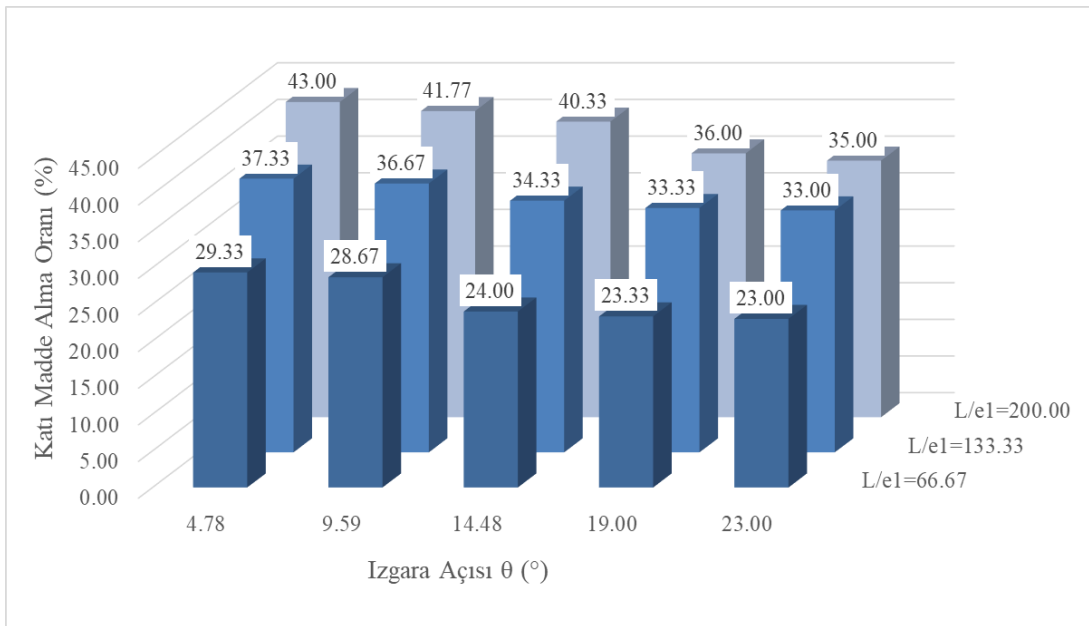


Şekil 2.22 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve L/e_3 ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$ ve $\theta_1 = 23^\circ$)

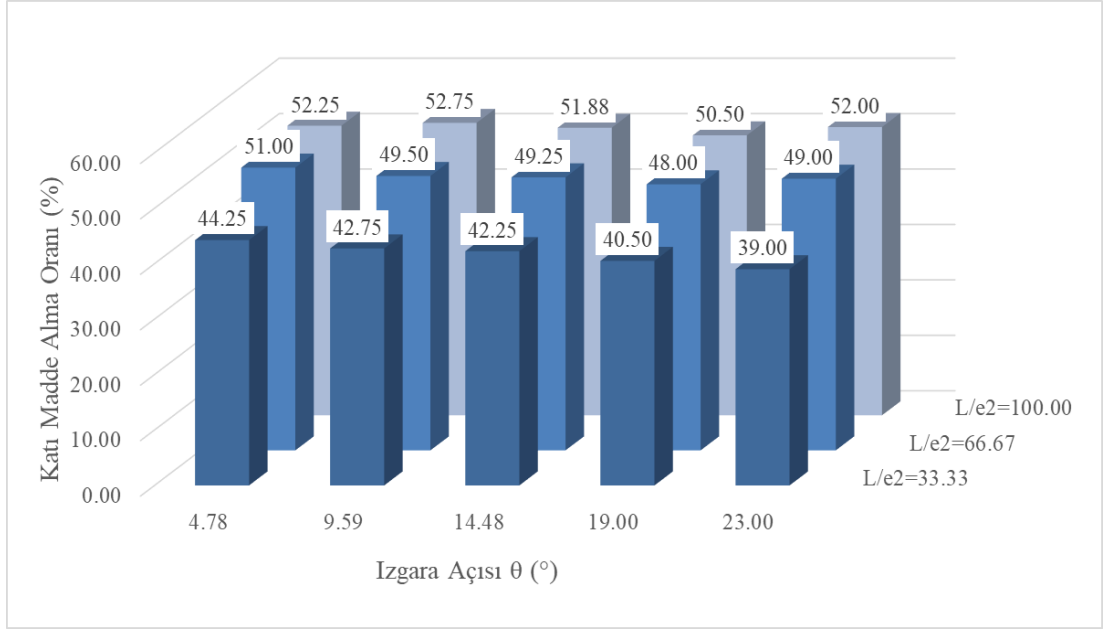
2.4.4 Katı Madde Alma Oranı ve Bunun Su Alma Verimi Üzerindeki Etkisi

Izgaraların katı madde alma oranlarının ızgara açısı ve uzunluğu ile değişimleri sırasıyla $e_1=3$ mm, $e_2=6$ mm, $e_3=10$ mm aralığa sahip ızgaralar için Şekiller 2.23-2.25' de Yılmaz' ın (2010) verileriyle birlikte sunulmuştur. Bu grafikler yorumlandığında, bilinen bir çubuk aralığı için, ızgaranın katı madde alma oranının ızgara açısı arttıkça kademeli olarak azaldığı ve bilinen bir açı için ızgara uzunluğu arttıkça katı madde alma oranının arttığı söylenebilir. Belirli bir bar açıklığı ve uzunluğunda, ızgaranın eğimi arttıkça, ana kanaldan gelen katı maddenin bar açıklıklarının tıkanma riskini azaltarak ızgaranın üzerinde aşağıya doğru yönelme eğilimine sahip olduğu açıktır. Çubuk açıklığı ve ızgara açısı sabit tutulurken ızgara uzunluğu arttırılırsa, katı madde alma oranı miktarında bir artış beklenir. $e=3$ mm, 6 mm ve 10 mm' lik ızgaralar için gözlemlenen minimum ve maksimum katı madde alma oranları, test edilen θ ve L değerleri için sırasıyla % 23,00 ve 43,00, % 39,00 ve 52,75, % 64,00 ve 80,00' dir. İlgili şekiller, sabit L ve θ değerlerine sahip olan bir ızgara için çubuk aralığının katı madde alma oranına etkisi açısından analiz edilirse, çubuk açıklığı arttıkça katı madde alma oranının önemli derecede arttığı görülür.

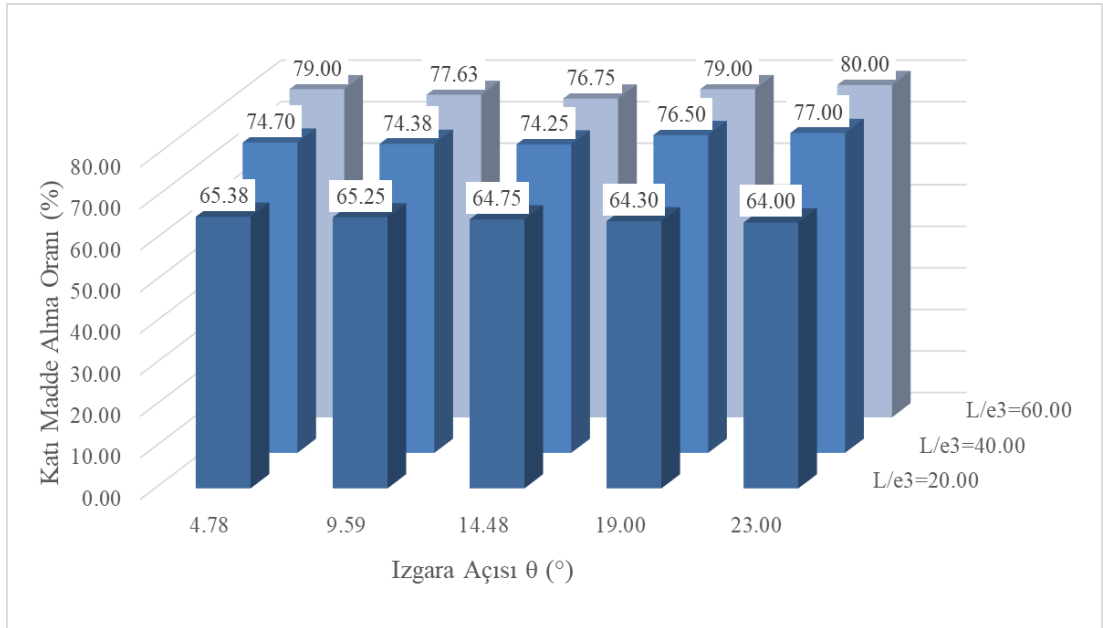
Izgara uzunluğu ve çubuk açıklığı özellikleri bilinen bir Tirol savak için, ızgara açısı arttıkça katı madde alma oranı $e_3=10$ mm' lik ızgaralar hariç kademeli olarak azalır. Test edilen en büyük çubuk aralığı değeri olan $e_3=10$ mm' lik ızgaralarda, katı madde alma oranı ızgara açısı ile neredeyse değişmez. Çünkü çubuk açıklığı arttıkça, ana kanaldan gelen katı maddenin çubuk açıklıklarından geçme şansı artar. Bu nedenle, daha büyük çubuk açıklıklarında, ızgara açısının, sistemin katı madde alma kapasitesi üzerindeki etkisinin çok önemli olmadığı düşünülebilir.



Şekil 2.23 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_1=3$ mm)



Şekil 2.24 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_2=6$ mm)

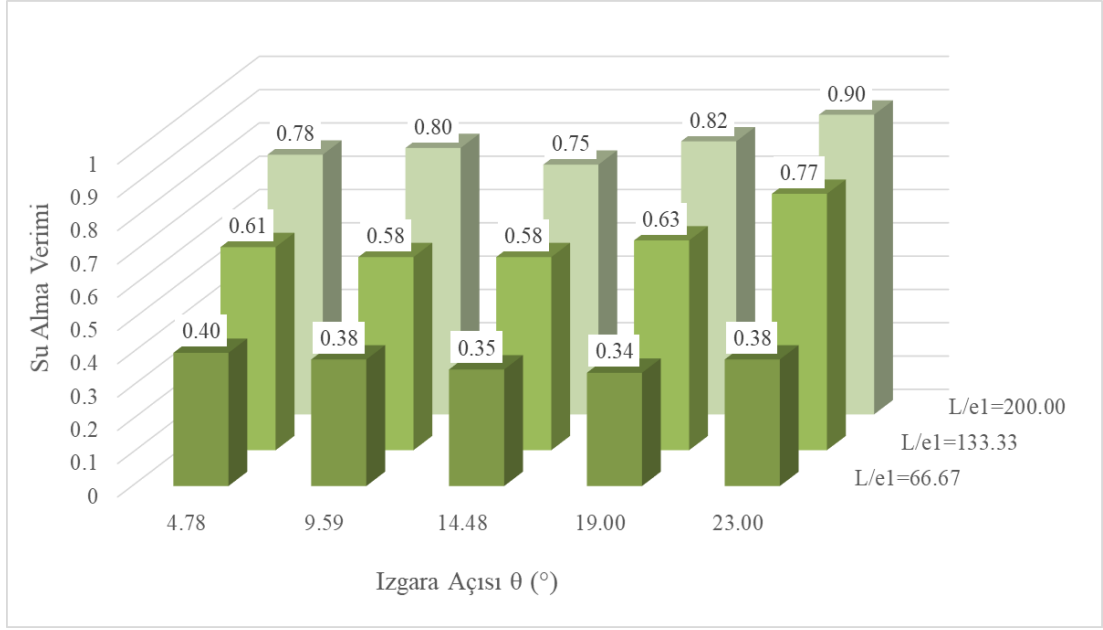


Şekil 2.25 Katı madde alma oranının ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_3=10$ mm)

Şekiller 2.26-2.28' de, çubuk açıklıklarının katı madde ile tıkanmasının ızgaranın su alma verimi üzerindeki etkisini görmek üzere ilgili veriler Yılmaz'ın (2010)

verileriyle birlikte sırasıyla $e=3$ mm, 6 mm ve 10 mm' lik ızgaralar için sunulmuştur. Bu şekiller, belirli bir ızgara uzunluğu için test edilen küçük θ değerlerinde ızgaranın çubuk açıklığı artsa bile su alma verimlerinin belirgin bir şekilde değişmediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, θ değerleri arttıkça, $\theta \geq 19^\circ$, su alma verimi artma eğilimindedir. Ayrıca ızgara uzunluğu arttıkça, ızgara çubuğu açıklıklarının tıkanma olasılığı azalacağından su alma verimi artmaktadır. Test edilen ızgaralar içerisinde su alma verimliliğinde en ciddi azalma, uzunluğu maksimum ($L=60$ cm) olsa bile $e_1=3$ mm açıklığa sahip olan ızgarada görülür. Bu durum, küçük çubuk açıklıklarının katı madde ile kolayca tıkanabildiği anlamına gelir ve en uzun ızgaradan beklenen %100' lük su alma verimi yerine yaklaşık %80' lik su alma verimi elde edilir. ızgaraların zamanla tıkanma oranını göstermek için, test edilen ızgaralardan bazılarının verileri kullanılarak Şekiller 2.29-2.37 çizilmiştir. Bu şekillerden, zaman geçtikçe, sistemin su alma veriminin, kullanılan ızgara türünün bir fonksiyonu olarak deneylerin sonunda gözlemlenen minimum değerlere düştüğü açıkça görülmektedir.

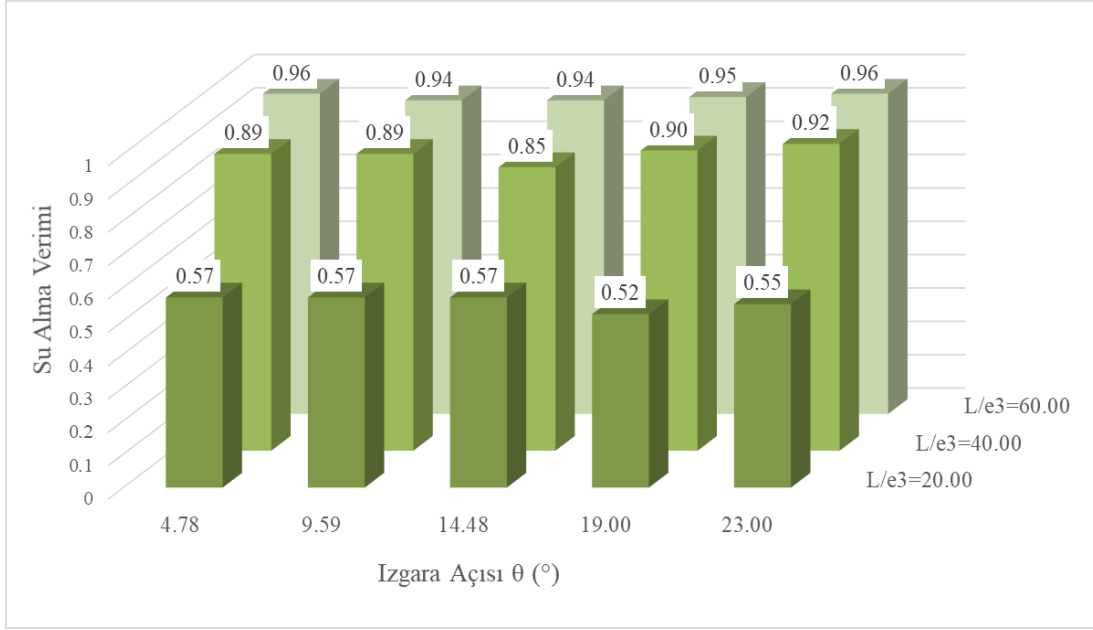
Taşkın zamanlarında, ana kanal çok miktarda taban malzemesi taşır ve bu katı madde ızgara üzerinden geçeceğinden ızgara çubuk aralıklarında tıkanma meydana gelecektir. Bu durum, ana kanaldan yönlendirilecek debi miktarında azalmaya neden olur. Bu nedenle, pratikte, güvenli tarafta kalabilmek için ızgara çubuklarının uzunlukları hesaplanan değerlerin %20-30' u kadar daha uzun olmalıdır.



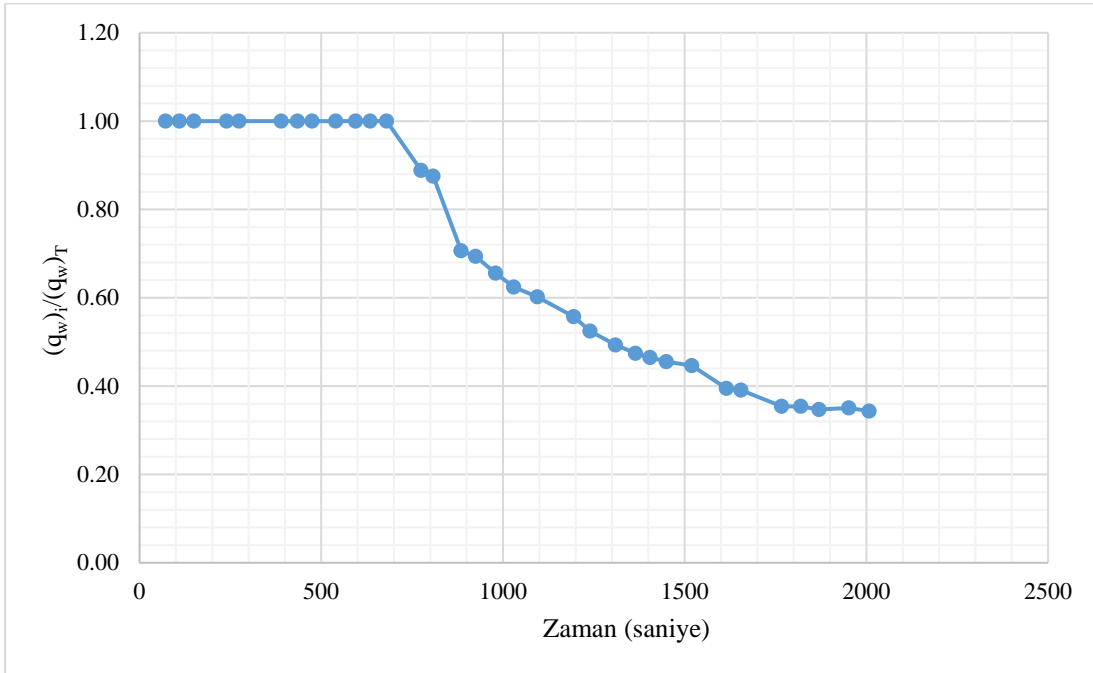
Şekil 2.26 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_1=3$ mm)



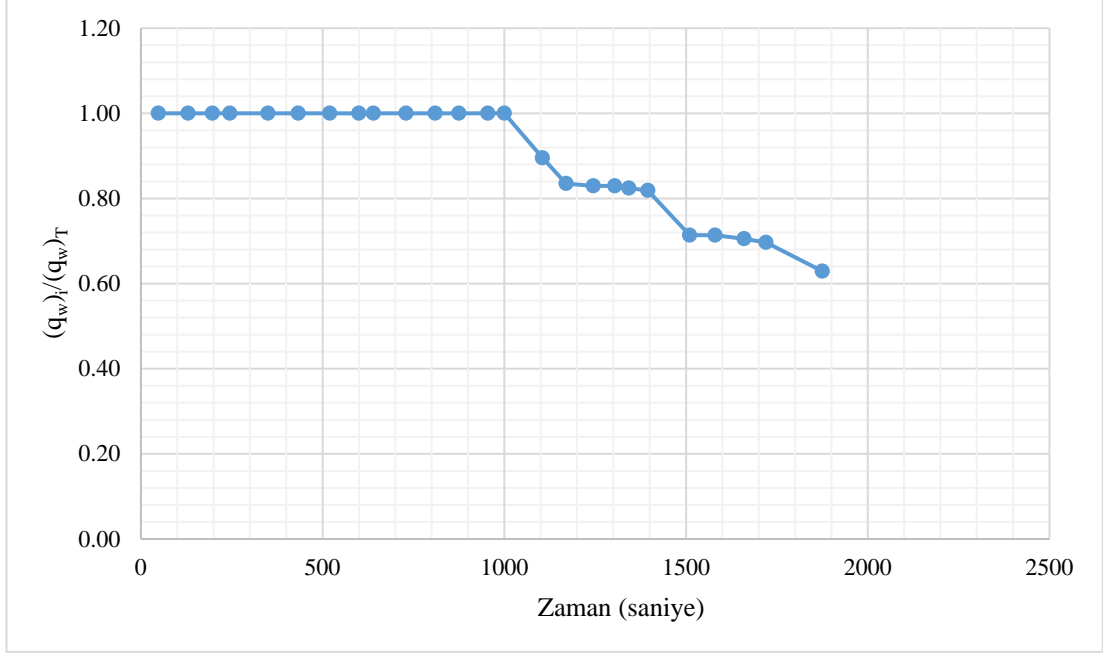
Şekil 2.27 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_2=6$ mm)



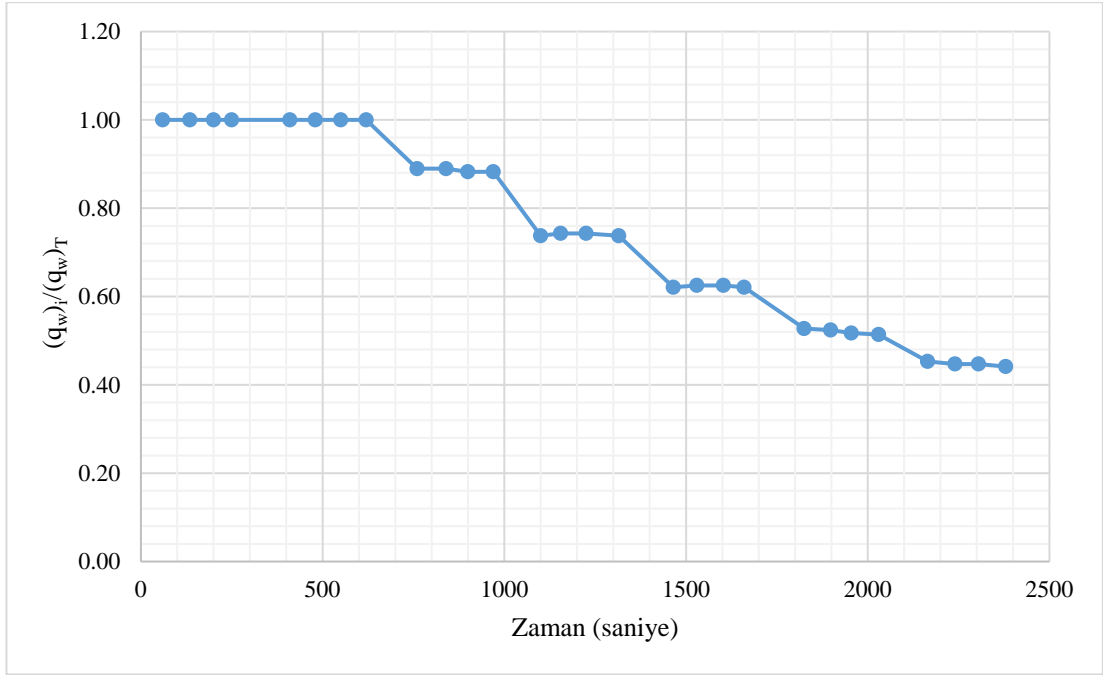
Şekil 2.28 Su alma veriminin ızgara açısı ve ızgara uzunluğuyla değişimi ($e_3=10$ mm)



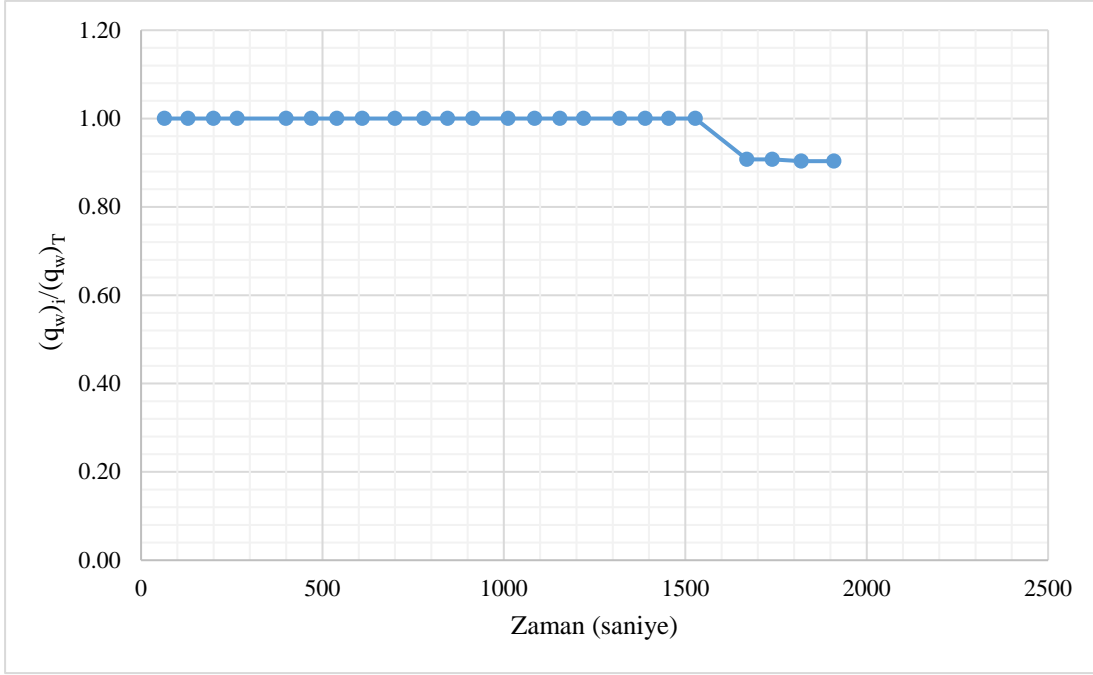
Şekil 2.29 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi ($e_1=3$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)



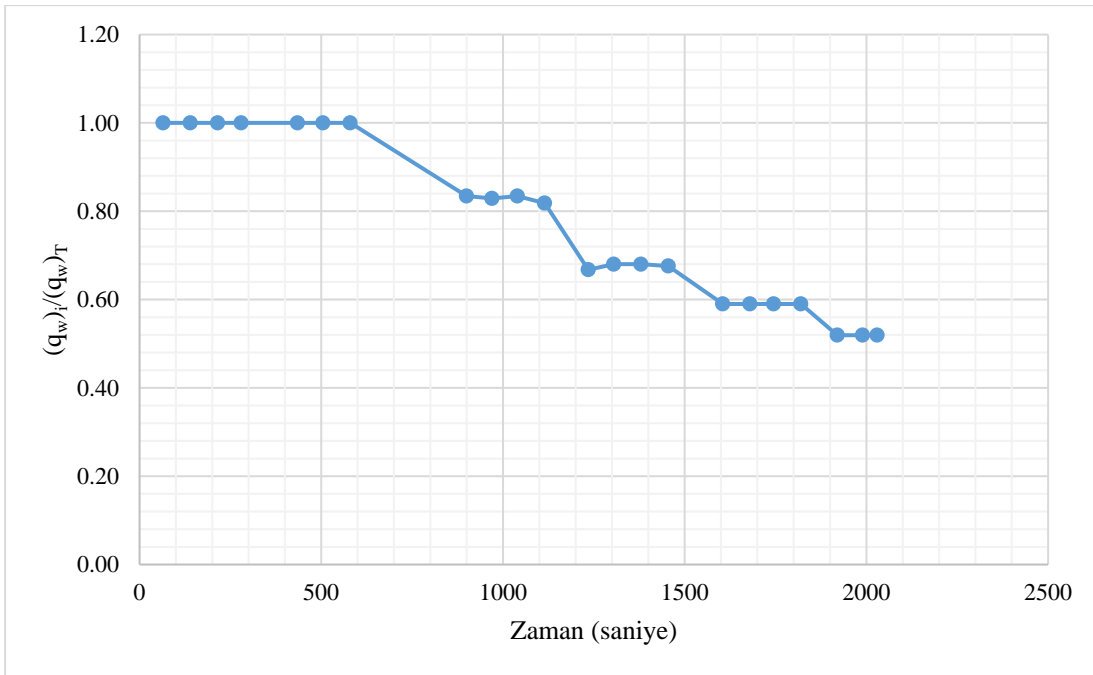
Şekil 2.30 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
($e_1=3$ mm, $L_b=40$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)



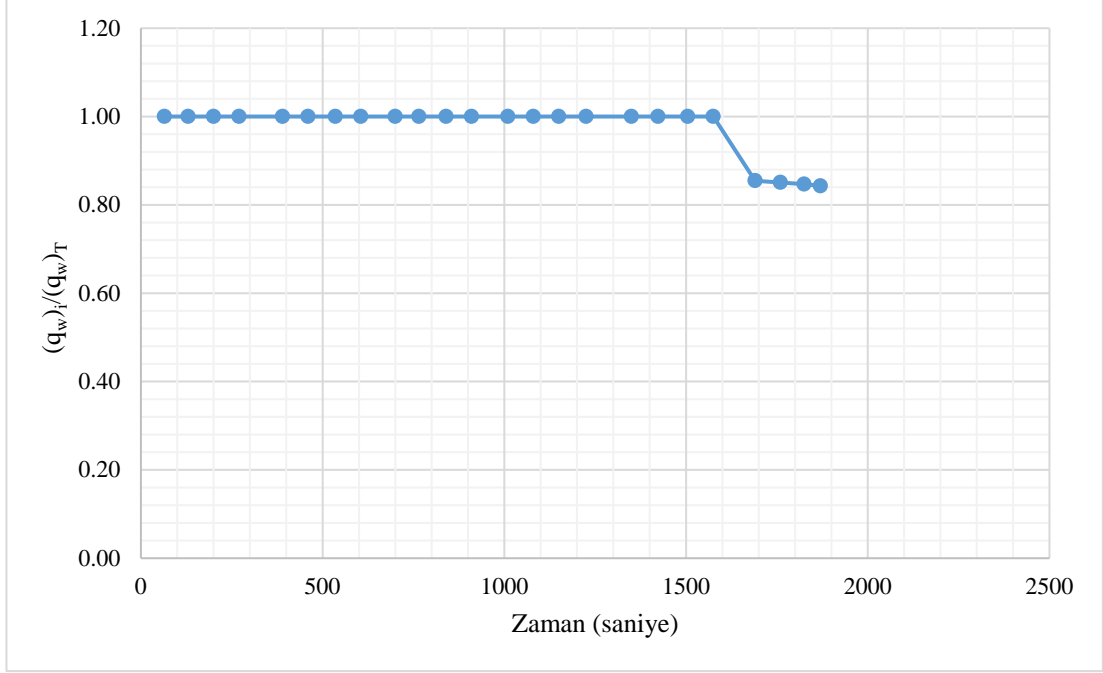
Şekil 2.31 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
($e_2=6$ mm, $L_a=20$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)



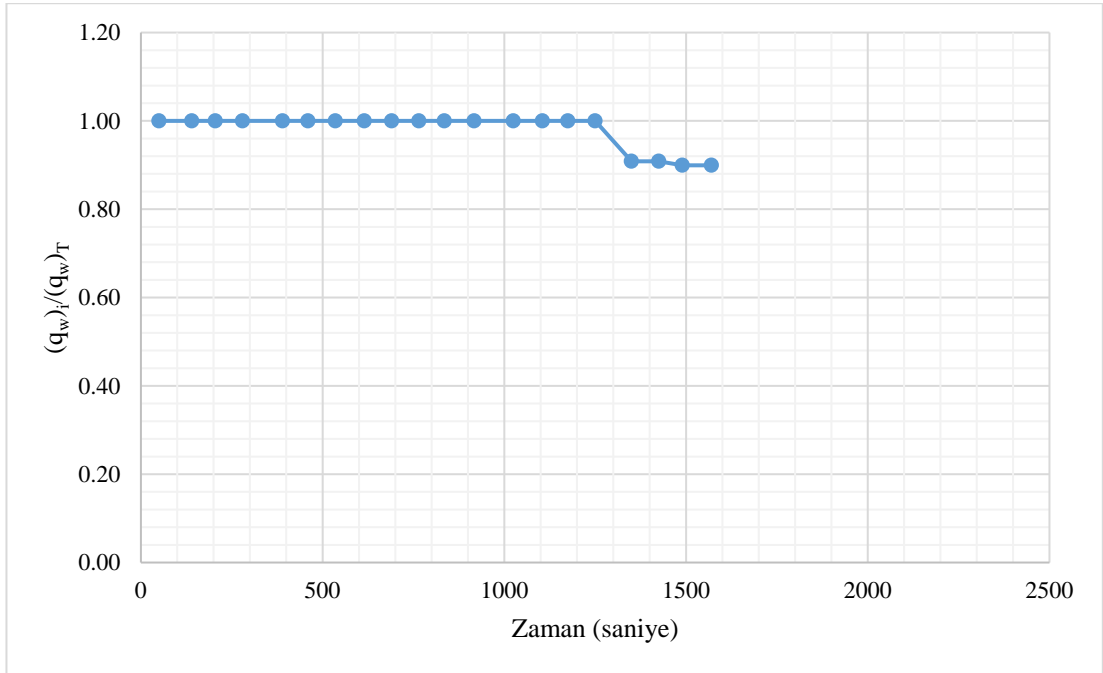
Şekil 2.32 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
 $(e_2=6 \text{ mm}, L_c=60 \text{ cm ve } \theta_1=19^\circ)$



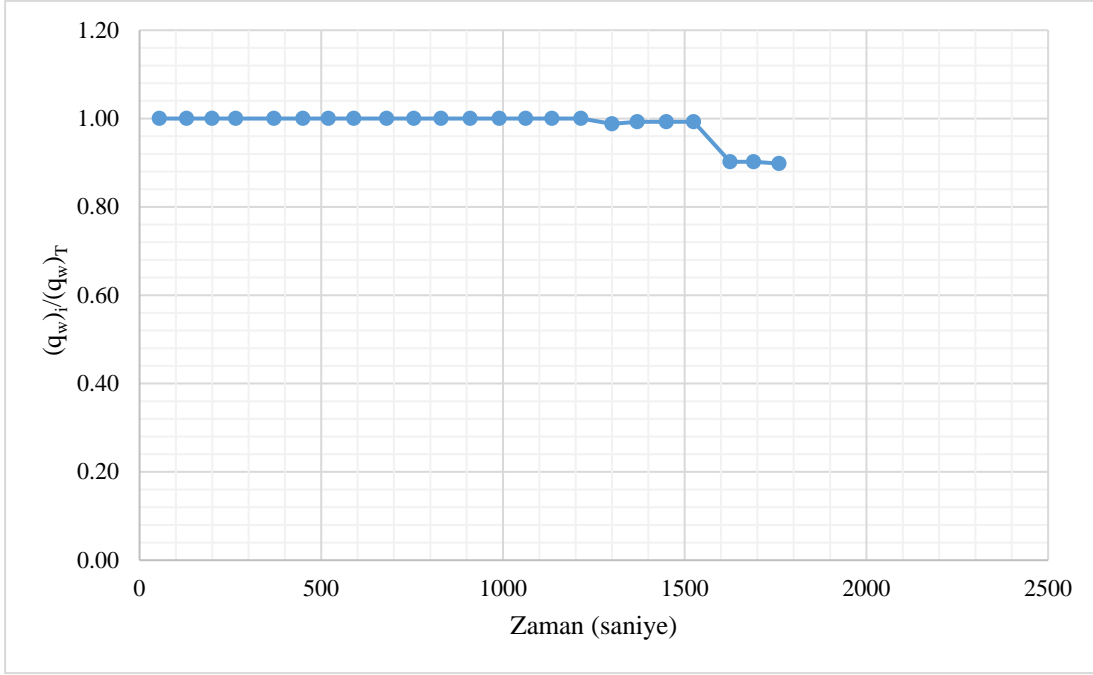
Şekil 2.33 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
 $(e_3=10 \text{ mm}, L_a=20 \text{ cm ve } \theta_1=19^\circ)$



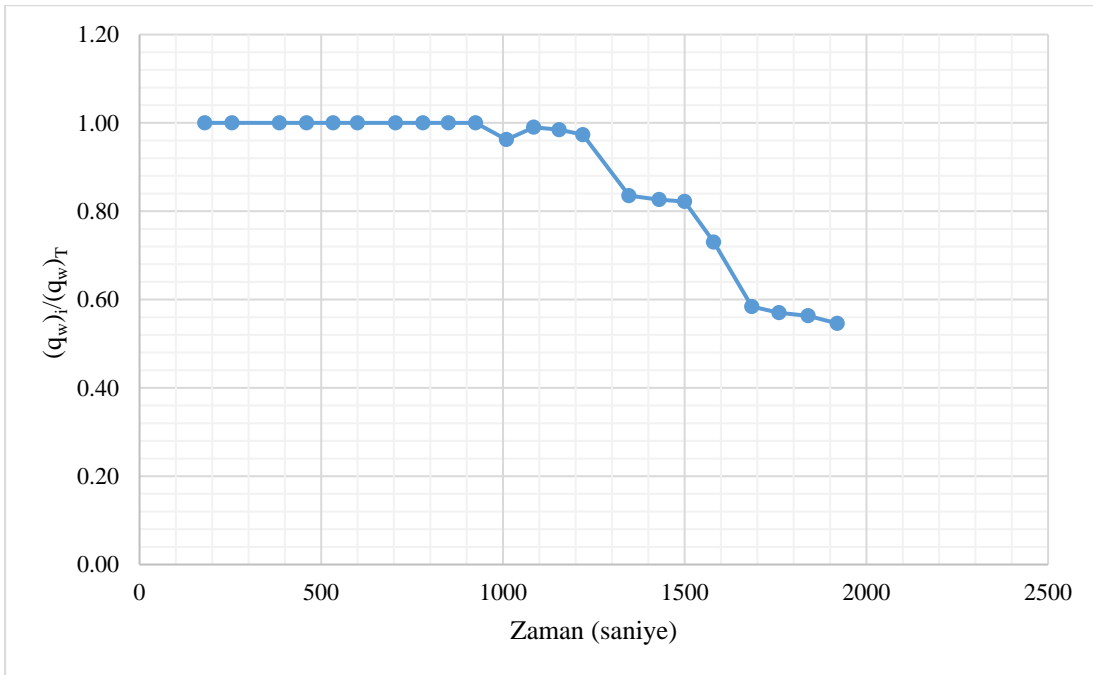
Şekil 2.34 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
($e_3=10$ mm, $L_b=40$ cm ve $\theta_1=19^\circ$)



Şekil 2.35 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
($e_1=3$ mm, $L_c=60$ cm ve $\theta_2=23^\circ$)



Şekil 2.36 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
 $(e_2=6 \text{ mm}, L_b=40 \text{ cm ve } \theta_2=23^\circ)$



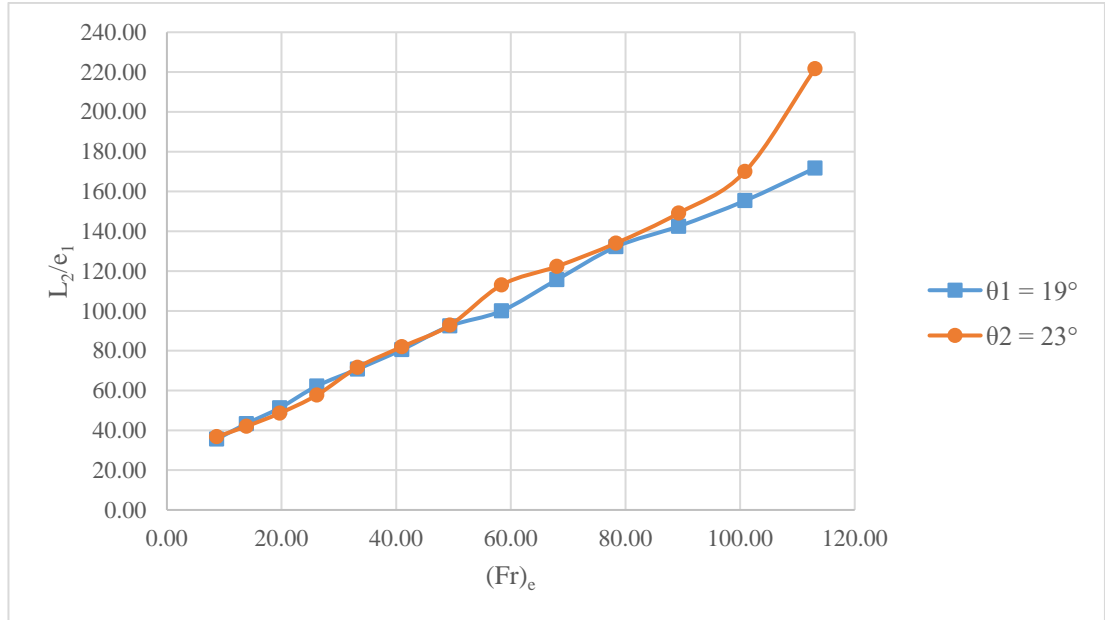
Şekil 2.37 Su alma veriminin, $((q_w)_i / (q_w)_T)$, zamanla değişimi
 $(e_3=10 \text{ mm}, L_a=20 \text{ cm ve } \theta_2=23^\circ)$

2.4.5 Boyutsuz Izgara Uzunluğu L_2/e' nin $(Fr)_e$ ve Izgara Açısı θ ile Değişimi

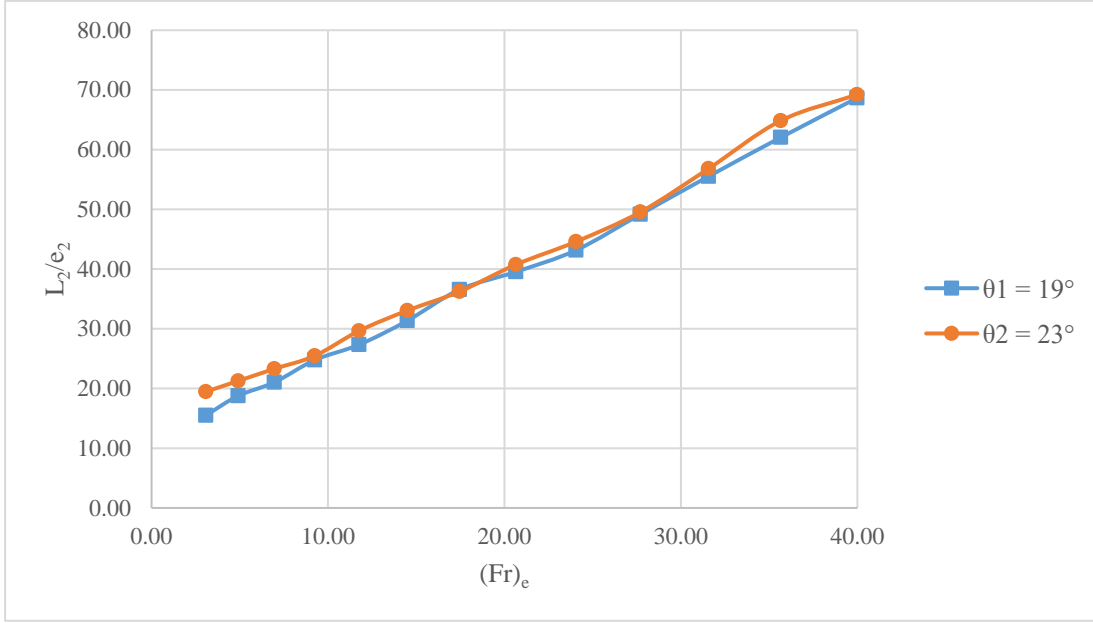
Literatürde, Şekil 1.2' de L_2 olarak gösterilen “ıslak ızgara uzunluğu”, arzu edilen su miktarını ana kanaldan yönlendirmek için gereken minimum ızgara uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Her ızgara için, ıslak ızgara uzunluğunu içeren boyutsuz terim L_2/e' nin, ızgara eğim açısı ve $(Fr)_e$ ile değişimi Şekiller 2.38-2.40'da sunulmuştur. Bu grafikler, belirli bir θ için, $(Fr)_e$ değeri artarken L_2/e değerlerinin neredeyse lineer olarak arttığını göstermektedir.

Teorik olarak, minimum ızgara uzunluğu, ıslak ızgara uzunluğuna (L_2) eşit olmalıdır. Bununla birlikte, uygulamada, tıkanmanın su alma verimi üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için ızgara uzunluğunun L_2' den %20-%30 daha uzun seğilmesi önerilebilir.

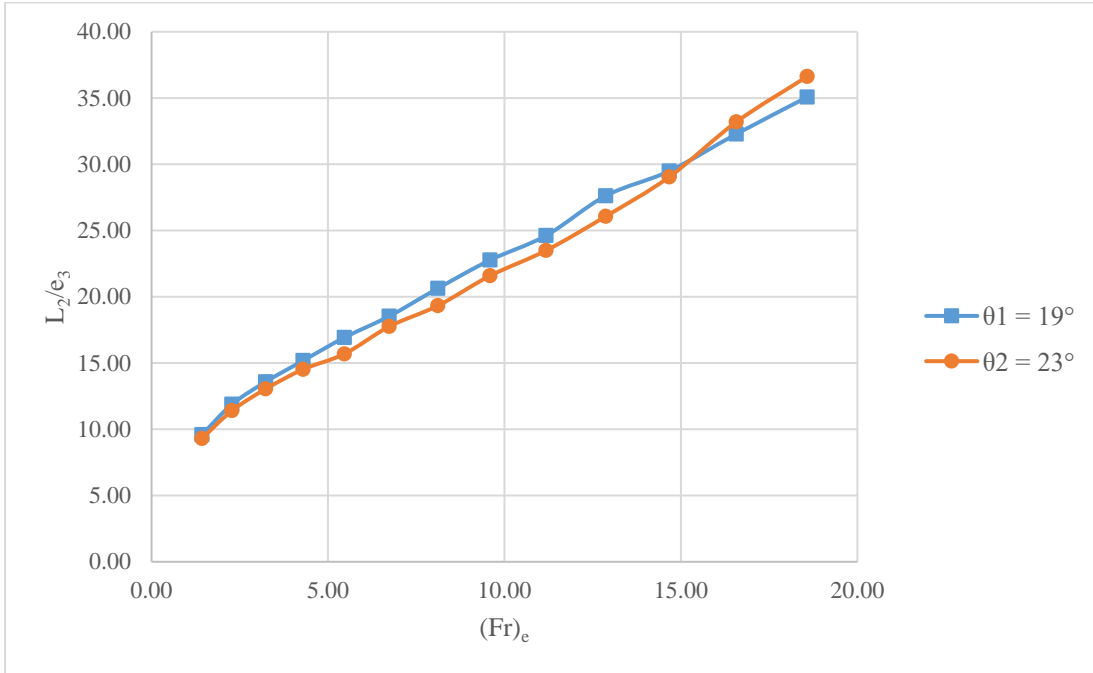
Aşağıdaki Şekillerden, bu çalışmada test edilen ilgili parametrelerin sınırları dahilinde, bilinen bir geometriye ve ana kanal debisine sahip bir sistem için beklenen ıslak ızgara uzunluğu hesaplanabilir.



Şekil 2.38 L_2/e_1 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_1/a_1 = 0,23$)



Şekil 2.39 L_2/e_2 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_2/a_2 = 0,375$)



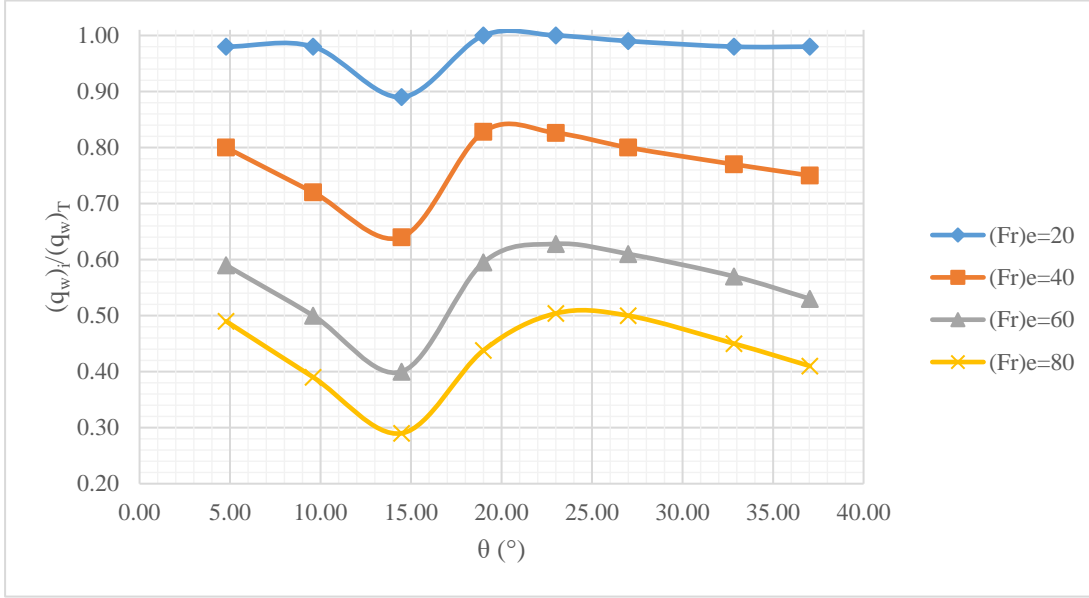
Şekil 2.40 L_2/e_3 boyutsuz değerinin $(Fr)_e$ ve θ ile değişimi ($e_3/a_3 = 0,5$)

2.4.6 Su Alma Verimi ve Izgara Açısı Arasındaki İlişki

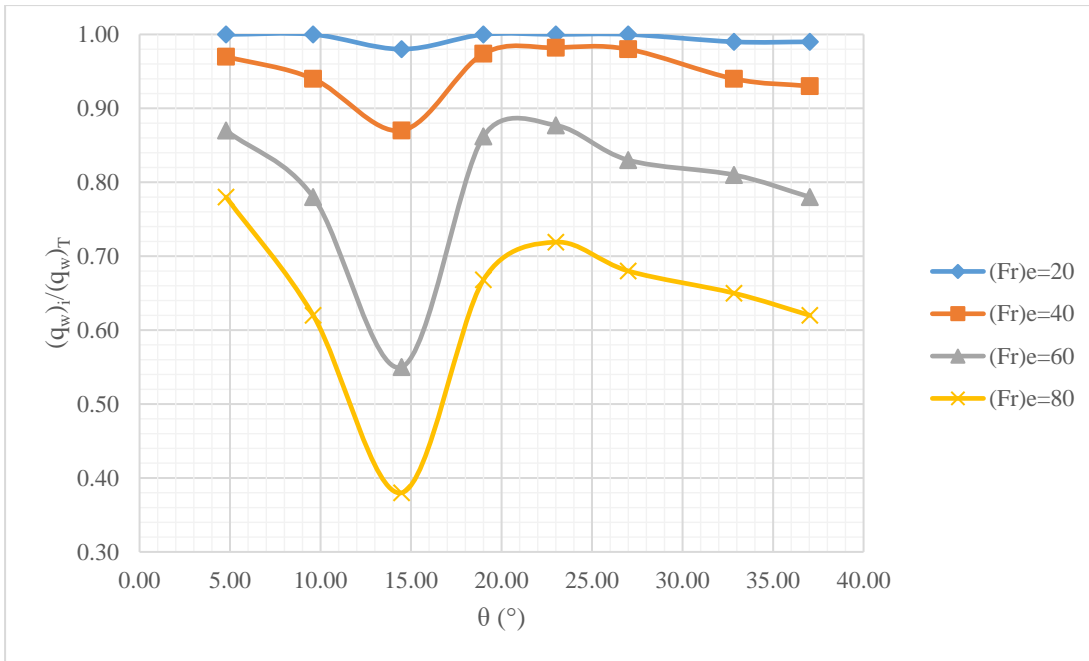
Yılmaz (2010) ızgara açısının su alma verimliliği üzerindeki etkisini belirlemek için $\theta=4,8^\circ, 9,6^\circ, 14,5^\circ$ açılarında bazı deneyler gerçekleştirmiştir. Daha sonra Şahiner (2012), Yılmaz'ın (2010) kullandığı aynı model üzerinde $\theta=27,8^\circ, 32,8^\circ, 37,0^\circ$ ızgara açılarında yeterli sayıda deneyler yapmış ve bu açılar için ızgaraların su alma verimlerini elde etmiştir. Bu proje kapsamında yapılan çalışma ise, yukarıda bahsedilen çalışmalar arasındaki veri boşluğunu doldurmak için yapılmıştır. Aynı deneysel prosedür takip edilmiş ve eğim açısı $\theta=19^\circ, 23^\circ$ olan ızgaraların su alma verimleri elde edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen ızgaraların su alma verim değerleri, Yılmaz (2010) ve Şahiner' in (2012) elde ettiği veriler ile beraber Şekiller 2.41-2.53'te θ ' nın ve $(F_r)_e$ ' nın fonksiyonu olarak gösterilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde, başlangıçta θ arttıkça su alma veriminin azaldığı, daha sonra arttığı ve maksimum değerine ulaştığı ve sonra hafifçe azaldığı görülmektedir. Bilinen bir $(F_r)_e$ için hemen hemen her bir veri eğrisinde iki adet tepe noktasının olduğu görülmektedir. İlk tepe noktası en küçük açı etrafındadır ve ikinci tepe noktası $20^\circ-25^\circ$ civarındadır. Belirli bir $(F_r)_e$ için, θ değeri test edilen en küçük θ değerinden başlayarak arttıkça, ızgara üzerinde akım ayrılması artar ve bu da ana kanaldan toplama kanalına daha az miktarda debi yönlendirmesine sebep olur. Öte yandan, θ 'nın değeri 15° den 20° ye yükseldiğinde, genişlemiş akım ayrılma bölgesinde subatmosferik basınç oluşur ve ızgara üzerindeki akım jetini toplama kanalına doğru çekmeye çalışır ve bu da su tutma verimliliğini arttırır. Bu çalışmanın amacı, tesise maksimum debiyi minimum katı madde ile yönlendirmektir. Bu nedenle, katı madde ile yapılan deney sonuçlarına göre optimum ızgara eğim açısı ikinci tepe noktası çevresinde seçilmelidir. Çünkü küçük açılar için ana kanaldan toplama kanalına yönlendirilen debi miktarı yüksek olmasına rağmen ızgaranın katı madde alma oranı da yüksektir. Bununla birlikte, ikinci tepe noktasının etrafında, sisteme yönlendirilen debi miktarı yüksekken, ızgaranın katı madde alma oranı düşüktür. Bu nedenle, Tirol tipi savakların verimi için yürütülen bu çalışmanın kapsamındaki deneyler ile Yılmaz (2010) ve Şahiner'in (2012) yaptığı testlerin sonuçları göz önüne alınarak, bu çalışmalar kapsamında test edilen parametrelerin

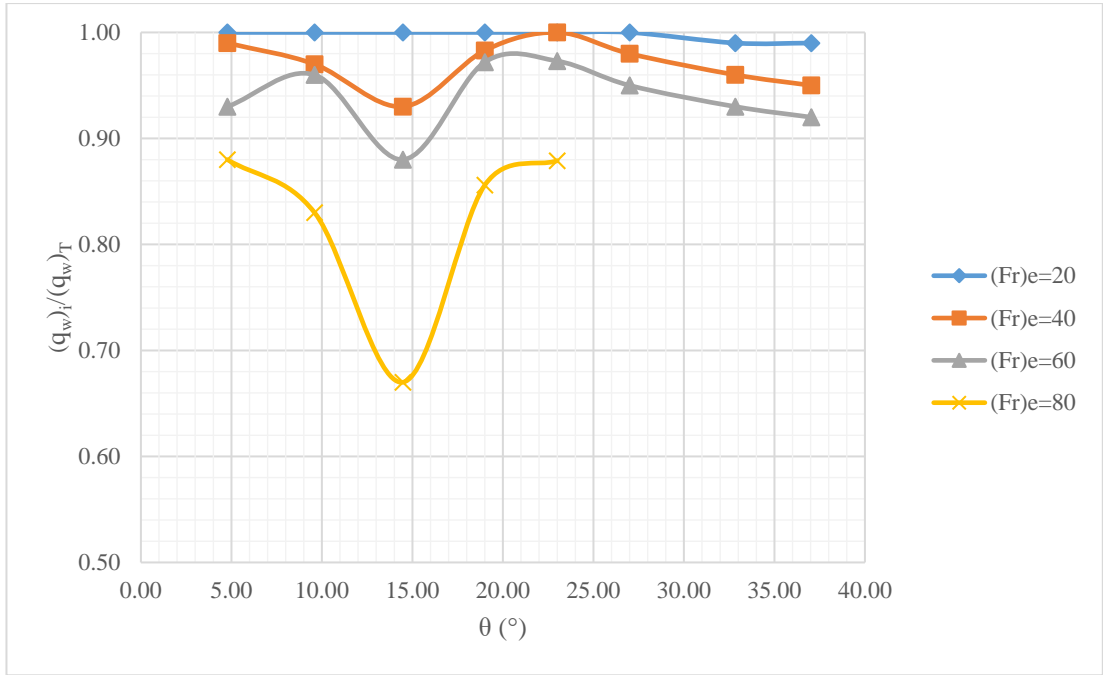
sınır değerleri aralığında, su alma verimi ve katı madde alma oranı değerleri için eğim açısı 22° - 25° aralığında olan ızgaraların optimum koşulları sağladığı sonucuna varılabilir.



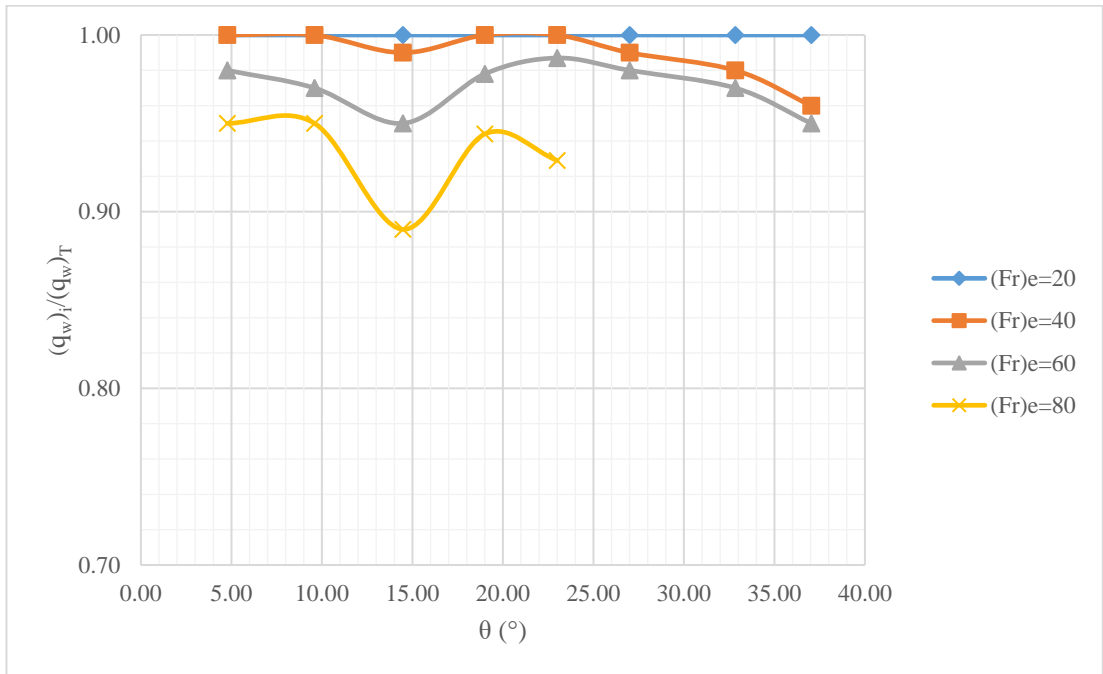
Şekil 2.41 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 33,33$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)



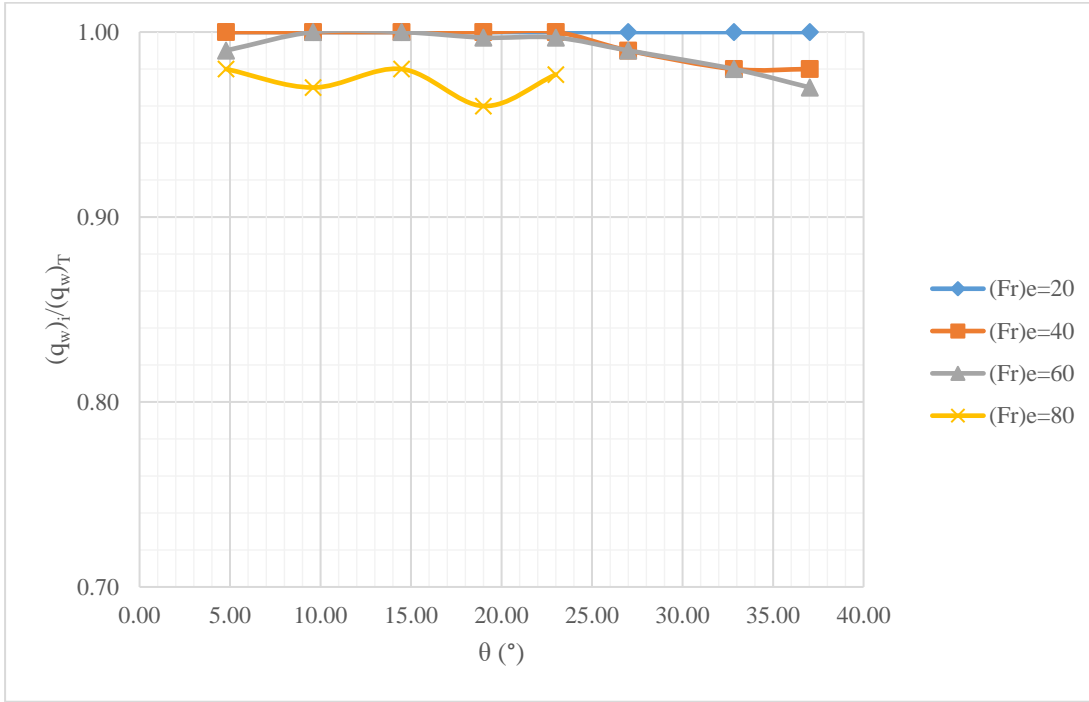
Şekil 2.42 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 50,00$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)



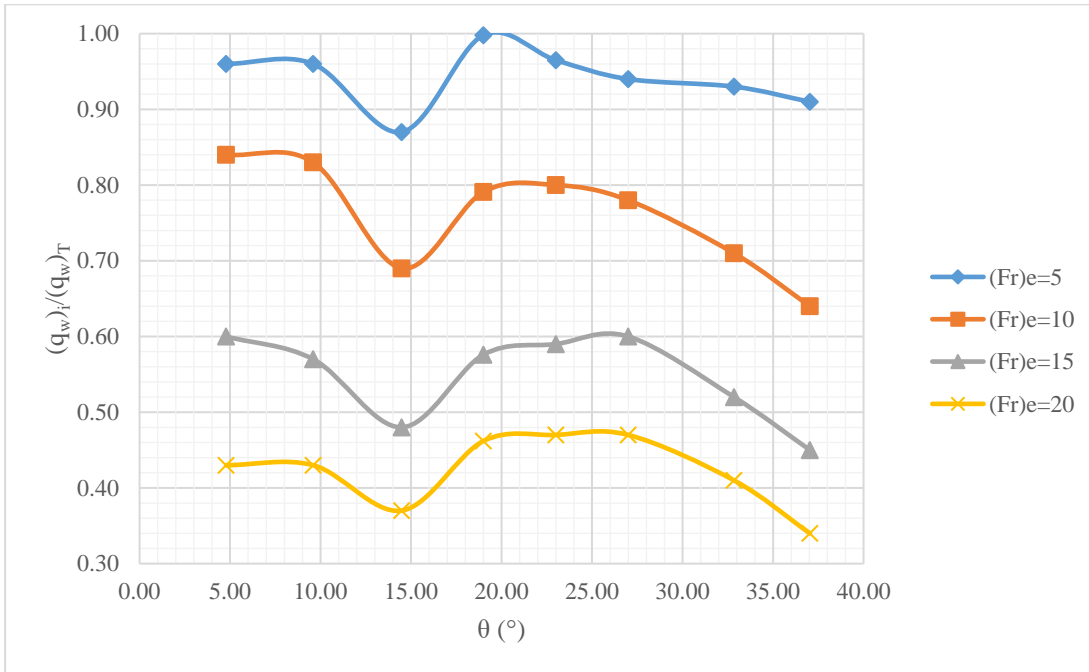
Şekil 2.43 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 66,67$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)



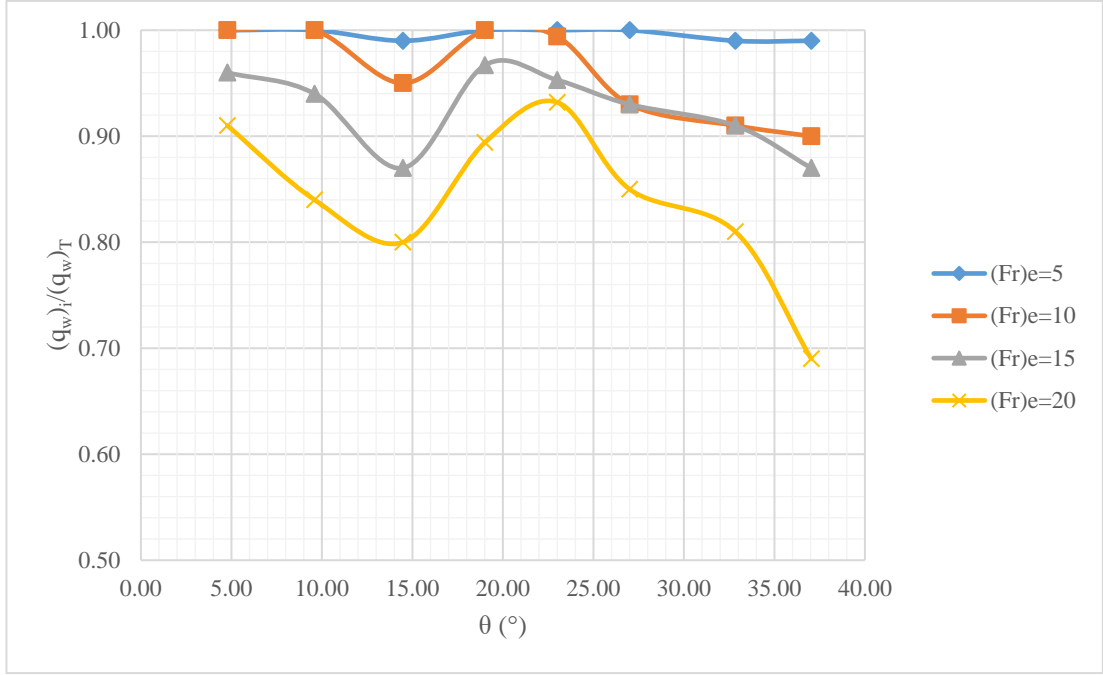
Şekil 2.44 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 83,33$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)



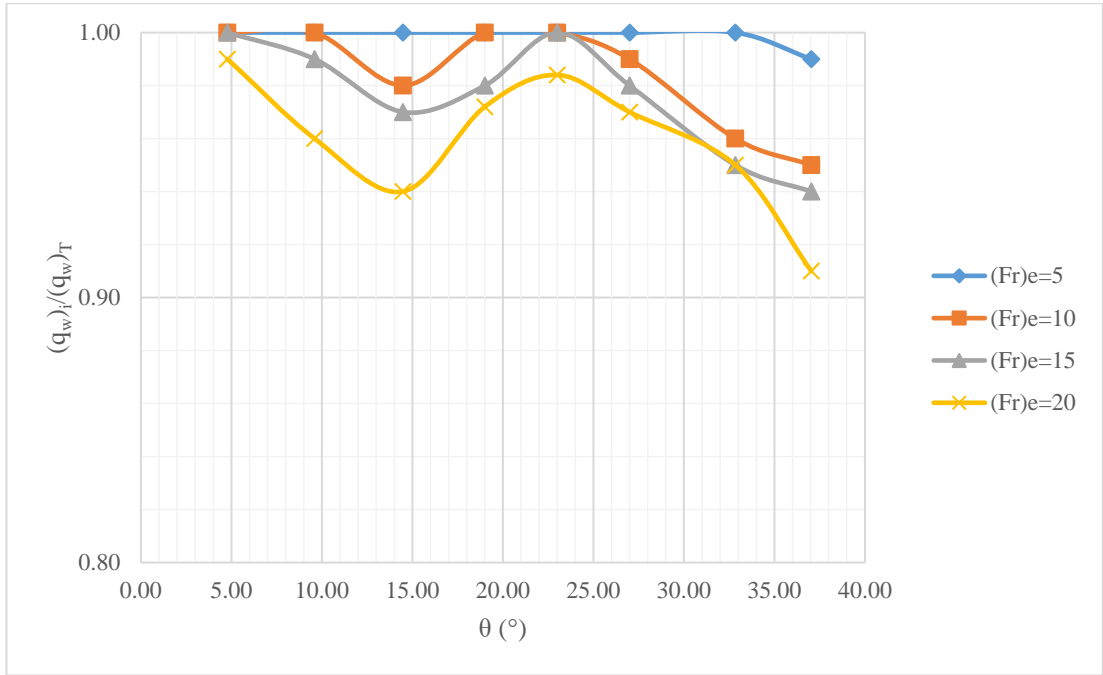
Şekil 2.45 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_1 = 100,00$ ve $e_1/a_1 = 0,23$)



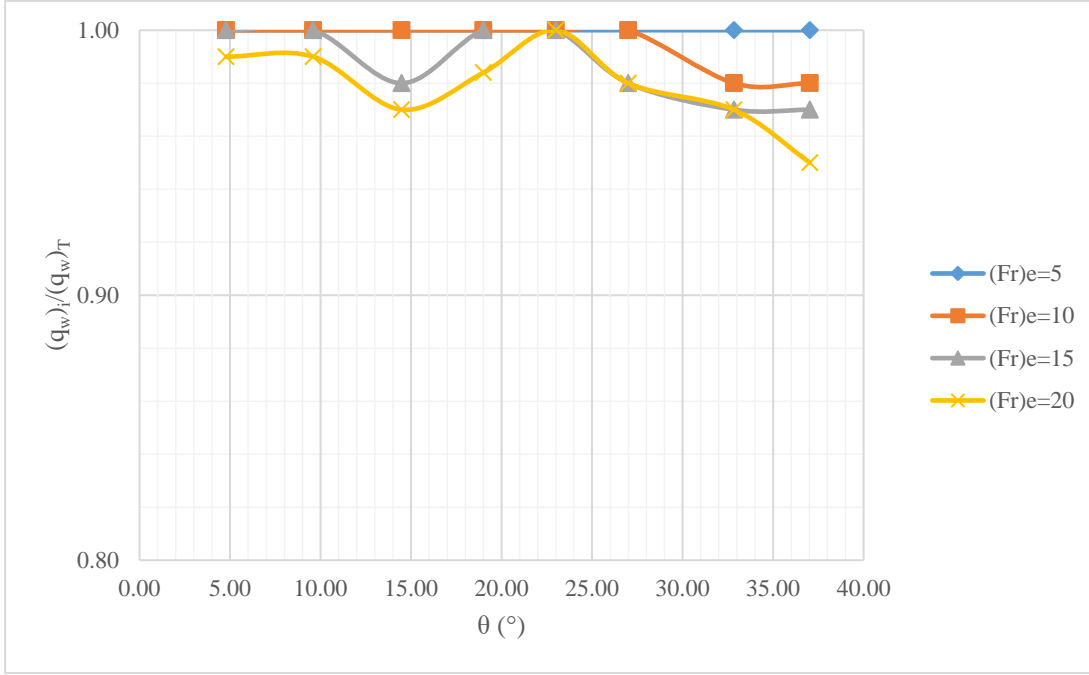
Şekil 2.46 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 8,33$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)



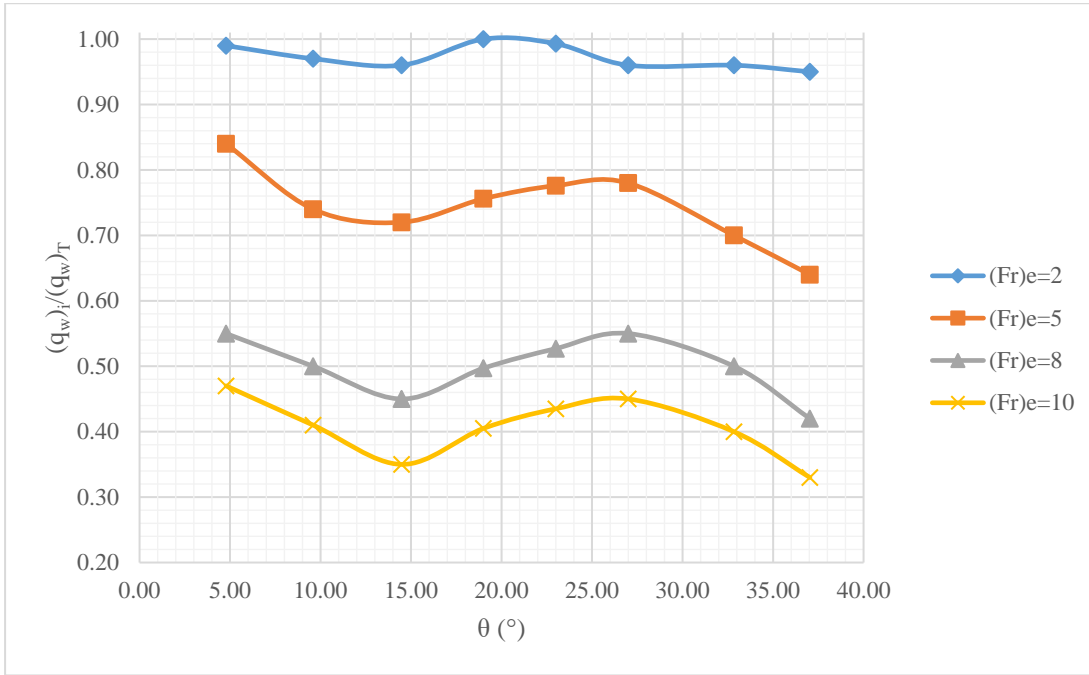
Şekil 2.47 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 16,67$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)



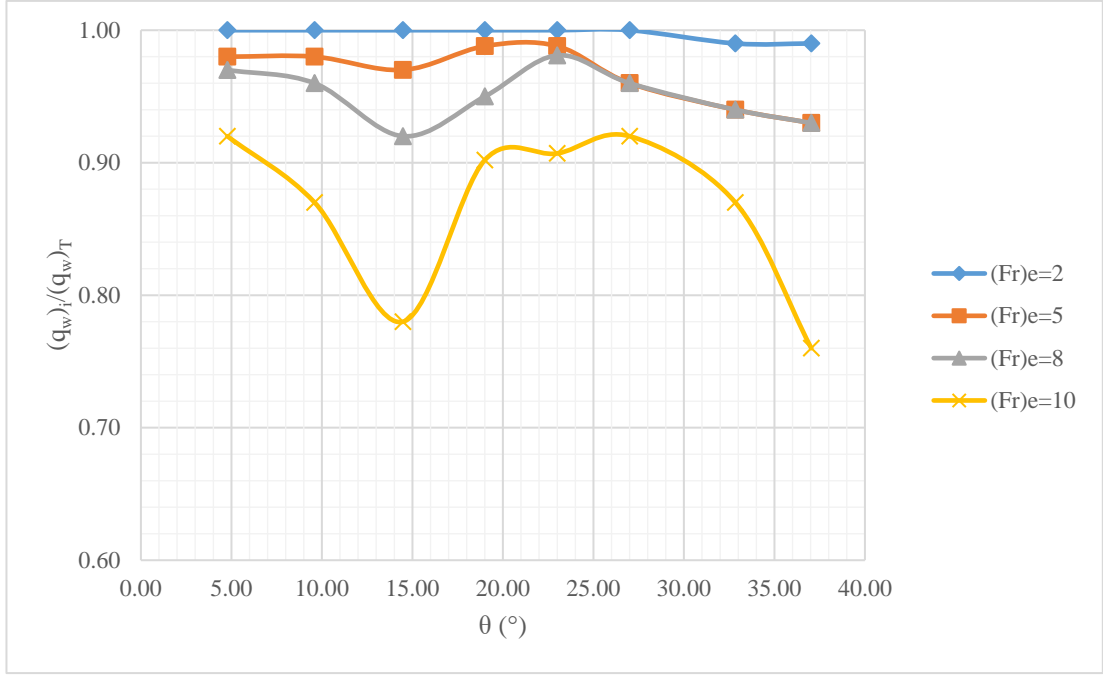
Şekil 2.48 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 25,00$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)



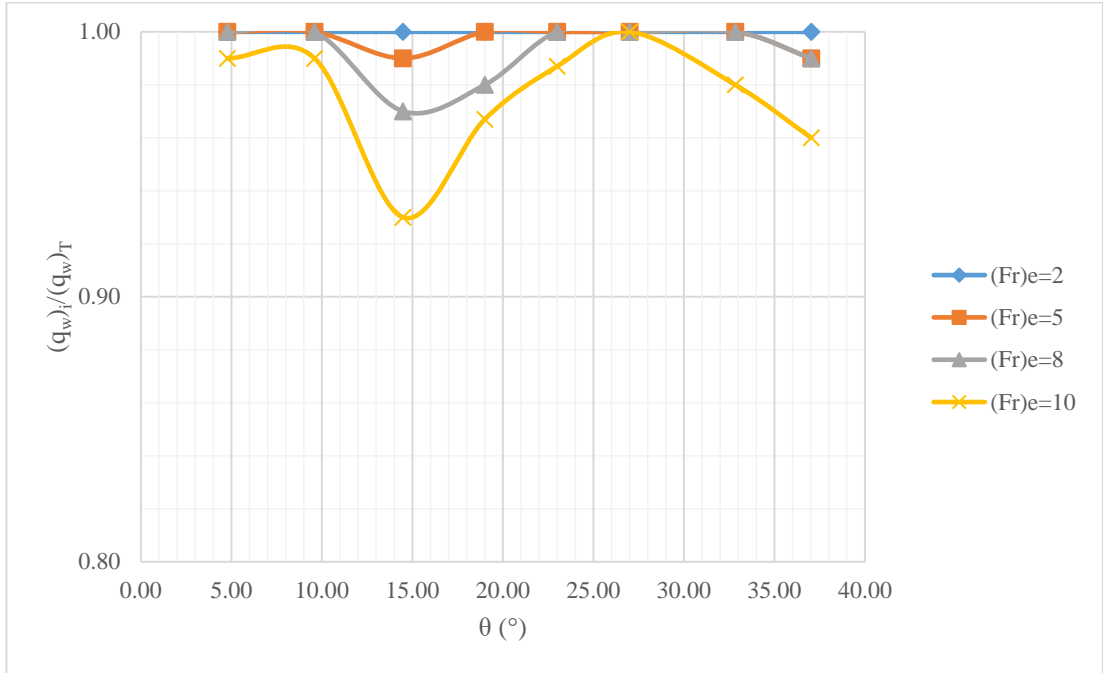
Şekil 2.49 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_2 = 33,33$ ve $e_2/a_2 = 0,375$)



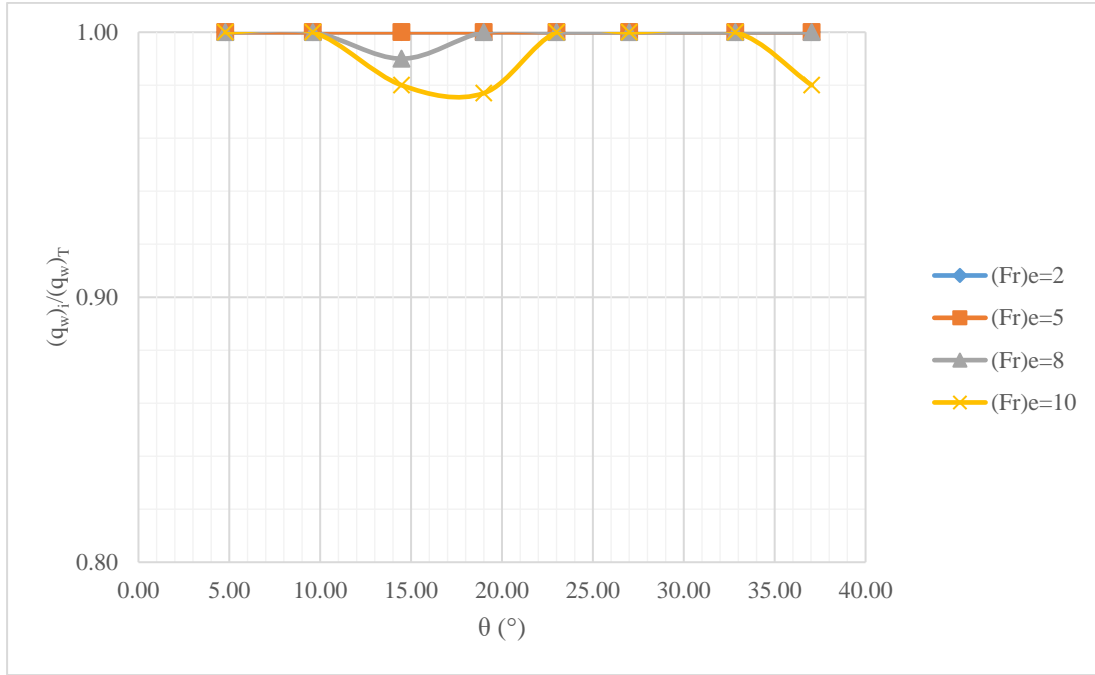
Şekil 2.50 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 5,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$)



Şekil 2.51 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 10,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$)



Şekil 2.52 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 15,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$)



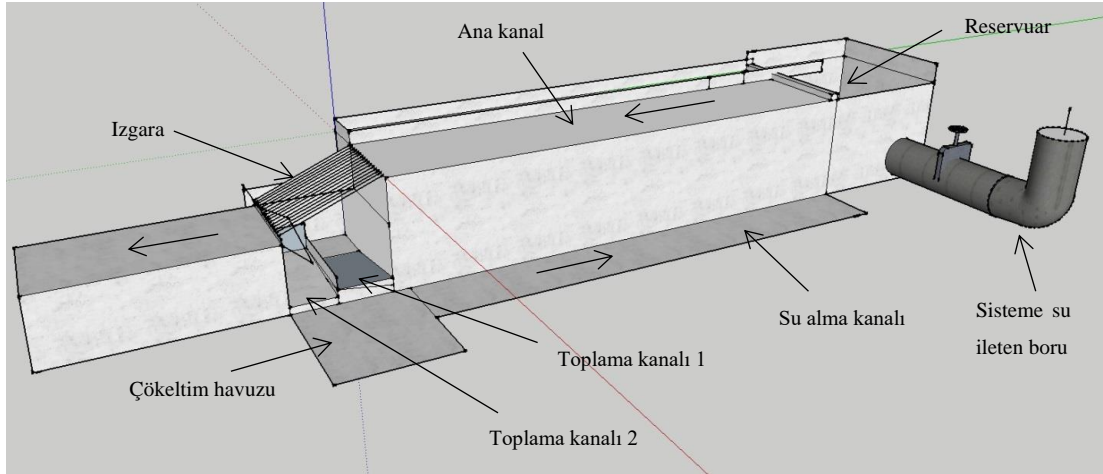
Şekil 2.53 Su alma veriminin θ ve $(Fr)_e$ ile değişimi ($L/e_3 = 20,00$ ve $e_3/a_3 = 0,5$)

BÖLÜM 3

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR

3.1 Genel Bilgiler

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Hidromekanik Laboratuvarı'nda inşa edilmiş olan ve Bölüm 2.2' de bahsedilen deney düzeneğinde bir dizi deney yapılmış ve bu deneylerin sonucunda, hali hazırda kullanılmakta olan Tirol tipi savaklar ile sisteme maksimum debiyi yönlendirebilecek ızgara eğiminin $22^{\circ} \leq \theta \leq 25^{\circ}$ aralığında olduğu tespit edilmiştir. Belirtilen aralıktaki ızgara eğimi, sisteme su almada verimliliği arttırmakta fakat sisteme alınan katı maddeyi minimize etmemektedir. Deneyler sonucu elde edilen veriler doğrultusunda, sisteme alınan su miktarını daha fazla arttırmak aynı zamanda alınan katı miktarını da olabildiğince azaltmak amacıyla halihazırdaki deney düzeneği üzerinde bir takım değişiklikler yapılarak Şekil 3.1' de şematik çizimi verilen, yeni deney düzeneği elde edilmiştir.



Şekil 3.1 İkinci Çalışma için gerçekleştirilen deney düzeneğinin şematik gösterimi

Yeni sistemde ana kanalın 1,98 m olan genişliği 1,30 m'ye düşürülmüş ve bu daraltmayla kazanılan kanal genişliği, sistemin akım yönünde sağ tarafında yeni bir “katı madde kanalı”nın oluşturulmasında kullanılmıştır. Ana kanalın mansabında yer alan ızgaranın boyu sabit ve 70 cm ve yatayla yaptığı açı ise “1. Çalışma” sonucu elde edilen optimum ızgara eğim aralık değerleri göz önüne alınarak $\theta=23^\circ$ olarak seçilmiştir. Dolayısıyla bu kapsamda yapılacak olan deneylerde ızgara boyu ve ızgara açısının değerleri sabittir. 1. Çalışmanın yapıldığı modelde yer alan ızgara altındaki su ve katı madde toplama kanalının eni, bu yeni sistemde en fazla 90 cm olacak şekilde değerlendirilebildiği ve bunun üzerine monte edilecek ızgara açısı da $\theta=23^\circ$ olarak seçildiği için toplam ızgara boyu sabit ve $L=70$ cm olarak hesaplanmıştır. Bu ızgara boyu, ana kanaldan yönlendirilebilecek en yüksek debiyi de rahatlıkla sisteme dahil edebilecek değerdedir.

İlgili şekillerden de görüldüğü üzere bu yeni sistemde toplama kanalı, kanal genişliğinin tam ortasına yerleştirilen ve yüksekliği değiştirilebilen düşey bir “bölme levhası” ile iki eşit bölüme ayrılmaktadır. Bunlardan 1. bölüm “toplama kanalı-1” olarak adlandırılmış olup, bunun tabanı, içindeki akımı yeni sistemin akım yönünde sağ tarafında bulunan “katı madde kanalı”na doğru yönlendirecek şekilde 4° eğimli yapılmıştır. “Toplama kanalı-1” in memba kısmı ızgaraya kadar tamamen kapalı olup hemen mansabında ise düşey yönde hareketli bir kapak bulunmaktadır ve bunun alt kısmı belli miktarda açılarak buradan su ile beraber katı maddenin katı madde kanalına yönlendirilmesi sağlanabilmektedir. “Toplama kanalı-2” nin ise memba kısmı tamamen kapalı ve mansap kısmı tamamen açıktır. Bu kanalın taban eğimi de yine 4° olarak içindeki akımı su alma kanalına yönlendirecek şekilde düzenlenmiştir.

Elemanları ve bunların özellikleri detaylı olarak Bölüm 3.3’ te verilecek olan bu yeni sistemde, ızgaranın hemen mansabında uzunluğu ve yatayla yaptığı açısı değiştirilebilen “yönlendirme levhası” yer almaktadır. Bu levhanın fonksiyonu ise, ızgaranın alt bölgelerinden ızgara içine girecek olan su ve katı maddeyi “toplama kanalı 1” e yönlendirmektir.

Yukarıda elemanlarıyla birlikte tarif edilen yeni sistemin çalışma prensibi ise şu şekilde özetlenebilir: Ana kanaldan gelecek olan su ve katı maddenin bir kısmı kullanılan ızgara tipine göre ızgara altında bulunan toplama kanalına geçecek, geriye kalan kısım ise ızgaranın mansabından ana kanalın içerisinde hareketine devam edecektir. Ana kanal içerisinde su ile birlikte hareket eden katı maddenin çok büyük bir bölümü ızgara çubukları ara mesafesine bağlı olarak ızgara üzerinden “toplama kanalı 1” e dökülecek ve buradan yığılma yapmadan beraberindeki su ile beraber kanal taban eğimi yönünde hareket ederek sürgülü kapağın altında bırakılan açıklıktan “katı madde kanalı” na doğru sürüklenecek ve buradan da ana kanalın sistemin mansabında bulunan kısmına ulaşarak kanal içerisinde hareketine devam edecektir. “Toplama kanalı-1” e gelen debi arttıkça, bu kanal içerisindeki su seviyesi yükselecek ve fazla su “bölme levhası” üzerinden aşarak “toplama kanalı-2” ye geçecek ve buradan da su alma kanalına doğru akışına devam edecektir. Bölme levhasının yüksekliği her iki kanalın da taban katlarından yüksek olduğu için, “toplama kanalı-1” içinde kanal tabanında hareket eden katı maddelerin bu bölme levhasını aşarak diğer kanal içine girmesi engellenmektedir. Sadece askı halindeki katı maddelerin “toplama kanalı-2” ye geçme olasılığı vardır.

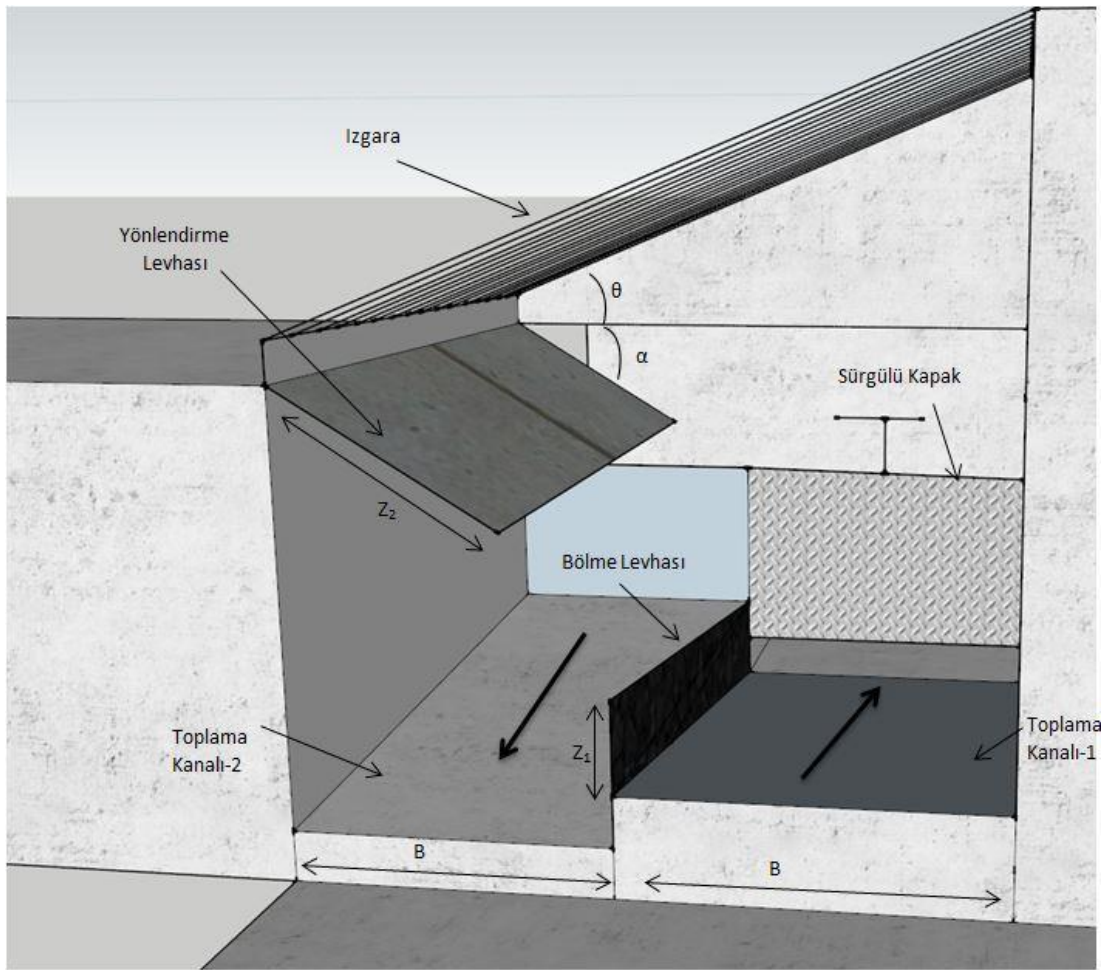
Izgaranın hemen hemen alt yarı uzunluğundan ızgara altına geçen su ve katı maddeler de yönlendirme levhası sayesinde “toplama kanalı-1” in içerisine yönlendirilmektedir. Netice olarak ızgara uzunluğu boyunca ızgara altına giren katı maddelerin çok büyük bir bölümü “toplama kanalı-1” içerisine alınarak buradan katı madde kanalına ve oradan da ana kanalın mansap kısmına yönlendirilmektedir. Nispeten katı maddesi az olan su ise su alma kanalına doğru hareket etmekte ve burada oluşturulacak olan çökeltme havuzunda ihtiva ettiği katı maddeleri bırakarak türbinlere doğru gidecektir.

Yukardaki açıklamalardan da anlaşılabilceği üzere bu 2. çalışmanın amacı, ızgara altına geçen katı maddenin çok büyük bir bölümünü sistemden ayırarak ana kanalın mansabına yönlendirmek ve çökeltme havuzuna ise içinde olabildiğince az ve küçük taneli katı maddeleri iletmektir. Bu sayede küçük boyutlarda çökeltme havuzları

yapılabilecek ve bunlar az ve ince taneli katı maddeler bulunduracaklarından dolayı kısa zamanda temizlenebileceklerdir.

3.2 Teorik Analiz

Şekil 3.2’ de verilen yeni sistemin krokisi göz önüne alınarak, ızgara boşluklarından toplama kanalına ve buradan da “su alma kanalı” na geçecek olan su debisi $(Q_w)_i$ ve benzer şekilde toplama kanalına gelen ve buradan da “katı madde kanalı” na geçecek olan katı madde ağırlığı $(W_s)_{sc}$ için aşağıdaki bağıntılar yazılabilir.



Şekil 3.2 Yeni sistemin ve elemanlarının krokisi

$$(Q_w)_i = f_1[(Q_w)_T, L, \theta, e, a, t, Z_1, Z_2, \alpha, B, (S_{cc})_2, T, g, \rho_w] \dots\dots\dots(3.1)$$

ve

$$(W_s)_{sc} = f_2[(W_s)_T, \rho_s, d_{50}, (Q_w)_T, L, \theta, e, a, B, (S_{cc})_1, t, Z_1, Z_2, \alpha, T, g, \rho_w] \dots\dots\dots(3.2)$$

Burada $(Q_w)_i$ ana kanaldan gelerek ızgara altına geçen su debisi,

$(Q_w)_T$ ana kanaldan geçen toplam su debisi,

L ızgara boyu (burada sabit olup $L=70$ cm),

θ ızgaranın yatay düzlemle yaptığı açı ($\theta=23^\circ$ ve sabittir),

e ızgara çubukları arasındaki net açıklık,

a ızgara çubuklarının merkezleri arasındaki mesafe,

B “toplama kanalı-1” ve “toplama kanalı-2” nin birbirlerine eşit olan genişlikleri,

$(S_{cc})_2$ “toplama kanalı-2” nin taban eğimi,

t ızgara çubuk çapı ($t= 1$ cm ve sabittir, $a=e+t$),

Z_1 bölme levhası yüksekliği,

Z_2 yönlendirme levhası uzunluğu,

α yönlendirme levhasının yatay düzlemle yaptığı açı,

T sürgülü kapak açıklığı (deneylerde sabit tutulmuştur),

g yerçekimi ivmesi,

ρ_w suyun özgül kütlesi,

$(W_s)_{sc}$ Izgaradan, önce toplama kanalına daha sonrada buradan “katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, toplama kanalı içine geçen toplam katı maddenin ağırlığına oranı (%)

$(W_s)_T$ ana kanaldan ızgaraya doğru hareket eden toplam katı madde ağırlığı,

$(S_{cc})_1$ “toplama kanalı-1” in taban eğimi,

ρ_s katı maddenin özgül kütlesi, ve

d_{50} katı maddenin ortalama dane çapı.

Akımın türbülanslı olmasından dolayı yukarıdaki bağıntılarda suyun viskozitesi ihmal edilerek göz önüne alınmamış ve yüzey gerilmesinin de bağımlı parametreler üzerinde bir etkisinin olmayacağı düşünülmüştür.

Yapılan bütün deneylerde toplama kanallarının genişlikleri B (her birisi 45 cm), ızgara çubuk çapı t, ızgara boyu L, ızgara açısı θ ve sürgülü kapak açıklığı T sabit olarak alınmıştır. Katı maddeler ile yapılan deneylerde, ızgara çubuk ara mesafelerinin değerlerine göre farklı gruplardan belli ağırlıklarda katı maddeler birbirleriyle karıştırılarak harmanlanmış ve neticede her bir deneyde kullanılan ızgaranın “e” değerine göre aynı özellik ve ağırlıktaki katı madde grupları ile benzer deneyler tekrarlanmıştır. Dolayısıyla benzer deneylerde aynı katı madde gruplarının kullanılmış olmasından dolayı bunların “ d_{50} ” ve “ ρ_s ” değerleri aynıdır ve bu nedenle bu parametreler teorik analizlere dahil edilmemişlerdir.

Bu çalışma kapsamında yapılan deneyler 4 farklı grup halinde sınıflandırılmış olup, her bir deney grubunda “toplama kanalı-2” nin taban eğimi $(S_{cc})_2$ sabit ve 4° dir, “toplama kanalı-1” in eğimi $(S_{cc})_1$ ise her deney grubu içinde sabit tutulmuştur. Bu nedenle analizlerde bu eğimlerin değerleri sabit olarak değerlendirileceklerdir.

Sonuç olarak (3.1) ve (3.2) denklemleri (3.3) ve (3.4) ifadeleri şeklinde yazılabilirler.

$$(Q_w)_i = f_3[(Q_w)_T, e, Z_1, Z_2, \alpha, g, \rho_w] \dots\dots\dots(3.3)$$

ve

$$(W_s)_{sc} = f_4[(W_s)_T, (Q_w)_T, e, Z_1, Z_2, \alpha, g, \rho_w] \dots\dots\dots(3.4)$$

(3.3) bağıntısına boyut analizi uygulanarak bu ifade aşağıdaki şekilde boyutsuz büyüklükler cinsinden ifade edilebilir,

$$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T} = f_5 \left[(F_r)_e, \frac{Z_1}{e}, \frac{Z_2}{e}, \alpha \right] \dots\dots\dots (3.5)$$

Burada $\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ sistemin veya ızgaranın “su alma verimi” olarak isimlendirilebilir ve

$$(F_r)_e = \frac{(q_w)_T^2}{e^3 g}$$
 terimi ise akımın “e” cinsinden ifade edilmiş Froude sayısıdır.

“Toplama kanalı-1” den “katı madde kanalı” na kapak altından geçerek giden akım miktarı $(Q_w)_{sc}$, “su alma kanalı” na giden debiden oldukça az olacağı için $(Q_w)_{sc}$ ’ nin değişimi ile ilgili herhangi bir teorik çalışma burada yapılmamıştır. $(Q_w)_{sc}$ ’ nin akım şartlarına ve kapak açıklığı T’ nin değerlerine göre değişimleri ilgili tablolarda verilmiştir.

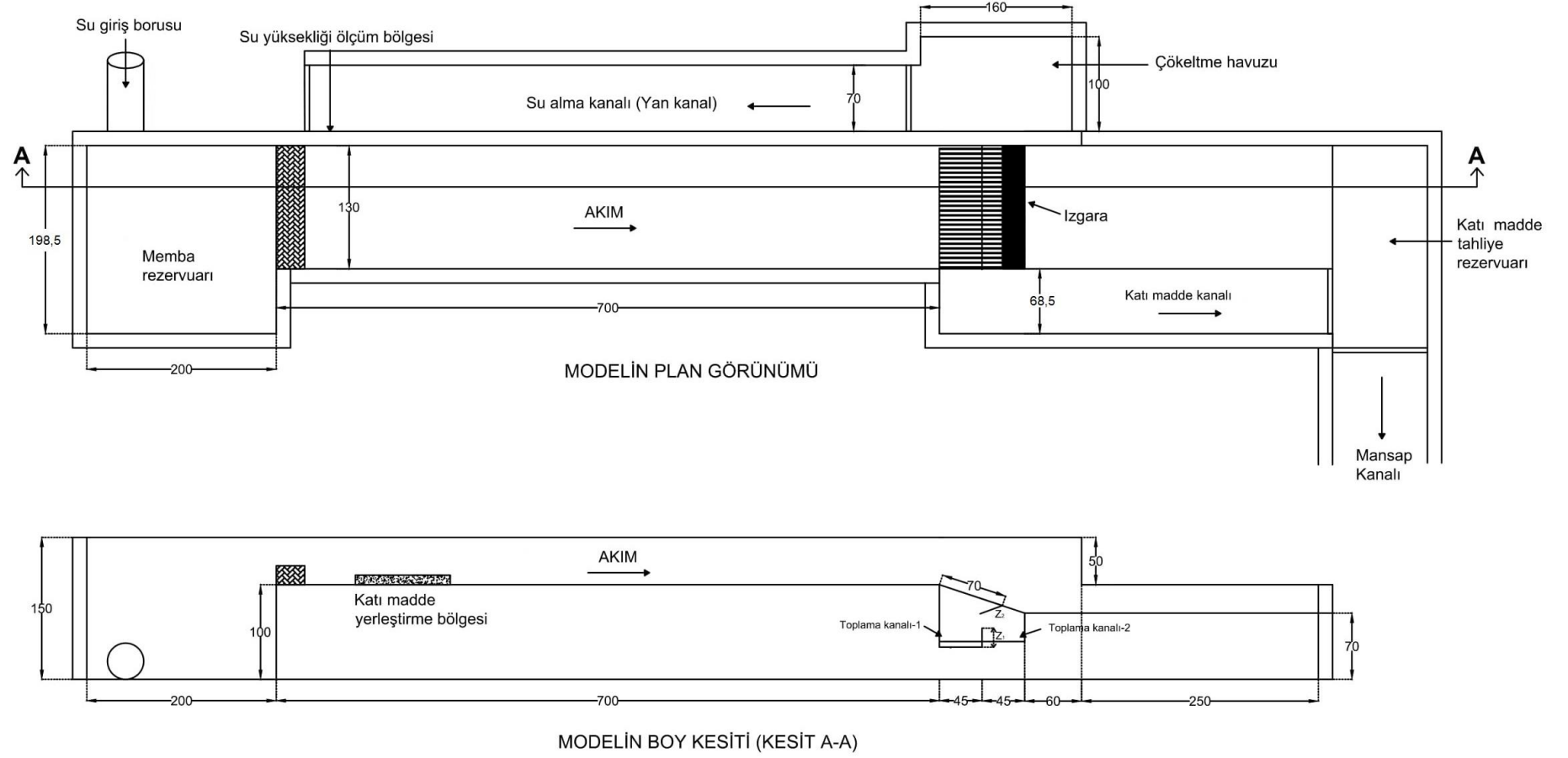
(3.5) ifadesine benzer şekilde (3.4) ifadesi de şu şekilde yazılabilir;

$$\frac{(W_s)_{sc}}{(W_s)_T} = f_6 \left[(F_r)_e, \frac{Z_1}{e}, \frac{Z_2}{e}, \alpha \right] \dots\dots\dots (3.6)$$

Bu çalışma kapsamında yapılan deneylerin neticeleri (3.5) ve (3.6) denklemleri göz önüne alınarak ileriki bölümlerde değerlendirilecektir.

3.3 Deney Düzenegi

1. Çalışmada kullanılan Tirol tipi su alma yapısına sahip deney düzenegi üzerinde yapılan bazı değişikliklerden sonra, 2. Çalışmanın deneylerinin yapılacağı yeni model sistemi elde edilmiştir. Şekiller 3.3-3.19 yeni sistemin krokilerini ve farklı açılardan alınan fotoğraflarını göstermektedir.



Şekil 3.3 Yeni modelin plan ve boy kesiti (boyutlar cm'dir)

Yapılan değişiklikler sonucunda ana kanalın genişliği 1,30 m olmuştur. Tirol tipi savağın alt kısmında bulunan toplama kanalının tam ortasına “bölme levhası” yerleştirilerek her biri 45 cm genişliğinde “toplama kanalı-1” ve “toplama kanalı-2” elde edilmiştir. Bu 2 kanal birbirine ters yönde 4°'lik eğime sahiptir (Şekil 3.2). “Toplama kanalı-1” in memba kısmı tamamen kapalıdır, mansap kısmı ise türbinlere su taşıyan “su alma kanalı” na bağlanmaktadır. “Toplama kanalı-2” ye gelen su ve katı madde ilk olarak katı madde yakalama havuzuna yönlendirilmektedir. Bu havuzun mansap kısmında bulunan 0,2 m yüksekliğindeki bariyer bu havuza gelen katı maddelerin havuzda kalmasını sağlamaktadır. Bu bariyeri geçen akım 0,7 m genişliğe 6,5 m uzunluğa sahip “su alma kanalı” yardımıyla türbinlere suyu taşımaktadır.



Şekil 3.4 Yeni modelin mansaptan görünüşü



Şekil 3.5 Yeni modelin ve “katı madde kanalı” nın üstten-membadan görünüşü



Şekil 3.6 “Su alma kanalı” nın mansaptan görünüşü



Şekil 3.7 “Toplama kanalı”, “bölme levhası” ve “yönlendirme levhası” nın yandan görünüşü



Şekil 3.8 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve “toplama kanalı-1” in mansabında akımın görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=20^\circ$)



Şekil 3.9 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve "toplama kanalı-2" nin mansabında ve "toplama kanalı-1" in kapalı olan memba kısmında akımın görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=20^\circ$)



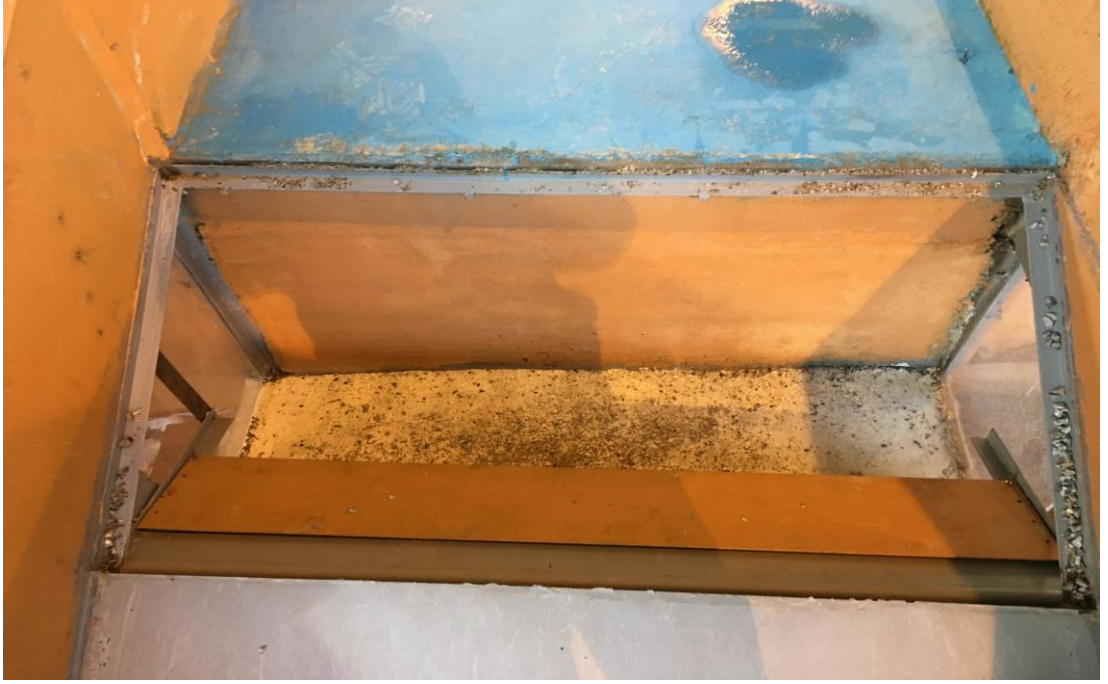
Şekil 3.10 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve "toplama kanalı-1" in mansabında akımın görünüşü ($e_3=10$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=10^\circ$)



Şekil 3.11 Su ile yapılan deneylerde (A1-Grubu) ızgara üzerinde ve "toplama kanalı-2" nin mansabında ve "toplama kanalı-1" in kapalı olan memba kısmında akımın görünüşü ($e_3=10$ mm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=10^\circ$)



Şekil 3.12 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) "toplama kanalı-2" nin memba kısmında çökeltme havuzu içerisinde toplanan katı maddenin üstten görünümü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$)



Şekil 3.13 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) "toplama kanalı-1" in içinde biriken katı maddenin üstten görünümü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$)



Şekil 3.14 Katı madde ile yapılan deneylerde (A2-Grubu) ana kanalın mansabında biriken katı maddenin üstten görünüşü ($e_1=3$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm, $\alpha=20^\circ$)



Şekil 3.17 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) "toplama kanalı-1" in mansabında sürgülü kapaktan sonra katı madde birikmesinin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$)



Şekil 3.18 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) "su alma kanalı" nın memba kısmında ve "toplama kanalı-1" in mansabında sürgülü kapaktan sonra toplanan katı maddenin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$)



Şekil 3.19 Katı madde ile yapılan deneylerde (D-Grubu) “toplama kanalı-1” in içerisinde biriken katı maddenin üstten görünüşü ($e_4=15$ mm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$)

Detaylı çizimi Şekil 3.2’ de verilen “toplama kanalı-1” in memba kısmı tamamen kapalı olup mansap kısmı ise düşey sürgülü bir kapak ile “katı madde toplama kanalı” na bağlanmaktadır. “Toplama kanalı-1” in mansap kısmına yerleştirilmiş ve yüksekliği ayarlanabilen sürgülü kapak ile “toplama kanalı-1” den çıkan ve “katı madde toplama kanalı” na ulaşan su miktarı ayarlanabilmektedir. Ana kanaldan gelen ve içinde katı madde bulduran su ise, uzunluğu Z_2 ve yatayla yaptığı açısı α olan, ayarlanabilen “akım yönlendirme levhası” ile “toplama kanalı-1”e iletilmektedir. Ana kanaldan toplama kanalına gelen katı maddenin büyük bir kısmı “toplama

kanalı-1” e iletilmekte ve bu kanal içerisinde yükselen su ise “bölme levhası” nı aşarak “toplama kanalı-2” ye geçmektedir.

Belirtilen değişikliklerin uygulanmasından sonra deney düzeneği üzerinde 3 farklı “bölme levhası” yüksekliği ($Z_1=5$ cm, 10 cm ve 15 cm), 2 farklı “yönlendirme levhası” uzunluğu ($Z_2=20$ cm ve 25 cm), 4 farklı “yönlendirme levhası açısı” ($\alpha=10^\circ$, 20° , 30° ve 40°) geniş bir debi aralığında 4 farklı ızgara çubuk açıklığı ($e=3$ mm, 6mm, 10mm ve 15mm) için test edilmiştir (Şekiller 3.20-3.23). Bu deneyler önce sadece su ile ve daha sonra su ve katı madde ile yapılmışlardır. Bu grupta yapılan deneylerin tamamı “A-grubu deneyler” olarak isimlendirilecektir.



Şekil 3.20 $e_1=3$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü



Şekil 3.21 $e_2=6$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü



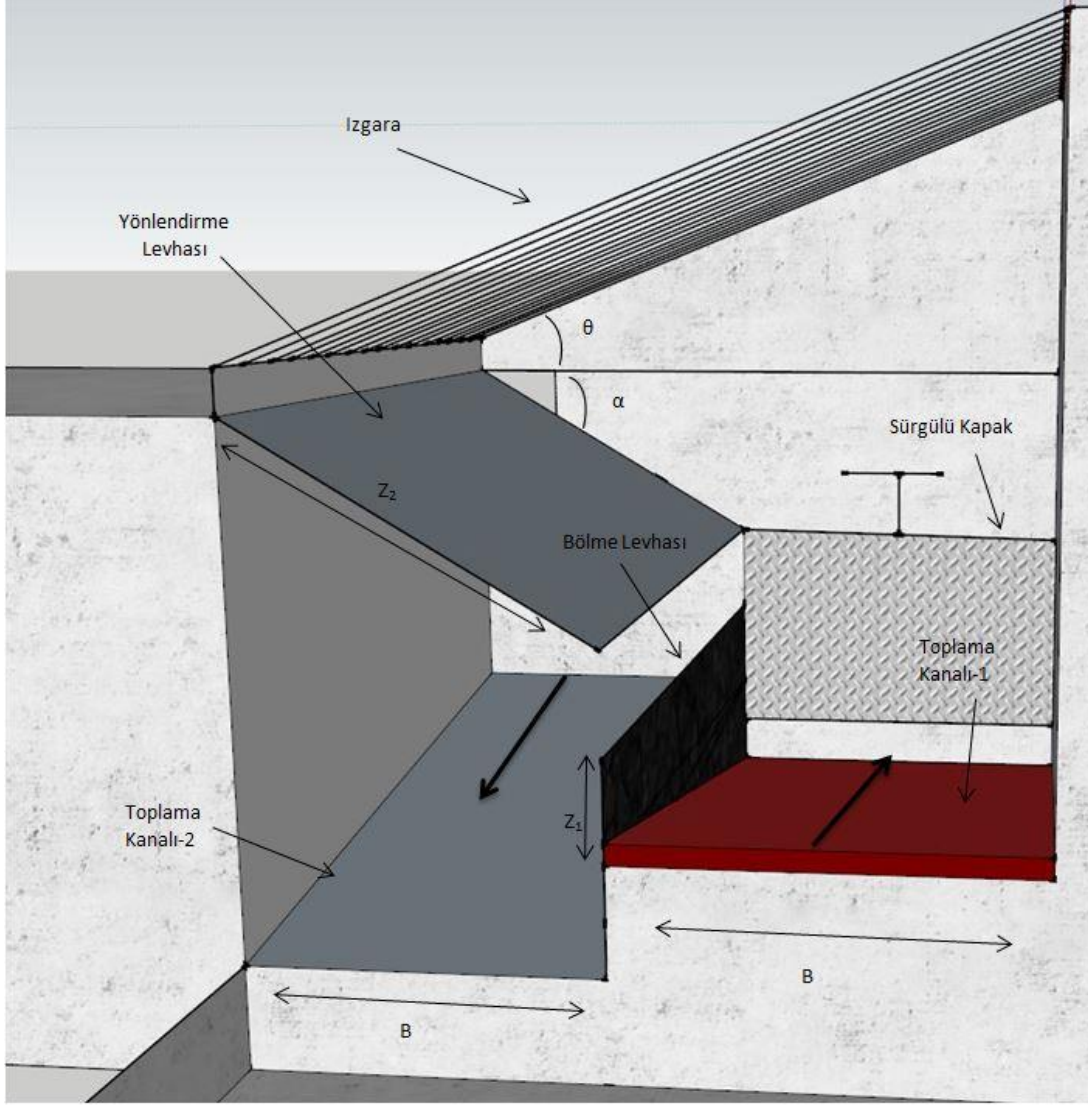
Şekil 3.22 $e_3=10$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü



Şekil 3.23 $e_4=15$ mm açıklığa sahip ızgaranın görünüşü

“A-grubu deneyler” in sonuçları analiz edilmiş ve sistem için daha olumlu deney neticelerinin elde edilebilmesi amacı ile “toplama kanalı-1” in taban eğiminde bazı değişikliklerin yapılmasının uygun olacağı kanaati oluşmuştur. Daha sonra “toplama kanalı-1” in tabanında bazı değişiklikler yapılarak üç farklı grupta benzer deneyler seçilen durumlar için tekrarlanmıştır. Bu grup deneylerde sırasıyla “ B-grubu”, “C-grubu” ve son olarak “D-grubu” deneyler olarak sınıflandırılmışlardır.

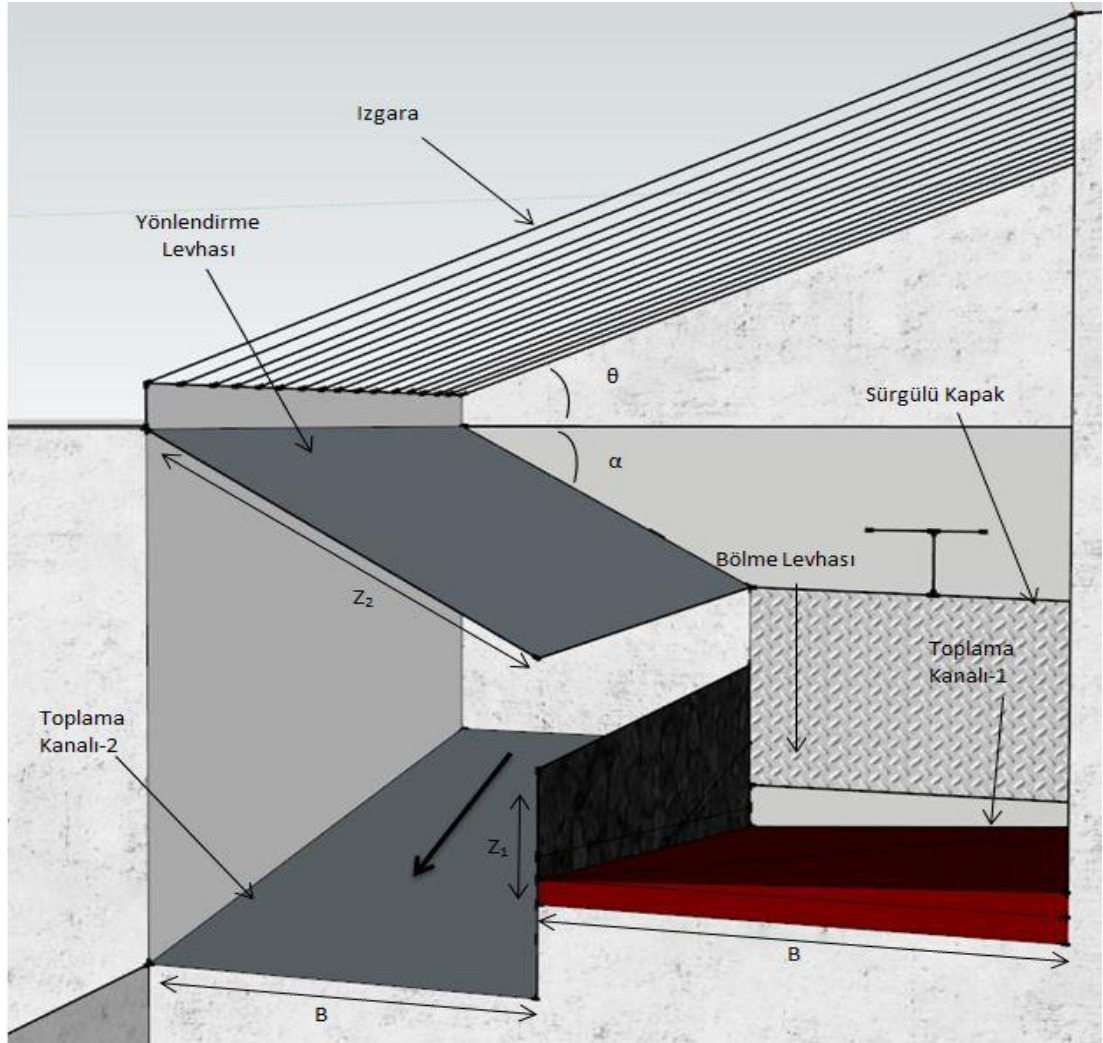
“B-grubu deneyler”, “toplama kanalı-1” in 4°'lik taban eğimi 6°'ye yükseltilerek elde edilen yeni durumda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 B-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi

Elde edilen sonuçları daha iyi bir noktaya taşımak için “C-grubu deneyler”, tabanı yeniden düzenlenen “toplama kanalı-1” ile yapılmıştır. Bu yeni düzenlemede “toplama kanalı-1” in 6° ’lik eğimi korunarak bu kanalın “bölme levhası”nın karşısındaki kenarı, kanal boyunca 5 cm yükseltilmiş ve bu kısım bölme levhasının tabanına yine kanal boyunca sabit yanal bir eğim oluşacak şekilde bağlanmıştır (Şekil 3.25). Dolayısıyla “toplama kanalı 1” akım doğrultusunda 6° ’lik bir eğime sahipken, yanal doğrultuda da “bölme levhasına” doğru da 6° ’lik bir eğime sahip olmuştur. Bunun amacı, “toplama kanalı-1” e yönlendirilen katı maddenin “bölme

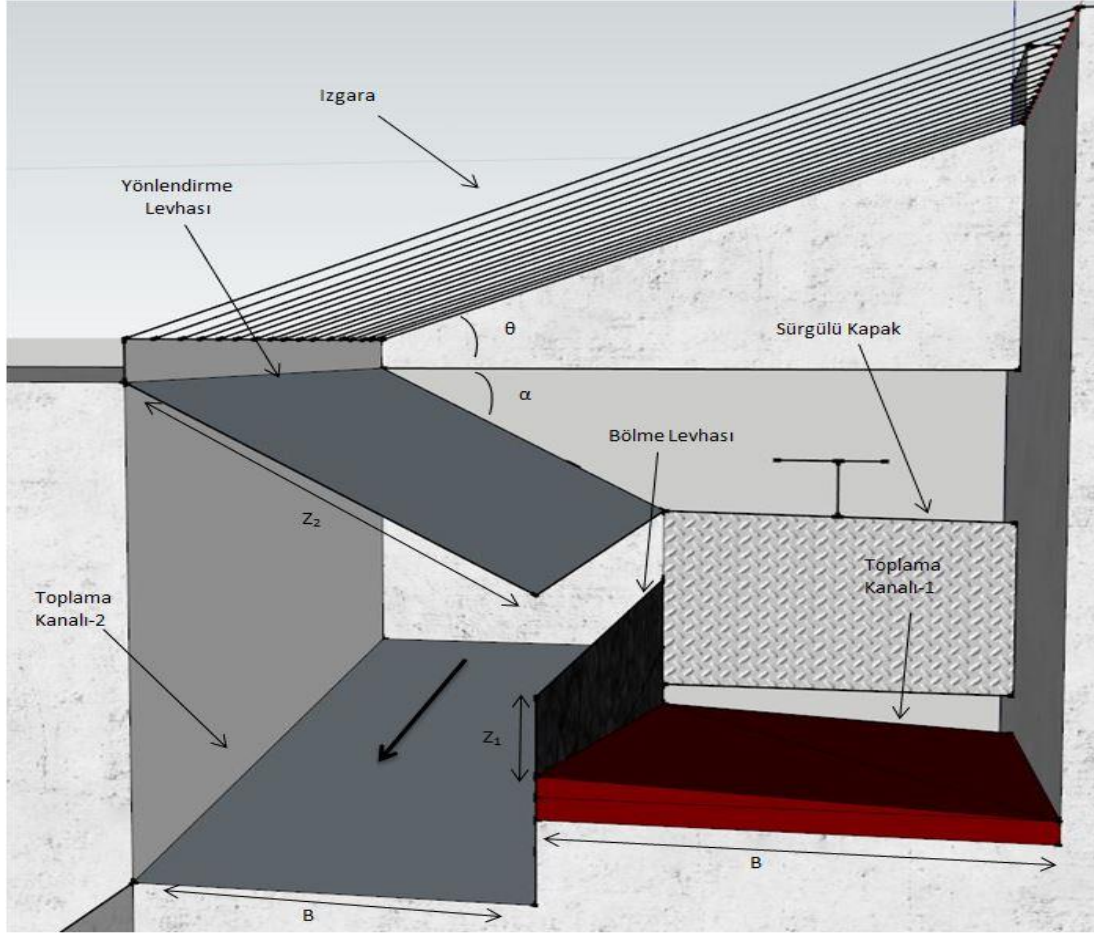
levhası” boyunca hareket ederek ve kapak açıklığından geçerek “katı madde kanalı”na yönlendirilmesini temin etmektedir.



Şekil 3.25 C-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi

“Toplama kanalı-1” in tabanında yapılan bu değişikliklerden sonra da yine seçilen bazı durumlar için benzer deneyler tekrarlanmış ve bunların sonuçları önceki durumlarda elde edilen deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ana kanaldan gelen akımın ve toplama kanalı içerisindeki parametrelerin durumlarına göre, “toplama kanalı-1” in tabanında yer yer katı maddelerin depolandığının görülmesi ve bunların kanal içindeki katı madde hareketlerini engellemiş olmasından dolayı, “toplama

kanalı-1” in tabanında son bir değişiklik daha yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda, ilgili kanalın tabanı, kanal boyunca bölme levhası kenarında 5 cm ve bunun karşı kenarında 10 cm kazılmış ve tabanına öncekine ters yönde, kanal genişliği boyunca 6°’lik bir yan eğim verilmiştir (Şekil 3.26). Bu yeni durum için “D-grubu deneyler” adı altında ilgili deneyler tekrarlanmış ve bunların en iyi neticeleri verdiği görülmüştür.



Şekil 3.26 D-Grubu deneyler için hazırlanan sistemin krokisi

Dört grup altında yapılan deneylerde kullanılan model elemanlarının değerleri; ızgaraların çubukları arasındaki mesafe e , bölme levhası yüksekliği Z_1 , yönlendirme levhası uzunluğu Z_2 ve açısı α aşağıda Tablo 3.1' de her bir deney grubu için verilmiştir. Bu tabloda, bazı deney gruplarında sınırlı sayıda α değeri için deneylerin yapılmış olmasının nedeni, test edilmeyen α değerlerinden olumlu sonuç alınamayacağının tespit edilmesinden dolaydır. α değerlerinin hiç belirtilmediği bölümlerde ise deney yapılmamıştır.

Tablo 3.1 A,B,C ve D-grubu deneylerde kullanılan sistem elemanlarının değerleri

Deney Grubu	e=3 mm			e=6 mm			e=10 mm			e=15 mm		
	Z ₁ (cm)	Z ₂ (cm)	α (°)	Z ₁ (cm)	Z ₂ (cm)	α (°)	Z ₁ (cm)	Z ₂ (cm)	α (°)	Z ₁ (cm)	Z ₂ (cm)	α (°)
A-1 Grubu (Su ile)	5	20 25	10 20 30 40 40	5	20 25	10 20 30 40 40	5	20 25	10 20 30 40	5	20 25	10 20 30 40 40
	10	20 25	10 20 30 40 20	10	20 25	10 20 30 40 20	10	20 25	10 20 30 20	10	20 25	10 20 30 40 20
	15	20 25	10 20 30	15	20 25	10 20 30	15	20 25	10 20 30	15	20 25	10 20 30
A-2 Grubu (Katı madde)	5	20 25	10 20 30 40 10 20 30 40	5	20 25	10 40 30 40	5	20 25	40 40	5	20 25	40 40
	10	20 25	10 20 30 40 10 20 30 40	10	20 25	10 20 30 40 10 20 30 40	10	20 25	20 30 40 40	10	20 25	20 30 40 40
	15	20 25	10 20 30 10 20 30	15	20 25	10 20 30 40 10 20 30 40	15	20 25	20 30 40 40	15	20 25	20 30 40 40
B- Grubu (Katı madde)	5	20 25		5	20 25		5	20 25		5	20 25	
	10	20 25	30 40	10	20 25	30 40	10	20 25	30 40	10	20 25	10 20 30 40 40
	15	20 25	30 40	15	20 25	30 40	15	20 25	30 40	15	20 25	20 30 40 40
C- Grubu (Katı madde)	5	20 25		5	20 25		5	20 25		5	20 25	
	10	20 25	40	10	20 25		10	20 25		10	20 25	
	15	20 25	30	15	20 25		15	20 25		15	20 25	
D-Grubu (Katı madde)	5	20 25		5	20 25		5	20 25		5	20 25	
	10	20 25	30 40	10	20 25	30 40	10	20 25	30 40	10	20 25	30 40
	15	20 25	30 40	15	20 25	30 40	15	20 25	30 40	15	20 25	30 40

3.4 Deney Prosedürü

3.4.1 Debi Ölçümleri

Ana kanal ve toplama kanallarındaki debi değerlerini elde etmek için ilk önce “toplama kanalı-1” in mansap kısmı tamamen kapatılarak daha sonra “toplama kanalı-2” nin mansap kısmı tamamen kapatılarak ön deneyler yapılmış ve her su alma kanalı, katı madde toplama kanalı ile ana kanal için kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Kalibrasyon eğrileri elde edilirken en düşük debiden başlayarak debi, küçük miktarlarda arttırılarak sistemin taşıyabileceği en yüksek debiye kadar çıkılmıştır. Her debide ana kanal içerisindeki akımın stabil duruma ulaşması beklenmiştir ve akabinde ana kanalın memba, “su alma kanalı” ve “katı madde kanalı” nın mansap kısımlarında bulunan manometrelerdeki su derinlik değerleri okunarak kayıt edilmiştir. Ana kanaldan geçen debi ana kanalı besleyen su alma borusu üzerindeki ultrasonik debimetre yardımıyla ölçülmüş ve manometreden okunan değerlerle debi değerleri arasındaki kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.

3.4.2 Su Alma Veriminin Ölçümü

Bu kısımdaki deneyler, A, B, C ve D deney grupları olarak farklı bölme levhası yüksekliğine, farklı yönlendirme levhası açısı ve uzunluklarına sahip 4 farklı ızgara çubuk aralığında, sistemin su alma kanalına akımı yönlendirme veriminin belirlenmesi için yapılmıştır.

Bu sebeple 5 cm su yüksekliğini sağlayacak miktarda debi ile ana kanal beslenerek bu kanalda akımın stabil duruma ulaşması beklenmiş ve akabinde ana kanalın memba, “su alma ve katı madde kanalları” nın mansap kısmında bulunan manometrelerden su derinlik değerleri okunarak kayıt edilmiştir. Bu işlem ana kanaldaki su yüksekliği 1 cm arttırılmak suretiyle su yüksekliği 17 cm olana kadar tekrarlanmıştır. Testler, 2 farklı yönlendirme levhası uzunluğu, 4 farklı yönlendirme levhası açısı ve 3 farklı bölme levhası yüksekliği için 4 farklı ızgara çubuk aralığında tekrarlanmıştır. Katı madde kullanılmadan yapılan her bir deney ortalama olarak bir buçuk saatte tamamlanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan her

bir test için sistemin su alma verim değerleri hesaplanmıştır. Deneylerde ölçülen ve hesaplanan değerler EK-2' de tablolar halinde sunulmuştur (Tablolar C.1-C.4).

3.4.3 Katı Madde Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Bu kısımda yapılan testlerle katı maddenin, ızgara çubuk açıklığı, yönlendirme levhası açısı, uzunluğu ve bölme levhası yüksekliğiyle ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sebeple deneylerde kullanılacak ızgaranın tipine göre önceden hazırlanmış katı madde karışımı (Tablo 3.2 ve Şekil 3.27) ana kanalın memba kısmında belli bir alana homojen bir şekilde karıştırılarak yayılmıştır.

Tablo 3.2 Farklı ızgara çubuk aralıkları için test edilen katı madde kompozisyonlarının farklı boyutlardaki bileşenleri

Katı Madde Grubu	Test Edildiği Deney Grubu	Test edildiği ızgara çubuk aralığı, e (mm)	Karışımı oluşturan katı madde gruplarının boyut aralıkları ve ağırlıkları (kg)					Katı Madde Karışımının Toplam Ağırlığı (kg)
			Boyut, d _s (mm)					
			1-3	3-6	6-9	9-15	15-25	
1	A-B-C-D	3	50	25	25	-	-	100
2	A-B-D	6	30	30	30	30	-	120
3	A-B-D	10	20	20	20	30	30	120
4	A-B-D	15	20	20	20	20	40	120



Şekil 3.27 Deneylerde kullanılan farklı boyutlardaki katı madde grupları

Katı madde kanala yerleştirildikten sonra ana kanal 10 lt/s debi ile 4 dakika süreyle beslenmiş ve bu 4 dakika içinde 1 dakika aralıklarla ana kanal, su ve katı madde toplama kanallarındaki manometrelerden su derinliği verileri toplanmıştır. 4 dakikalık süre sonunda debi yavaşça 30 lt/s değerine yükseltilmiş ve aynı şekilde 4 dakika süre ile bu debi ile ana kanal beslenmiştir. Bu süreçte tekrardan ana kanal, su ve katı madde alma kanallarındaki manometre verileri 1 dakikalık aralıklarla kayıt edilmiştir. Bu prosedür sistemin taşıyabileceği maksimum debiye ulaşana kadar yapay bir taşkın durumu oluşturmak için tekrarlanmıştır. Tüm deneyler 4 farklı ızgara çubuk aralığı ($e_1=3$ mm, $e_2=6$ mm, $e_3=10$ mm, $e_4=15$ mm) için tekrarlanmıştır. Deneyler ana kanaldaki katı maddenin tamamı kanaldan temizlendiğinde durdurulmuştur. Deneyler durdurulduktan sonra toplama kanalları, su ve katı madde alma kanalı ve ana kanalın mansap kısmında kalan katı madde miktarları katı maddeler kurutulduktan sonra tartılmış ve sistemdeki katı maddenin dağılım oranı hesaplanmıştır. Bu gruptaki her bir deneyin tamamlanması ortalama olarak dört saat sürmüştür. Ölçümlerden elde edilen değerler ve hesaplanan parametreler EK-2’de tablolar halinde sunulmuştur (Tablolar D.1-G.4). Bu tablolarda ölçülen katı madde ağırlıkları ile ilgili olarak kullanılan sembollerin anlamları aşağıda özetlenmiştir:

$(W_s)_T$ = Deneylerin başında ana kanala yerleştirilen katı madde karışımının toplam ağırlığı (kg)

$(W_s)_0$ = Deneyler sırasında ızgaran geçmeden, ızgara üzerinde ve ızgaranın mansabında ana kanal içerisinde kalan katı maddenin ağırlığı (kg)

$(W_s)_i$ = Izgaradan, önce toplama kanalına daha sonrada buradan “su alma kanalına” geçen katı madde ağırlığının, toplama kanalı içine geçen toplam katı maddenin ağırlığına oranı (%)

$(W_s)_{sc}$ = Izgaradan, önce toplama kanalına daha sonrada buradan “katı madde kanalına” geçen katı madde ağırlığının, toplama kanalı içine geçen toplam katı maddenin ağırlığına oranı (%)

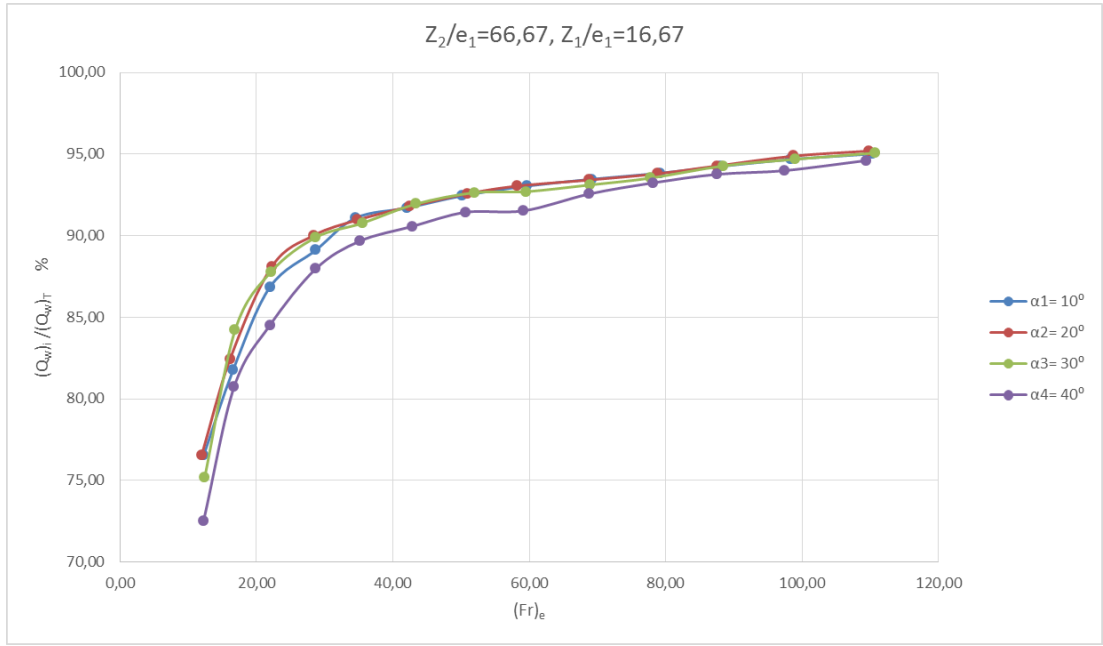
$(W_s)_{cc}$ = Deneyler sonunda toplama kanalı tabanında biriken katı madde ağırlığının, toplama kanalı içine geçen toplam katı madde ağırlığına oranı (%)

3.5 A-1 Grubu Deneylerin (Su ile yapılan) Sonuçları ve Analizi

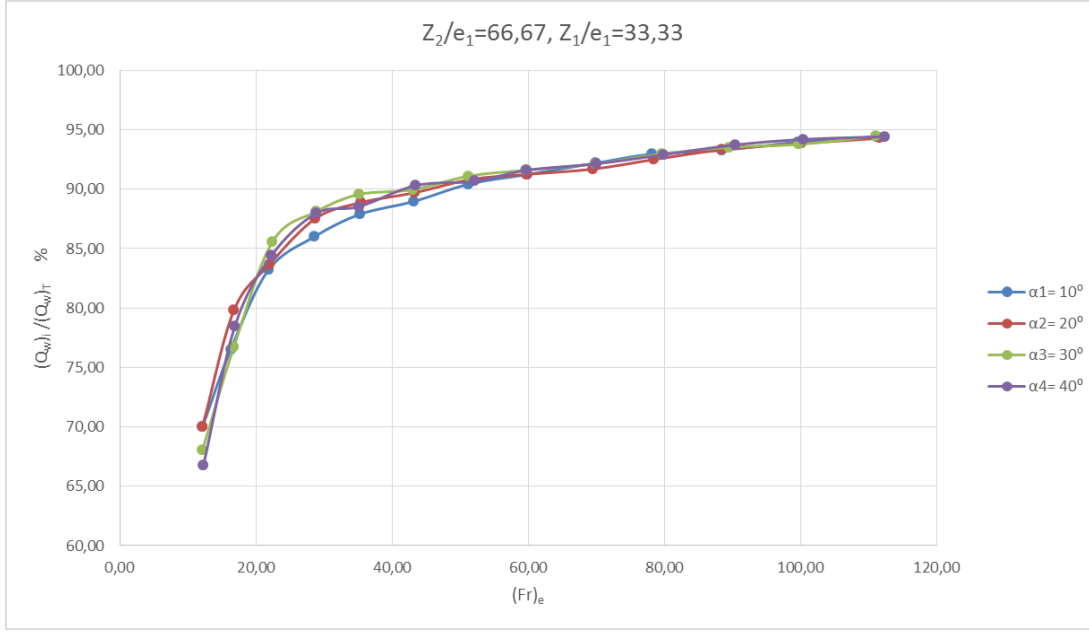
Yeni tip Tirol savakların çalışma mekanizmalarını gözlemleyebilmek için öncelikle sadece su ile (katı madde kullanılmadan) bir seri deney yapılmış ve yapılan ölçümler değerlendirilerek Z_1 , Z_2 ve α gibi önemli sistem parametrelerinin sisteme alınan su miktarı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda yapılan deneylerin hepsinde, “toplama kanalı 1”de bulunan sürgülü kapak tabandan itibaren 4 mm kadar kaldırılmış ve sanki sistemde katı madde varmış ve gelen bu maddeler bu açıklıktan katı madde kanalına gidecekmiş gibi düşünülmüştür. Yeni sistem üzerinde sadece su ile yapılan bu ön deneylerin amacı, ızgaradan aşağıya toplama kanallarına gelen akımın, bu kanal içerisinde ve toplama kanalı bölme levhası üzerindeki hareketlerini gözlemek ve kullanılan ızgara özelliklerine göre ana kanaldan gelen akımın ne kadarının türbinlere yönlendirildiğini tespit etmektir.

Şekiller 3.28-3.39 sırasıyla çubuk ara mesafeleri $e_1=3$ mm, $e_2=6$ mm, $e_3=10$ mm ve $e_4=15$ mm olan ızgaralarla farklı Z_1 , Z_2 ve α değerlerinde test edilen ızgaraların su alma verimlerinin $(F_r)_e$ ve α ile değişimlerini göstermektedir. Bu grafikler tek tek incelendiklerinde, verilen sabit Z_1/e , Z_2/e ve α değerlerinde; ızgaraların su alma verimlerinin $(F_r)_e$ sayısının küçük değerlerinde, artan $(F_r)_e$ ile hızlı bir şekilde arttığı ve daha yüksek $(F_r)_e$ sayılarında ise $(F_r)_e$ sayısı arttıkça daha yavaş bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Başlangıçtaki hızlı artışın nedeni, test edilen küçük debilerde, ki bunlar $(F_r)_e$ sayısının küçük değerlerine karşı gelmektedir, ana kanaldan ızgara üzerine gelen suyun hemen hemen tamamı, “yönlendirme levhası”nın uzunluğuna bağlı olarak “toplama kanalı 1” in içine düşmekte ve bunun büyük bir kısmı da sürgülü kapak altından “katı madde kanalı”na geçmektedir. Dolayısıyla türbinlere giden su miktarı oldukça az olmakta ve bu da küçük su alma verimlerine neden olmaktadır. Ana kanaldan gelen debi değeri arttıkça “toplama kanalı-1” e gelen debi değeri de artmakta ve “katı madde kanalı”na bir miktar suyun gitmesine karşılık “toplama kanalı-1” de su seviyesi hızla yükselerek buradaki su “toplama

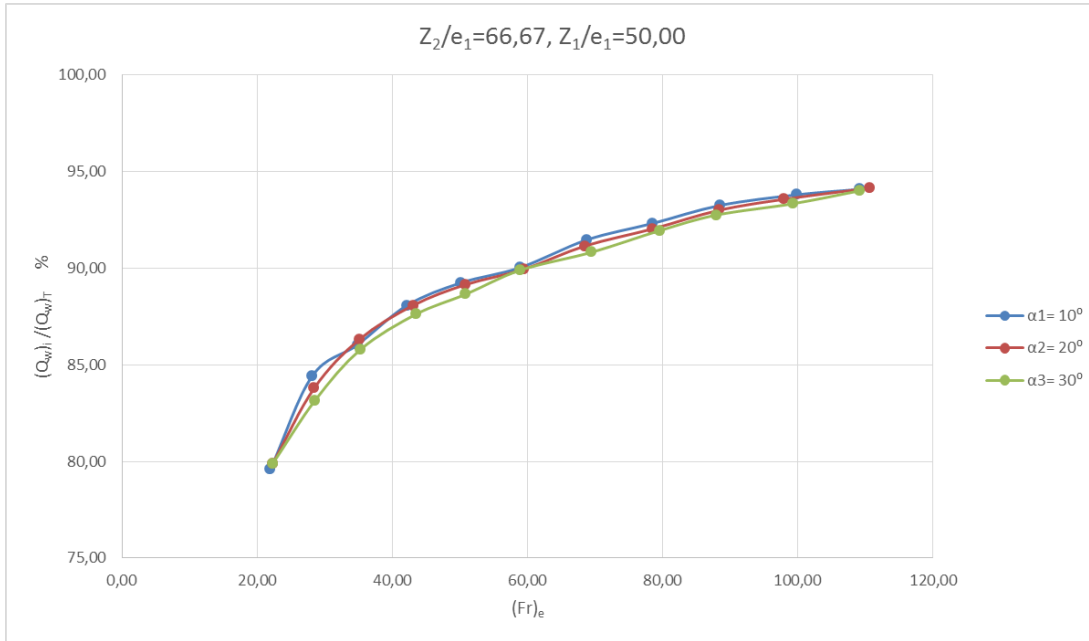
kanalı-2” ye geçebilmekte ve neticede türbinlere giden su miktarı artmaktadır. Burada verilen grafiklerden de görüldüğü gibi her bir şekilde farklı α değerlerine sahip olan eğrilerin hemen hemen hepsi de test edilen $(Fr)_e$ sayısının kapsamı içerisinde üst üste çakışmaktadır. Test edilen sistemin Z_1/e , Z_2/e ve α değeri ne olursa olsun, verilen bir $(Fr)_e$ sayısında sistemin su alma verimi hemen hemen bir farklılık göstermemektedir. Küçük $(Fr)_e$ sayılarında ızgaranın e değeri arttıkça, sistemin su alma verimi de artmaktadır. Z_1/e , Z_2/e ve α 'nın sistemin su alma verimi üzerindeki etkisini daha açık bir şekilde görebilmek için katı madde ile deneyler yapılmış ve uygulamada kullanılacak en optimum Z_1/e , Z_2/e ve α değerleri bu deneylerin sonuçları irdelenerek tespit edilmiştir.



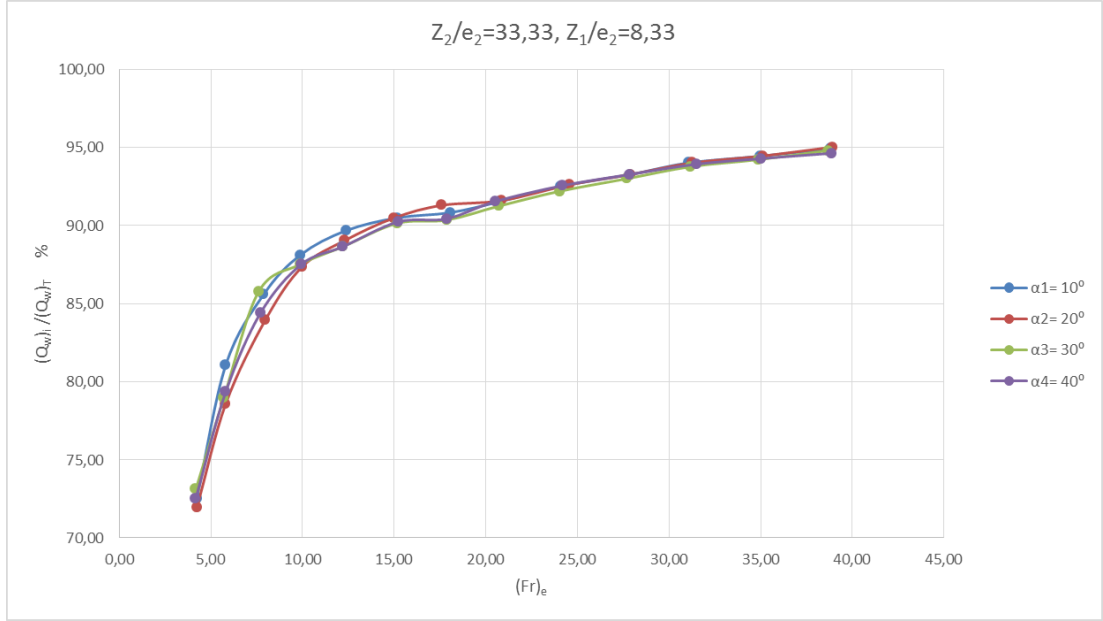
Şekil 3.28 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



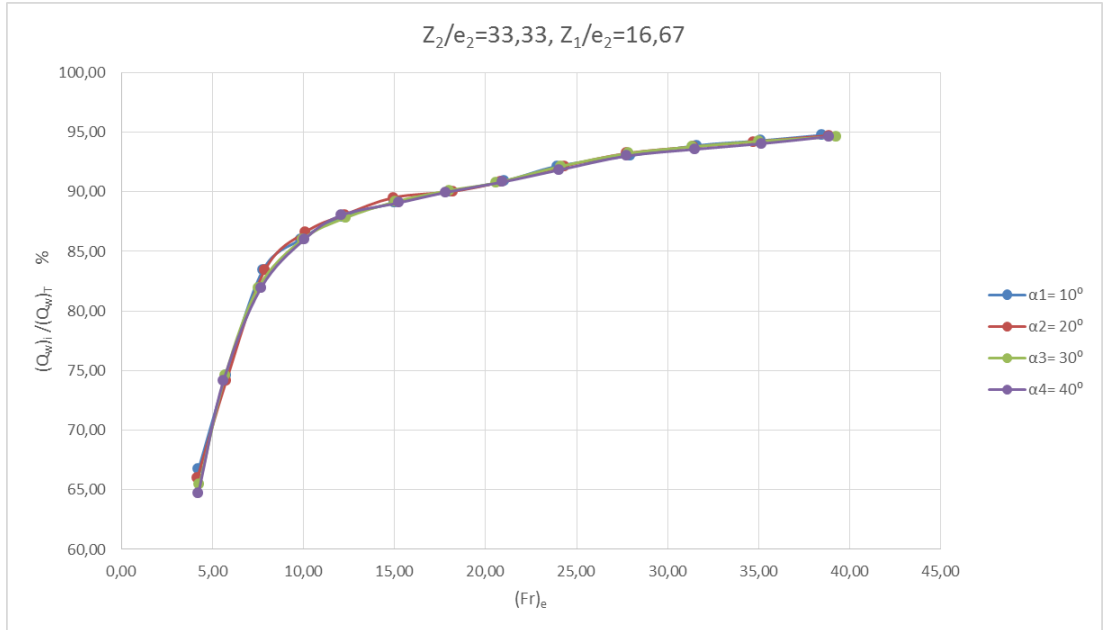
Şekil 3.29 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



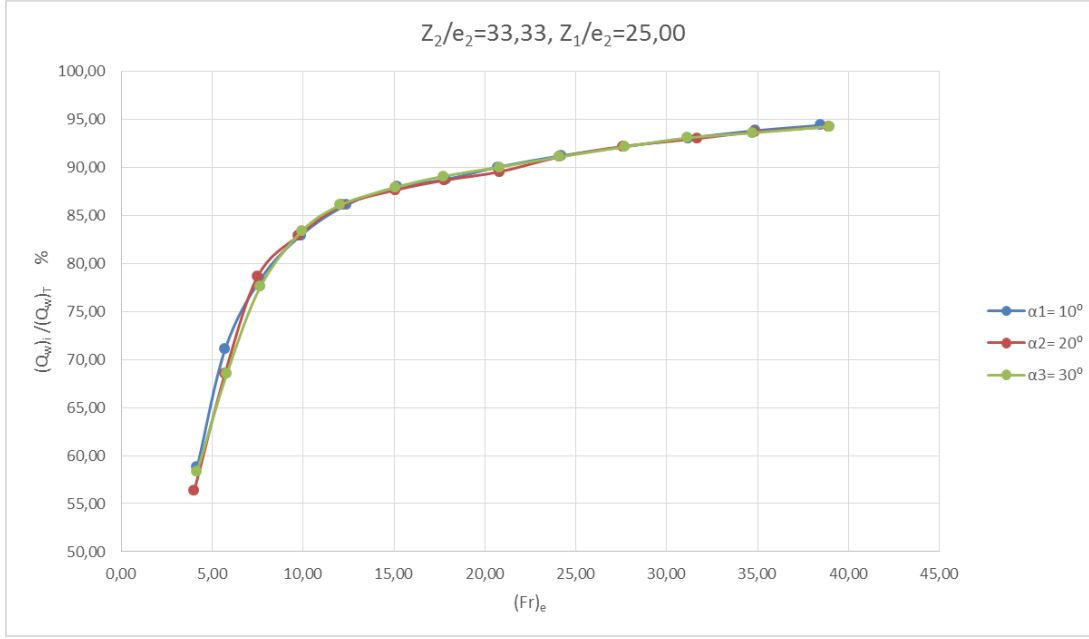
Şekil 3.30 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)



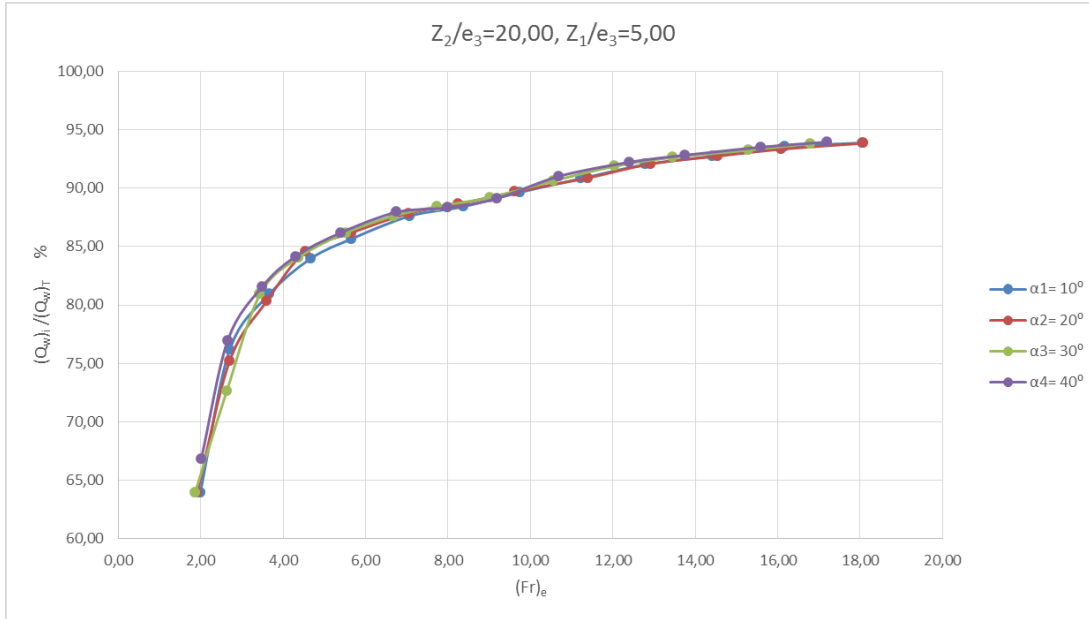
Şekil 3.31 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



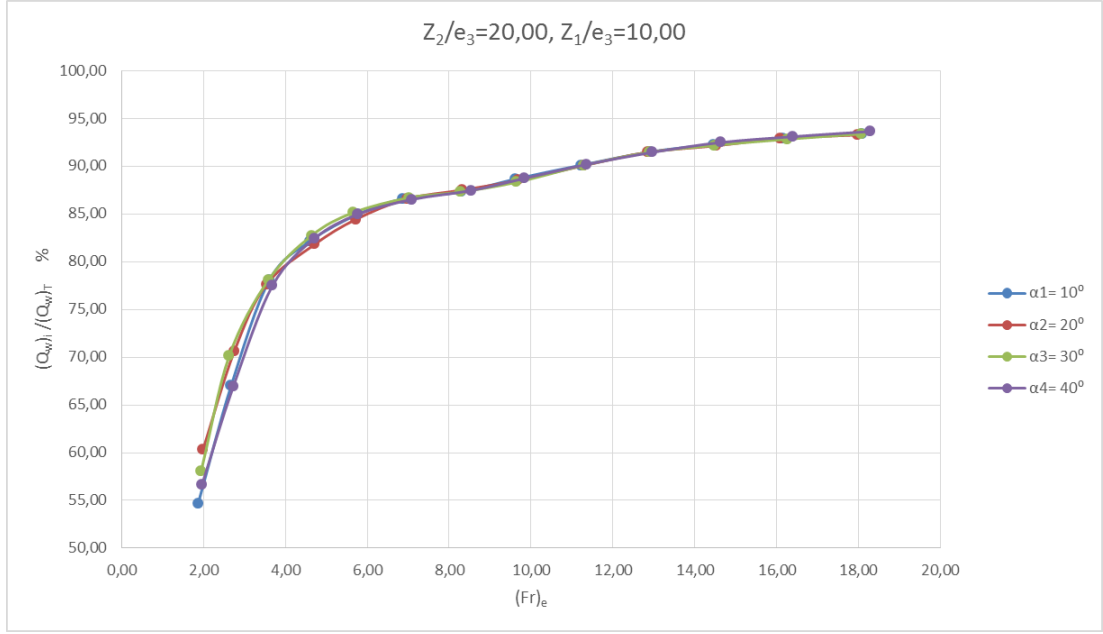
Şekil 3.32 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



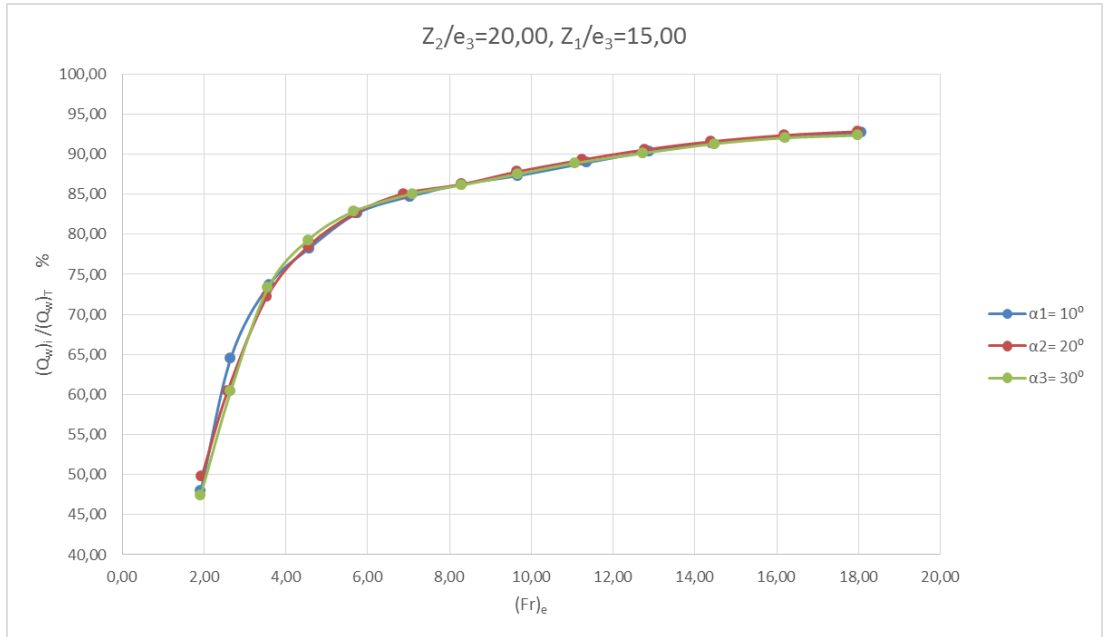
Şekil 3.33 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)



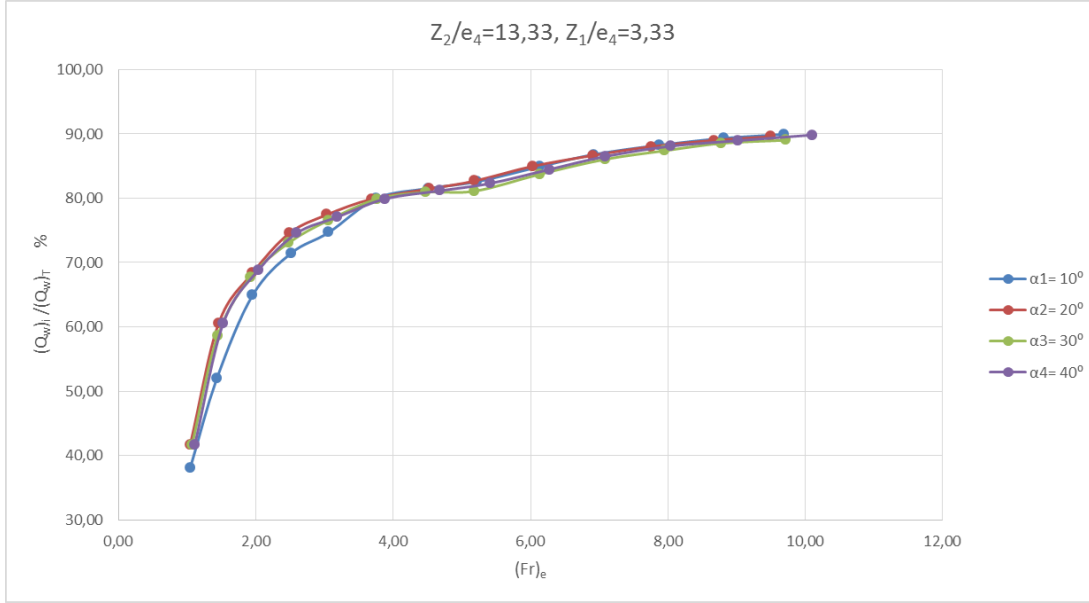
Şekil 3.34 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



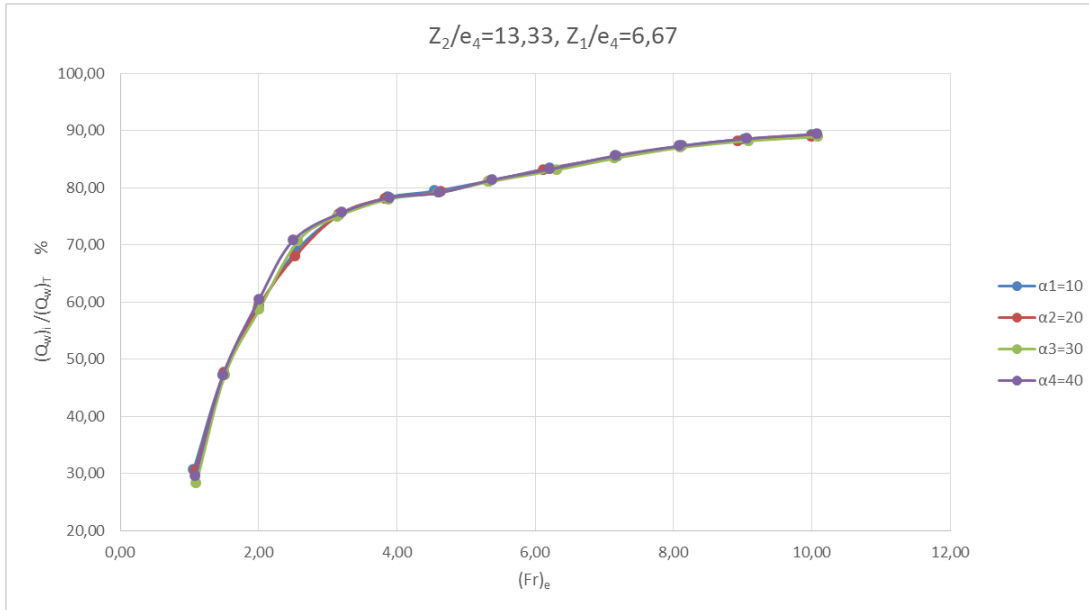
Şekil 3.35 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



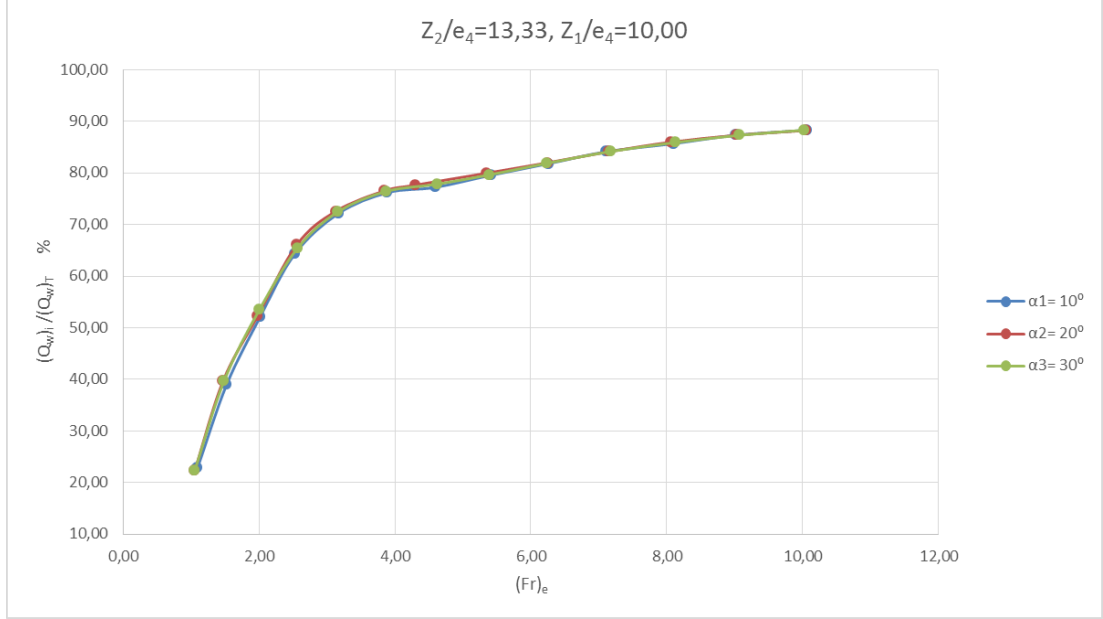
Şekil 3.36 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)



Şekil 3.37 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



Şekil 3.38 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm).



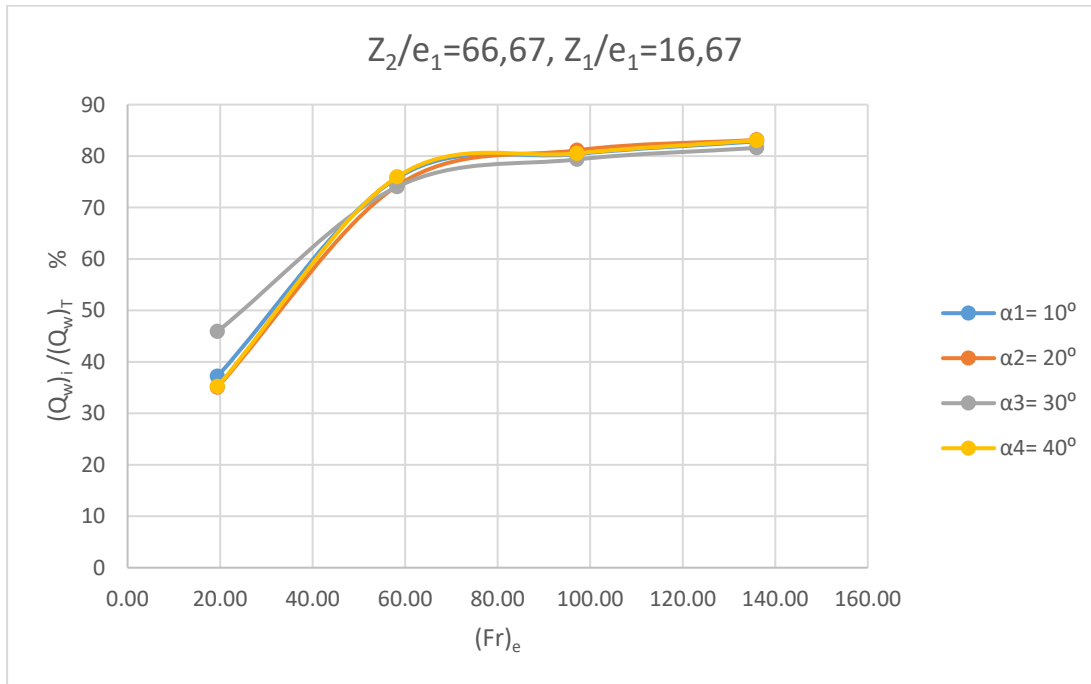
Şekil 3.39 Su alma veriminin $(Fr)_e$ ve α ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm).

3.6 A-2 Grubu Deneylerin (Katı madde ile yapılan) Sonuçları ve Analizi

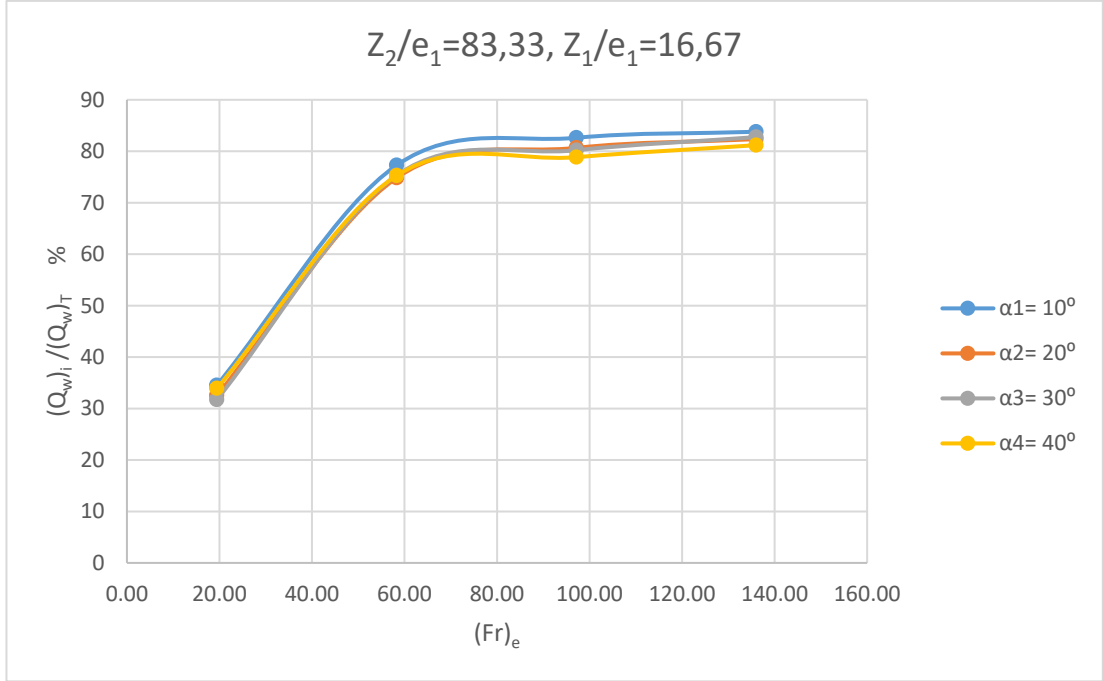
Bu grupta yer alan deneyler, 4 farklı ızgara tipinde, değişen Z_1/e_1 , Z_2/e_1 ve α değerleri için yapılmış ve ölçülen ve hesaplanan parametreler EK-2’ de tablolar halinde verilmiştir (Tablolar D.1-D.4). Bu deneylerin hepsinde sabit tutulan düşey sürgülü kapağın açıklığı 2 cm olarak alınmıştır. Yapılan ön deneylerde, malzeme grubunun dane çapı büyüklüklerine göre bu açıklığın en az 2 cm olması gerektiği tespit edilmiştir. Daha küçük açıklıklarda, kapak önünde katı madde birikimleri tespit edilmiş ve bunların mevcut kapak açıklığında tıkanmalara neden olabildiği gözlemlenmiştir. Dolayısı ile sistemden en az miktarda su kaybetmek için 2 cm açıklık deneylerde yeterli görülmüştür.

Deneyler sırasında sistemin toplama kanalına giren su debisi $(Q_w)_i$, katı madde kanalına giren su debisi de $(Q_w)_{sc}$ olarak ölçülmüş ve bu debilerin ana kanalın toplam debisi $(Q_w)_T$ ’ ye bölümüyle adı geçen kanala ait debi yüzdeleri bulunmuştur (EK-2; Tablolar D.1-D.4). Burada en önemli parametre “sistemin su alma verimi” olarak tarif edebileceğimiz $(Q_w)_i/(Q_w)_T$ oranı olup bunun $(Fr)_e$ ve α ile değişimi test edilen

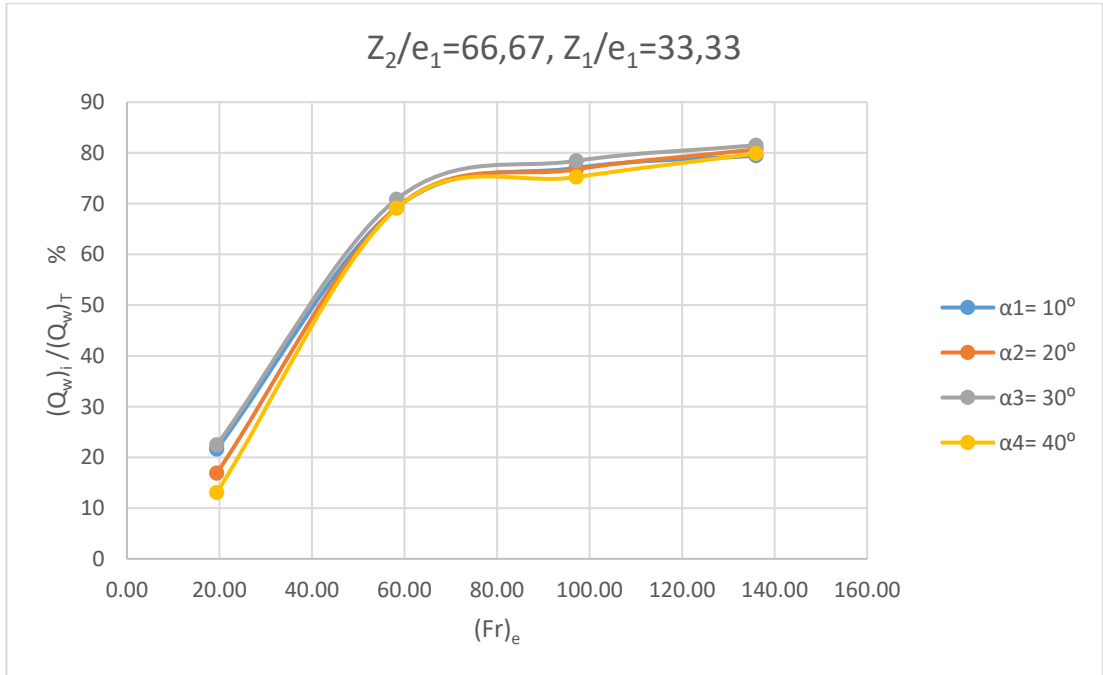
her bir ızgara tipi için Şekiller 3.40-3.53’ de gösterilmiştir. Bu şekiller açık olarak göstermektedir ki her bir ızgara tipinde ızgaranın “su alma veriminin” $(Fr)_e$ sayısı ile değişimi test edilen her bir α değeri için aynı trendi göstermektedir. Verilen bir $(Fr)_e$ sayısı için test edilen α değerleri ile “su alma verimi” nin hemen hemen değişmediği, bilhassa yüksek $(Fr)_e$ sayılarında söylenebilir. Küçük $(Fr)_e$ sayılarında, bunlar test edilen en küçük ana kanal debileri için geçerlidir, su alma verimleri en küçük değerlere sahipken, $(Fr)_e$ sayısı arttıkça, sistemin “su alma verimi” de artarak %80 ve bunun üzeri değerlere ulaşmaktadır. Küçük ana kanal debilerinde ızgaraya yaklaşan suyun çok büyük bir kısmı doğrudan “toplama kanal-1” in içine düşmekte ve burada yükselmeye fırsat bulamadan kapak altındaki açıklıktan “katı madde kanalı” na geçmektedir. Dolayısıyla bu gibi durumlarda ilgili tablolardan da görüleceği gibi $(Q_w)_{sc}$ değerleri yüksek çıkmaktadır.



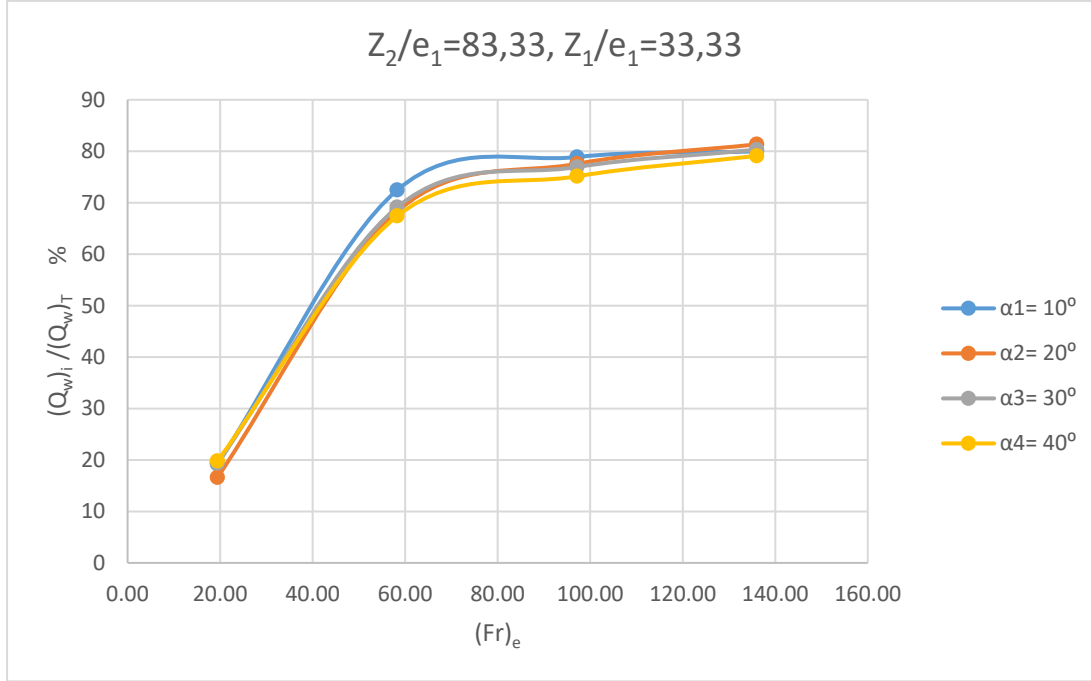
Şekil 3.40 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



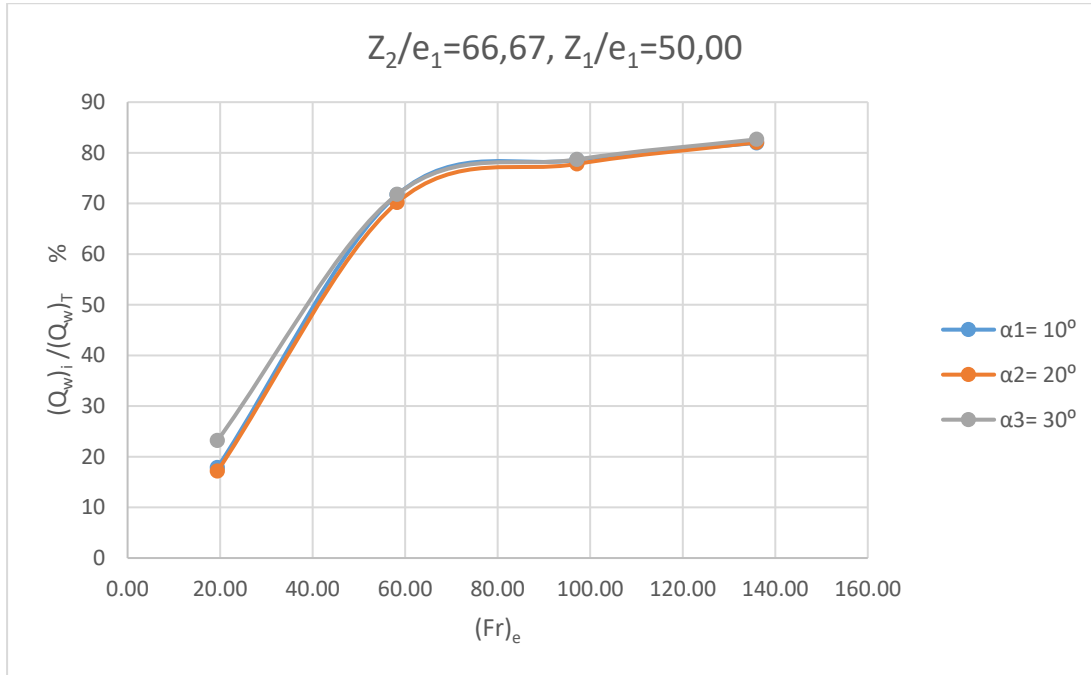
Şekil 3.41 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=5$ cm, $Z_2=20$ cm)



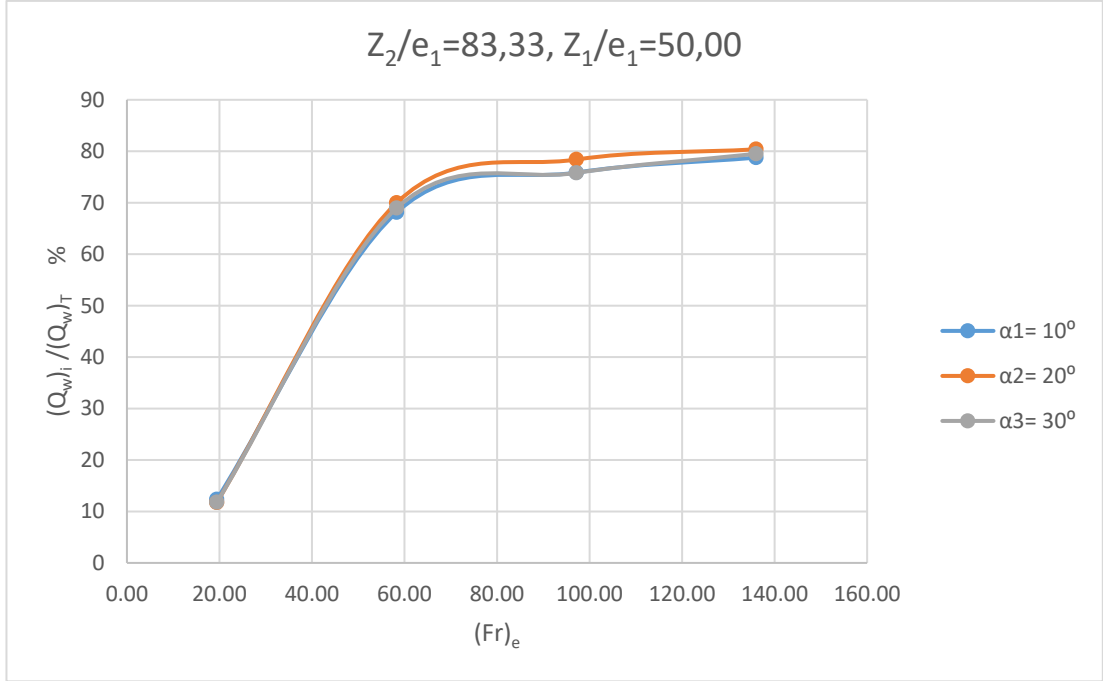
Şekil 3.42 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



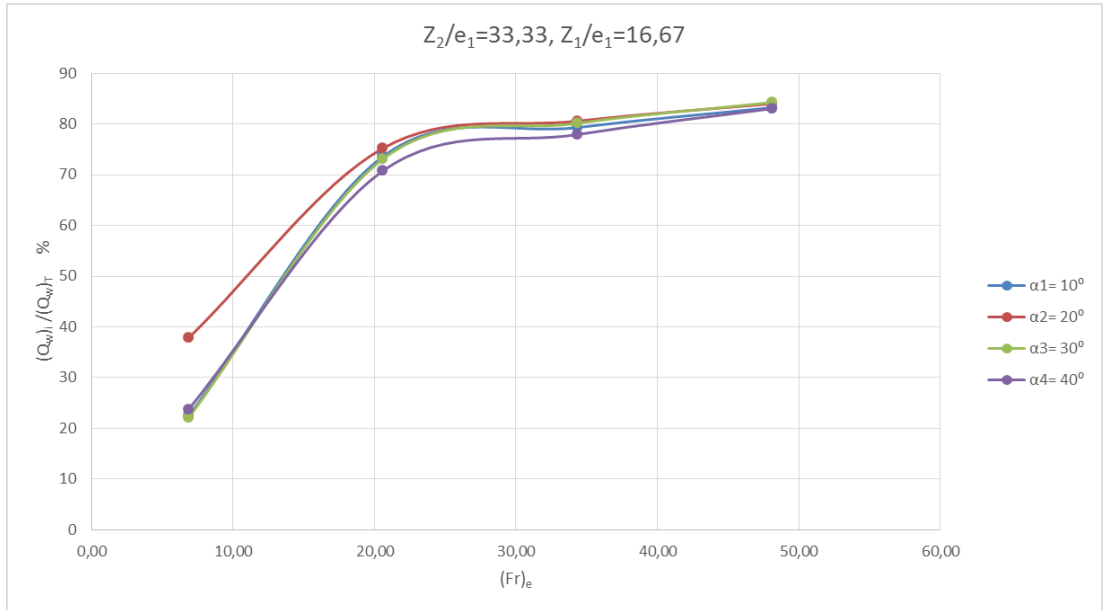
Şekil 3.43 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm)



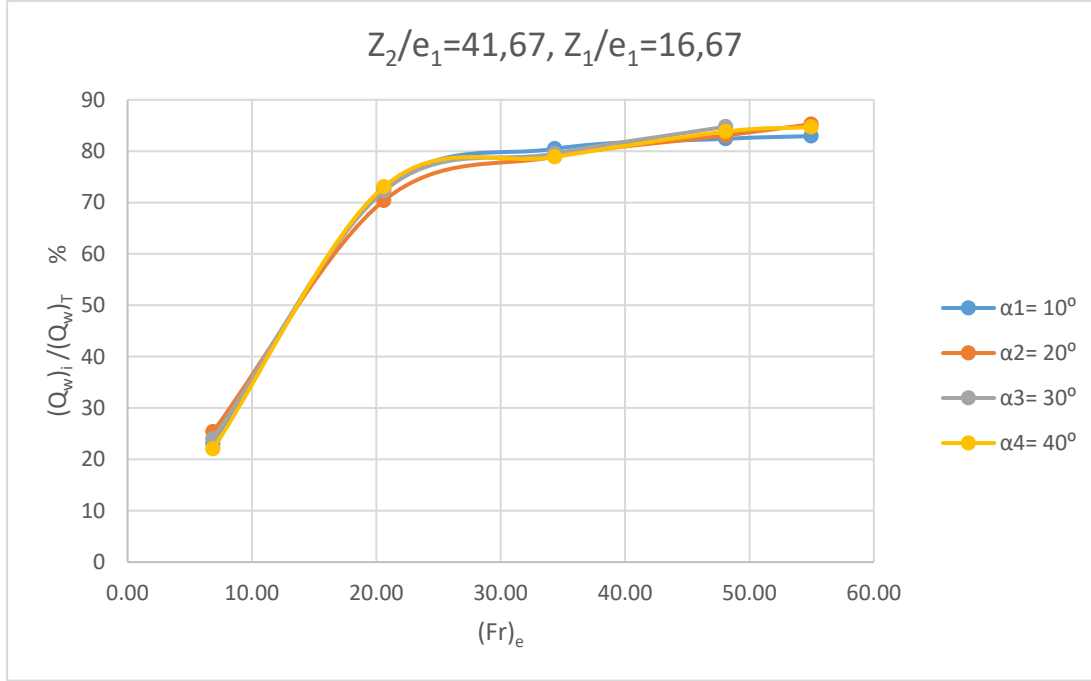
Şekil 3.44 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)



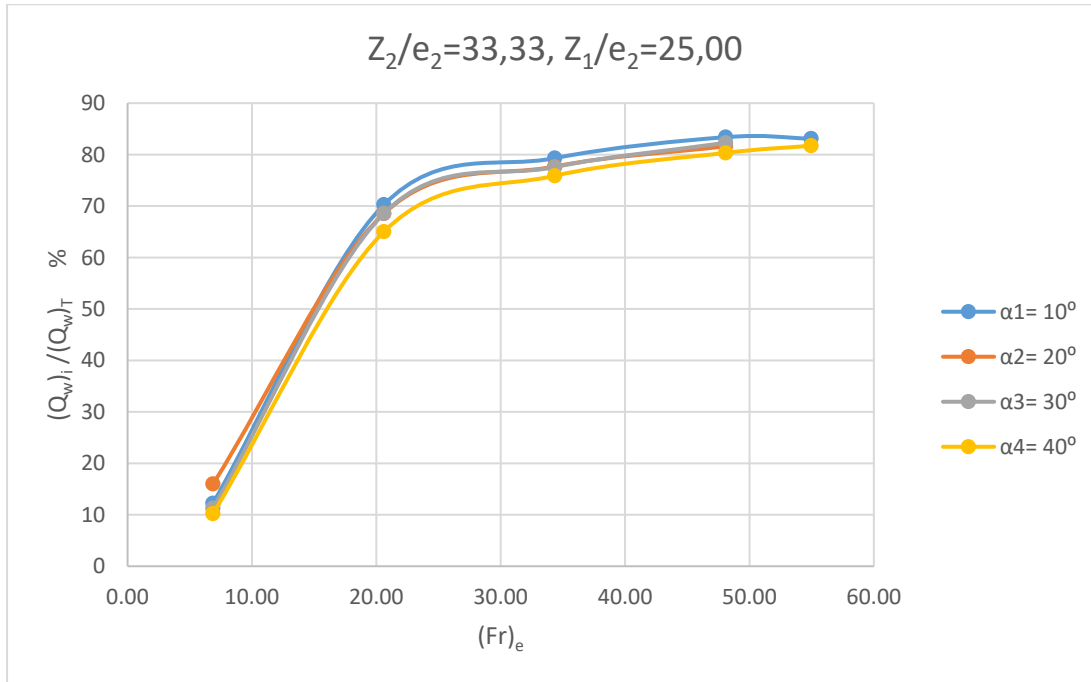
Şekil 3.45 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=25$ cm)



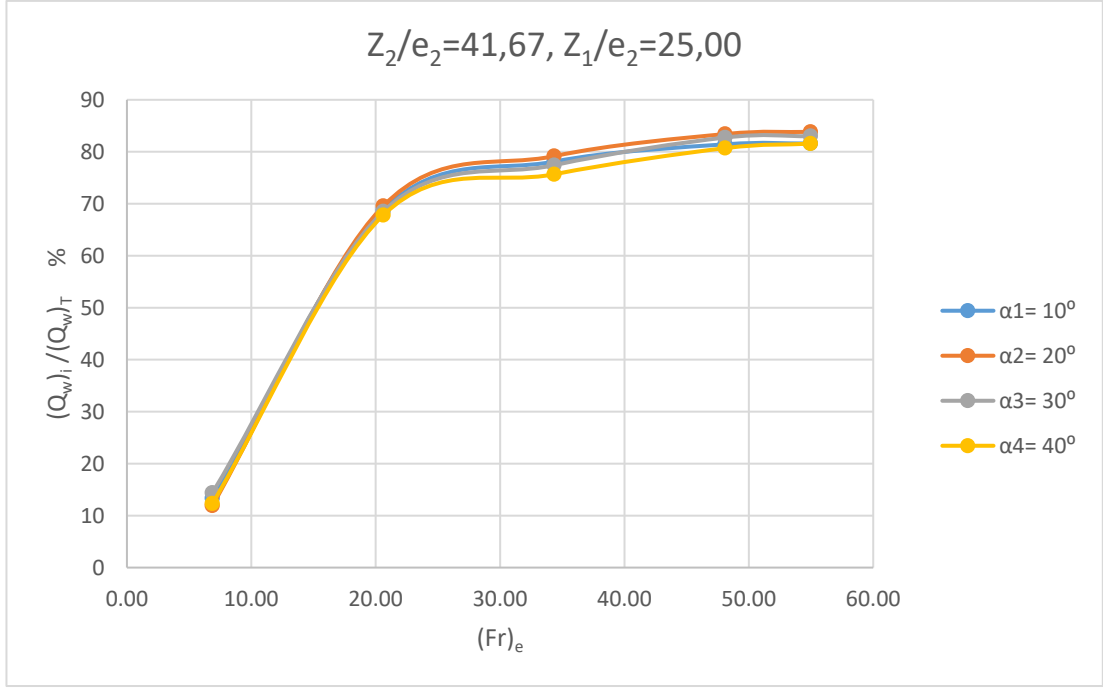
Şekil 3.46 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



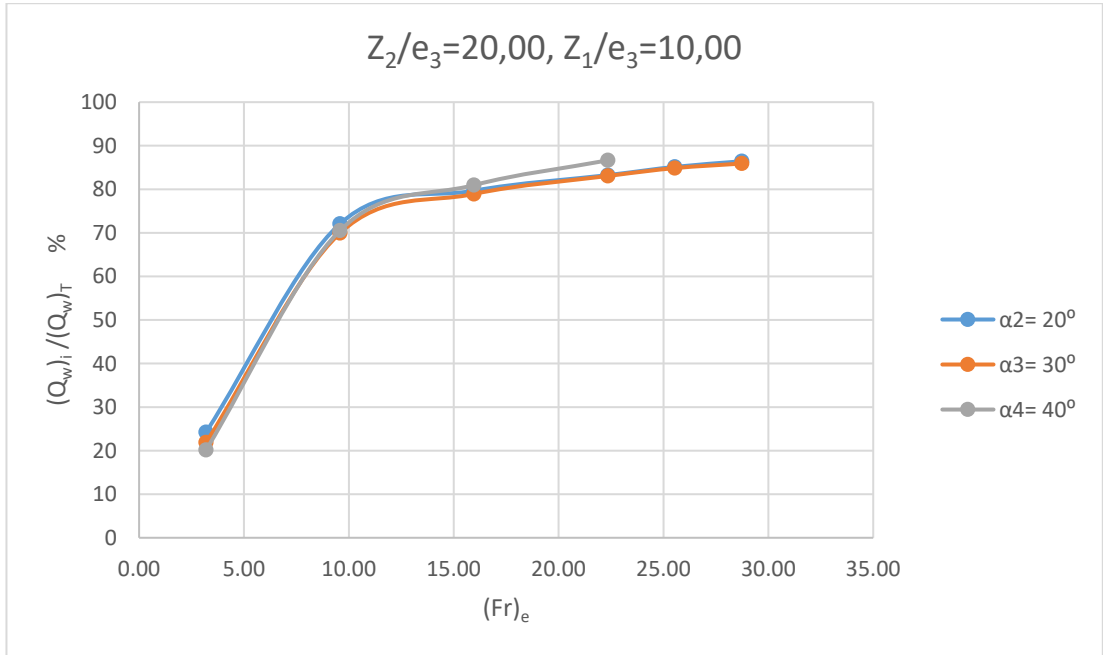
Şekil 3.47 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=25$ cm)



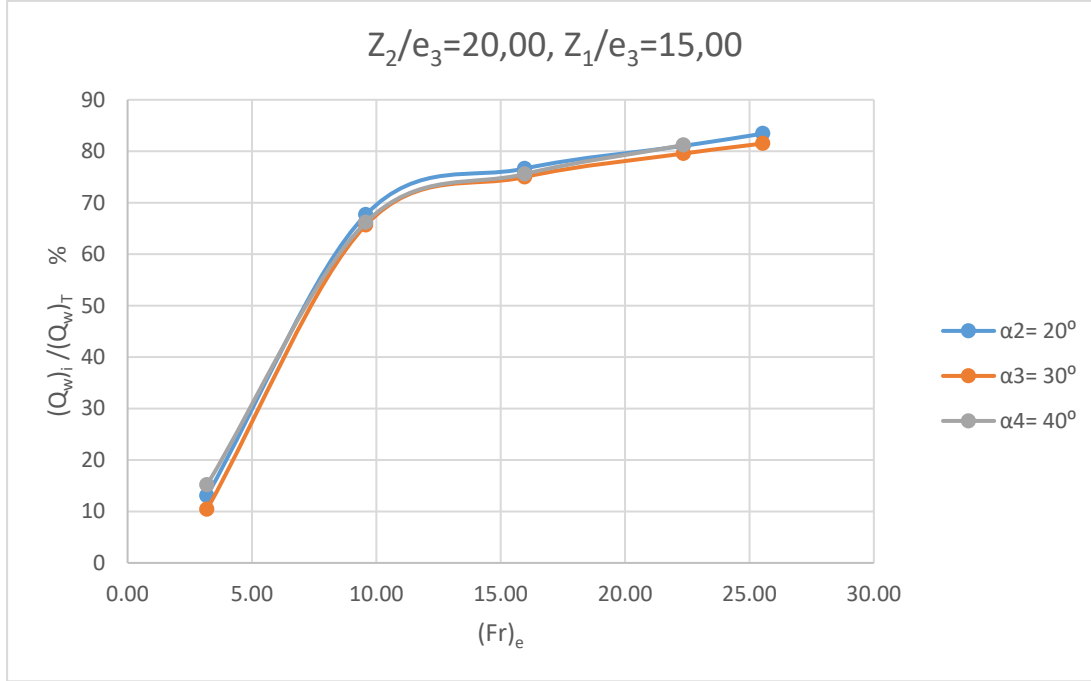
Şekil 3.48 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)



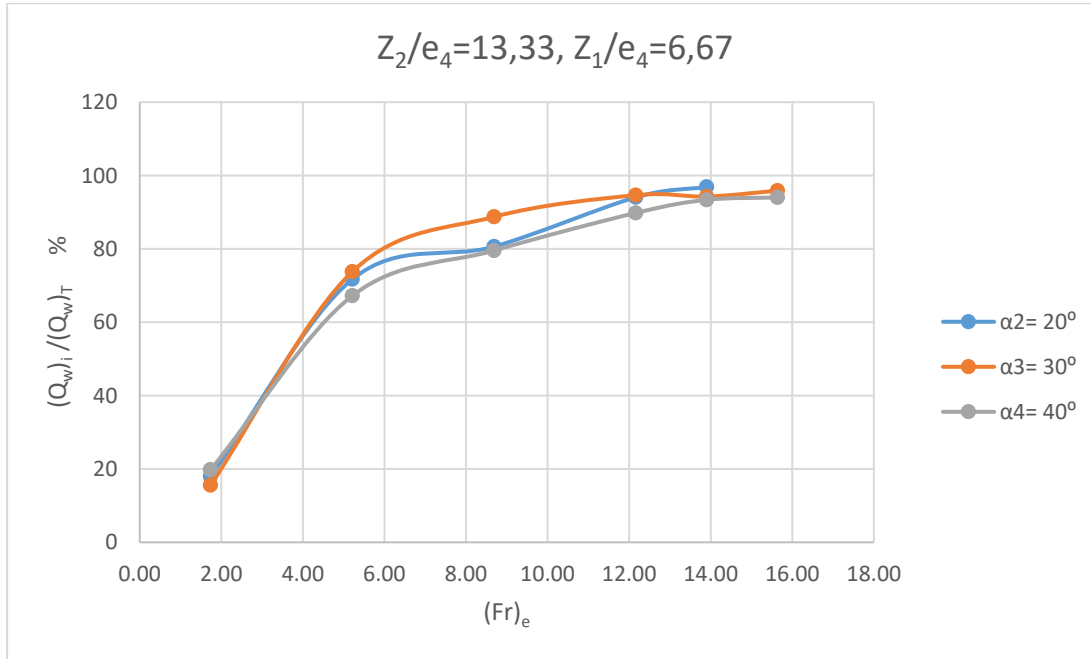
Şekil 3.49 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=25$ cm)



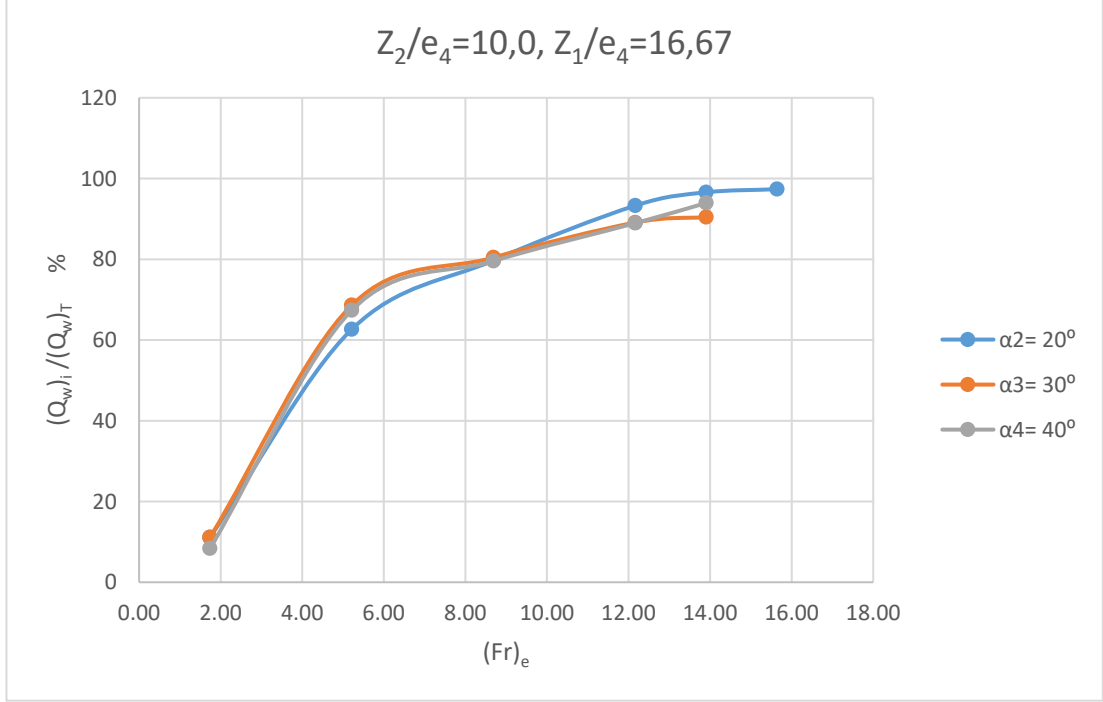
Şekil 3.50 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)



Şekil 3.51 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)

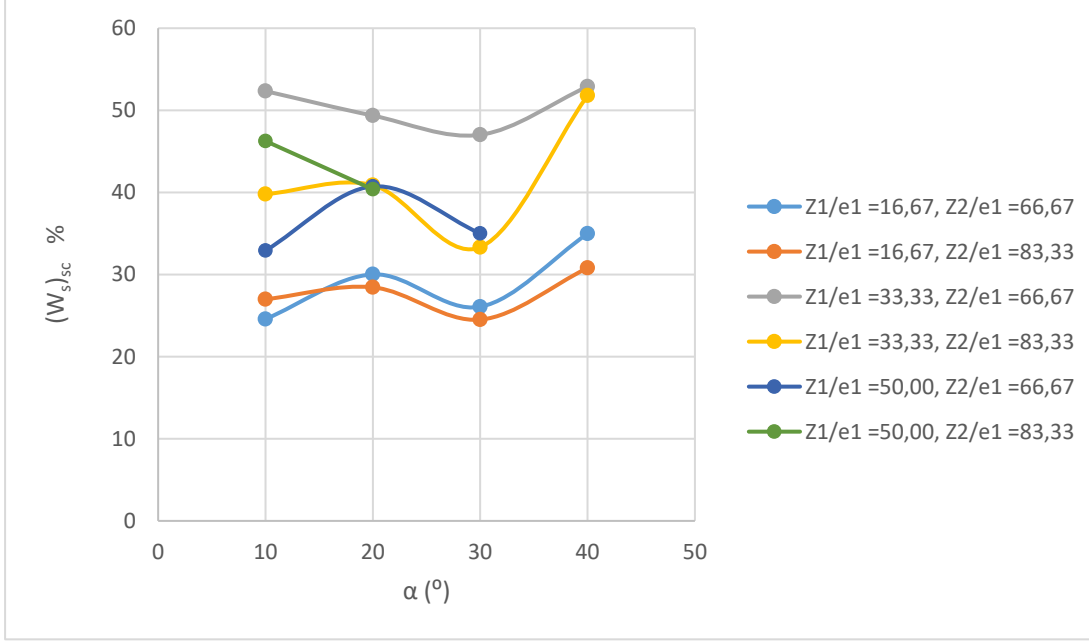


Şekil 3.52 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10$ cm, $Z_2=20$ cm)

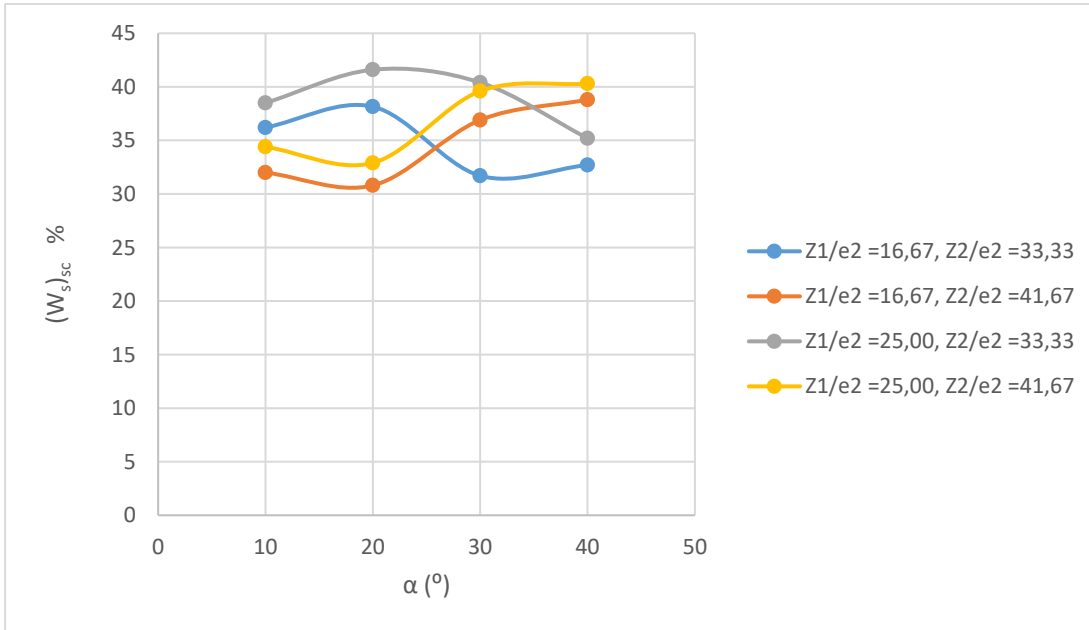


Şekil 3.53 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm)

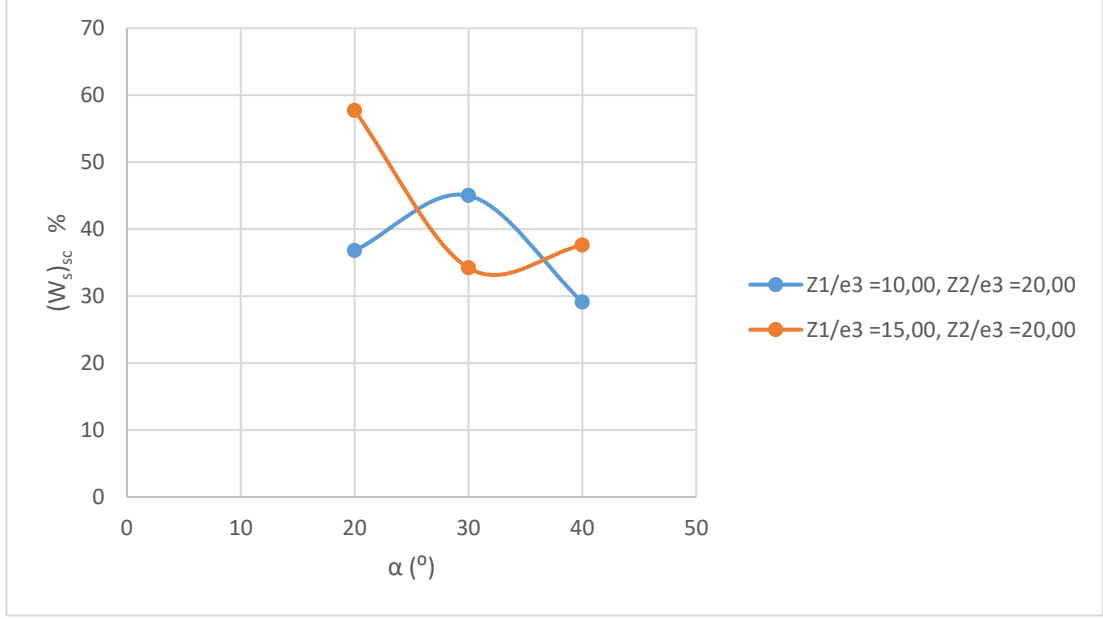
Bu grupta yer alan deneylerde test edilen ızgara tiplerine ait su alma verimleri ile birlikte toplama kanallarına ve buradan da su alma ve katı madde kanallarına geçen katı madde ağırlıkları ölçülmüş ve değerleri EK-2’ de ilgili tablolarda sunulmuştur (Tablolar D.1-D.4). Bu tablolarda verilen ve $(W_s)_{sc}$ sembolü ile gösterilen parametre; “katı madde kanalı” na geçen katı madde ağırlığının, ızgaradan geçerek “toplama kanalı” na gelen toplam katı madde ağırlığına bölünmesiyle elde edilen oran olup bundan sonraki analizlerde bu oranın en büyük olduğu durumlar araştırılacaktır. Şekiller 3.54-3.57 her bir ızgara tipi için $(W_s)_{sc}$ ’ nin α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimlerini göstermektedir.



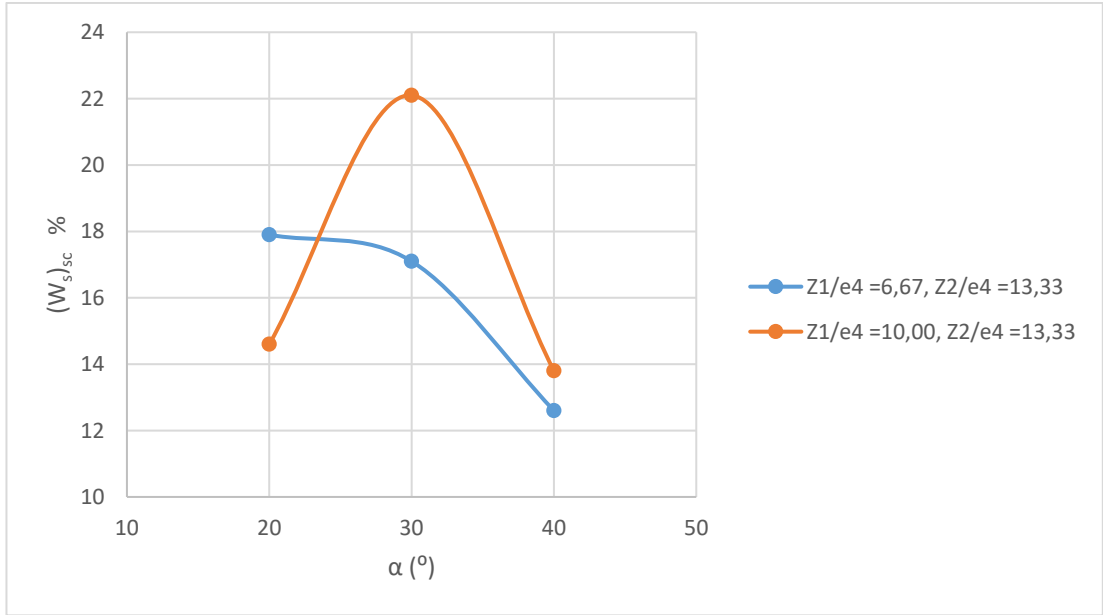
Şekil 3.54 "Kıta madde kanalı" na geöen kıta madde ağırlığının, ızgaradan geöerek "toplama kanalı" na gelen toplam kıta madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_1=3$ mm)



Şekil 3.55 "Kıta madde kanalı" na geöen kıta madde ağırlığının, ızgaradan geöerek "toplama kanalı" na gelen toplam kıta madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_2=6$ mm)



Şekil 3.56 “Kıatı madde kanalı” na geçen kıatı madde ağırlığının, ızgaradan geerek “toplama kanalı” na gelen toplam kıatı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_3=10$ mm)



Şekil 3.57 “Kıatı madde kanalı” na geçen kıatı madde ağırlığının, ızgaradan geerek “toplama kanalı” na gelen toplam kıatı madde ağırlığına oranının α , Z_1/e ve Z_2/e değerleri ile değişimleri ($e_4=15$ mm)

Şekil 3.54, $e_1=3$ mm' lik ızgara için ilgili değerlerin birbirleriyle değişimini göstermekte olup bunların içinde en yüksek $(W_s)_{sc}=\% 52,9$ değerini veren parametreler; $\alpha=40^\circ$, $Z_1=10$ cm ve $Z_2=20$ cm' dir. Burada $Z_1=15$ cm iken $\alpha=40^\circ$ ile deneylerin yapılmamasının nedeni, “bölme levhası” ile “yönlendirme levhası” arasında çok az bir mesafenin kalması ve buradan “toplama kanalı-1”deki suyun “toplama kanalı-2” ye geçişinin zor olmasıdır. Şekil 3.55 $e_2=6$ mm' lik ızgaraya aittir ve burada da en yüksek $(W_s)_{sc}=\%41,6$ değerini veren parametreler; $\alpha=20^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm' dir. Şekil 3.56, $e_3=10$ mm' lik ızgara için çizilmiştir ve burada da en yüksek $(W_s)_{sc}=\% 57,7$ değerini veren parametreler; $\alpha=20^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm' dir. Şekil 3.57, $e_4=15$ mm' lik ızgara için çizilmiştir ve burada da en yüksek $(W_s)_{sc}=\% 22,1$ değerini veren parametreler; $\alpha=30^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm' dir. Tablo 3.3' de ise test edilen ızgara tiplerine göre en büyük $(W_s)_{sc}$ değerleri özetlenmiştir.

Tablo 3.3 A-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri

e (mm)	3	6	10	15
α (°)	40	20	20	30
Z_1 (cm)	10	15	15	15
Z_2 (cm)	20	20	20	20
$(W_s)_i$ (%)	37	31,4	20,4	24,4
$(W_s)_{sc}$ (%)	52,9	41,6	57,7	22,1
$(W_s)_{cc}$ (%)	10,2	27	21,9	53,5

Yukarıda belirtilen tabloların ve ilgili şekillerin incelenmesi sonucunda, katı madde kanalına en fazla malzeme yönlendiren α , Z_1 ve Z_2 parametreleri test edilen her bir ızgara tipi için farklı değerler almakta ve çoğu durumda “toplama kanalı-1” in tabanında da oldukça fazla miktarda katı madde birikmesi görülmektedir. Neticede A-grubu kapsamında yapılan deneylerin sonuçlarının tatmin edici olmadığı kararına varılmış ve “toplama kanalı-1” in tabanının eğimi 6° ye çıkartılarak bu yeni sistemde B-Grubu deneyler yapılmıştır.

3.7 B-Grubu Deneylerin Sonuçları ve Analizi

A-2 Grubunda yapılan deneylerin hepsi burada da tekrarlanmış ve ölçülen ve hesaplanan parametreler EK-2’ de tablolar halinde sunulmuştur (Tablolar E.1-E.4). “e” değerleri 3 mm, 6 mm ve 10 mm olan ızgaralarla yapılan deneylerde düşey kapak açıklığı T=2 cm iken, e=15 mm olan ızgarada bu açıklığın yeterli olmadığı, kapak önünde katı madde toplanması olduğu gözlenmiş ve bu son ızgara tipi için T değeri 3 cm olarak alınmıştır. Bu yeni sistem üzerinde yapılan ön deneylerden, $\alpha=30^\circ$ ve 40° lik yönlendirme levhası açılarının diğer açılardan daha iyi neticeler verdiği tespit edilmiş ve bu neden e=15 mm’ lik ızgara hariç, diğer ızgaralarla bu açılar test edilmiştir. Bu kapsamda yapılan deneyler için ilgili şekiller çizilmemiş ve değerlendirmeler deney sonuçlarının verildiği tablolar üzerinde yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda sistemin “katı madde kanalı” na en fazla katı madde gönderildiği durumlara ait parametreler Tablo 3.4’ te sunulmuş ve bunların kısa bir özeti aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.4 B-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri

e (mm)	3	6	10	15
α ($^\circ$)	40	30	30	40
Z_1 (cm)	15	15	10	15
Z_2 (cm)	20	20	20	20
$(W_s)_i$ (%)	34	30,5	31,8	18,7
$(W_s)_{sc}$ (%)	63,8	58,7	52,8	69,0
$(W_s)_{cc}$ (%)	2,1	10,8	15,5	12,3

$e_1=3$ mm’ lik ızgarada en büyük $(W_s)_{sc}$ değeri %63,8 ve buna karşı gelen $(W_s)_{cc}=\%2,1$ olup, bu değerler; $\alpha=40^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm için elde edilmiştir.

$e_2=6$ mm’ lik ızgarada en büyük $(W_s)_{sc}$ değeri %58,7, buna ait $(W_s)_{cc}=\%10,8$ olup, bu değerler; $\alpha=30^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm için elde edilmiştir.

$e_3=10$ mm' lik ızgaranın deney sonuçlarına göre en büyük $(W_s)_{sc}=\%52,8$ ve buna ait $(W_s)_{cc}=\%15,5$ ' dir ve bu değerler de; $\alpha=30^\circ$, $Z_1=10$ cm ve $Z_2=20$ cm değerlerinden elde edilmişlerdir.

$e_4=15$ mm'lik son ızgaraya ait deney sonuçları ise en yüksek $(W_s)_{sc}=\%81$ ve buna ait $(W_s)_{cc}=\%10,8$ değerlerinin; $\alpha=20^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm' den elde edildiklerini göstermektedir.

Bu grup deneylerden tespit edilen en yüksek $(W_s)_{cc}$ değeri $\%29,6$ olup bu değer $e_4=15$ mm, $\alpha=30^\circ$, $Z_1=10$ cm ve $Z_2=20$ cm özelliklerine sahip sistemden elde edilmiştir. A-2 Grubu deneylerden elde edilen yüksek $(W_s)_{cc}$ değeri ise $\%42,4$ ile $e_4=15$ mm, $\alpha=30^\circ$, $Z_1=10$ cm ve $Z_2=20$ cm olan sistemden elde edilmiştir. Bu karşılaştırmalardan da görülmektedir ki, aynı akım şartlarında aynı ızgara ile yapılan deneylerde B-Grubunun deney sonuçları A-Grubundakilerden daha iyidir. Dolayısı ile “toplama kanalı-1” in taban eğiminin 4° ’ den 6° ’ ye çıkartılmasının, bu kanalın tabanında biriken katı madde miktarının oldukça azalmasına neden olduğu söylenebilir.

Bu grupta yapılan deney sonuçlarının da yeteri kadar iyi olmadığı düşünülerek, “toplama kanalı-1” in tabanına “bölme levhası” nın bulunduğu yöne doğru 6° ’ lik yanal eğim verilmiş ve bu durumda yapılan deneyler C-Grubu deneyler olarak isimlendirilmiştir.

3.8 C-Grubu Deneylerin Sonuçları ve Analizi

Bu grupta, “toplama kanalı-1” in yeni taban eğiminin akım ve katı madde hareketi üzerindeki etkilerini gözlemlemek için sadece $e_1=3$ mm olan ızgara ile $\alpha=30^\circ$ ve 40° için deneyler yapılmıştır. Daha önceki gözlemlerden edinilen kanaate göre $\alpha=30^\circ$ ve 40° ’ nin diğer açılara nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Burada da deney sayısı sınırlı olduğu için elde edilen veriler grafikler halinde çizilmemiş, EK-2’ de Tablo F olarak sunulan veriler değerlendirilmiştir. Bu tablo ile; $\alpha=30^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm ile $\alpha=40^\circ$, $Z_1=10$ cm ve $Z_2=20$ cm durumlarının, ki bunlarda kullanılan toplam katı madde miktarı $(W_s)_T=100$ kg’ dır, neticeleri ile bu deneylere

karşı gelen ve B-Grubu deneylerde yer alan deneylerin sonuçları, ki bunlarda kullanılan $(W_s)_T$ değerleri de 100 kg' dır, karşılaştırıldıklarında şu değerlendirme yapılabilir: Benzer şartlar altında yapılan deneylerden $e_1=3$ mm ve $\alpha=30^\circ$ için B-Grubu deneyde “su alma kanalı” içine ana kanaldan gelen toplam katı madde miktarının %34,9' u girerken bunun %64,4' ü “katı madde kanalı” na geçmekte ve %0,8' i “toplama kanalı” içinde birikmektedir. Bu deneye karşı gelen C-Grubunda ise, “su alma kanalı”na ana kanaldan gelen katı maddenin %41,17'si, “katı madde kanalı” na %50,33'ü gitmekte ve %0,7' si ise “toplama kanalı” içinde kalmaktadır. $e_1=3$ mm ve $\alpha=40^\circ$ ye ait deney sonuçları da EK-2'de Tablo F'de verilmiştir. Bu karşılaştırmalarda göstermektedir ki B-Grubu deney sonuçları C-Grubuna göre daha kabuledilebilirdir.

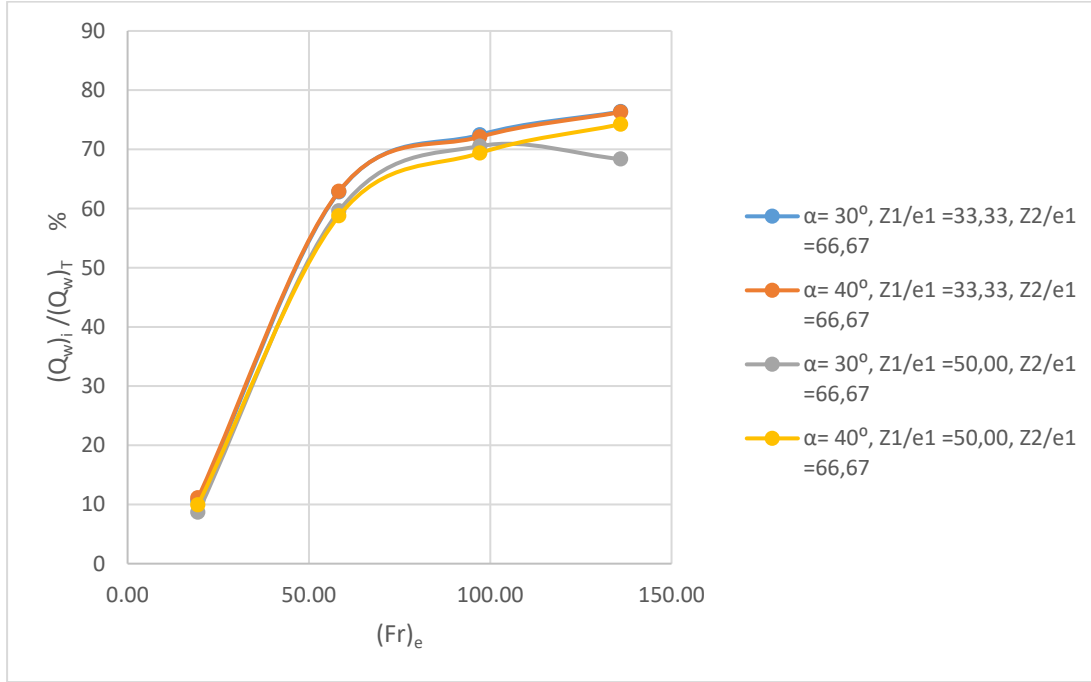
Bu aşamaya kadar yapılan deneylerin sonuçları ve gözlemler göz önüne alınarak, “toplama kanalı” tabanında yapılacak son bir düzenleme ile daha iyi sonuçların elde edilebileceği kanaati oluşmuş ve bu nedenle D-Grubu deneyler yapılmıştır.

3.9 D-Grubu Deneylerin Sonuçları ve Analizi

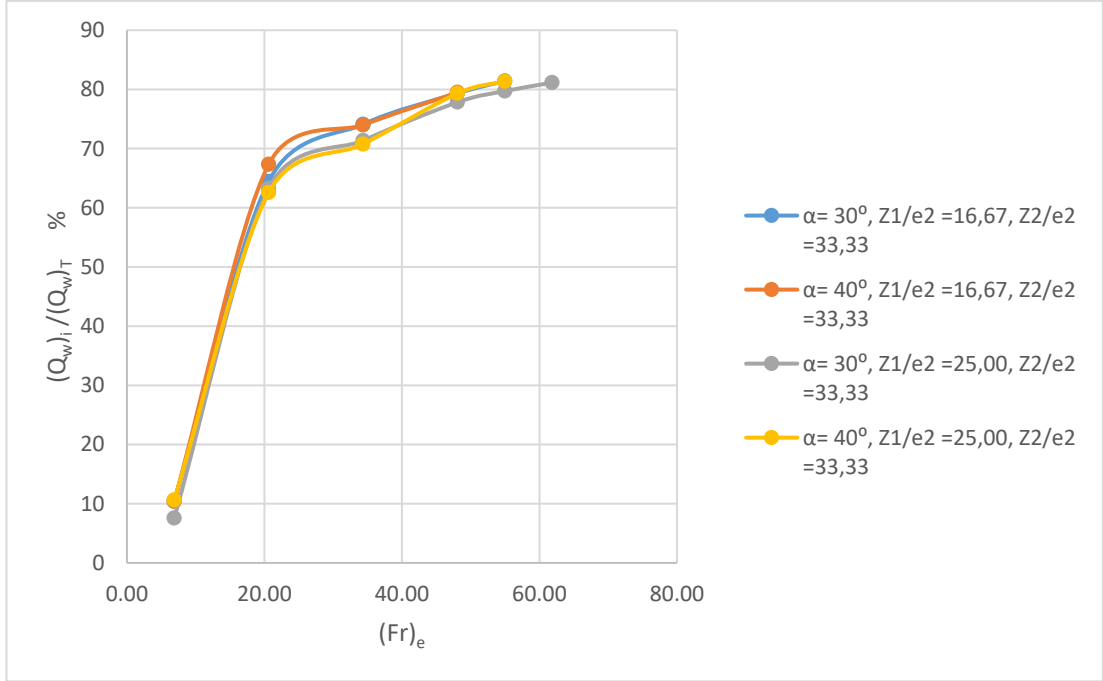
Bu gruptaki deneyler, daha önceden de açıklandığı gibi “toplama kanalı-1” in tabanına, C-Grubundaki taban değişikliğinin aksi yönünde, “bölme levhası” ndan başlayan ve bunun karşısındaki kanal taban kenarına doğru azalan 6° lik yanal bir eğim verilmiştir. “Toplama kanalı-1” in akım doğrultusundaki taban eğimi önceden olduğu gibi 6° olarak korunmuştur. Bunun sebebi ise, yönlendirme levhası üzerinden “toplama kanalı-1” e yönlendirilen su ve katı maddenin bu kanal içerisinde bir çevrinti yaratarak akım içinde bulunan katı maddeyi “bölme levhası” tarafına ötelemesine mani olmaktır. Bu yeni yan eğim sayesinde “bölme levhası” boyunca kanal içinde önemli bir katı madde birikimi olmayacak ve bu malzemeler kanal boyunca mevcut olan eğimi takip ederek düşey kapak altındaki açıklıktan “katı madde kanalı” na doğru yönlendirileceklerdir. Bu şekilde revize edilmiş olan sistemde yapılan D-Grubu deneylerin ölçülen ve hesaplanan verileri EK-2' de tablolar halinde sunulmuştur (Tablolar G.1-G.4).

Bu kapsamda yapılan deneylerde; önceki deneylerden edinilen bilgiler göz önüne alınarak, $\alpha=10^\circ$ ve $Z_1=5$ cm için deneyler yapılmamıştır. Yönlendirme levhası açısı $\alpha=10^\circ$ ve bölme levhası yüksekliği $Z_1=5$ cm' nin, bu parametrelerin α ve Z_1 ' in test edilen diğer değerlerine kıyasla iyi neticeler vermemeleri sebebi ile deney sayısında kısıtlamaya gidilmiştir.

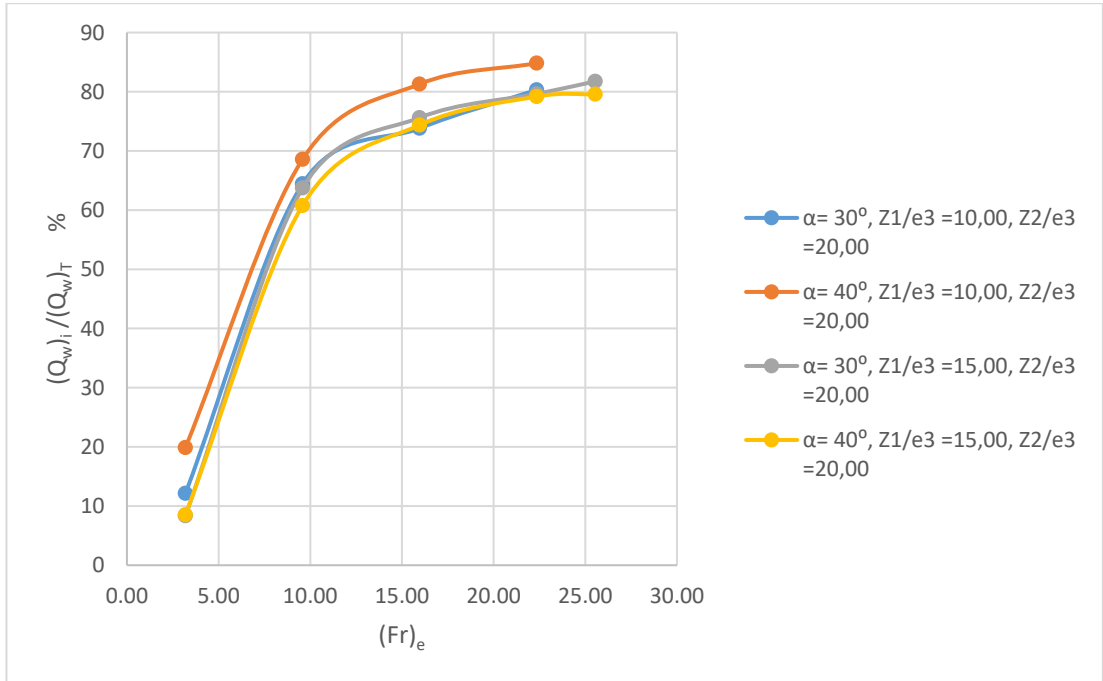
Izgaraların “su alma verimleri” nin “ $(Fr)_e$ ” sayısı ile değişimleri Şekiller 3.58-3.61’ de verilmiştir. $(Fr)_e$ sayısının test edilen aralığı boyunca “su alma verimleri” nin verilen bir $(Fr)_e$ sayısı için genel olarak α ile önemli bir değişim göstermediği söylenebilir. Bununla beraber, $(Fr)_e$ sayısının artan değerlerinde $\alpha=40^\circ$ ’ nin $\alpha=30^\circ$ ’ ye nazaran biraz daha yüksek “su alma verimleri” verdiği ifade edilebilir.



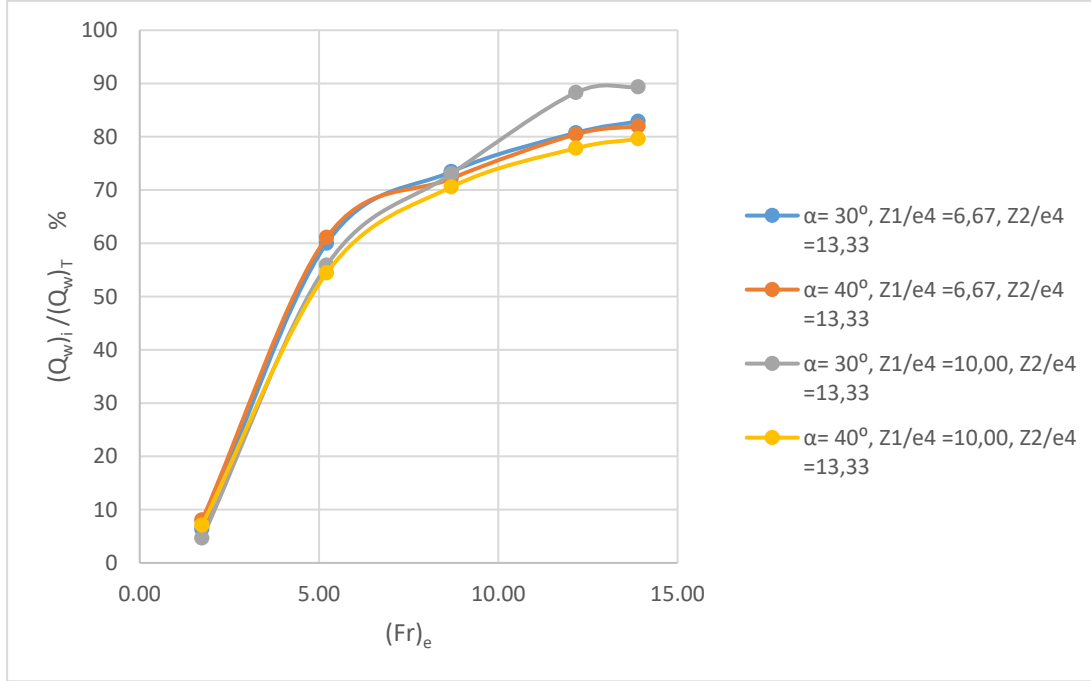
Şekil 3.58 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_1=3$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10-15$ cm, $Z_2=20-25$ cm)



Şekil 3.59 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_2=6$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10-15$ cm, $Z_2=20-25$ cm)



Şekil 3.60 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_3=10$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=10-15$ cm, $Z_2=20-25$ cm)



Şekil 3.61 Su alma veriminin $(Fr)_e$, α , ile değişimi
($e_4=15$ mm, $L=70$ cm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20-25$ cm)

EK-2’ de verilen ilgili (Tablolar G.1-G.4) incelenmesi neticesinde, test edilen her bir ızgara tipi için bulunan ve “katı madde kanalı” na en fazla malzeme ileten sistem elemanlar Tablo 3.5 de gösterilmiştir.

Tablo 3.5 D-Grubu deneylerde katı madde kanalına en fazla katı madde ileten sistem parametreleri

e (mm)	3	6	10	15
α (°)	40	40	40	40
Z_1 (cm)	15	15	15	15
Z_2 (cm)	20	20	20	20
$(W_s)_i$ (%)	24,1	21,0	27,0	15,8
$(W_s)_{sc}$ (%)	75,0	68,0	63,0	63,0
$(W_s)_{cc}$ (%)	1,2	11,0	9,7	22,8

Bu tablo özet olarak şunu göstermektedir: Test edilen her bir ızgara tipi için $\alpha=40^\circ$, $Z_1=15$ cm ve $Z_2=20$ cm yeni sistemin amacına uygun en ideal parametre değerleri olup bu durumda “katı madde kanalı” na giden ve “toplama kanalı-1” içinde kalan

katı maddelerin toplamı, denenen diğer durumlara göre en yüksek değerleri vermektedir.

Ana kanaldan gelerek ızgara altına geçen toplam katı maddenin test edilen ızgara özelliklerine göre “su alma kanalı” na gönderdiği ve geriye kalan katı madde oranları aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3.6 Test edilen ızgaralardan geçerek ilgili kanallara yönlendirilen katı maddelerin toplama kanallarına giren toplam katı madde miktarına oranları

e (mm)	3	6	10	15
α (°)	40	40	40	40
Z ₁ (cm)	15	15	15	15
Z ₂ (cm)	20	20	20	20
Su alma kanalına yönlendirilen katı madde oranı (%)	24	21,0	27,0	15,8
Katı madde kanalına giden ve “toplama kanalı-1” de biriken katı madde oranı (%)	76	79,0	73	84

Tablo 3.6’ dan da görüldüğü gibi $\alpha=40^\circ$, Z₁=15 cm ve Z₂=20 cm sistemin en iyi şartlarda çalışmasını sağlayan parametrelerdir. Bu durumda, test edilen ızgaraların hepsi de, ana kanaldan gelerek ızgara altına geçen katı maddenin en az %72,7’ sini doğrudan ana kanalın mansabına yönlendirmekte ve su alma kanalının memba kısmında bulunan çökeltme havuzuna geriye kalan katı madde, %27, geçebilmektedir. Eğer Tirol tipi savakta bu çalışma kapsamında yapılan değişiklikler yapılmamış olsaydı, ızgara altına geçen katı maddenin tamamı çökeltme havuzuna gidecek ve oranın çok daha kısa bir zaman süresinde dolmasına neden olacaktı.

3.10 Genel Değerlendirme

Bölüm 3.9’ da belirlenen ve mevcut sistem için en ideal değerler olarak ifade edilen α , Z₁ ve Z₂ parametrelerinin benzer bir çalışma için genelleştirilmesi gerekir. Bu nedenle boyutsuz olan α ’ nın dışındaki diğer iki parametrenin de mevcut sistemin diğer boyutları göz önüne alınarak boyutsuz hale getirilmesi uygun olacaktır. Yönlendirme levhasının amacı, “toplama kanalı-2” nin üzerini kapatarak yukarıdan

gelen su ve katı madde akımını “toplama kanalı-1” e yönlendirmek olduğundan ve Z_1 de adı geçen bu iki toplama kanalının ortak ara duvarının yüksekliğini teşkil ettiğinden; her iki parametrenin de “toplama kanalı-1 ve 2” nin eni olarak ifade edebileceğimiz “B” ye oranını alarak mantıklı bir değerlendirme yapmış olabiliriz. Bu durumda önerilecek yeni boyutsuz büyüklükler: $Z_1/B=15/45=0,33$ ve $Z_2/B=20/45=0,44$ olacaktır.

Bu çalışma neticesinde elde edilen ve yukarıda ifade edilen boyutsuz parametreler kullanılarak; ki bunlar $3/70 \leq e/L \leq 15/70$, $\alpha=40^\circ$, $Z_1/B=0,33$ ve $Z_2/B=0,44$, tasarlanacak olan bir Tirol tipi savak, klasik Tirol tipi savaktan çok daha verimli çalışacaktır.

BÖLÜM 4

BİRİNCİ VE İKİNCİ ÇALIŞMANIN SONUÇLARI VE ÖNERİLER

Birinci çalışmada, Tirol tipi savakların su alma verimleri ve katı madde alma oranlarının, ızgaranın eğim açısı, ızgara uzunluğu ve ızgara çubuk aralığı gibi geometrik parametrelerin etkisi ile değişimi araştırılmıştır. Boyut analizi kullanılarak su alma verimi ve C_d için ifadeler türetilmiş ve bunların ilgili boyutsuz parametrelerle değişimleri sunulmuştur.

Birinci çalışma kapsamında yapılan deneysel çalışmaların analizlerinden ve bunların daha önceki benzer çalışmaların sonuçları ile birlikte değerlendirilmesinden şu sonuçlar çıkarılabilir;

- Tirol tipi savakların su alma verimi ve debi katsayısı, boyut analizi yapılarak elde edilen boyutsuz parametrelerin $[(F_r)_e, L/e, e/a$ ve $\theta]$ fonksiyonu olarak sunulmuştur.
- Bir Tirol tipi ızgaranın su alma verimi, e/a ve θ değeri bilinen bir ızgarada, L/e ve $(F_r)_e'$ ye bağlı olup verilen bir L/e değeri için su alma verimi, $(F_r)_e$ değeri arttıkça azalır.
- Çubuk aralığı, L/e ve $(F_r)_e$ değerleri verilen bir ızgara için, ızgara eğimi (θ) arttıkça, su alma verimi ilk olarak yaklaşık 15° değerine kadar azalır, sonra artar ve maksimum değerine ulaşır ve daha sonra hafifçe azalır.
- Belirli bir ana kanal debisi için ızgara eğimi ve çubuk uzunluğu sabit kalırken ızgaranın çubuk aralığı arttıkça, su alma verimi artar.
- ızgara uzunluğu ve çubuk aralığı verilen bir Tirol tipi savak için, ızgara açısı arttıkça katı madde alma oranı $e_3=10$ mm' lik ızgaralar hariç kademeli olarak azalır. Test edilen en büyük çubuk aralığı değeri olan $e_3=10$ mm' lik ızgaralarda, katı madde alma oranı ızgara açısı ile neredeyse değişmez.

- Çubuk açıklığı ve ızgara eğimi sabit kalırken ızgaranın uzunluğu arttırılırsa, sistemin katı madde alma oranı artar.
- Ana kanal tarafından taşınan taban malzemesi, ızgara çubukları arasındaki açıklıkları tıkararak Tirol savakların performansını ciddi şekilde etkiler ve ızgaraların su alma verimliliğinde azalmaya neden olur. Bu nedenle, pratikte, hesaplanacak ızgara çubuğu uzunlukları yaklaşık 1,2-1,3 emniyet faktörü ile çarpılmalıdır.
- Bu çalışma kapsamında test edilen Tirol savaklar ile Yılmaz (2010) ve Sahiner (2012) tarafından yapılan testlere dayanarak, bu çalışmalarda test edilen deneysel parametrelerin aralığı içinde, eğim açısı 22° - 25° olan ızgaralar, su alma verimi ve katı madde alma oranı değerleri için optimum koşulları sağlamaktadır.
- Gelecekte yapılacak çalışmalarda, benzer deneyler, farklı ızgara açıları, çubuk çapları, çubuk şekilleri ve katı madde taşıyan ve taşımayan çeşitli ana kanal debileriyle gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmaların sonuçları sayısal analizlerle desteklenmelidir. Bütün bu çalışmaların ardından, Tirol tipi savaklar için geniş kapsamlı değişkenler üzerinde daha detaylı tasarım çizelgeleri elde edilebilir ve bunlar pratik uygulamalarda kullanılabilir.

İkinci çalışma kapsamında 4 farklı grup adı altında yapılan deneylerin sonuçları irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir:

- Burada önerilen yeni Trol tipi savakların projelendirilmesinde ızgara eğimi $22^{\circ} \leq \theta \leq 25^{\circ}$ arasında seçilmeli ve kullanılacak ızgara boyu ise bilinen ana kanal debisine ve sisteme alınması düşünülen debi değerine ve tercih edilecek ızgara tipine, “e”, göre 1. Çalışma kapsamında verilen şekillerden elde edilebilir. Emniyetli tarafta olmak için hesaplanan ızgara boyu L'nin değeri %20-%30 fazla seçilerek alınması arzu edilen sistem debisi fazlasıyla temin edilebilir. Sisteme alınacak debinin bir kısmı “katı madde kanalı” na katı madde taşıdığı için geriye kalan ve “su alma kanalı” na geçen debi yeterli olacaktır.

- “Bölme levhası” yüksekliği olarak $Z_1=5$ cm yetersiz kalmıştır. Oldukça türbülanslı ve yanal doğrultuda çevrıntili akımların oluştuğu “toplama kanalı-1” in “toplama kanalı-2” ile ara duvar yüksekliğini oluşturan Z_1 değerinin olabildiğince yüksek olması gerekir. Bu sayede içersinde fazla miktarda katı madde bulunduran bu kanaldaki akım biraz olsun durulabilecek, iri katı maddeler kanal tabanına çökelme fırsatı bulacak ve dolayısıyla bu ara levhadan “toplama kanalı-2” ye “bölme levhası” üzerinden geçebilecek katı madde miktarı az olacaktır. Bu nedendir ki deneyler sonucunda en yüksek Z_1 değeri olan 15 cm en yüksek randımanı vermektedir.
- “Yönlendirme levhası” açısının 40° den ve uzunluğunun ise 25 cm veya daha fazla olması durumunda; bu levha ile “bölme levhası” nın üst kotu arasında kalan ve “toplama kanalı-1” deki suyun “toplama kanalı-2” ye geçmesine olanak veren boşluk alanı azalacak ve yeteri kadar su “su alma kanalı” na geçemeyecektir. $\alpha= 30^\circ$ durumundaki deney sonuçları da farklı Z_2 değerleri ile çok da kötü olmayan değerler vermelerine karşılık en ideal durumun $Z_2/B=0,44$ ve $\alpha= 40^\circ$ ile elde edildiği tespit edilmiştir.
- D-Grubu deneylerde “toplama kanalı-1” in tabanında, kullanılan ızgara tipine göre %1,2 ile %22,8 arasında katı maddenin biriktiğinin görülmüştür. Bu miktarları çok daha düşük değerlere çekebilmek için bu kanalın akım boyunca sahip olduğu 6° lik taban eğiminin ve hatta 6° lik yanal eğimin daha yüksek değerlerde olması gerekir. Bu durumda, mesela her iki yönde 10° lik taban eğiminde, bu kanal içinde katı madde hareketi daha hızlı olacak ve birikmeden kapak altından su ile beraber “katı madde kanalı” na yönlendirilebilecektir.
- Z_1 değerinin yüksek tutulmasının yanı sıra, “toplama kanalı-1” in genel olarak taban kotunun, “toplama kanalı-2” ninkinden daha aşağıda yapılması da, yani daha derin ve hatta genişliğinde “toplama kanalı-2” ninkinden fazla olması da bu kanal içerisindeki akımın türbülansını biraz daha azaltacak ve iri katı maddelerin büyük bir bölümü kanal tabanında hareket ederken sadece ince malzemeler yandaki kanala geçme şansına sahip olacaklardır. Bu

durumda “su alma kanalı” na doğru yönelecek katı madde miktarı oldukça azaltılabilir.

BÖLÜM 5

NÜMERİK ANALİZ VE PROSEDÜRÜ

5.1 Giriş

Flow 3D, hesaplamalı akışkanlar mekaniği çözümlerinde özellikle serbest yüzeyli akımların modellenmesinde yaygın olarak kullanılan bir programdır. Farklı problemlerin modellenmesi için; yüzey gerilimi, ısı transferi, oyulma, yeraltı suyu akımı, hava girişi, sıkıştırılabilir ve sıkıştırılamaz akımlar gibi çeşitli fiziksel modelleri içinde barındırır.

3 boyutlu akım bölgeleri süreklilik ve momentum denklemleriyle ifade edilir. Navier Stokes denklemleri akımın hareketini matematiksel olarak tanımlayan denklemlerdir. Hesaplamanın yapılacağı alan küçük hücrelere ayrılır ve Flow 3D her bir küçük hücrede bulunan akışkan elementleri için bu denklemleri çözer.

Hesaplamalı akışkanlar mekaniğinde serbest yüzeyli akımların modellenmesi için “Volume of Fluid Method (VOF)” Nichols ve Hirt (1975) tarafından geliştirilmiştir. Bu metotta iyileştirmeler Hirt ve Nichols (1981) tarafından yapılarak “TruVOF” yöntemi elde edilmiştir. Flow 3D, serbest yüzey çözümünde geliştirilmiş “TruVOF” tekniğini kullanmaktadır.

“TruVOF” metodunun yanı sıra Flow 3D, “FAVOR” metodunu kullanmaktadır. Bu metot ile çözümü yapılacak geometri küp şeklinde çözüm ağlarına ayrılır ve bu küpler FAVOR metoduyla program tarafından algılanarak akışkan dolu ve boş olan her bir hücrenin program tarafından algılanması sağlanır. Serbest yüzeyli akımları modellemek için serbest yüzeyin doğru şekilde izlenmesi gerekir. Bunun için “F” değeri tanımlanmıştır. “F” değeri her bir hücredeki akışkan miktarının tanımlanmasını sağlar. Örneğin tek akışkan tanımlı problemler için “F” akışkan

tarafından doldurulan hacim oranını gösterir. “F” değerinin “1” olması o hücrede akışkan varlığını gösterir. “F” değerinin “0” olması ise o bölgede akışkan olmadığını ifade etmektedir.

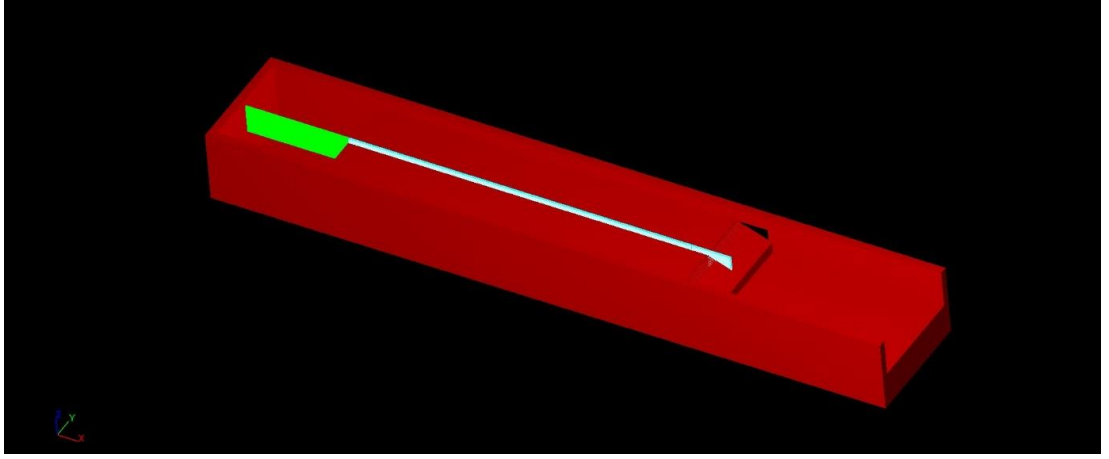
5.2 Simülasyon Prosedürü

“Autocad” üzerinde modellenecek olan 3 boyutlu geometri oluşturulduktan sonra çizim “stl” formatına dönüştürülmüştür. “Stl” uzantılı geometri dosyası Flow 3D programında açılarak geometrinin hesaplamaların yapılacağı alanı içeren kısmı üzerinde küp şeklinde çözüm ağları oluşturulur. Küp şeklinde çözüm ağlarının miktarının çok fazla olması simülasyonun uzun sürmesine sebep olmaktadır ve her zaman sağlıklı sonuç vermemektedir. Az miktardaki küp şeklindeki çözüm ağı sayısı ise gerçeklikten uzak sonuçların elde edilmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden küp şeklinde çözüm ağı oluşturma, hesaplamalı akışkanlar mekaniği yöntemlerinde dikkat gösterilmesi gereken bir husustur.

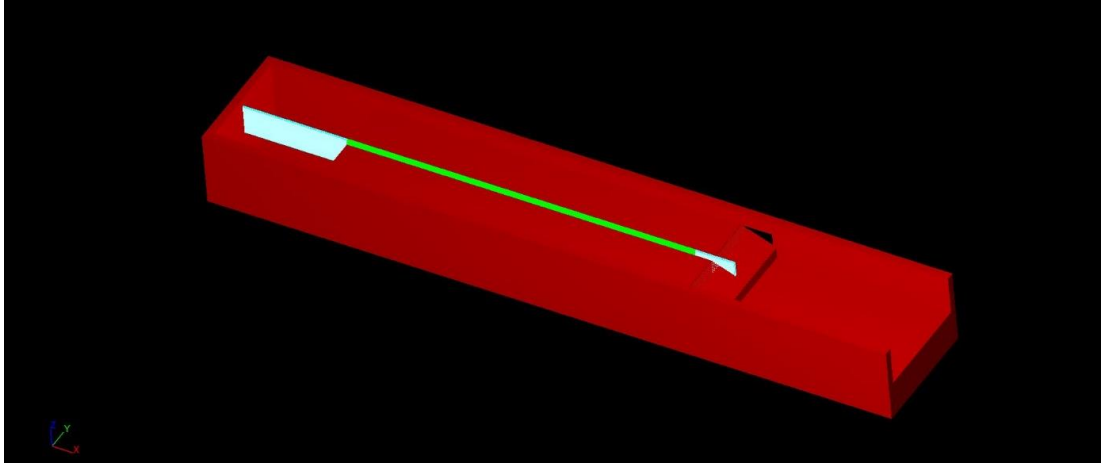
5.2.1 Birinci Çalışma için Simülasyon Prosedürü

Hesaplamalarda çözümün yapılacağı alan 3 farklı “çözüm ağı bloğuna” bölünerek hem toplam küp şeklindeki çözüm ağı sayısının azaltılarak sürenin kısaltılması hem de sağlıklı çözüm için gerekli miktarda küp şeklindeki çözüm ağının hesaplanacak geometride tanımlanması hedeflenmiştir (Şekiller 5.1-5.3).

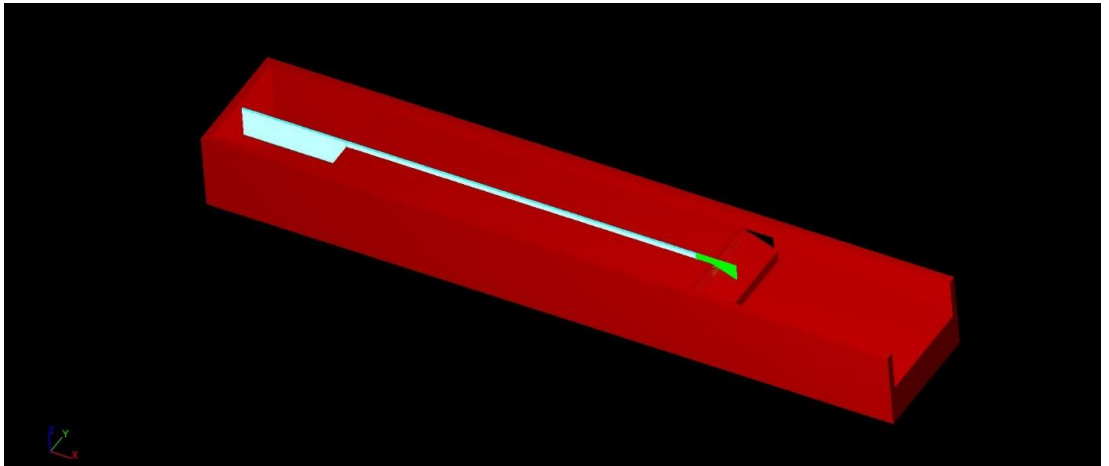
Gerçek kanal modelinin tamamının modellenmesi, eldeki bilgisayar imkanlarıyla mümkün görünmemektedir. Bu sebeple kanalın tam ortasından alınan bir kesit çözdürülerek elde edilen sonuçlar gerçek boyuta uyarlanmıştır. Kanalın tam ortasının seçilmesinin sebebi üniform bir akım elde etmek ve kanalın yan duvarlarından kaynaklı yan sürtünmenin akıma etkisini en aza indirmektir.



Şekil 5.1 Çözüm ağı bloğu-1

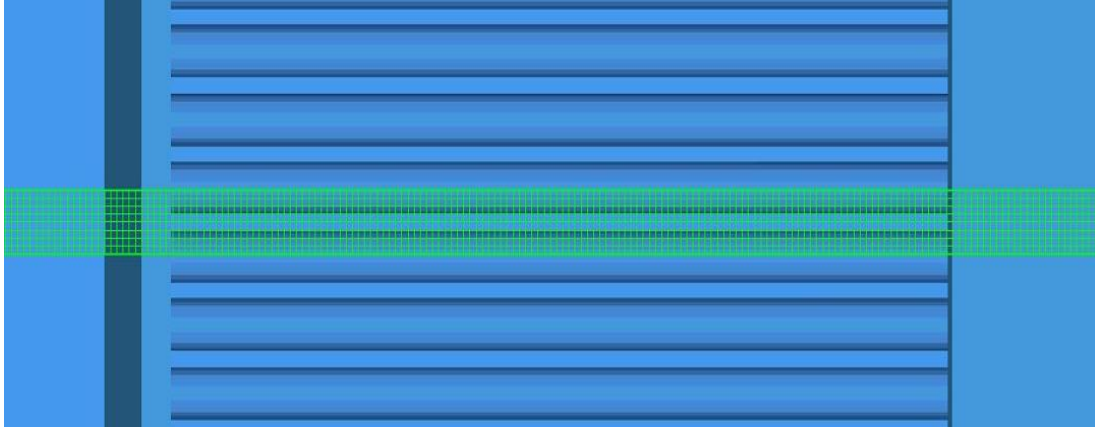


Şekil 5.2 Çözüm ağı bloğu-2

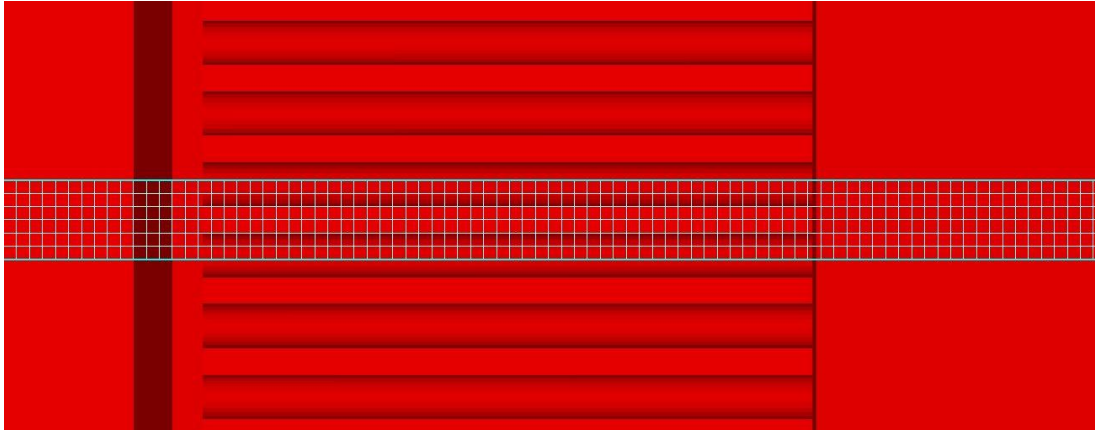


Şekil 5.3 Çözüm ağı bloğu-3

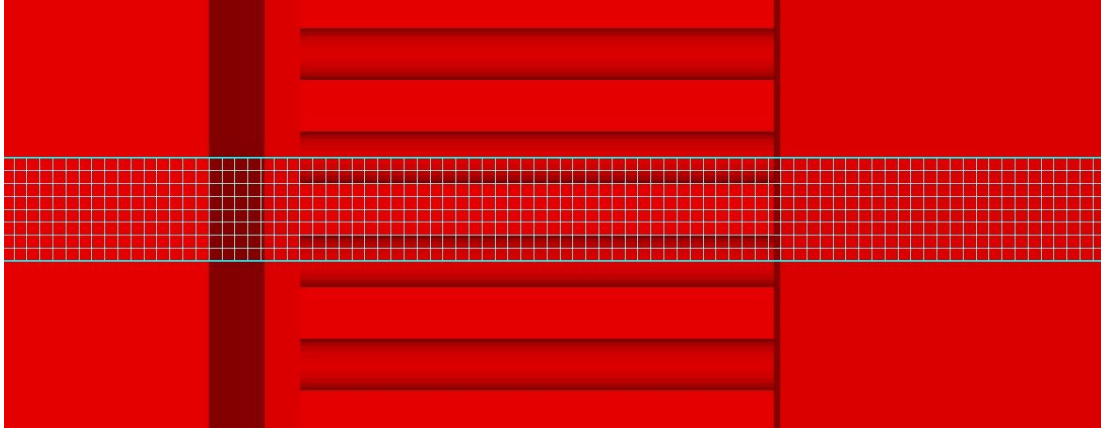
Çözüm ağı bloğu ayarlanırken bir diğer önemli konu, çözüm ağı bloklarının boyutlarının ve geometrinin uyumluluğunu sağlamaktır. Yetersiz bilgisayar gücü nedeniyle daha küçük küp şeklinde çözüm ağı bileşenleri kullanılmadığından, çözüm ağı bloklarının doğru yerleştirilmesi önemlidir, böylece program geometriyi özellikle ızgaralarda düzgünce algılayabilir. Test edilen ızgaralar üzerine yerleştirilen çözüm ağı blokları Şekil 5.4-5.6'da gösterilmiştir



Şekil 5.4 3 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 20 cm)



Şekil 5.5 6 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 15 cm)



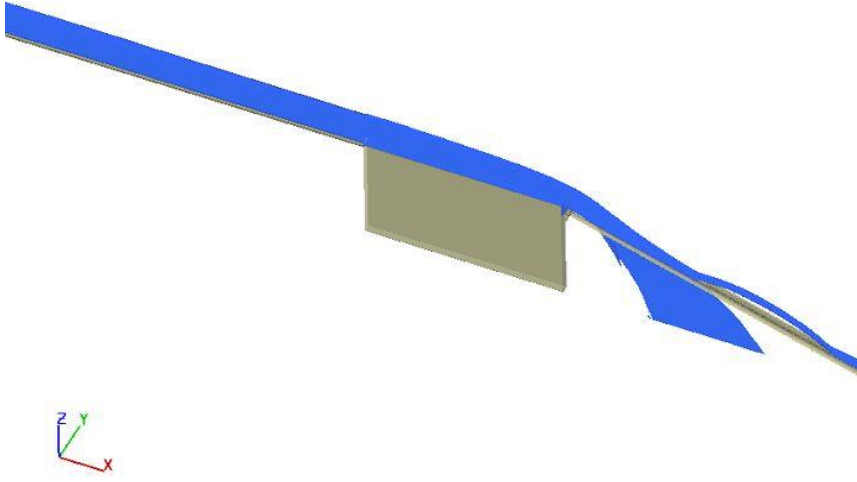
Şekil 5.6 10 mm açıklığa sahip ızgara üzerindeki çözüm ağının plan görünümü (L = 10 cm)

Sınır koşulları ise küp şeklindeki çözüm ağı sayısı oluşumundan sonra dikkat edilmesi gereken bir başka husustur. Tanımlı her bir çözüm ağı bloğu için koordinat eksenleri üzerinden sınır koşulları tanımlanmalıdır. Sınır koşullarının doğru tanımlanmaması, tamamen farklı bir fiziksel problemin çözümüne dolayısıyla da gerçeklikten uzak sonuçlar elde edilmesine yol açar.

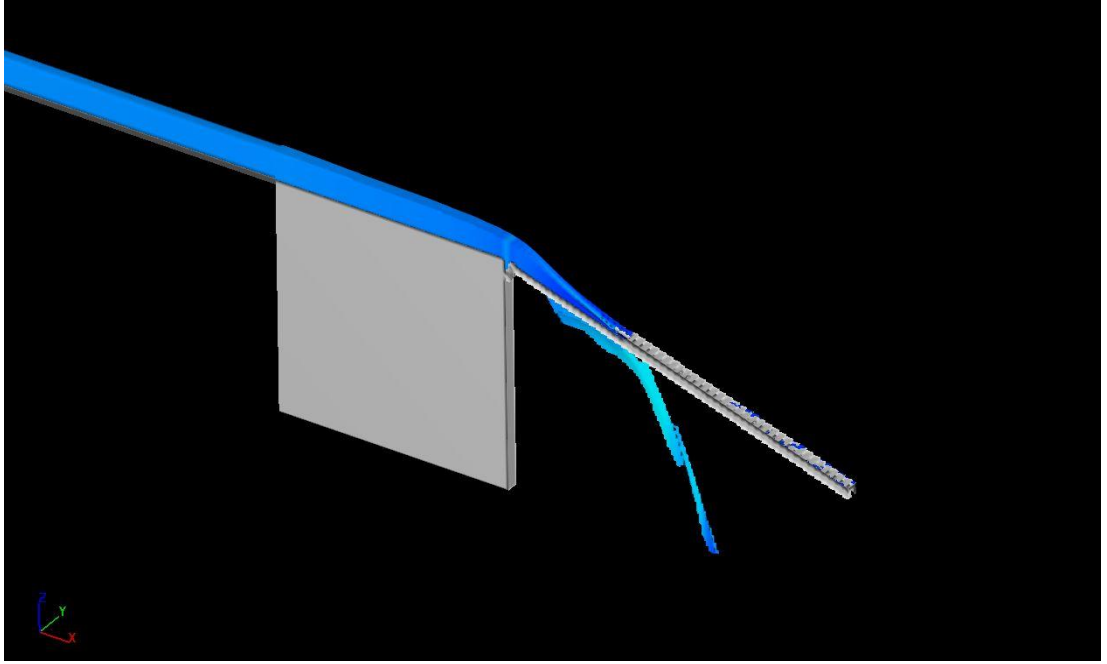
Bu çalışmada, model, ana kanalın x ekseninde uzanacağı, kanalın genişliğinin y ekseninde olduğu ve kanalın yüksekliğinin z ekseninde olduğu şekilde çizildi. Çözüm ağı bloğu 1'de, akım gerçekte olduğu gibi Z_{min} yüzeyinden hacim akış hızı sınır koşuluyla verildi. Kesite verilen debi, kesit genişliği tüm kanal genişliğine oranlanarak belirlendi. Çevreleyen akışkanlarla etkileşime giren Y_{min} , Y_{max} ve Z_{max} yüzeyleri simetri sınırı olarak atandı. Duvarlarla kesişen çözüm ağı bloklarının yüzeyleri, duvar sınırı olarak belirlendi. İki çözüm ağı bloğu arasındaki yüzeyin sınır durumu, örneğin çözüm ağı bloğu 1'den çözüm ağı bloğu 2'ye geçiş, kesişen yüzeyler için süreklilik olarak seçildi. Son olarak, çözüm ağı bloğu 3'ün X_{max} sınırı ve Z_{min} sınırı, ana kanalın mansap kısmına yönlendirilen debiyi ve toplama kanalına yönlendirilen debiyi elde edebilmek için çıkış olarak atandı.

Flow 3D'de; “k – ϵ ”, “k- ω ”, “RNG” gibi türbülans modelleri tanımlanmıştır. “RNG” türbülans modeli, “k – ϵ ” türbülans modeliyle aynı denklemleri çözmektedir. Fakat “RNG” türbülans modeli daha geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu modelde, düşük şiddetteki türbülanslı akım ve sürtünme yüzeylerinin etkili olduğu akımların

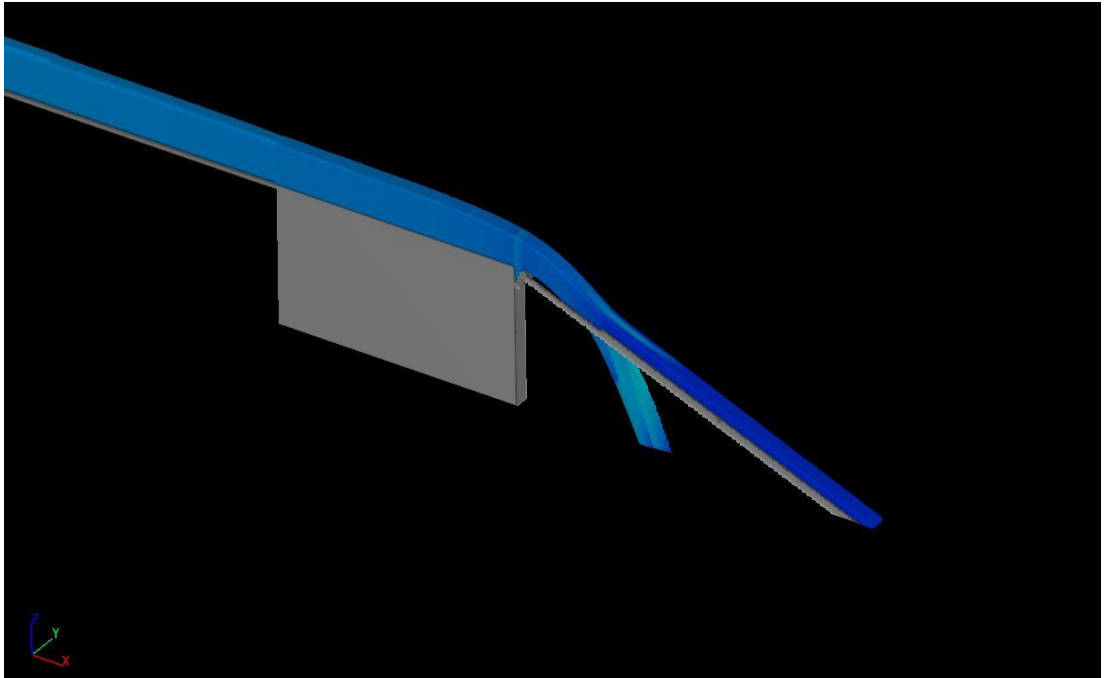
çözümü daha doğru sonuçlar vermektedir (Flow 3D User Manuel “Kullanıcı Kitapçığı”). Dolayısıyla bu çalışma kapsamında yapılan çözümlerde “RNG” türbülans modeli kullanılmıştır. Flow 3D çözümünden elde edilen akımın ızgara üzerindeki ve ızgaranın memba kısmındaki profilleri Şekiller 5.7-5.9’da test edilen her bir ızgara için farklı debi değerlerinde verilmiştir.



Şekil 5.7 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_1=19^\circ$, $L=20$ cm, $e_1 = 3$ mm ve $Q = 78$ l/sec)



Şekil 5.8 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_2=23^\circ$, $L=15$ cm, $e_2 = 6$ mm ve $Q = 39$ l/sec)



Şekil 5.9 Izgara üzerindeki akımın dağılımı ($\theta_2=23^\circ$, $L=10$ cm, $e_3 = 10$ mm ve $Q = 76.5$ l/sec)

5.2.2 İkinci Çalışma için Simülasyon Prosedürü

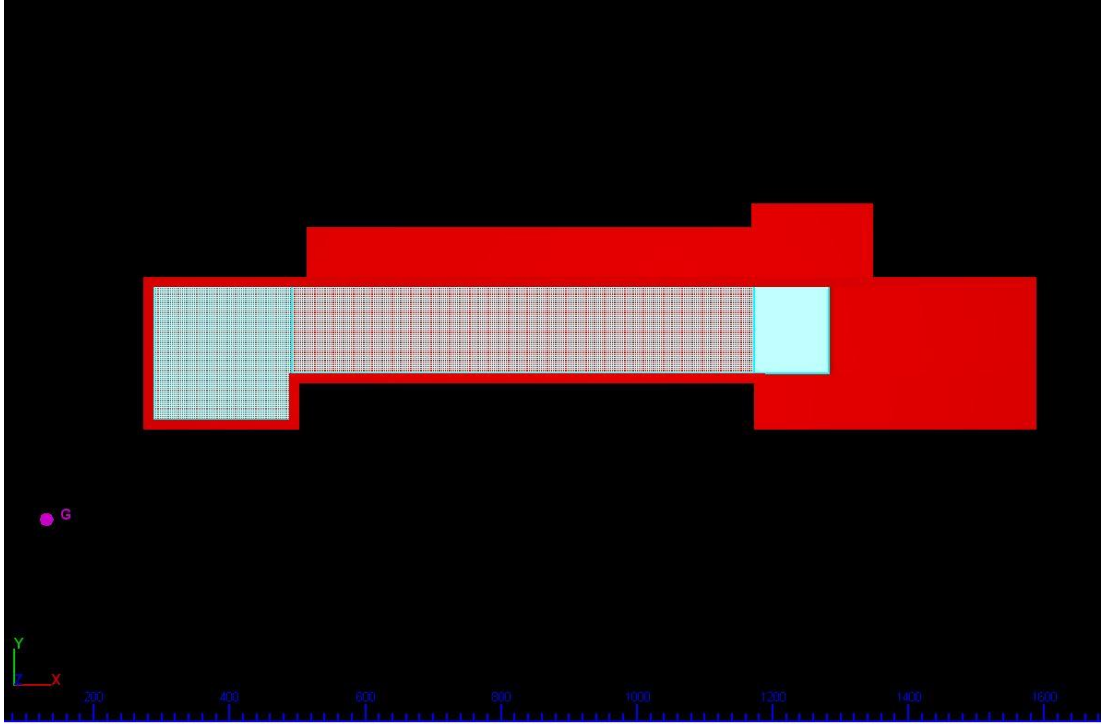
Hesaplamalarda 1. kısımda olduğu gibi çözümün yapılacağı alan 3 farklı “çözüm ağı bloğuna” bölünerek hem toplam küp şeklindeki çözüm ağı sayısının azaltılarak sürenin kısaltılması hem de sağlıklı çözüm için gerekli miktarda küp şeklindeki çözüm ağının hesaplanacak geometride tanımlanması hedeflenmiştir.

Fakat 2. kısım deneylerde 1. kısmın aksine, kanal kesitinin modellenerek çözülmesi yeterli olmamaktadır. Çünkü ızgaraların altında kalan ve “toplama kanalı-1 ve -2” yi içeren kısımda, düzenli akım koşulları mevcut değildir. Bu nedenle sağlıklı bir sonuç elde etmek için kesit yerine kanalın tamamı, küp şeklindeki çözüm ağına bölünerek modellenmiştir. Bu işlem için de 2 adet Intel Xeon E5-2630 v4’e sahip iş istasyonu modellemelerde kullanılmıştır.

Bu çalışmada da, ana kanalın x ekseninde uzanacağı, kanalın genişliğinin y-ekseni üzerinde olduğu ve kanalın yüksekliğinin z-ekseni üzerinde olduğu göz önüne alınmıştır. Çözüm ağı bloğu 1’de, akım gerçekte olduğu gibi z_{min} yüzeyinden hacim akış hızı sınır koşuluyla verilmiştir. Çevreleyen akışkanlarla etkileşime giren y_{min} , y_{max} ve z_{max} yüzeyleri simetri sınırı olarak atanmıştır. Duvarlarla kesişen çözüm ağı bloklarının yüzeyleri, duvar sınırı olarak belirlenmiştir. İki çözüm ağı bloğu arasındaki yüzeyin sınır durumunun tayininde, örneğin çözüm ağı bloğu 1’den çözüm ağı bloğu 2’ye geçiş, kesişen yüzeylerde akımın süreklilik koşulu göz önüne alınmıştır. Son olarak, çözüm ağı bloğu 3’ün y_{min} ve y_{max} sınırı, toplama kanallarından çıkan debiyi elde edebilmek için çıkış şartı olarak verilmiştir.

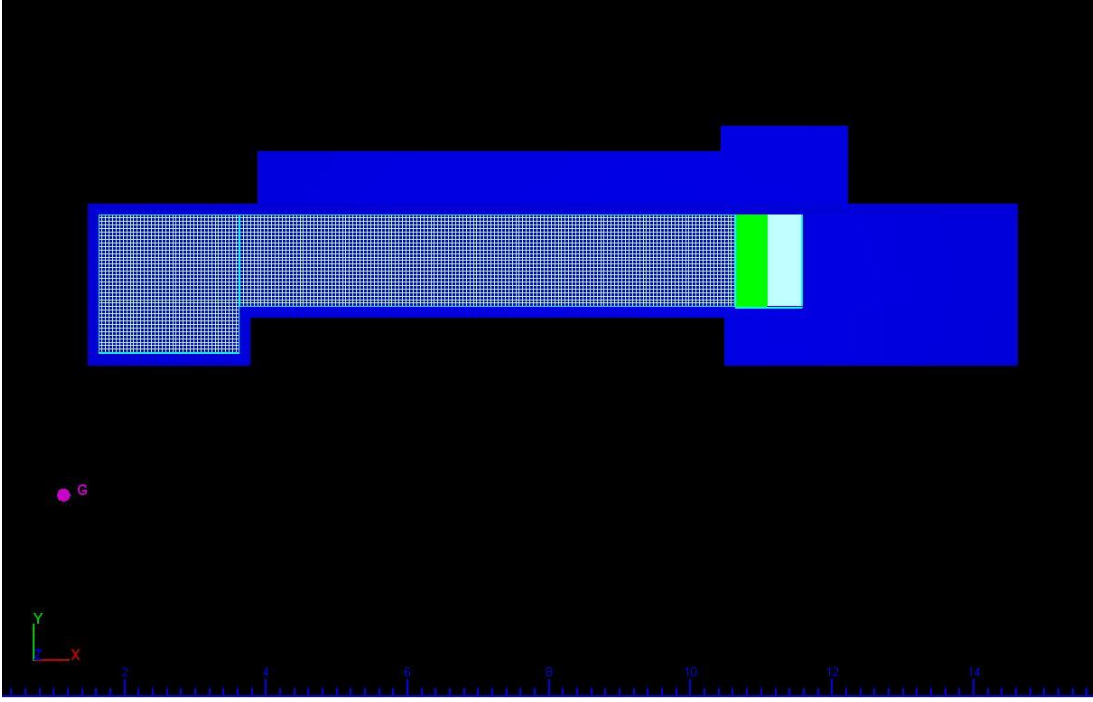
Bu çalışmada da 1. Çalışmada olduğu gibi “RNG türbülans modeli” kullanılmıştır.

Tüm kanalın çözümü için küp şeklindeki çözüm ağına bölünmüş model Şekil 5.10’da gösterilmiştir. Sistem üzerinde altı milyon yüz seksen dört bin adet küp şeklinde çözüm ağı yer almaktadır.



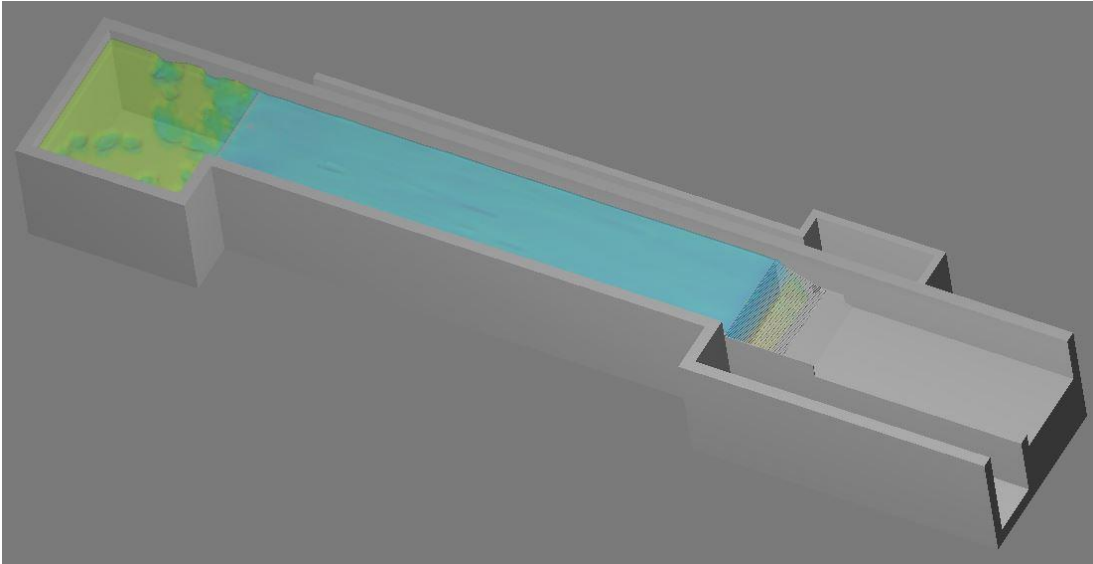
Şekil 5.10 İkinci kısım modellemelerde kullanılan çözüm ağı

Program 3 hafta boyunca 60 saniyelik çözüm süresi için aralıksız çalıştırılmıştır. Fakat sadece bir adet simülasyonun tamamlanması için gereken süre program tarafından 900 gün olarak belirlenmiştir. Bunun üzerine Şekil 5.11’de gösterilen daha büyük çözüm hücreleri ile yeni bir çözüm ağı tanımlanmıştır.

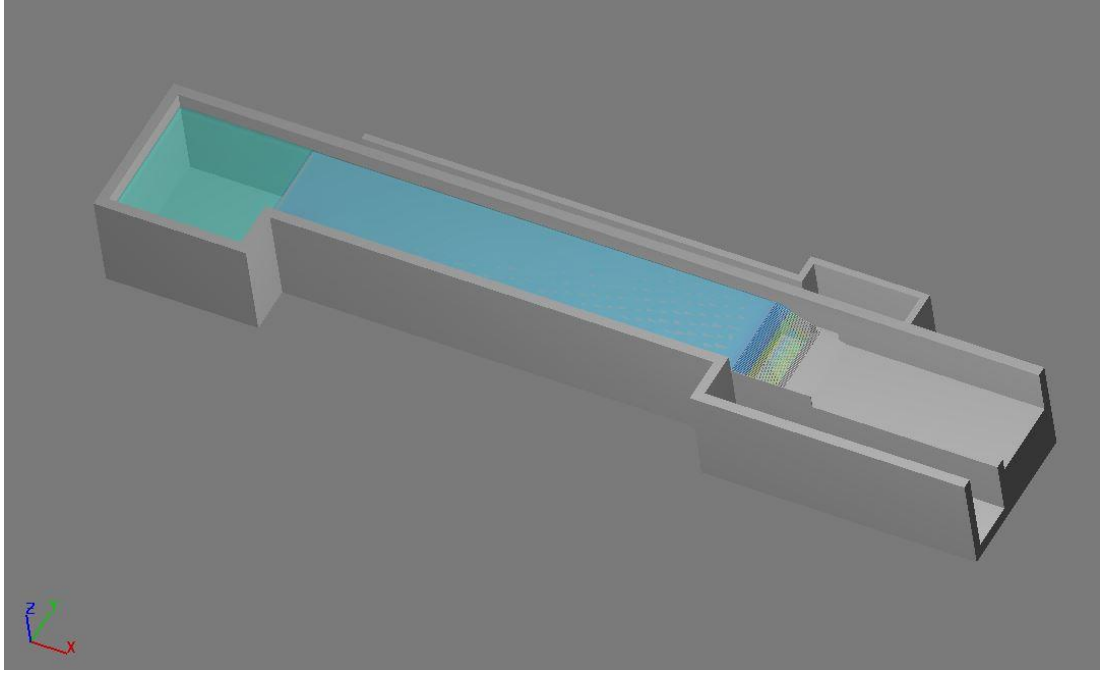


Şekil 5.11 İkinci kısım modellemelerde kullanılan yeni çözüm ağı

Bu çözüm ağının tanımlanmasıyla birlikte sonuç elde edilebilmiştir. Sonuç görselleri Şekil 5.12 ve 5.13'te paylaşılmıştır.



Şekil 5.12 Bölme levhası yüksekliği 15 cm, yönlendirme levhası uzunluğu 20 cm ve açısı 30° olan 10 mm ızgara çubuk aralığına sahip sistem için çözüm görseli



Şekil 5.13 Bölme levhası yüksekliği 15 cm, yönlendirme levhası uzunluğu 20 cm ve açısı 40° olan 15 mm ızgara çubuk aralığına sahip sistem için çözüm görseli

Simülasyonlar sadece sulu deneyler için gerçekleştirilmiştir çünkü Flow 3D, katı maddeleri çözümlerde %50'ye kadar hata verebilmektedir fakat katı madde kullanılmayan çözümlerde akım koşullarını çok düşük hata paylarıyla hesaplayabilmektedir (Acharya A., 2011)

BÖLÜM 6

DENEYSEL VE NÜMERİK ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

6.1 Birinci Çalışma için Sonuç Karşılaştırması

Bu çalışma, deney sonuçları ile Flow 3D simülasyonları ile elde edilen sonuçların tutarlılığını kontrol etmek için yapılmıştır. Farklı açılar ve farklı aralıklarla tüm ekran uzunlukları için sayısal modelin çözülmesi zor olduğundan, ilk adımda Flow 3D ile hangi ızgaraların simüle edileceğine karar verilmiştir. İki açı ve üç farklı açıklık için, simülasyonu yapılacak birer ızgara seçilmiştir. Seçilen ızgaralar eşik ızgara uzunlukları ve debi dikkate alınarak seçilmiştir. Örneğin, $e_1=3$ mm çubuk açıklığı ve ızgara uzunluğu 40 cm olan ızgara, toplam birim debi 30 lt/s/m'ye eşitse, gelen suyun tamamını toplama kanalına aktaracaktır. Aynı özelliklerdeki ızgaranın uzunluğu 30 cm olduğunda da, aynı debide gelen suyun tamamını yine toplama kanalına yönlendirir (EK 1, Tablolar A1-A2). Bu nedenle, bu ızgarayı 40 cm' lik ızgara uzunluğunda simüle etmek uygun bir seçim değildir. Bunun yerine, simüle edilecek ızgaralar deneylerdeki farklılıkları açıkça göstermek için belirli debide ve uygun ızgara uzunluğunda seçilmiştir.

İlk analizler tamamlandıktan sonra her simülasyon için küp şeklindeki çözüm ağı boyutları değiştirildi. Amaç, sonuçlar üzerinde çözüm ağı boyutu bağımsızlığını sağlamaktır. Bu işlem, sayısal çözümün geometri üzerine girilen farklı boyutlarda çözüm ağı bloklarının aynı sonucu verip vermediğini kontrol etmek ve sonucun çözüm ağı boyutundan bağımsız olduğunu göstermek için yapılır. Bir çözüm, çözüm ağı boyutundan bağımsızsa, artık çözüm ağı sayısının arttırılmasının sonuçları etkilemediği kanaatine varılır ve bu durumda bulgular daha inanılır ve daha güvenilirdir. Aksi halde, çözüm ağları yeterince küçük değilse, sonuçlar yanıltıcı olabilir. Çalışmada bu aşamada, farklı çözüm ağı boyutları ile çok yakın çözümler

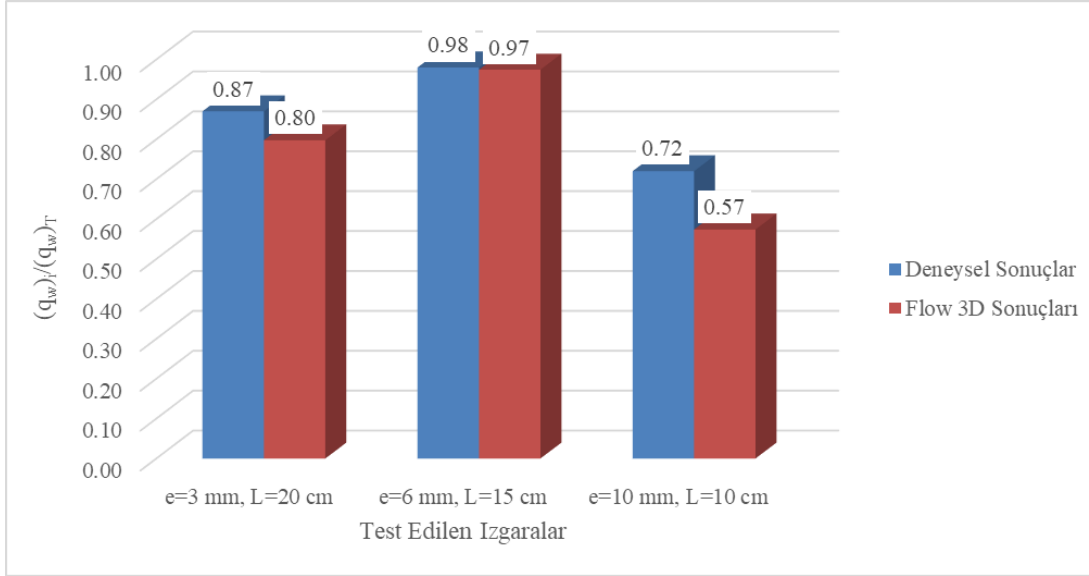
elde edildi yani çözüm ağı bağımsızlığı sağlandı. Bir sonraki adım olarak simüle edilen kesitin geometrisi, daha kalın bir kesit simüle edilirse sonuçların nasıl etkileneceğini açıklığa kavuşturmak için biraz değiştirildi. İlk kesit iki yarım çubuk ve bir tam aralık üzerine yerleştirildi. Ardından kesit değiştirildi ve iki yarım aralık ve bir çubuk üzerine yerleştirildi. Aynı şekilde, iki çubuk-iki aralık ve üç çubuk -üç aralık üzerine yerleştirilen daha kalın kesitler de simüle edildi. Yapılan analizlere göre, kesit genişliğindeki değişikliğin bu belirli sayısal analizin sonuçlarını neredeyse etkilemediği kanıtlandı.

Tablo 6.1, test edilen her bir ızgara eğiminde üç farklı ızgara çubuk aralıkları için bilinen üç değişik $(q_w)_T$ toplam debi değerinde deneylerden ve Flow 3D uygulamasından elde edilen sonuçları göstermektedir. Bu tablonun incelenmesinden şu sonuçlar çıkmaktadır: Flow 3D programı, kritik akım derinliklerini, rezervuar çıkışındaki ortalama akım hızlarını ve Q_i/Q_T değerlerini sırasıyla en fazla %14, %6, %20 hata payı ile hesaplayabilmektedir.

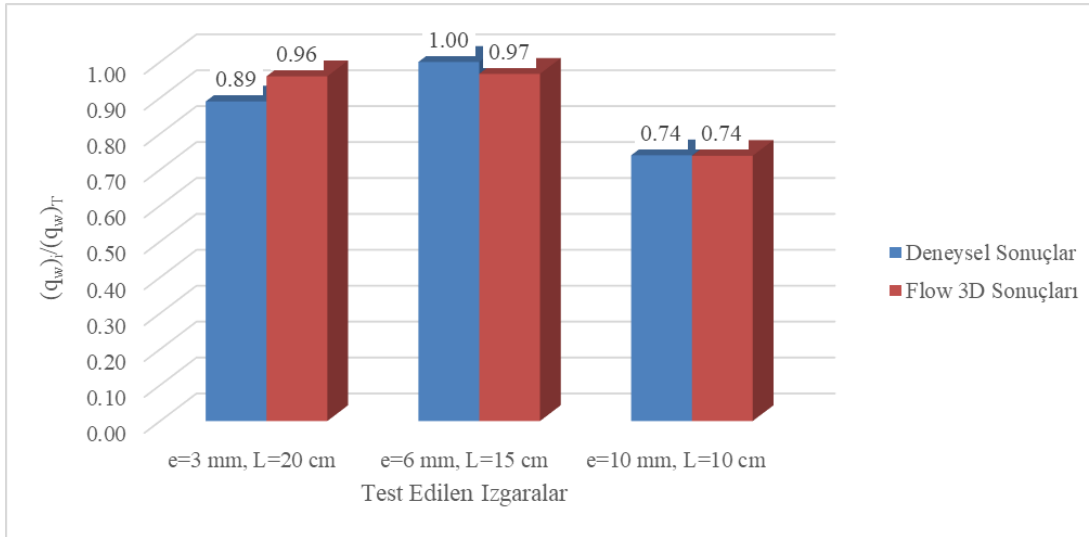
Tablo 6.1 Deneysel sonuçların ve Flow 3D sonuçlarının karşılaştırılması

θ (°)	e (mm)	L (cm)	Deneysel Sonuçlar					Flow 3D Sonuçları				
			y_c (cm)	V_0 (cm/s)	$(q_w)_i$ (lt/s)	$(q_w)_T$ (lt/s)	$(q_w)_i/(q_w)_T$	y_c (cm)	V_0 (cm/s)	$(q_w)_i$ (lt/s)	$(q_w)_T$ (lt/s)	$(q_w)_i/(q_w)_T$
19	3	20	5.49	33.60	69.60	80.04	0.87	4.80	33.00	62.20	78.00	0.80
	6	15	3.57	26.38	41.20	41.90	0.98	3.20	28.00	38.00	39.00	0.97
	10	10	5.49	33.60	57.90	80.04	0.72	4.70	33.00	43.90	76.50	0.57
23	3	20	5.49	33.60	71.20	80.04	0.89	4.80	33.00	74.40	77.50	0.96
	6	15	3.57	26.38	41.90	41.90	1.00	3.20	28.00	37.80	39.10	0.97
	10	10	5.49	33.60	59.60	80.04	0.74	4.70	33.00	56.50	76.50	0.74

Izgaraların su tutma verimleri, deneysel ve sayısal sonuçlar arasındaki farkları daha net görebilmek için Şekil 6.1 ve 6.2'de çubuk grafikler olarak sunulmuştur.



Şekil 6.1 Su alma verimi açısından ızgaraların karşılaştırılması ($\theta = 19^\circ$)



Şekil 6.2 Su alma verimi açısından ızgaraların karşılaştırılması ($\theta = 23^\circ$)

6.2 İkinci Çalışma için Sonuç Karşılaştırması

Farklı ızgara çubuk aralıklarına sahip dört ızgara için diğer parametreler değişmeyecek şekilde seçilerek simülasyonlar yapılmıştır.

Çalışmada 1. Çalışmada olduğu gibi farklı çözüm ağı boyutları ile çok yakın çözümler elde edilmiştir böylece ağın bağımsızlığı sağlanmıştır.

Tablo 6.2, Flow 3D uygulamasından elde edilen sonuçları göstermektedir. Bu tablo, yapılan simülasyonların neticelerinden %14,8'e kadar değişiklik gösteren hata oranlarının elde edildiğini göstermektedir. Flow 3D programı, katı madde kullanılmadan yapılan simülasyonlarda düşük hata payına sahip çözümler verebilmektedir.

Tablo 6.2 Deneysel sonuçların ve Flow 3D sonuçlarının karşılaştırılması

Parametreler	Deney			Flow 3D			Fark (%)
	$(Q_w)_T$ (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	
$e_1=3$ mm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$	20	%83,2	%16,8	20	%80,6	%19,4	%2,6
$e_2=6$ mm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$	66	%93,6	%6,4	66	%78,8	%21,2	%14,8
$e_3=10$ mm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$	66	%92,0	%8,0	66	%88,2	%11,8	%3,8
$e_4=15$ mm, $Z_1=15$ cm, $Z_2=20$ cm, $\alpha=30^\circ$	66	%87,3	%12,7	66	%80,1	%19,9	%7,2

REFERANSLAR

Acharya A. (2011). Experimental Study and Numerical Simulation on of Flow and Sediment Transport Around a Series of Spur Dikes.

Ahmad, Z., & Mittal, M. (2006). Recent advances in the design of trench weir. *Himalayan Small Hydropower Summit, Dehradun, India*, 72–84. Alıntılanma kaynağı http://ahec.org.in/acads/HSHS/Presentations/Links/Technical_Papers/Case_Studies/Dr_Z_Ahmad_Recent_Advances_in_the_Design_of_Trench_Weir.pdf

Brunella, S., Hager, W. H., & Minor, H.-E. (2003). Hydraulics of Bottom Rack Intake. *Journal of Hydraulic Engineering*, 129(1), 2–10. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2003\)129:1\(2\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2003)129:1(2))

Çeçen K., (1962). Vahşi Derelerden Su Alma

Drobir, H., Kienberger, V., & Krouzecky, N. (1999). The wetted rack length of the Tyrolean weir. *IAHR-28th Congress*.

Hirt, C. W., & Nichols, B. D. (1981). Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. *Journal of Computational Physics*, 39(1), 201–225. [https://doi.org/10.1016/0021-9991\(81\)90145-5](https://doi.org/10.1016/0021-9991(81)90145-5)

Huber, D. (2005). BEDUIN Project. *Norwegian University of Science and Technology, Department of Hydraulic and Environmental Engineering, Norway*.

Kamanbedast, A. A., & Bejestan, M. S. (2008). 2631-2635.pdf. *Journal of Applied Sciences*.

Nichols, B. D., & Hirt, C. W. (1975). Methods for calculating multi-dimensional,

transient, free surface flows past bodies. In *First International Conference on Numerical Ship Hydrodynamics* (sf. 253–277).

Nosedà, G. (1956). Correnti Permanenti con Portata Progressivamente Decrescente, Defluenti su Griglie di Fondo. *L'Energia Elettrica*.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). (2016). *Renewables 2016: global status report*.

Righetti, M., & Lanzoni, S. (2008). Experimental study of the flow field over bottom intake racks. *Journal of Hydraulic Engineering*, 134(1), 15–22. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134:1\(15\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:1(15))

Şahiner, H. (2012). *Hydraulic Characteristics of Tyrolean Weirs Having Steel Racks and Circular and Perforated Entry* (Master Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Yılmaz, N. A. (2010). *Hydraulic Characteristics of Tyrolean Weirs* (Master Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

EK-1

BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-A

Bu kısımda farklı e ve θ değerlerine sahip ızgaralarla yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo A.1 e_1 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*}g))^{0,5}$
3	4,48	4,48	10	10,7	0,0235	14,94	0,28	1,27	1,90	0,312	35,60	33,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	10	13,0	0,0235	17,87	0,29	1,73	2,60	0,426	43,33	33,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	10	15,4	0,0235	20,28	0,29	2,19	3,28	0,538	51,29	33,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	10	18,7	0,0235	22,44	0,29	2,64	3,97	0,650	62,25	33,33	1,00	26,16
7	17,12	16,34	10	21,2	0,0235	24,46	0,30	3,10	4,65	0,728	70,75	33,33	0,95	33,26
8	21,10	17,17	10	24,2	0,0235	26,38	0,30	3,57	5,35	0,713	80,54	33,33	0,81	41,00
9	25,41	18,09	10	27,7	0,0235	28,24	0,30	4,04	6,06	0,706	92,42	33,33	0,71	49,38
10	30,05	18,26	10	30,0	0,0235	30,05	0,30	4,52	6,77	0,674	100,00	33,33	0,61	58,40
11	35,02	18,18	10	34,7	0,0235	31,84	0,31	5,00	7,50	0,638	115,71	33,33	0,52	68,05
12	40,32	18,01	10	39,7	0,0235	33,60	0,31	5,49	8,24	0,603	132,21	33,33	0,45	78,35
13	45,95	17,09	10	42,8	0,0235	35,35	0,31	5,99	8,99	0,548	142,50	33,33	0,37	89,29
14	51,91	16,43	10	46,6	0,0235	37,08	0,32	6,50	9,75	0,505	155,38	33,33	0,32	100,86
15	58,20	15,44	10	51,5	0,0235	38,80	0,32	7,02	10,52	0,457	171,71	33,33	0,27	113,08
3	4,48	4,48	15	10,7	0,03525	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	50,00	1,00	8,71
4	7,15	7,15	15	13,0	0,03525	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	50,00	1,00	13,89
5	10,14	10,14	15	15,4	0,03525	20,28	0,29	2,19	3,28	0,358	51,29	50,00	1,00	19,70
6	13,47	13,47	15	18,7	0,03525	22,44	0,29	2,64	3,97	0,433	62,25	50,00	1,00	26,16
7	17,12	17,12	15	21,2	0,03525	24,46	0,30	3,10	4,65	0,508	70,75	50,00	1,00	33,26
8	21,10	20,40	15	24,2	0,03525	26,38	0,30	3,57	5,35	0,565	80,54	50,00	0,97	41,00
9	25,41	24,01	15	27,7	0,03525	28,24	0,30	4,04	6,06	0,625	92,42	50,00	0,94	49,38
10	30,05	26,55	15	30,0	0,03525	30,05	0,30	4,52	6,77	0,653	100,00	50,00	0,88	58,40
11	35,02	26,92	15	34,7	0,03525	31,84	0,31	5,00	7,50	0,629	115,71	50,00	0,77	68,05
12	40,32	27,38	15	39,7	0,03525	33,60	0,31	5,49	8,24	0,611	132,21	50,00	0,68	78,35
13	45,95	27,38	15	42,8	0,03525	35,35	0,31	5,99	8,99	0,585	142,50	50,00	0,60	89,29
14	51,91	27,29	15	46,6	0,03525	37,08	0,32	6,50	9,75	0,560	155,38	50,00	0,53	100,86
15	58,20	27,10	15	51,5	0,03525	38,80	0,32	7,02	10,52	0,535	171,71	50,00	0,47	113,08

Tablo A.1 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{p0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	20	10,7	0,047	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	66,67	1,00	8,71
4	7,15	7,15	20	13,0	0,047	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	66,67	1,00	13,89
5	10,14	10,14	20	15,4	0,047	20,28	0,29	2,19	3,28	-	51,29	66,67	1,00	19,70
6	13,47	13,47	20	18,7	0,047	22,44	0,29	2,64	3,97	-	62,25	66,67	1,00	26,16
7	17,12	17,12	20	21,2	0,047	24,46	0,30	3,10	4,65	0,381	70,75	66,67	1,00	33,26
8	21,10	20,66	20	24,2	0,047	26,38	0,30	3,57	5,35	0,429	80,54	66,67	0,98	41,00
9	25,41	24,46	20	27,7	0,047	28,24	0,30	4,04	6,06	0,477	92,42	66,67	0,96	49,38
10	30,05	29,35	20	30,0	0,047	30,05	0,30	4,52	6,77	0,542	100,00	66,67	0,98	58,40
11	35,02	32,51	20	34,7	0,047	31,84	0,31	5,00	7,50	0,570	115,71	66,67	0,93	68,05
12	40,32	35,06	20	39,7	0,047	33,60	0,31	5,49	8,24	0,587	132,21	66,67	0,87	78,35
13	45,95	36,06	20	42,8	0,047	35,35	0,31	5,99	8,99	0,578	142,50	66,67	0,78	89,29
14	51,91	36,46	20	46,6	0,047	37,08	0,32	6,50	9,75	0,561	155,38	66,67	0,70	100,86
15	58,20	36,76	20	51,5	0,047	38,80	0,32	7,02	10,52	0,544	171,71	66,67	0,63	113,08
3	4,48	4,48	25	10,7	0,05875	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	83,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	25	13,0	0,05875	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	83,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	25	15,4	0,05875	20,28	0,29	2,19	3,28	-	51,29	83,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	25	18,7	0,05875	22,44	0,29	2,64	3,97	-	62,25	83,33	1,00	26,16
7	17,12	17,12	25	21,2	0,05875	24,46	0,30	3,10	4,65	-	70,75	83,33	1,00	33,26
8	21,10	21,10	25	24,2	0,05875	26,38	0,30	3,57	5,35	-	80,54	83,33	1,00	41,00
9	25,41	24,64	25	27,7	0,05875	28,24	0,30	4,04	6,06	0,385	92,42	83,33	0,97	49,38
10	30,05	29,44	25	30,0	0,05875	30,05	0,30	4,52	6,77	0,435	100,00	83,33	0,98	58,40
11	35,02	33,88	25	34,7	0,05875	31,84	0,31	5,00	7,50	0,475	115,71	83,33	0,97	68,05
12	40,32	38,28	25	39,7	0,05875	33,60	0,31	5,49	8,24	0,512	132,21	83,33	0,95	78,35
13	45,95	42,00	25	42,8	0,05875	35,35	0,31	5,99	8,99	0,538	142,50	83,33	0,91	89,29
14	51,91	43,48	25	46,6	0,05875	37,08	0,32	6,50	9,75	0,535	155,38	83,33	0,84	100,86
15	58,20	44,87	25	51,5	0,05875	38,80	0,32	7,02	10,52	0,531	171,71	83,33	0,77	113,08

Tablo A.1 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler					Hesaplanan Parametreler									
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*}g))^{0,5}$
3	4,48	4,48	30	10,7	0,0705	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	100,00	1,00	8,71
4	7,15	7,15	30	13,0	0,0705	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	100,00	1,00	13,89
5	10,14	10,14	30	15,4	0,0705	20,28	0,29	2,19	3,28	-	51,29	100,00	1,00	19,70
6	13,47	13,47	30	18,7	0,0705	22,44	0,29	2,64	3,97	-	62,25	100,00	1,00	26,16
7	17,12	17,12	30	21,2	0,0705	24,46	0,30	3,10	4,65	-	70,75	100,00	1,00	33,26
8	21,10	21,10	30	24,2	0,0705	26,38	0,30	3,57	5,35	-	80,54	100,00	1,00	41,00
9	25,41	25,41	30	27,7	0,0705	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,42	100,00	1,00	49,38
10	30,05	30,05	30	30,0	0,0705	30,05	0,30	4,52	6,77	0,370	100,00	100,00	1,00	58,40
11	35,02	34,27	30	34,7	0,0705	31,84	0,31	5,00	7,50	0,401	115,71	100,00	0,98	68,05
12	40,32	38,90	30	39,7	0,0705	33,60	0,31	5,49	8,24	0,434	132,21	100,00	0,96	78,35
13	45,95	43,91	30	42,8	0,0705	35,35	0,31	5,99	8,99	0,469	142,50	100,00	0,96	89,29
14	51,91	48,88	30	46,6	0,0705	37,08	0,32	6,50	9,75	0,501	155,38	100,00	0,94	100,86
15	58,20	52,22	30	51,5	0,0705	38,80	0,32	7,02	10,52	0,516	171,71	100,00	0,90	113,08
3	4,48	4,48	35	10,7	0,08225	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	116,67	1,00	8,71
4	7,15	7,15	35	13,0	0,08225	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	116,67	1,00	13,89
5	10,14	10,14	35	15,4	0,08225	20,28	0,29	2,19	3,28	-	51,29	116,67	1,00	19,70
6	13,47	13,47	35	18,7	0,08225	22,44	0,29	2,64	3,97	-	62,25	116,67	1,00	26,16
7	17,12	17,12	35	21,2	0,08225	24,46	0,30	3,10	4,65	-	70,75	116,67	1,00	33,26
8	21,10	21,10	35	24,2	0,08225	26,38	0,30	3,57	5,35	-	80,54	116,67	1,00	41,00
9	25,41	25,41	35	27,7	0,08225	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,42	116,67	1,00	49,38
10	30,05	30,05	35	30,0	0,08225	30,05	0,30	4,52	6,77	-	100,00	116,67	1,00	58,40
11	35,02	34,27	35	34,7	0,08225	31,84	0,31	5,00	7,50	-	115,71	116,67	0,98	68,05
12	40,32	39,31	35	39,7	0,08225	33,60	0,31	5,49	8,24	0,376	132,21	116,67	0,97	78,35
13	45,95	44,33	35	42,8	0,08225	35,35	0,31	5,99	8,99	0,406	142,50	116,67	0,96	89,29
14	51,91	49,32	35	46,6	0,08225	37,08	0,32	6,50	9,75	0,434	155,38	116,67	0,95	100,86
15	58,20	54,95	35	51,5	0,08225	38,80	0,32	7,02	10,52	0,465	171,71	116,67	0,94	113,08

Tablo A.1 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^3 * g))^{0,5}$
3	4,48	4,48	40	10,7	0,094	14,94	0,28	1,27	1,90	-	35,60	133,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	40	13,0	0,094	17,87	0,29	1,73	2,60	-	43,33	133,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	40	15,4	0,094	20,28	0,29	2,19	3,28	-	51,29	133,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	40	18,7	0,094	22,44	0,29	2,64	3,97	-	62,25	133,33	1,00	26,16
7	17,12	17,12	40	21,2	0,094	24,46	0,30	3,10	4,65	-	70,75	133,33	1,00	33,26
8	21,10	21,10	40	24,2	0,094	26,38	0,30	3,57	5,35	-	80,54	133,33	1,00	41,00
9	25,41	25,41	40	27,7	0,094	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,42	133,33	1,00	49,38
10	30,05	30,05	40	30,0	0,094	30,05	0,30	4,52	6,77	-	100,00	133,33	1,00	58,40
11	35,02	35,02	40	34,7	0,094	31,84	0,31	5,00	7,50	-	115,71	133,33	1,00	68,05
12	40,32	39,10	40	39,7	0,094	33,60	0,31	5,49	8,24	-	132,21	133,33	0,97	78,35
13	45,95	43,69	40	42,8	0,094	35,35	0,31	5,99	8,99	0,350	142,50	133,33	0,95	89,29
14	51,91	48,22	40	46,6	0,094	37,08	0,32	6,50	9,75	0,371	155,38	133,33	0,93	100,86
15	58,20	54,49	40	51,5	0,094	38,80	0,32	7,02	10,52	0,403	171,71	133,33	0,94	113,08

Tablo A.2 e_1 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm/s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	10	11,04	0,0235	14,94	0,28	1,27	1,90	0,312	36,80	33,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	10	12,61	0,0235	17,87	0,29	1,73	2,60	0,426	42,03	33,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	10	14,59	0,0235	20,28	0,29	2,19	3,28	0,538	48,63	33,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	10	17,31	0,0235	22,44	0,29	2,64	3,97	0,650	57,70	33,33	1,00	26,16
7	17,12	15,85	10	21,49	0,0235	24,46	0,30	3,10	4,65	0,706	71,63	33,33	0,93	33,26
8	21,10	17,01	10	24,59	0,0235	26,38	0,30	3,57	5,35	0,706	81,97	33,33	0,81	41,00
9	25,41	18,18	10	27,85	0,0235	28,24	0,30	4,04	6,06	0,710	92,83	33,33	0,72	49,38
10	30,05	19,19	10	33,91	0,0235	30,05	0,30	4,52	6,77	0,709	113,03	33,33	0,64	58,40
11	35,02	20,05	10	36,71	0,0235	31,84	0,31	5,00	7,50	0,703	122,37	33,33	0,57	68,05
12	40,32	20,74	10	40,21	0,0235	33,60	0,31	5,49	8,24	0,694	134,03	33,33	0,51	78,35
13	45,95	21,53	10	44,73	0,0235	35,35	0,31	5,99	8,99	0,690	149,10	33,33	0,47	89,29
14	51,91	12,64	10	51,00	0,0235	37,08	0,32	6,50	9,75	0,389	170,00	33,33	0,24	100,86
15	58,20	11,24	10	66,50	0,0235	38,80	0,32	7,02	10,52	0,333	221,67	33,33	0,19	113,08
3	4,48	4,48	15	11,04	0,03525	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	50,00	1,00	8,71
4	7,15	7,15	15	12,61	0,03525	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	50,00	1,00	13,89
5	10,14	10,14	15	14,59	0,03525	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	50,00	1,00	19,70
6	13,47	13,47	15	17,31	0,03525	22,44	0,29	2,64	3,97	0,433	57,70	50,00	1,00	26,16
7	17,12	17,12	15	21,49	0,03525	24,46	0,30	3,10	4,65	0,508	71,63	50,00	1,00	33,26
8	21,10	20,74	15	24,59	0,03525	26,38	0,30	3,57	5,35	0,574	81,97	50,00	0,98	41,00
9	25,41	24,19	15	27,85	0,03525	28,24	0,30	4,04	6,06	0,629	92,83	50,00	0,95	49,38
10	30,05	26,83	15	33,91	0,03525	30,05	0,30	4,52	6,77	0,660	113,03	50,00	0,89	58,40
11	35,02	28,31	15	36,71	0,03525	31,84	0,31	5,00	7,50	0,662	122,37	50,00	0,81	68,05
12	40,32	29,44	15	40,21	0,03525	33,60	0,31	5,49	8,24	0,657	134,03	50,00	0,73	78,35
13	45,95	30,39	15	44,73	0,03525	35,35	0,31	5,99	8,99	0,649	149,10	50,00	0,66	89,29
14	51,91	31,25	15	51,00	0,03525	37,08	0,32	6,50	9,75	0,641	170,00	50,00	0,60	100,86
15	58,20	23,20	15	66,50	0,03525	38,80	0,32	7,02	10,52	0,458	221,67	50,00	0,40	113,08

Tablo A.2 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm/s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	20	11,04	0,047	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	66,67	1,00	8,71
4	7,15	7,15	20	12,61	0,047	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	66,67	1,00	13,89
5	10,14	10,14	20	14,59	0,047	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	66,67	1,00	19,70
6	13,47	13,47	20	17,31	0,047	22,44	0,29	2,64	3,97	-	57,70	66,67	1,00	26,16
7	17,12	17,12	20	21,49	0,047	24,46	0,30	3,10	4,65	0,381	71,63	66,67	1,00	33,26
8	21,10	21,10	20	24,59	0,047	26,38	0,30	3,57	5,35	0,438	81,97	66,67	1,00	41,00
9	25,41	25,00	20	27,85	0,047	28,24	0,30	4,04	6,06	0,488	92,83	66,67	0,98	49,38
10	30,05	29,35	20	33,91	0,047	30,05	0,30	4,52	6,77	0,542	113,03	66,67	0,98	58,40
11	35,02	33,09	20	36,71	0,047	31,84	0,31	5,00	7,50	0,580	122,37	66,67	0,94	68,05
12	40,32	35,86	20	40,21	0,047	33,60	0,31	5,49	8,24	0,600	134,03	66,67	0,89	78,35
13	45,95	37,67	20	44,73	0,047	35,35	0,31	5,99	8,99	0,604	149,10	66,67	0,82	89,29
14	51,91	39,51	20	51,00	0,047	37,08	0,32	6,50	9,75	0,608	170,00	66,67	0,76	100,86
15	58,20	32,90	20	66,50	0,047	38,80	0,32	7,02	10,52	0,487	221,67	66,67	0,57	113,08
3	4,48	4,48	25	11,04	0,05875	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	83,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	25	12,61	0,05875	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	83,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	25	14,59	0,05875	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	83,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	25	17,31	0,05875	22,44	0,29	2,64	3,97	-	57,70	83,33	1,00	26,16
7	17,12	17,12	25	21,49	0,05875	24,46	0,30	3,10	4,65	-	71,63	83,33	1,00	33,26
8	21,10	21,10	25	24,59	0,05875	26,38	0,30	3,57	5,35	-	81,97	83,33	1,00	41,00
9	25,41	25,41	25	27,85	0,05875	28,24	0,30	4,04	6,06	0,397	92,83	83,33	1,00	49,38
10	30,05	29,82	25	33,91	0,05875	30,05	0,30	4,52	6,77	0,440	113,03	83,33	0,99	58,40
11	35,02	34,07	25	36,71	0,05875	31,84	0,31	5,00	7,50	0,478	122,37	83,33	0,97	68,05
12	40,32	38,08	25	40,21	0,05875	33,60	0,31	5,49	8,24	0,510	134,03	83,33	0,94	78,35
13	45,95	39,92	25	44,73	0,05875	35,35	0,31	5,99	8,99	0,512	149,10	83,33	0,87	89,29
14	51,91	40,86	25	51,00	0,05875	37,08	0,32	6,50	9,75	0,503	170,00	83,33	0,79	100,86
15	58,20	41,17	25	66,50	0,05875	38,80	0,32	7,02	10,52	0,488	221,67	83,33	0,71	113,08

Tablo A.2 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$															
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler									
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3g}))^{0,5}$	
3	4,48	4,48	30	11,04	0,0705	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	100,00	1,00	8,71	
4	7,15	7,15	30	12,61	0,0705	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	100,00	1,00	13,89	
5	10,14	10,14	30	14,59	0,0705	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	100,00	1,00	19,70	
6	13,47	13,47	30	17,31	0,0705	22,44	0,29	2,64	3,97	-	57,70	100,00	1,00	26,16	
7	17,12	17,12	30	21,49	0,0705	24,46	0,30	3,10	4,65	-	71,63	100,00	1,00	33,26	
8	21,10	21,10	30	24,59	0,0705	26,38	0,30	3,57	5,35	-	81,97	100,00	1,00	41,00	
9	25,41	25,41	30	27,85	0,0705	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,83	100,00	1,00	49,38	
10	30,05	30,20	30	33,91	0,0705	30,05	0,30	4,52	6,77	0,372	113,03	100,00	1,00	58,40	
11	35,02	34,47	30	36,71	0,0705	31,84	0,31	5,00	7,50	0,403	122,37	100,00	0,98	68,05	
12	40,32	39,51	30	40,21	0,0705	33,60	0,31	5,49	8,24	0,441	134,03	100,00	0,98	78,35	
13	45,95	43,91	30	44,73	0,0705	35,35	0,31	5,99	8,99	0,469	149,10	100,00	0,96	89,29	
14	51,91	47,57	30	51,00	0,0705	37,08	0,32	6,50	9,75	0,488	170,00	100,00	0,92	100,86	
15	58,20	49,55	30	66,50	0,0705	38,80	0,32	7,02	10,52	0,489	221,67	100,00	0,85	113,08	
3	4,48	4,48	35	11,04	0,08225	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	116,67	1,00	8,71	
4	7,15	7,15	35	12,61	0,08225	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	116,67	1,00	13,89	
5	10,14	10,14	35	14,59	0,08225	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	116,67	1,00	19,70	
6	13,47	13,47	35	17,31	0,08225	22,44	0,29	2,64	3,97	-	57,70	116,67	1,00	26,16	
7	17,12	17,12	35	21,49	0,08225	24,46	0,30	3,10	4,65	-	71,63	116,67	1,00	33,26	
8	21,10	21,10	35	24,59	0,08225	26,38	0,30	3,57	5,35	-	81,97	116,67	1,00	41,00	
9	25,41	25,41	35	27,85	0,08225	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,83	116,67	1,00	49,38	
10	30,05	30,05	35	33,91	0,08225	30,05	0,30	4,52	6,77	-	113,03	116,67	1,00	58,40	
11	35,02	35,02	35	36,71	0,08225	31,84	0,31	5,00	7,50	0,351	122,37	116,67	1,00	68,05	
12	40,32	39,51	35	40,21	0,08225	33,60	0,31	5,49	8,24	0,378	134,03	116,67	0,98	78,35	
13	45,95	44,33	35	44,73	0,08225	35,35	0,31	5,99	8,99	0,406	149,10	116,67	0,96	89,29	
14	51,91	50,21	35	51,00	0,08225	37,08	0,32	6,50	9,75	0,441	170,00	116,67	0,97	100,86	
15	58,20	55,64	35	66,50	0,08225	38,80	0,32	7,02	10,52	0,471	221,67	116,67	0,96	113,08	

Tablo A.2 Devamı

Çubuk Aralığı $e_1 = 3 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	40	11,04	0,094	14,94	0,28	1,27	1,90	-	36,80	133,33	1,00	8,71
4	7,15	7,15	40	12,61	0,094	17,87	0,29	1,73	2,60	-	42,03	133,33	1,00	13,89
5	10,14	10,14	40	14,59	0,094	20,28	0,29	2,19	3,28	-	48,63	133,33	1,00	19,70
6	13,47	13,47	40	17,31	0,094	22,44	0,29	2,64	3,97	-	57,70	133,33	1,00	26,16
7	17,12	17,12	40	21,49	0,094	24,46	0,30	3,10	4,65	-	71,63	133,33	1,00	33,26
8	21,10	21,10	40	24,59	0,094	26,38	0,30	3,57	5,35	-	81,97	133,33	1,00	41,00
9	25,41	25,41	40	27,85	0,094	28,24	0,30	4,04	6,06	-	92,83	133,33	1,00	49,38
10	30,05	30,05	40	33,91	0,094	30,05	0,30	4,52	6,77	-	113,03	133,33	1,00	58,40
11	35,02	35,02	40	36,71	0,094	31,84	0,31	5,00	7,50	-	122,37	133,33	1,00	68,05
12	40,32	40,32	40	40,21	0,094	33,60	0,31	5,49	8,24	0,337	134,03	133,33	1,00	78,35
13	45,95	45,95	40	44,73	0,094	35,35	0,31	5,99	8,99	0,368	149,10	133,33	1,00	89,29
14	51,91	50,88	40	51,00	0,094	37,08	0,32	6,50	9,75	0,391	170,00	133,33	0,98	100,86
15	58,20	55,87	40	66,50	0,094	38,80	0,32	7,02	10,52	0,414	221,67	133,33	0,96	113,08

Tablo A.3 e_2 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_2 = 6$ mm Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	5	9,30	0,019	14,94	0,28	1,27	1,90	0,386	15,50	8,33	1,00	3,08
4	7,15	7,15	5	11,26	0,019	17,87	0,29	1,73	2,60	0,527	18,77	8,33	1,00	4,91
5	10,14	9,86	5	12,63	0,019	20,28	0,29	2,19	3,28	0,647	21,04	8,33	0,97	6,97
6	13,47	11,24	5	14,86	0,019	22,44	0,29	2,64	3,97	0,670	24,77	8,33	0,83	9,25
7	17,12	12,01	5	16,40	0,019	24,46	0,30	3,10	4,65	0,662	27,33	8,33	0,70	11,76
8	21,10	12,48	5	18,81	0,019	26,38	0,30	3,57	5,35	0,641	31,35	8,33	0,59	14,50
9	25,41	12,88	5	21,94	0,019	28,24	0,30	4,04	6,06	0,622	36,56	8,33	0,51	17,46
10	30,05	13,43	5	23,73	0,019	30,05	0,30	4,52	6,77	0,613	39,54	8,33	0,45	20,65
11	35,02	13,59	5	25,90	0,019	31,84	0,31	5,00	7,50	0,590	43,17	8,33	0,39	24,06
12	40,32	14,23	5	29,50	0,019	33,60	0,31	5,49	8,24	0,589	49,17	8,33	0,35	27,70
13	45,95	13,91	5	33,31	0,019	35,35	0,31	5,99	8,99	0,551	55,52	8,33	0,30	31,57
14	51,91	9,18	5	37,23	0,019	37,08	0,32	6,50	9,75	0,349	62,04	8,33	0,18	35,66
15	58,20	8,81	5	41,19	0,019	38,80	0,32	7,02	10,52	0,323	68,65	8,33	0,15	39,98
3	4,48	4,48	10	9,30	0,038	14,94	0,28	1,27	1,90	-	15,50	16,67	1,00	3,08
4	7,15	7,15	10	11,26	0,038	17,87	0,29	1,73	2,60	0,263	18,77	16,67	1,00	4,91
5	10,14	10,14	10	12,63	0,038	20,28	0,29	2,19	3,28	0,332	21,04	16,67	1,00	6,97
6	13,47	13,47	10	14,86	0,038	22,44	0,29	2,64	3,97	0,402	24,77	16,67	1,00	9,25
7	17,12	17,09	10	16,40	0,038	24,46	0,30	3,10	4,65	0,471	27,33	16,67	1,00	11,76
8	21,10	20,57	10	18,81	0,038	26,38	0,30	3,57	5,35	0,528	31,35	16,67	0,97	14,50
9	25,41	24,19	10	21,94	0,038	28,24	0,30	4,04	6,06	0,584	36,56	16,67	0,95	17,46
10	30,05	26,37	10	23,73	0,038	30,05	0,30	4,52	6,77	0,602	39,54	16,67	0,88	20,65
11	35,02	27,20	10	25,90	0,038	31,84	0,31	5,00	7,50	0,590	43,17	16,67	0,78	24,06
12	40,32	27,57	10	29,50	0,038	33,60	0,31	5,49	8,24	0,571	49,17	16,67	0,68	27,70
13	45,95	27,94	10	33,31	0,038	35,35	0,31	5,99	8,99	0,554	55,52	16,67	0,61	31,57
14	51,91	22,85	10	37,23	0,038	37,08	0,32	6,50	9,75	0,435	62,04	16,67	0,44	35,66
15	58,20	21,44	10	41,19	0,038	38,80	0,32	7,02	10,52	0,393	68,65	16,67	0,37	39,98

Tablo A.3 Devamı

Çubuk Aralığı $e_2 = 6$ mm Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	15	9,30	0,057	14,94	0,28	1,27	1,90	-	15,50	25,00	1,00	3,08
4	7,15	7,15	15	11,26	0,057	17,87	0,29	1,73	2,60	-	18,77	25,00	1,00	4,91
5	10,14	10,14	15	12,63	0,057	20,28	0,29	2,19	3,28	-	21,04	25,00	1,00	6,97
6	13,47	13,47	15	14,86	0,057	22,44	0,29	2,64	3,97	-	24,77	25,00	1,00	9,25
7	17,12	17,12	15	16,40	0,057	24,46	0,30	3,10	4,65	0,314	27,33	25,00	1,00	11,76
8	21,10	20,74	15	18,81	0,057	26,38	0,30	3,57	5,35	0,355	31,35	25,00	0,98	14,50
9	25,41	25,00	15	21,94	0,057	28,24	0,30	4,04	6,06	0,402	36,56	25,00	0,98	17,46
10	30,05	29,06	15	23,73	0,057	30,05	0,30	4,52	6,77	0,442	39,54	25,00	0,97	20,65
11	35,02	33,39	15	25,90	0,057	31,84	0,31	5,00	7,50	0,483	43,17	25,00	0,95	24,06
12	40,32	37,67	15	29,50	0,057	33,60	0,31	5,49	8,24	0,520	49,17	25,00	0,93	27,70
13	45,95	41,79	15	33,31	0,057	35,35	0,31	5,99	8,99	0,552	55,52	25,00	0,91	31,57
14	51,91	38,90	15	37,23	0,057	37,08	0,32	6,50	9,75	0,493	62,04	25,00	0,75	35,66
15	58,20	37,47	15	41,19	0,057	38,80	0,32	7,02	10,52	0,458	68,65	25,00	0,64	39,98
3	4,48	4,48	20	9,30	0,076	14,94	0,28	1,27	1,90	-	15,50	33,33	1,00	3,08
4	7,15	7,15	20	11,26	0,076	17,87	0,29	1,73	2,60	-	18,77	33,33	1,00	4,91
5	10,14	10,14	20	12,63	0,076	20,28	0,29	2,19	3,28	-	21,04	33,33	1,00	6,97
6	13,47	13,47	20	14,86	0,076	22,44	0,29	2,64	3,97	-	24,77	33,33	1,00	9,25
7	17,12	17,12	20	16,40	0,076	24,46	0,30	3,10	4,65	-	27,33	33,33	1,00	11,76
8	21,10	21,10	20	18,81	0,076	26,38	0,30	3,57	5,35	-	31,35	33,33	1,00	14,50
9	25,41	25,41	20	21,94	0,076	28,24	0,30	4,04	6,06	0,307	36,56	33,33	1,00	17,46
10	30,05	29,44	20	23,73	0,076	30,05	0,30	4,52	6,77	0,336	39,54	33,33	0,98	20,65
11	35,02	34,47	20	25,90	0,076	31,84	0,31	5,00	7,50	0,374	43,17	33,33	0,98	24,06
12	40,32	38,90	20	29,50	0,076	33,60	0,31	5,49	8,24	0,403	49,17	33,33	0,96	27,70
13	45,95	44,54	20	33,31	0,076	35,35	0,31	5,99	8,99	0,441	55,52	33,33	0,97	31,57
14	51,91	49,88	20	37,23	0,076	37,08	0,32	6,50	9,75	0,474	62,04	33,33	0,96	35,66
15	58,20	52,90	20	41,19	0,076	38,80	0,32	7,02	10,52	0,484	68,65	33,33	0,91	39,98

Tablo A.3 Devamı

Çubuk Aralığı $e_2 = 6$ mm Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	25	9,30	0,095	14,94	0,28	1,27	1,90	-	15,50	41,67	1,00	3,08
4	7,15	7,15	25	11,26	0,095	17,87	0,29	1,73	2,60	-	18,77	41,67	1,00	4,91
5	10,14	10,14	25	12,63	0,095	20,28	0,29	2,19	3,28	-	21,04	41,67	1,00	6,97
6	13,47	13,47	25	14,86	0,095	22,44	0,29	2,64	3,97	-	24,77	41,67	1,00	9,25
7	17,12	17,12	25	16,40	0,095	24,46	0,30	3,10	4,65	-	27,33	41,67	1,00	11,76
8	21,10	21,10	25	18,81	0,095	26,38	0,30	3,57	5,35	-	31,35	41,67	1,00	14,50
9	25,41	25,41	25	21,94	0,095	28,24	0,30	4,04	6,06	-	36,56	41,67	1,00	17,46
10	30,05	30,05	25	23,73	0,095	30,05	0,30	4,52	6,77	-	39,54	41,67	1,00	20,65
11	35,02	35,02	25	25,90	0,095	31,84	0,31	5,00	7,50	0,304	43,17	41,67	1,00	24,06
12	40,32	40,32	25	29,50	0,095	33,60	0,31	5,49	8,24	0,334	49,17	41,67	1,00	27,70
13	45,95	44,97	25	33,31	0,095	35,35	0,31	5,99	8,99	0,356	55,52	41,67	0,98	31,57
14	51,91	50,88	25	37,23	0,095	37,08	0,32	6,50	9,75	0,387	62,04	41,67	0,98	35,66
15	58,20	57,14	25	41,19	0,095	38,80	0,32	7,02	10,52	0,419	68,65	41,67	0,98	39,98
3	4,48	4,48	30	9,30	0,114	14,94	0,28	1,27	1,90	-	15,50	50,00	1,00	3,08
4	7,15	7,15	30	11,26	0,114	17,87	0,29	1,73	2,60	-	18,77	50,00	1,00	4,91
5	10,14	10,14	30	12,63	0,114	20,28	0,29	2,19	3,28	-	21,04	50,00	1,00	6,97
6	13,47	13,47	30	14,86	0,114	22,44	0,29	2,64	3,97	-	24,77	50,00	1,00	9,25
7	17,12	17,12	30	16,40	0,114	24,46	0,30	3,10	4,65	-	27,33	50,00	1,00	11,76
8	21,10	21,10	30	18,81	0,114	26,38	0,30	3,57	5,35	-	31,35	50,00	1,00	14,50
9	25,41	25,41	30	21,94	0,114	28,24	0,30	4,04	6,06	-	36,56	50,00	1,00	17,46
10	30,05	30,05	30	23,73	0,114	30,05	0,30	4,52	6,77	-	39,54	50,00	1,00	20,65
11	35,02	35,02	30	25,90	0,114	31,84	0,31	5,00	7,50	-	43,17	50,00	1,00	24,06
12	40,32	40,32	30	29,50	0,114	33,60	0,31	5,49	8,24	-	49,17	50,00	1,00	27,70
13	45,95	45,95	30	33,31	0,114	35,35	0,31	5,99	8,99	0,304	55,52	50,00	1,00	31,57
14	51,91	51,10	30	37,23	0,114	37,08	0,32	6,50	9,75	0,324	62,04	50,00	0,98	35,66
15	58,20	57,14	30	41,19	0,114	38,80	0,32	7,02	10,52	0,349	68,65	50,00	0,98	39,98

Tablo A.4 e_2 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_2 = 6$ mm Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	5	11,68	0,019	14,94	0,28	1,27	1,90	0,386	19,47	8,33	1,00	3,08
4	7,15	6,90	5	12,76	0,019	17,87	0,29	1,73	2,60	0,508	21,27	8,33	0,97	4,91
5	10,14	9,11	5	13,98	0,019	20,28	0,29	2,19	3,28	0,597	23,30	8,33	0,90	6,97
6	13,47	11,08	5	15,28	0,019	22,44	0,29	2,64	3,97	0,661	25,47	8,33	0,82	9,25
7	17,12	12,95	5	17,79	0,019	24,46	0,30	3,10	4,65	0,714	29,65	8,33	0,76	11,76
8	21,10	12,95	5	19,83	0,019	26,38	0,30	3,57	5,35	0,665	33,05	8,33	0,61	14,50
9	25,41	13,11	5	21,74	0,019	28,24	0,30	4,04	6,06	0,633	36,23	8,33	0,52	17,46
10	30,05	13,75	5	24,45	0,019	30,05	0,30	4,52	6,77	0,628	40,75	8,33	0,46	20,65
11	35,02	13,75	5	26,76	0,019	31,84	0,31	5,00	7,50	0,596	44,60	8,33	0,39	24,06
12	40,32	13,91	5	29,73	0,019	33,60	0,31	5,49	8,24	0,576	49,55	8,33	0,34	27,70
13	45,95	14,07	5	34,09	0,019	35,35	0,31	5,99	8,99	0,558	56,82	8,33	0,31	31,57
14	51,91	12,17	5	38,91	0,019	37,08	0,32	6,50	9,75	0,463	64,85	8,33	0,23	35,66
15	58,20	4,06	5	41,53	0,019	38,80	0,32	7,02	10,52	0,149	69,22	8,33	0,07	39,98
3	4,48	4,48	10	11,68	0,038	14,94	0,28	1,27	1,90	0,193	19,47	16,67	1,00	3,08
4	7,15	7,15	10	12,76	0,038	17,87	0,29	1,73	2,60	0,263	21,27	16,67	1,00	4,91
5	10,14	10,14	10	13,98	0,038	20,28	0,29	2,19	3,28	0,332	23,30	16,67	1,00	6,97
6	13,47	13,47	10	15,28	0,038	22,44	0,29	2,64	3,97	0,402	25,47	16,67	1,00	9,25
7	17,12	16,84	10	17,79	0,038	24,46	0,30	3,10	4,65	0,464	29,65	16,67	0,98	11,76
8	21,10	20,22	10	19,83	0,038	26,38	0,30	3,57	5,35	0,519	33,05	16,67	0,96	14,50
9	25,41	23,38	10	21,74	0,038	28,24	0,30	4,04	6,06	0,564	36,23	16,67	0,92	17,46
10	30,05	24,28	10	24,45	0,038	30,05	0,30	4,52	6,77	0,554	40,75	16,67	0,81	20,65
11	35,02	24,82	10	26,76	0,038	31,84	0,31	5,00	7,50	0,538	44,60	16,67	0,71	24,06
12	40,32	25,00	10	29,73	0,038	33,60	0,31	5,49	8,24	0,517	49,55	16,67	0,62	27,70
13	45,95	17,34	10	34,09	0,038	35,35	0,31	5,99	8,99	0,344	56,82	16,67	0,38	31,57
14	51,91	15,69	10	38,91	0,038	37,08	0,32	6,50	9,75	0,298	64,85	16,67	0,30	35,66
15	58,20	13,75	10	41,53	0,038	38,80	0,32	7,02	10,52	0,252	69,22	16,67	0,24	39,98

Tablo A.4 Devamı

Çubuk Aralığı $e_2 = 6 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	15	11,68	0,057	14,94	0,28	1,27	1,90	-	19,47	25,00	1,00	3,08
4	7,15	7,15	15	12,76	0,057	17,87	0,29	1,73	2,60	-	21,27	25,00	1,00	4,91
5	10,14	10,14	15	13,98	0,057	20,28	0,29	2,19	3,28	-	23,30	25,00	1,00	6,97
6	13,47	13,47	15	15,28	0,057	22,44	0,29	2,64	3,97	0,268	25,47	25,00	1,00	9,25
7	17,12	17,12	15	17,79	0,057	24,46	0,30	3,10	4,65	0,314	29,65	25,00	1,00	11,76
8	21,10	21,10	15	19,83	0,057	26,38	0,30	3,57	5,35	0,361	33,05	25,00	1,00	14,50
9	25,41	25,41	15	21,74	0,057	28,24	0,30	4,04	6,06	0,409	36,23	25,00	1,00	17,46
10	30,05	29,44	15	24,45	0,057	30,05	0,30	4,52	6,77	0,448	40,75	25,00	0,98	20,65
11	35,02	33,88	15	26,76	0,057	31,84	0,31	5,00	7,50	0,490	44,60	25,00	0,97	24,06
12	40,32	37,47	15	29,73	0,057	33,60	0,31	5,49	8,24	0,517	49,55	25,00	0,93	27,70
13	45,95	39,92	15	34,09	0,057	35,35	0,31	5,99	8,99	0,527	56,82	25,00	0,87	31,57
14	51,91	32,51	15	38,91	0,057	37,08	0,32	6,50	9,75	0,412	64,85	25,00	0,63	35,66
15	58,20	30,39	15	41,53	0,057	38,80	0,32	7,02	10,52	0,371	69,22	25,00	0,52	39,98
3	4,48	4,48	20	11,68	0,076	14,94	0,28	1,27	1,90	-	19,47	33,33	1,00	3,08
4	7,15	7,15	20	12,76	0,076	17,87	0,29	1,73	2,60	-	21,27	33,33	1,00	4,91
5	10,14	10,14	20	13,98	0,076	20,28	0,29	2,19	3,28	-	23,30	33,33	1,00	6,97
6	13,47	13,47	20	15,28	0,076	22,44	0,29	2,64	3,97	-	25,47	33,33	1,00	9,25
7	17,12	17,12	20	17,79	0,076	24,46	0,30	3,10	4,65	-	29,65	33,33	1,00	11,76
8	21,10	21,10	20	19,83	0,076	26,38	0,30	3,57	5,35	-	33,05	33,33	1,00	14,50
9	25,41	25,41	20	21,74	0,076	28,24	0,30	4,04	6,06	0,307	36,23	33,33	1,00	17,46
10	30,05	30,05	20	24,45	0,076	30,05	0,30	4,52	6,77	0,343	40,75	33,33	1,00	20,65
11	35,02	34,47	20	26,76	0,076	31,84	0,31	5,00	7,50	0,374	44,60	33,33	0,98	24,06
12	40,32	39,72	20	29,73	0,076	33,60	0,31	5,49	8,24	0,411	49,55	33,33	0,98	27,70
13	45,95	45,19	20	34,09	0,076	35,35	0,31	5,99	8,99	0,448	56,82	33,33	0,98	31,57
14	51,91	50,43	20	38,91	0,076	37,08	0,32	6,50	9,75	0,480	64,85	33,33	0,97	35,66
15	58,20	47,13	20	41,53	0,076	38,80	0,32	7,02	10,52	0,432	69,22	33,33	0,81	39,98

Tablo A.4 Devamı

Çubuk Aralığı $e_2 = 6$ mm Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	25	11,68	0,095	14,94	0,28	1,27	1,90	-	19,47	41,67	1,00	3,08
4	7,15	7,15	25	12,76	0,095	17,87	0,29	1,73	2,60	-	21,27	41,67	1,00	4,91
5	10,14	10,14	25	13,98	0,095	20,28	0,29	2,19	3,28	-	23,30	41,67	1,00	6,97
6	13,47	13,47	25	15,28	0,095	22,44	0,29	2,64	3,97	-	25,47	41,67	1,00	9,25
7	17,12	17,12	25	17,79	0,095	24,46	0,30	3,10	4,65	-	29,65	41,67	1,00	11,76
8	21,10	21,10	25	19,83	0,095	26,38	0,30	3,57	5,35	-	33,05	41,67	1,00	14,50
9	25,41	25,41	25	21,74	0,095	28,24	0,30	4,04	6,06	-	36,23	41,67	1,00	17,46
10	30,05	30,05	25	24,45	0,095	30,05	0,30	4,52	6,77	-	40,75	41,67	1,00	20,65
11	35,02	35,02	25	26,76	0,095	31,84	0,31	5,00	7,50	0,304	44,60	41,67	1,00	24,06
12	40,32	40,13	25	29,73	0,095	33,60	0,31	5,49	8,24	0,332	49,55	41,67	1,00	27,70
13	45,95	45,83	25	34,09	0,095	35,35	0,31	5,99	8,99	0,363	56,82	41,67	1,00	31,57
14	51,91	50,88	25	38,91	0,095	37,08	0,32	6,50	9,75	0,387	64,85	41,67	0,98	35,66
15	58,20	56,79	25	41,53	0,095	38,80	0,32	7,02	10,52	0,416	69,22	41,67	0,98	39,98
3	4,48	4,48	30	11,68	0,114	14,94	0,28	1,27	1,90	-	19,47	50,00	1,00	3,08
4	7,15	7,15	30	12,76	0,114	17,87	0,29	1,73	2,60	-	21,27	50,00	1,00	4,91
5	10,14	10,14	30	13,98	0,114	20,28	0,29	2,19	3,28	-	23,30	50,00	1,00	6,97
6	13,47	13,47	30	15,28	0,114	22,44	0,29	2,64	3,97	-	25,47	50,00	1,00	9,25
7	17,12	17,12	30	17,79	0,114	24,46	0,30	3,10	4,65	-	29,65	50,00	1,00	11,76
8	21,10	21,10	30	19,83	0,114	26,38	0,30	3,57	5,35	-	33,05	50,00	1,00	14,50
9	25,41	25,41	30	21,74	0,114	28,24	0,30	4,04	6,06	-	36,23	50,00	1,00	17,46
10	30,05	30,05	30	24,45	0,114	30,05	0,30	4,52	6,77	-	40,75	50,00	1,00	20,65
11	35,02	35,02	30	26,76	0,114	31,84	0,31	5,00	7,50	-	44,60	50,00	1,00	24,06
12	40,32	40,32	30	29,73	0,114	33,60	0,31	5,49	8,24	-	49,55	50,00	1,00	27,70
13	45,95	45,95	30	34,09	0,114	35,35	0,31	5,99	8,99	0,304	56,82	50,00	1,00	31,57
14	51,91	51,91	30	38,91	0,114	37,08	0,32	6,50	9,75	0,329	64,85	50,00	1,00	35,66
15	58,20	57,72	30	41,53	0,114	38,80	0,32	7,02	10,52	0,352	69,22	50,00	0,99	39,98

Tablo A.5 e_3 ve θ_1 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_3 = 10$ mm Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	5	9,60	0,025	14,94	0,28	1,27	1,90	0,293	9,60	5,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	5	11,89	0,025	17,87	0,29	1,73	2,60	0,400	11,89	5,00	1,00	2,28
5	10,14	9,71	5	13,59	0,025	20,28	0,29	2,19	3,28	0,484	13,59	5,00	0,96	3,24
6	13,47	11,31	5	15,19	0,025	22,44	0,29	2,64	3,97	0,513	15,19	5,00	0,84	4,30
7	17,12	11,93	5	16,93	0,025	24,46	0,30	3,10	4,65	0,500	16,93	5,00	0,70	5,47
8	21,10	12,33	5	18,54	0,025	26,38	0,30	3,57	5,35	0,481	18,54	5,00	0,58	6,74
9	25,41	12,48	5	20,64	0,025	28,24	0,30	4,04	6,06	0,458	20,64	5,00	0,49	8,11
10	30,05	12,64	5	22,78	0,025	30,05	0,30	4,52	6,77	0,439	22,78	5,00	0,42	9,60
11	35,02	12,56	5	24,63	0,025	31,84	0,31	5,00	7,50	0,414	24,63	5,00	0,36	11,18
12	40,32	12,80	5	27,63	0,025	33,60	0,31	5,49	8,24	0,403	27,63	5,00	0,32	12,87
13	45,95	8,58	5	29,49	0,025	35,35	0,31	5,99	8,99	0,259	29,49	5,00	0,19	14,67
14	51,91	7,33	5	32,29	0,025	37,08	0,32	6,50	9,75	0,212	32,29	5,00	0,14	16,57
15	58,20	6,46	5	35,08	0,025	38,80	0,32	7,02	10,52	0,180	35,08	5,00	0,11	18,58
3	4,48	4,48	10	9,60	0,050	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,60	10,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	10	11,89	0,050	17,87	0,29	1,73	2,60	0,200	11,89	10,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	10	13,59	0,050	20,28	0,29	2,19	3,28	0,253	13,59	10,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	10	15,19	0,050	22,44	0,29	2,64	3,97	0,305	15,19	10,00	1,00	4,30
7	17,12	16,84	10	16,93	0,050	24,46	0,30	3,10	4,65	0,352	16,93	10,00	0,98	5,47
8	21,10	20,05	10	18,54	0,050	26,38	0,30	3,57	5,35	0,391	18,54	10,00	0,95	6,74
9	25,41	24,19	10	20,64	0,050	28,24	0,30	4,04	6,06	0,444	20,64	10,00	0,95	8,11
10	30,05	27,85	10	22,78	0,050	30,05	0,30	4,52	6,77	0,483	22,78	10,00	0,93	9,60
11	35,02	28,88	10	24,63	0,050	31,84	0,31	5,00	7,50	0,476	24,63	10,00	0,82	11,18
12	40,32	29,16	10	27,63	0,050	33,60	0,31	5,49	8,24	0,459	27,63	10,00	0,72	12,87
13	45,95	21,79	10	29,49	0,050	35,35	0,31	5,99	8,99	0,328	29,49	10,00	0,47	14,67
14	51,91	19,54	10	32,29	0,050	37,08	0,32	6,50	9,75	0,282	32,29	10,00	0,38	16,57
15	58,20	17,67	10	35,08	0,050	38,80	0,32	7,02	10,52	0,246	35,08	10,00	0,30	18,58

Tablo A.5 Devamı

Çubuk Aralığı $e_3 = 10 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	15	9,60	0,075	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,60	15,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	15	11,89	0,075	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,89	15,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	15	13,59	0,075	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,59	15,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	15	15,19	0,075	22,44	0,29	2,64	3,97	0,204	15,19	15,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	15	16,93	0,075	24,46	0,30	3,10	4,65	0,239	16,93	15,00	1,00	5,47
8	21,10	20,40	15	18,54	0,075	26,38	0,30	3,57	5,35	0,265	18,54	15,00	0,97	6,74
9	25,41	24,82	15	20,64	0,075	28,24	0,30	4,04	6,06	0,304	20,64	15,00	0,98	8,11
10	30,05	29,06	15	22,78	0,075	30,05	0,30	4,52	6,77	0,336	22,78	15,00	0,97	9,60
11	35,02	33,48	15	24,63	0,075	31,84	0,31	5,00	7,50	0,368	24,63	15,00	0,96	11,18
12	40,32	38,49	15	27,63	0,075	33,60	0,31	5,49	8,24	0,404	27,63	15,00	0,95	12,87
13	45,95	41,38	15	29,49	0,075	35,35	0,31	5,99	8,99	0,415	29,49	15,00	0,90	14,67
14	51,91	40,34	15	32,29	0,075	37,08	0,32	6,50	9,75	0,389	32,29	15,00	0,78	16,57
15	58,20	38,90	15	35,08	0,075	38,80	0,32	7,02	10,52	0,361	35,08	15,00	0,67	18,58
3	4,48	4,48	20	9,60	0,100	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,60	20,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	20	11,89	0,100	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,89	20,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	20	13,59	0,100	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,59	20,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	20	15,19	0,100	22,44	0,29	2,64	3,97	-	15,19	20,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	20	16,93	0,100	24,46	0,30	3,10	4,65	-	16,93	20,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	20	18,54	0,100	26,38	0,30	3,57	5,35	-	18,54	20,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	20	20,64	0,100	28,24	0,30	4,04	6,06	0,233	20,64	20,00	1,00	8,11
10	30,05	29,44	20	22,78	0,100	30,05	0,30	4,52	6,77	0,255	22,78	20,00	0,98	9,60
11	35,02	34,07	20	24,63	0,100	31,84	0,31	5,00	7,50	0,281	24,63	20,00	0,97	11,18
12	40,32	39,51	20	27,63	0,100	33,60	0,31	5,49	8,24	0,311	27,63	20,00	0,98	12,87
13	45,95	44,54	20	29,49	0,100	35,35	0,31	5,99	8,99	0,335	29,49	20,00	0,97	14,67
14	51,91	49,88	20	32,29	0,100	37,08	0,32	6,50	9,75	0,361	32,29	20,00	0,96	16,57
15	58,20	54,72	20	35,08	0,100	38,80	0,32	7,02	10,52	0,381	35,08	20,00	0,94	18,58

Tablo A.5 Devamı

Çubuk Aralığı $e_3 = 10 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_1 = 19^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	25	9,60	0,125	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,60	25,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	25	11,89	0,125	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,89	25,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	25	13,59	0,125	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,59	25,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	25	15,19	0,125	22,44	0,29	2,64	3,97	-	15,19	25,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	25	16,93	0,125	24,46	0,30	3,10	4,65	-	16,93	25,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	25	18,54	0,125	26,38	0,30	3,57	5,35	-	18,54	25,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	25	20,64	0,125	28,24	0,30	4,04	6,06	-	20,64	25,00	1,00	8,11
10	30,05	30,05	25	22,78	0,125	30,05	0,30	4,52	6,77	-	22,78	25,00	1,00	9,60
11	35,02	35,02	25	24,63	0,125	31,84	0,31	5,00	7,50	-	24,63	25,00	1,00	11,18
12	40,32	40,32	25	27,63	0,125	33,60	0,31	5,49	8,24	0,254	27,63	25,00	1,00	12,87
13	45,95	45,29	25	29,49	0,125	35,35	0,31	5,99	8,99	0,273	29,49	25,00	0,99	14,67
14	51,91	50,77	25	32,29	0,125	37,08	0,32	6,50	9,75	0,294	32,29	25,00	0,98	16,57
15	58,20	57,02	25	35,08	0,125	38,80	0,32	7,02	10,52	0,317	35,08	25,00	0,98	18,58
3	4,48	4,48	30	9,60	0,150	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,60	30,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	30	11,89	0,150	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,89	30,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	30	13,59	0,150	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,59	30,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	30	15,19	0,150	22,44	0,29	2,64	3,97	-	15,19	30,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	30	16,93	0,150	24,46	0,30	3,10	4,65	-	16,93	30,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	30	18,54	0,150	26,38	0,30	3,57	5,35	-	18,54	30,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	30	20,64	0,150	28,24	0,30	4,04	6,06	-	20,64	30,00	1,00	8,11
10	30,05	30,05	30	22,78	0,150	30,05	0,30	4,52	6,77	-	22,78	30,00	1,00	9,60
11	35,02	35,02	30	24,63	0,150	31,84	0,31	5,00	7,50	-	24,63	30,00	1,00	11,18
12	40,32	40,32	30	27,63	0,150	33,60	0,31	5,49	8,24	-	27,63	30,00	1,00	12,87
13	45,95	45,95	30	29,49	0,150	35,35	0,31	5,99	8,99	-	29,49	30,00	1,00	14,67
14	51,91	51,91	30	32,29	0,150	37,08	0,32	6,50	9,75	0,250	32,29	30,00	1,00	16,57
15	58,20	57,14	30	35,08	0,150	38,80	0,32	7,02	10,52	0,265	35,08	30,00	0,98	18,58

Tablo A.6 e_3 ve θ_2 değerlerine sahip ızgara için ölçülen ve hesaplanan parametreler

Çubuk Aralığı $e_3 = 10$ mm Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
y_0 (cm)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	L (cm)	L_2 (cm)	A_{r0} (m ² /m)	V_0 (cm/s)	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*}g))^{0,5}$
3	4,48	4,48	5	9,31	0,025	14,94	0,28	1,27	1,90	0,293	9,31	5,00	1,00	1,43
4	7,15	7,04	5	11,41	0,025	17,87	0,29	1,73	2,60	0,394	11,41	5,00	0,99	2,28
5	10,14	9,86	5	13,05	0,025	20,28	0,29	2,19	3,28	0,491	13,05	5,00	0,97	3,24
6	13,47	11,55	5	14,53	0,025	22,44	0,29	2,64	3,97	0,524	14,53	5,00	0,86	4,30
7	17,12	12,33	5	15,69	0,025	24,46	0,30	3,10	4,65	0,516	15,69	5,00	0,72	5,47
8	21,10	12,80	5	17,76	0,025	26,38	0,30	3,57	5,35	0,500	17,76	5,00	0,61	6,74
9	25,41	13,19	5	19,33	0,025	28,24	0,30	4,04	6,06	0,484	19,33	5,00	0,52	8,11
10	30,05	13,43	5	21,59	0,025	30,05	0,30	4,52	6,77	0,466	21,59	5,00	0,45	9,60
11	35,02	13,59	5	23,50	0,025	31,84	0,31	5,00	7,50	0,448	23,50	5,00	0,39	11,18
12	40,32	13,83	5	26,08	0,025	33,60	0,31	5,49	8,24	0,435	26,08	5,00	0,34	12,87
13	45,95	14,07	5	29,05	0,025	35,35	0,31	5,99	8,99	0,424	29,05	5,00	0,31	14,67
14	51,91	5,32	5	33,20	0,025	37,08	0,32	6,50	9,75	0,154	33,20	5,00	0,10	16,57
15	58,20	4,20	5	36,63	0,025	38,80	0,32	7,02	10,52	0,117	36,63	5,00	0,07	18,58
3	4,48	4,48	10	9,31	0,050	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,31	10,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	10	11,41	0,050	17,87	0,29	1,73	2,60	0,200	11,41	10,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	10	13,05	0,050	20,28	0,29	2,19	3,28	0,253	13,05	10,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	10	14,53	0,050	22,44	0,29	2,64	3,97	0,305	14,53	10,00	1,00	4,30
7	17,12	16,84	10	15,69	0,050	24,46	0,30	3,10	4,65	0,352	15,69	10,00	0,98	5,47
8	21,10	20,92	10	17,76	0,050	26,38	0,30	3,57	5,35	0,408	17,76	10,00	0,99	6,74
9	25,41	24,82	10	19,33	0,050	28,24	0,30	4,04	6,06	0,455	19,33	10,00	0,98	8,11
10	30,05	28,03	10	21,59	0,050	30,05	0,30	4,52	6,77	0,486	21,59	10,00	0,93	9,60
11	35,02	29,44	10	23,50	0,050	31,84	0,31	5,00	7,50	0,485	23,50	10,00	0,84	11,18
12	40,32	30,01	10	26,08	0,050	33,60	0,31	5,49	8,24	0,472	26,08	10,00	0,74	12,87
13	45,95	20,74	10	29,05	0,050	35,35	0,31	5,99	8,99	0,312	29,05	10,00	0,45	14,67
14	51,91	18,69	10	33,20	0,050	37,08	0,32	6,50	9,75	0,270	33,20	10,00	0,36	16,57
15	58,20	16,02	10	36,63	0,050	38,80	0,32	7,02	10,52	0,223	36,63	10,00	0,28	18,58

Tablo A.6 Devamı

Çubuk Aralığı $e_3 = 10 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	15	9,31	0,075	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,31	15,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	15	11,41	0,075	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,41	15,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	15	13,05	0,075	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,05	15,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	15	14,53	0,075	22,44	0,29	2,64	3,97	-	14,53	15,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	15	15,69	0,075	24,46	0,30	3,10	4,65	0,239	15,69	15,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	15	17,76	0,075	26,38	0,30	3,57	5,35	0,275	17,76	15,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	15	19,33	0,075	28,24	0,30	4,04	6,06	0,311	19,33	15,00	1,00	8,11
10	30,05	29,63	15	21,59	0,075	30,05	0,30	4,52	6,77	0,343	21,59	15,00	0,99	9,60
11	35,02	34,27	15	23,50	0,075	31,84	0,31	5,00	7,50	0,377	23,50	15,00	0,98	11,18
12	40,32	39,41	15	26,08	0,075	33,60	0,31	5,49	8,24	0,413	26,08	15,00	0,98	12,87
13	45,95	44,87	15	29,05	0,075	35,35	0,31	5,99	8,99	0,450	29,05	15,00	0,98	14,67
14	51,91	38,08	15	33,20	0,075	37,08	0,32	6,50	9,75	0,367	33,20	15,00	0,73	16,57
15	58,20	34,67	15	36,63	0,075	38,80	0,32	7,02	10,52	0,322	36,63	15,00	0,60	18,58
3	4,48	4,48	20	9,31	0,100	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,31	20,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	20	11,41	0,100	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,41	20,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	20	13,05	0,100	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,05	20,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	20	14,53	0,100	22,44	0,29	2,64	3,97	-	14,53	20,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	20	15,69	0,100	24,46	0,30	3,10	4,65	-	15,69	20,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	20	17,76	0,100	26,38	0,30	3,57	5,35	-	17,76	20,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	20	19,33	0,100	28,24	0,30	4,04	6,06	-	19,33	20,00	1,00	8,11
10	30,05	30,05	20	21,59	0,100	30,05	0,30	4,52	6,77	0,261	21,59	20,00	1,00	9,60
11	35,02	35,02	20	23,50	0,100	31,84	0,31	5,00	7,50	0,289	23,50	20,00	1,00	11,18
12	40,32	40,32	20	26,08	0,100	33,60	0,31	5,49	8,24	0,317	26,08	20,00	1,00	12,87
13	45,95	45,62	20	29,05	0,100	35,35	0,31	5,99	8,99	0,343	29,05	20,00	0,99	14,67
14	51,91	50,88	20	33,20	0,100	37,08	0,32	6,50	9,75	0,368	33,20	20,00	0,98	16,57
15	58,20	54,26	20	36,63	0,100	38,80	0,32	7,02	10,52	0,378	36,63	20,00	0,93	18,58

Tablo A.6 Devamı

Çubuk Aralığı $e_3 = 10 \text{ mm}$ Izgara Açısı $\theta_2 = 23^\circ$														
Ölçülen Parametreler						Hesaplanan Parametreler								
$y_0(\text{cm})$	$(q_w)_T (\text{lt}/(\text{s.m}))$	$(q_w)_i (\text{lt}/(\text{s.m}))$	L (cm)	L_2 (cm)	$A_{r0}(\text{m}^2/\text{m})$	$V_0(\text{cm}/\text{s})$	$(Fr)_0$	y_c (cm)	$H_c=(3/2 y_c)$ (cm)	C_d	L_2/e_1	L/e_1	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(Fr)_e=((q_w)_T^2/(e_1^{3*g}))^{0,5}$
3	4,48	4,48	25	9,31	0,125	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,31	25,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	25	11,41	0,125	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,41	25,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	25	13,05	0,125	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,05	25,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	25	14,53	0,125	22,44	0,29	2,64	3,97	-	14,53	25,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	25	15,69	0,125	24,46	0,30	3,10	4,65	-	15,69	25,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	25	17,76	0,125	26,38	0,30	3,57	5,35	-	17,76	25,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	25	19,33	0,125	28,24	0,30	4,04	6,06	-	19,33	25,00	1,00	8,11
10	30,05	30,05	25	21,59	0,125	30,05	0,30	4,52	6,77	-	21,59	25,00	1,00	9,60
11	35,02	35,02	25	23,50	0,125	31,84	0,31	5,00	7,50	-	23,50	25,00	1,00	11,18
12	40,32	40,32	25	26,08	0,125	33,60	0,31	5,49	8,24	0,254	26,08	25,00	1,00	12,87
13	45,95	45,95	25	29,05	0,125	35,35	0,31	5,99	8,99	0,277	29,05	25,00	1,00	14,67
14	51,91	51,10	25	33,20	0,125	37,08	0,32	6,50	9,75	0,296	33,20	25,00	0,98	16,57
15	58,20	57,72	25	36,63	0,125	38,80	0,32	7,02	10,52	0,321	36,63	25,00	0,99	18,58
3	4,48	4,48	30	9,31	0,150	14,94	0,28	1,27	1,90	-	9,31	30,00	1,00	1,43
4	7,15	7,15	30	11,41	0,150	17,87	0,29	1,73	2,60	-	11,41	30,00	1,00	2,28
5	10,14	10,14	30	13,05	0,150	20,28	0,29	2,19	3,28	-	13,05	30,00	1,00	3,24
6	13,47	13,47	30	14,53	0,150	22,44	0,29	2,64	3,97	-	14,53	30,00	1,00	4,30
7	17,12	17,12	30	15,69	0,150	24,46	0,30	3,10	4,65	-	15,69	30,00	1,00	5,47
8	21,10	21,10	30	17,76	0,150	26,38	0,30	3,57	5,35	-	17,76	30,00	1,00	6,74
9	25,41	25,41	30	19,33	0,150	28,24	0,30	4,04	6,06	-	19,33	30,00	1,00	8,11
10	30,05	30,05	30	21,59	0,150	30,05	0,30	4,52	6,77	-	21,59	30,00	1,00	9,60
11	35,02	35,02	30	23,50	0,150	31,84	0,31	5,00	7,50	-	23,50	30,00	1,00	11,18
12	40,32	40,32	30	26,08	0,150	33,60	0,31	5,49	8,24	-	26,08	30,00	1,00	12,87
13	45,95	45,95	30	29,05	0,150	35,35	0,31	5,99	8,99	-	29,05	30,00	1,00	14,67
14	51,91	51,91	30	33,20	0,150	37,08	0,32	6,50	9,75	0,250	33,20	30,00	1,00	16,57
15	58,20	58,20	30	36,63	0,150	38,80	0,32	7,02	10,52	0,270	36,63	30,00	1,00	18,58

BİRİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-B

Bu kısımda katı madde ile yapılan deneyler için ölçülen parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo B.1 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_1 ve L_a)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_a = 20$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
72,00	10,00	10,00	1,00		
110,00	10,00	10,00	1,00		
150,00	10,00	10,00	1,00		
240,00	10,00	10,00	1,00		
274,00	10,00	10,00	1,00		
390,00	20,00	20,00	1,00		
435,00	20,00	20,00	1,00		
475,00	30,40	30,40	1,00		
540,00	30,40	30,40	1,00		
595,00	30,40	30,40	1,00		
635,00	30,40	30,40	1,00		
680,00	30,40	30,40	1,00		
775,00	41,00	36,42	0,89		
808,00	41,00	35,88	0,88		
885,00	52,50	37,09	0,71		
925,00	52,50	36,42	0,69		
980,00	52,50	34,42	0,66		
1030,00	52,50	32,77	0,62		
1095,00	52,80	31,79	0,60		
1195,00	60,00	33,43	0,56		
1240,00	65,00	34,09	0,52		
1310,00	69,80	34,42	0,49		
1365,00	69,80	33,10	0,47		
1405,00	69,80	32,44	0,46		
1450,00	69,80	31,79	0,46		
1520,00	69,80	31,14	0,45		
1615,00	80,50	31,79	0,39		
1655,00	80,50	31,47	0,39		
1767,00	91,60	32,44	0,35		
1820,00	91,60	32,44	0,35		
1870,00	91,60	31,79	0,35		
1952,00	91,60	32,12	0,35		
2008,00	91,60	31,47	0,34	35,00	0,23

Tablo B.2 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_1 and L_b)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_b = 40$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
48	9,80	9,80	1,00		
130	9,80	9,80	1,00		
197	9,80	9,80	1,00		
245	9,80	9,80	1,00		
350	20,00	20,00	1,00		
433	31,00	31,00	1,00		
520	31,00	31,00	1,00		
600	31,00	31,00	1,00		
640	31,00	31,00	1,00		
730	40,50	40,50	1,00		
810	52,00	52,00	1,00		
875	52,00	52,00	1,00		
955	52,00	52,00	1,00		
1000	52,00	52,00	1,00		
1105	60,30	53,98	0,90		
1170	70,00	58,44	0,83		
1245	70,00	58,07	0,83		
1304	70,00	58,07	0,83		
1343	70,00	57,69	0,82		
1395	70,00	57,32	0,82		
1510	91,50	65,30	0,71		
1580	91,50	65,30	0,71		
1660	91,50	64,53	0,71		
1720	91,50	63,76	0,70		
1875	110,00	69,21	0,63	50	0,33

Tablo B.3 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_1 and L_c)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_c = 60$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
50	10,40	10,40	1,00		
140	10,40	10,40	1,00		
200	10,70	10,70	1,00		
380	30,40	30,40	1,00		
450	30,40	30,40	1,00		
520	30,40	30,40	1,00		
570	30,40	30,40	1,00		
670	50,60	50,60	1,00		
700	50,60	50,60	1,00		
760	50,60	50,60	1,00		
820	50,60	48,19	0,95		
910	60,00	56,95	0,95		
970	70,20	66,86	0,95		
1030	70,20	67,64	0,96		
1090	70,20	68,03	0,97		
1150	70,20	68,42	0,97		
1230	80,00	72,38	0,90		
1300	90,50	80,48	0,89		
1345	90,50	81,31	0,90		
1390	90,50	81,31	0,90		
1450	90,50	81,72	0,90		
1510	100,00	81,31	0,81		
1585	100,00	86,73	0,87		
1630	109,00	92,69	0,85		
1690	109,00	93,56	0,86		
1760	109,00	93,56	0,86		
1885	120,00	97,03	0,81		
1930	120,00	98,35	0,82	54	0,36

Tablo B.4 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_2 and L_a)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_a = 20$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	10,00	10,00	1,00		
148	10,00	10,00	1,00		
220	10,00	10,00	1,00		
290	10,00	10,00	1,00		
420	30,00	30,00	1,00		
500	30,00	30,00	1,00		
574	30,00	30,00	1,00		
650	30,00	30,00	1,00		
740	50,40	39,12	0,78		
820	50,40	37,09	0,74		
885	50,40	35,75	0,71		
960	50,40	35,08	0,70		
1070	70,00	37,76	0,54		
1156	70,00	35,75	0,51		
1230	70,00	33,10	0,47		
1298	70,00	32,12	0,46		
1405	90,80	35,75	0,39		
1480	90,80	35,42	0,39		
1560	90,80	34,42	0,38		
1625	90,80	34,42	0,38	34	0,23

Tablo B.5 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_2 and L_b)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_b = 40$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
45	10,30	10,30	1,00		
115	10,30	10,30	1,00		
185	10,30	10,30	1,00		
260	10,30	10,30	1,00		
400	30,40	30,40	1,00		
485	30,40	30,40	1,00		
560	30,40	30,40	1,00		
630	30,40	30,40	1,00		
730	50,70	50,70	1,00		
810	50,70	50,70	1,00		
878	50,70	50,70	1,00		
953	50,70	50,70	1,00		
1075	71,20	65,30	0,92		
1150	71,20	65,30	0,92		
1227	71,20	64,14	0,90		
1300	71,20	63,76	0,90		
1410	90,60	71,58	0,79		
1490	90,60	71,18	0,79		
1560	90,60	70,79	0,78		
1610	90,60	69,99	0,77	50	0,33

Tablo B.6 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_1 , θ_2 and L_c)

$e_1/a_1 = 0,23$, $L_c = 60$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 150$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
50	10,50	10,50	1,00		
140	10,50	10,50	1,00		
205	10,50	10,50	1,00		
280	10,50	10,50	1,00		
390	31,20	31,20	1,00		
460	31,20	31,20	1,00		
535	31,20	31,20	1,00		
615	31,20	31,20	1,00		
690	50,60	50,60	1,00		
765	50,60	50,60	1,00		
835	50,60	50,60	1,00		
917	50,60	50,60	1,00		
1025	71,60	71,60	1,00		
1105	71,60	71,60	1,00		
1175	71,60	71,60	1,00		
1250	71,60	71,60	1,00		
1350	90,40	82,13	0,91		
1425	90,40	82,13	0,91		
1490	90,40	81,31	0,90		
1570	90,40	81,31	0,90	53	0,35

Tablo B.7 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_1 and L_a)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_a = 20$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
60	9,80	9,80	1,00		
135	9,80	9,80	1,00		
200	9,80	9,80	1,00		
250	9,80	9,80	1,00		
410	30,40	30,40	1,00		
480	30,40	30,40	1,00		
550	30,40	30,40	1,00		
620	30,40	30,40	1,00		
760	49,80	44,30	0,89		
840	49,80	44,30	0,89		
900	49,80	43,95	0,88		
970	49,80	43,95	0,88		
1100	70,20	51,79	0,74		
1155	70,20	52,15	0,74		
1225	70,20	52,15	0,74		
1315	70,20	51,79	0,74		
1465	90,50	56,20	0,62		
1530	90,50	56,57	0,63		
1603	90,50	56,57	0,63		
1660	90,50	56,20	0,62		
1825	110,80	58,44	0,53		
1898	110,80	58,07	0,52		
1955	110,80	57,32	0,52		
2030	110,80	56,95	0,51		
2165	129,00	58,44	0,45		
2240	129,00	57,69	0,45		
2305	129,00	57,69	0,45		
2380	129,00	56,95	0,44	81	0,41

Tablo B.8 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_1 and L_b)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_b = 40$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	11,00	11,00	1,00		
130	11,00	11,00	1,00		
200	11,00	11,00	1,00		
270	11,00	11,00	1,00		
420	32,50	32,50	1,00		
495	32,50	32,50	1,00		
570	32,50	32,50	1,00		
625	32,50	32,50	1,00		
780	70,00	70,00	1,00		
880	70,00	70,00	1,00		
955	70,00	70,00	1,00		
1035	70,00	70,00	1,00		
1110	70,00	70,00	1,00		
1235	89,00	83,38	0,94		
1300	89,00	83,38	0,94		
1350	89,00	83,38	0,94		
1435	89,00	83,38	0,94		
1620	108,00	94,86	0,88		
1690	108,00	95,29	0,88		
1750	108,00	95,29	0,88		
1825	108,00	94,86	0,88	96	0,48

Tablo B.9 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_1 and L_c)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_c = 60$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	9,50	9,50	1,00		
130	9,50	9,50	1,00		
200	9,50	9,50	1,00		
265	9,50	9,50	1,00		
400	31,00	31,00	1,00		
470	31,00	31,00	1,00		
540	31,00	31,00	1,00		
610	31,00	31,00	1,00		
700	50,00	50,00	1,00		
780	50,00	50,00	1,00		
845	50,00	50,00	1,00		
915	50,00	50,00	1,00		
1012	71,00	71,00	1,00		
1085	71,00	71,00	1,00		
1155	71,00	71,00	1,00		
1220	71,00	71,00	1,00		
1320	90,00	90,00	1,00		
1390	90,00	90,00	1,00		
1455	90,00	90,00	1,00		
1528	90,00	90,00	1,00		
1670	110,80	100,55	0,91		
1740	110,80	100,55	0,91		
1820	110,80	100,11	0,90		
1910	110,80	100,11	0,90	101	0,51

Tablo B.10 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_2 and L_a)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_a = 20$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
75	11,00	11,00	1,00		
150	11,00	11,00	1,00		
224	11,00	11,00	1,00		
293	11,00	11,00	1,00		
435	32,00	32,00	1,00		
535	32,00	32,00	1,00		
600	32,00	32,00	1,00		
660	32,00	32,00	1,00		
765	51,00	51,00	1,00		
835	51,00	51,00	1,00		
910	51,00	51,00	1,00		
980	51,00	50,34	0,99		
1095	71,00	58,44	0,82		
1170	71,00	57,32	0,81		
1260	71,00	56,57	0,80		
1330	71,00	55,83	0,79		
1460	90,00	53,98	0,60		
1540	90,00	51,79	0,58		
1610	90,00	48,90	0,54		
1685	90,00	48,54	0,54		
1780	111,40	52,15	0,47		
1855	111,40	49,26	0,44	78	0,39

Tablo B.11 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_2 and L_b)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_b = 40$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
55	10,40	10,40	1,00		
130	10,40	10,40	1,00		
200	10,40	10,40	1,00		
265	10,40	10,40	1,00		
370	30,60	30,60	1,00		
450	30,60	30,60	1,00		
520	30,60	30,60	1,00		
590	30,60	30,60	1,00		
680	52,00	52,00	1,00		
755	52,00	52,00	1,00		
830	52,00	52,00	1,00		
910	52,00	52,00	1,00		
990	70,00	70,00	1,00		
1063	70,00	70,00	1,00		
1135	70,00	70,00	1,00		
1215	70,00	70,00	1,00		
1300	90,80	89,70	0,99		
1370	90,80	90,12	0,99		
1450	90,80	90,12	0,99		
1525	90,80	90,12	0,99		
1625	110,00	99,23	0,90		
1690	110,00	99,23	0,90		
1760	110,00	98,79	0,90	97,5	0,49

Tablo B.12 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_2 , θ_2 and L_c)

$e_2/a_2 = 0,375$, $L_c = 60$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
75	9,50	9,50	1,00		
155	9,50	9,50	1,00		
227	9,50	9,50	1,00		
295	9,50	9,50	1,00		
420	31,00	31,00	1,00		
490	31,00	31,00	1,00		
570	31,00	31,00	1,00		
640	31,00	31,00	1,00		
760	52,60	52,60	1,00		
840	52,60	52,60	1,00		
905	52,60	52,60	1,00		
982	52,60	52,60	1,00		
1080	71,50	71,50	1,00		
1155	71,50	71,50	1,00		
1233	71,50	71,50	1,00		
1300	71,50	71,50	1,00		
1420	90,00	87,15	0,97		
1495	90,00	87,15	0,97		
1566	90,00	87,15	0,97		
1640	90,00	86,31	0,96		
1750	110,00	90,98	0,83		
1830	110,00	90,98	0,83		
1890	110,00	90,55	0,82	104	0,52

Tablo B.13 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_1 and L_a)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_a = 20$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	11,00	11,00	1,00		
140	11,00	11,00	1,00		
215	11,00	11,00	1,00		
280	11,00	11,00	1,00		
435	50,00	50,00	1,00		
505	50,00	50,00	1,00		
580	50,00	50,00	1,00		
900	70,50	58,82	0,83		
970	70,50	58,44	0,83		
1040	70,50	58,82	0,83		
1115	70,50	57,69	0,82		
1235	91,50	61,08	0,67		
1305	91,50	62,23	0,68		
1380	91,50	62,23	0,68		
1455	91,50	61,85	0,68		
1605	112,00	66,08	0,59		
1680	112,00	66,08	0,59		
1745	112,00	66,08	0,59		
1820	112,00	66,08	0,59		
1920	128,00	66,47	0,52		
1990	128,00	66,47	0,52		
2030	128,00	66,47	0,52	128,5	0,64

Tablo B.14 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_1 and L_b)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_b = 40$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	9,80	9,80	1,00		
130	9,80	9,80	1,00		
200	9,80	9,80	1,00		
270	9,80	9,80	1,00		
390	30,00	30,00	1,00		
460	30,00	30,00	1,00		
535	30,00	30,00	1,00		
605	30,00	30,00	1,00		
700	51,80	51,80	1,00		
765	51,80	51,80	1,00		
840	51,80	51,80	1,00		
910	51,80	51,80	1,00		
1010	71,00	71,00	1,00		
1080	71,00	71,00	1,00		
1150	71,00	71,00	1,00		
1225	71,00	71,00	1,00		
1350	90,00	90,00	1,00		
1423	90,00	90,00	1,00		
1505	90,00	90,00	1,00		
1575	90,00	90,00	1,00		
1690	111,50	95,29	0,85		
1760	111,50	94,86	0,85		
1825	111,50	94,42	0,85		
1870	111,50	93,99	0,84	153	0,77

Tablo B.15 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_1 and L_c)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_c = 60$ cm, $\theta_1 = 19^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
65	10,20	10,20	1,00		
135	10,20	10,20	1,00		
210	10,20	10,20	1,00		
290	10,20	10,20	1,00		
400	30,50	30,50	1,00		
475	30,50	30,50	1,00		
545	30,50	30,50	1,00		
615	30,50	30,50	1,00		
720	50,00	50,00	1,00		
793	50,00	50,00	1,00		
865	50,00	50,00	1,00		
950	50,00	50,00	1,00		
1050	70,40	70,40	1,00		
1130	70,40	70,40	1,00		
1200	70,40	70,40	1,00		
1270	70,40	70,40	1,00		
1375	90,00	90,00	1,00		
1445	90,00	90,00	1,00		
1530	90,00	90,00	1,00		
1595	90,00	90,00	1,00		
1720	110,80	94,86	0,86		
1790	110,80	94,42	0,85		
1865	110,80	94,42	0,85		
1930	110,80	94,42	0,85		
2040	130,00	97,47	0,75		
2130	130,00	97,47	0,75	158	0,79

Tablo B.16 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_2 and L_a)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_a = 20$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
180	12,00	12,00	1,00		
255	12,00	12,00	1,00		
385	32,00	32,00	1,00		
460	32,00	32,00	1,00		
533	32,00	32,00	1,00		
600	32,00	32,00	1,00		
705	51,00	51,00	1,00		
780	51,00	51,00	1,00		
850	51,00	51,00	1,00		
925	51,00	51,00	1,00		
1010	70,30	67,64	0,96		
1085	70,30	69,60	0,99		
1155	70,30	69,21	0,98		
1220	70,30	68,42	0,97		
1347	90,50	75,59	0,84		
1430	90,50	74,78	0,83		
1500	90,50	74,38	0,82		
1580	90,50	66,08	0,73		
1685	110,50	64,53	0,58		
1760	110,50	62,99	0,57		
1840	110,50	62,23	0,56		
1920	110,50	60,33	0,55	128,5	0,64

Tablo B.17 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_2 and L_b)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_b = 40$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
75	10,00	10,00	1,00		
145	10,00	10,00	1,00		
220	10,00	10,00	1,00		
290	10,00	10,00	1,00		
405	30,60	30,60	1,00		
480	30,60	30,60	1,00		
550	30,60	30,60	1,00		
620	30,60	30,60	1,00		
705	50,00	50,00	1,00		
775	50,00	50,00	1,00		
840	50,00	50,00	1,00		
920	50,00	50,00	1,00		
1000	70,00	70,00	1,00		
1075	70,00	70,00	1,00		
1145	70,00	70,00	1,00		
1220	70,00	70,00	1,00		
1370	91,30	91,30	1,00		
1445	91,30	91,30	1,00		
1500	91,30	91,30	1,00		
1570	91,30	91,30	1,00		
1660	110,00	98,35	0,89		
1740	110,00	98,35	0,89		
1805	110,00	98,35	0,89		
1875	110,00	98,79	0,90		
1995	130,00	105,46	0,81	154	0,77

Tablo B.18 Katı madde ile yürütülen deneylerde ölçülen parametreler
(Izgara parametreleri: e_3 , θ_2 and L_c)

$e_3/a_3 = 0,5$, $L_c = 60$ cm, $\theta_2 = 23^\circ$, $(q_s)_T = 200$ kg					
Zaman, t (saniye)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i$ (lt/(s.m))	$(q_w)_i/(q_w)_T$	$(q_s)_i$ (kg)	$(q_s)_i/(q_s)_T$
50	10,20	10,20	1,00		
120	10,20	10,20	1,00		
185	10,20	10,20	1,00		
260	10,20	10,20	1,00		
360	31,50	31,50	1,00		
430	31,50	31,50	1,00		
515	31,50	31,50	1,00		
583	31,50	31,50	1,00		
665	54,00	54,00	1,00		
730	54,00	54,00	1,00		
800	54,00	54,00	1,00		
883	54,00	54,00	1,00		
985	70,00	70,00	1,00		
1075	70,00	70,00	1,00		
1140	70,00	70,00	1,00		
1210	70,00	70,00	1,00		
1315	90,60	88,00	0,97		
1393	90,60	86,31	0,95		
1460	90,60	86,73	0,96		
1533	90,60	85,47	0,94		
1650	110,00	88,00	0,80		
1718	110,00	88,00	0,80		
1790	110,00	87,57	0,80		
1880	110,00	87,15	0,79		
1975	129,00	90,98	0,71		
2050	129,00	90,55	0,70		
2120	129,00	90,55	0,70		
2140	129,00	90,12	0,70	160	0,80

EK-2

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-C

Bu kısımda farklı e , α , Z_1 ve Z_2 değerlerine sahip ızgaralar ile su kullanılarak (katı madde kullanılmadan) yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo C.1 A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,25	76,52	23,48	6,31	12,26	16,67	66,67
6	11,10	3,10	1,30	81,78	18,22	8,54	16,59	16,67	66,67
7	14,70	4,25	1,35	86,86	13,14	11,31	21,97	16,67	66,67
8	19,20	5,15	1,40	89,12	10,88	14,77	28,70	16,67	66,67
9	23,10	6,25	1,45	91,09	8,91	17,77	34,53	16,67	66,67
10	28,20	7,15	1,55	91,72	8,28	21,69	42,15	16,67	66,67
11	33,60	7,95	1,60	92,45	7,55	25,85	50,22	16,67	66,67
12	39,90	8,75	1,65	93,05	6,95	30,69	59,64	16,67	66,67
13	46,30	9,80	1,75	93,47	6,53	35,62	69,20	16,67	66,67
14	53,00	10,9	1,85	93,85	6,15	40,77	79,22	16,67	66,67
15	58,90	11,8	1,90	94,26	5,74	45,31	88,04	16,67	66,67
16	65,80	12,65	1,93	94,68	5,32	50,62	98,35	16,67	66,67
17	73,80	13,25	1,93	95,02	4,98	56,77	110,31	16,67	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5, Z_2=20, \alpha=20^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,25	76,52	23,48	6,31	12,26	16,67	66,67
6	11,10	3,20	1,30	82,45	17,55	8,54	16,59	16,67	66,67
7	14,70	4,60	1,35	88,12	11,88	11,31	21,97	16,67	66,67
8	19,20	5,50	1,40	90,02	9,98	14,77	28,70	16,67	66,67
9	23,10	6,45	1,50	90,97	9,03	17,77	34,53	16,67	66,67
10	28,20	7,20	1,55	91,79	8,21	21,69	42,15	16,67	66,67
11	33,60	8,05	1,60	92,58	7,42	25,85	50,22	16,67	66,67
12	39,90	8,75	1,65	93,05	6,95	30,69	59,64	16,67	66,67
13	46,30	9,75	1,75	93,42	6,58	35,62	69,20	16,67	66,67
14	53,00	10,85	1,85	93,81	6,19	40,77	79,22	16,67	66,67
15	58,90	11,85	1,90	94,29	5,71	45,31	88,04	16,67	66,67
16	65,80	12,83	1,90	94,89	5,11	50,62	98,35	16,67	66,67
17	73,80	13,80	1,95	95,20	4,80	56,77	110,31	16,67	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,30	75,17	24,83	6,31	12,26	16,67	66,67
6	11,10	3,50	1,30	84,24	15,76	8,54	16,59	16,67	66,67
7	14,70	4,50	1,35	87,78	12,22	11,31	21,97	16,67	66,67
8	19,20	5,45	1,40	89,90	10,10	14,77	28,70	16,67	66,67
9	23,10	6,35	1,50	90,78	9,22	17,77	34,53	16,67	66,67
10	28,20	7,30	1,55	91,95	8,05	21,69	42,15	16,67	66,67
11	33,60	8,10	1,60	92,65	7,35	25,85	50,22	16,67	66,67
12	39,90	8,75	1,70	92,71	7,29	30,69	59,64	16,67	66,67
13	46,30	9,75	1,80	93,12	6,88	35,62	69,20	16,67	66,67
14	53,00	10,85	1,90	93,54	6,46	40,77	79,22	16,67	66,67
15	58,90	11,85	1,90	94,29	5,71	45,31	88,04	16,67	66,67
16	65,80	12,85	1,95	94,69	5,31	50,62	98,35	16,67	66,67
17	73,80	13,95	2,00	95,08	4,92	56,77	110,31	16,67	66,67

Tablo C.1 Devamı

$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	12,26	16,67	66,67
6	11,10	3,40	1,45	80,75	19,25	8,54	16,59	16,67	66,67
7	14,70	4,25	1,50	84,52	15,48	11,31	21,97	16,67	66,67
8	19,20	5,40	1,55	87,97	12,03	14,77	28,70	16,67	66,67
9	23,10	6,30	1,60	89,67	10,33	17,77	34,53	16,67	66,67
10	28,20	7,25	1,70	90,58	9,42	21,69	42,15	16,67	66,67
11	33,60	8,05	1,75	91,44	8,56	25,85	50,22	16,67	66,67
12	39,90	8,65	1,85	91,53	8,47	30,69	59,64	16,67	66,67
13	46,30	9,80	1,90	92,56	7,44	35,62	69,20	16,67	66,67
14	53,00	10,83	1,95	93,25	6,75	40,77	79,22	16,67	66,67
15	58,90	11,80	2,00	93,77	6,23	45,31	88,04	16,67	66,67
16	65,80	12,80	2,10	94,00	6,00	50,62	98,35	16,67	66,67
17	73,80	13,83	2,10	94,62	5,38	56,77	110,31	16,67	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,50	69,98	30,02	6,31	12,26	33,33	66,67
6	11,10	3,10	1,55	76,53	23,47	8,54	16,59	33,33	66,67
7	14,70	4,30	1,60	83,20	16,80	11,31	21,97	33,33	66,67
8	19,20	5,35	1,70	85,99	14,01	14,77	28,70	33,33	66,67
9	23,10	6,20	1,75	87,89	12,11	17,77	34,53	33,33	66,67
10	28,20	7,10	1,85	88,97	11,03	21,69	42,15	33,33	66,67
11	33,60	7,90	1,85	90,43	9,57	25,85	50,22	33,33	66,67
12	39,90	8,70	1,90	91,25	8,75	30,69	59,64	33,33	66,67
13	46,30	9,75	1,95	92,20	7,80	35,62	69,20	33,33	66,67
14	53,00	10,80	2,00	92,95	7,05	40,77	79,22	33,33	66,67
15	58,90	11,80	2,10	93,28	6,72	45,31	88,04	33,33	66,67
16	65,80	12,75	2,10	93,97	6,03	50,62	98,35	33,33	66,67
17	73,80	13,80	2,15	94,40	5,60	56,77	110,31	33,33	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,5	69,98	30,02	6,31	12,26	33,33	66,67
6	11,10	3,40	1,5	79,79	20,21	8,54	16,59	33,33	66,67
7	14,70	4,40	1,6	83,67	16,33	11,31	21,97	33,33	66,67
8	19,20	5,45	1,6	87,52	12,48	14,77	28,70	33,33	66,67
9	23,10	6,40	1,7	88,88	11,12	17,77	34,53	33,33	66,67
10	28,20	7,25	1,8	89,71	10,29	21,69	42,15	33,33	66,67
11	33,60	7,90	1,8	90,83	9,17	25,85	50,22	33,33	66,67
12	39,90	8,70	1,9	91,25	8,75	30,69	59,64	33,33	66,67
13	46,30	9,85	2,05	91,69	8,31	35,62	69,20	33,33	66,67
14	53,00	10,90	2,1	92,50	7,50	40,77	79,22	33,33	66,67
15	58,90	11,85	2,1	93,32	6,68	45,31	88,04	33,33	66,67
16	65,80	12,90	2,15	93,84	6,16	50,62	98,35	33,33	66,67
17	73,80	13,95	2,2	94,28	5,72	56,77	110,31	33,33	66,67

Tablo C.1 Devami

$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,20	1,50	68,01	31,99	6,31	12,26	33,33	66,67
6	11,10	3,00	1,50	76,73	23,27	8,54	16,59	33,33	66,67
7	14,70	4,50	1,50	85,58	14,42	11,31	21,97	33,33	66,67
8	19,20	5,45	1,55	88,12	11,88	14,77	28,70	33,33	66,67
9	23,10	6,25	1,60	89,56	10,44	17,77	34,53	33,33	66,67
10	28,20	7,15	1,75	89,96	10,04	21,69	42,15	33,33	66,67
11	33,60	7,83	1,75	91,11	8,89	25,85	50,22	33,33	66,67
12	39,90	8,70	1,85	91,60	8,40	30,69	59,64	33,33	66,67
13	46,30	9,70	1,95	92,14	7,86	35,62	69,20	33,33	66,67
14	53,00	10,83	2,00	92,98	7,02	40,77	79,22	33,33	66,67
15	58,90	11,80	2,05	93,52	6,48	45,31	88,04	33,33	66,67
16	65,80	12,80	2,15	93,78	6,22	50,62	98,35	33,33	66,67
17	73,80	13,90	2,15	94,46	5,54	56,77	110,31	33,33	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,20	1,55	66,72	33,28	6,31	12,26	33,33	66,67
6	11,10	3,35	1,55	78,47	21,53	8,54	16,59	33,33	66,67
7	14,70	4,40	1,55	84,42	15,58	11,31	21,97	33,33	66,67
8	19,20	5,40	1,55	87,97	12,03	14,77	28,70	33,33	66,67
9	23,10	6,25	1,70	88,53	11,47	17,77	34,53	33,33	66,67
10	28,20	7,10	1,70	90,31	9,69	21,69	42,15	33,33	66,67
11	33,60	7,80	1,80	90,67	9,33	25,85	50,22	33,33	66,67
12	39,90	8,70	1,85	91,60	8,40	30,69	59,64	33,33	66,67
13	46,30	9,70	1,95	92,14	7,86	35,62	69,20	33,33	66,67
14	53,00	10,75	2,00	92,91	7,09	40,77	79,22	33,33	66,67
15	58,90	11,75	2,00	93,73	6,27	45,31	88,04	33,33	66,67
16	65,80	12,75	2,05	94,19	5,81	50,62	98,35	33,33	66,67
17	73,80	13,85	2,15	94,43	5,57	56,77	110,31	33,33	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20					6,31	12,26	50,00	66,67
6	11,10					8,54	16,59	50,00	66,67
7	14,70	4,20	1,80	79,61	20,39	11,31	21,97	50,00	66,67
8	19,20	5,25	1,80	84,41	15,59	14,77	28,70	50,00	66,67
9	23,10	6,10	1,90	86,03	13,97	17,77	34,53	50,00	66,67
10	28,20	7,10	1,95	88,07	11,93	21,69	42,15	50,00	66,67
11	33,60	7,90	2,00	89,23	10,77	25,85	50,22	50,00	66,67
12	39,90	8,60	2,05	90,02	9,98	30,69	59,64	50,00	66,67
13	46,30	9,65	2,05	91,46	8,54	35,62	69,20	50,00	66,67
14	53,00	10,70	2,10	92,30	7,70	40,77	79,22	50,00	66,67
15	58,90	11,75	2,10	93,24	6,76	45,31	88,04	50,00	66,67
16	65,80	12,65	2,13	93,79	6,21	50,62	98,35	50,00	66,67
17	73,80	13,25	2,15	94,07	5,93	56,77	110,31	50,00	66,67

Tablo C.1 Devamı

$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20					6,31	12,26	50,00	66,67
6	11,10					8,54	16,59	50,00	66,67
7	14,70	4,25	1,80	79,89	20,11	11,31	21,97	50,00	66,67
8	19,20	5,25	1,85	83,78	16,22	14,77	28,70	50,00	66,67
9	23,10	6,20	1,90	86,32	13,68	17,77	34,53	50,00	66,67
10	28,20	7,10	1,95	88,07	11,93	21,69	42,15	50,00	66,67
11	33,60	7,85	2,00	89,14	10,86	25,85	50,22	50,00	66,67
12	39,90	8,55	2,05	89,94	10,06	30,69	59,64	50,00	66,67
13	46,30	9,65	2,10	91,14	8,86	35,62	69,20	50,00	66,67
14	53,00	10,7	2,15	92,02	7,98	40,77	79,22	50,00	66,67
15	58,90	11,75	2,15	92,99	7,01	45,31	88,04	50,00	66,67
16	65,80	12,80	2,20	93,55	6,45	50,62	98,35	50,00	66,67
17	73,80	13,70	2,20	94,14	5,86	56,77	110,31	50,00	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20					6,31	12,26	50,00	66,67
6	11,10					8,54	16,59	50,00	66,67
7	14,70	4,25	1,80	79,89	20,11	11,31	21,97	50,00	66,67
8	19,20	5,25	1,90	83,16	16,84	14,77	28,70	50,00	66,67
9	23,10	6,20	1,95	85,79	14,21	17,77	34,53	50,00	66,67
10	28,20	7,10	2,00	87,61	12,39	21,69	42,15	50,00	66,67
11	33,60	7,80	2,05	88,64	11,36	25,85	50,22	50,00	66,67
12	39,90	8,75	2,10	89,89	10,11	30,69	59,64	50,00	66,67
13	46,30	9,65	2,15	90,82	9,18	35,62	69,20	50,00	66,67
14	53,00	10,75	2,18	91,93	8,07	40,77	79,22	50,00	66,67
15	58,90	11,75	2,20	92,74	7,26	45,31	88,04	50,00	66,67
16	65,80	12,80	2,25	93,32	6,68	50,62	98,35	50,00	66,67
17	73,80	13,80	2,25	93,99	6,01	56,77	110,31	50,00	66,67
$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	12,26	16,67	83,33
6	11,10	3,40	1,45	80,75	19,25	8,54	16,59	16,67	83,33
7	14,70	4,40	1,50	85,17	14,83	11,31	21,97	16,67	83,33
8	19,20	5,40	1,55	87,97	12,03	14,77	28,70	16,67	83,33
9	23,10	6,30	1,60	89,67	10,33	17,77	34,53	16,67	83,33
10	28,20	7,20	1,70	90,49	9,51	21,69	42,15	16,67	83,33
11	33,60	7,90	1,80	90,83	9,17	25,85	50,22	16,67	83,33
12	39,90	8,65	1,90	91,18	8,82	30,69	59,64	16,67	83,33
13	46,30	9,75	1,95	92,20	7,80	35,62	69,20	16,67	83,33
14	53,00	10,80	2,00	92,95	7,05	40,77	79,22	16,67	83,33
15	58,90	11,80	2,10	93,28	6,72	45,31	88,04	16,67	83,33
16	65,80	12,80	2,10	94,00	6,00	50,62	98,35	16,67	83,33
17	73,80	13,80	2,15	94,40	5,60	56,77	110,31	16,67	83,33

Tablo C.1 Devami

$e_1=3 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	12,26	33,33	83,33
6	11,10	3,40	1,45	80,75	19,25	8,54	16,59	33,33	83,33
7	14,70	4,40	1,50	85,17	14,83	11,31	21,97	33,33	83,33
8	19,20	5,40	1,55	87,97	12,03	14,77	28,70	33,33	83,33
9	23,10	6,30	1,60	89,67	10,33	17,77	34,53	33,33	83,33
10	28,20	7,20	1,70	90,49	9,51	21,69	42,15	33,33	83,33
11	33,60	7,90	1,80	90,83	9,17	25,85	50,22	33,33	83,33
12	39,90	8,65	1,90	91,18	8,82	30,69	59,64	33,33	83,33
13	46,30	9,75	1,95	92,20	7,80	35,62	69,20	33,33	83,33
14	53,00	10,80	2,00	92,95	7,05	40,77	79,22	33,33	83,33
15	58,90	11,80	2,10	93,28	6,72	45,31	88,04	33,33	83,33
16	65,80	12,80	2,10	94,00	6,00	50,62	98,35	33,33	83,33
17	73,80	13,80	2,15	94,40	5,60	56,77	110,31	33,33	83,33

Tablo C.2 A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_2	Z_2/e_2
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	4,23	8,33	33,33
6	11,10	3,45	1,45	81,08	18,92	8,54	5,81	8,33	33,33
7	14,70	4,50	1,50	85,58	14,42	11,31	7,87	8,33	33,33
8	19,20	5,45	1,55	88,12	11,88	14,77	9,88	8,33	33,33
9	23,10	6,30	1,60	89,67	10,33	17,77	12,37	8,33	33,33
10	28,20	7,20	1,70	90,49	9,51	21,69	15,17	8,33	33,33
11	33,60	7,90	1,80	90,83	9,17	25,85	18,07	8,33	33,33
12	39,90	8,65	1,85	91,53	8,47	30,69	20,77	8,33	33,33
13	46,30	9,75	1,90	92,51	7,49	35,62	24,10	8,33	33,33
14	53,00	10,85	1,95	93,27	6,73	40,77	27,90	8,33	33,33
15	58,90	11,80	1,95	94,01	5,99	45,31	31,07	8,33	33,33
16	65,80	12,80	2,00	94,44	5,56	50,62	34,98	8,33	33,33
17	73,80	13,65	2,00	94,92	5,08	56,77	38,84	8,33	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_2	Z_2/e_2
5	8,20	2,30	1,40	71,92	28,08	6,31	4,23	8,33	33,33
6	11,10	3,10	1,45	78,60	21,40	8,54	5,81	8,33	33,33
7	14,70	4,30	1,55	83,97	16,03	11,31	7,87	8,33	33,33
8	19,20	5,40	1,60	87,37	12,63	14,77	9,88	8,33	33,33
9	23,10	6,25	1,65	89,05	10,95	17,77	12,37	8,33	33,33
10	28,20	7,20	1,70	90,49	9,51	21,69	15,17	8,33	33,33
11	33,60	7,95	1,75	91,30	8,70	25,85	18,07	8,33	33,33
12	39,90	8,70	1,85	91,60	8,40	30,69	20,77	8,33	33,33
13	46,30	9,85	1,90	92,61	7,39	35,62	24,10	8,33	33,33
14	53,00	10,85	1,95	93,27	6,73	40,77	27,90	8,33	33,33
15	58,90	11,80	1,95	94,01	5,99	45,31	31,07	8,33	33,33
16	65,80	12,83	2,00	94,46	5,54	50,62	34,98	8,33	33,33
17	73,80	13,85	2,00	95,03	4,97	56,77	38,84	8,33	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,40	1,40	73,12	26,88	6,31	4,23	8,33	33,33
6	11,10	3,15	1,45	78,98	21,02	8,54	5,81	8,33	33,33
7	14,70	4,55	1,50	85,78	14,22	11,31	7,87	8,33	33,33
8	19,20	5,45	1,60	87,52	12,48	14,77	9,88	8,33	33,33
9	23,10	6,30	1,70	88,65	11,35	17,77	12,37	8,33	33,33
10	28,20	7,25	1,75	90,15	9,85	21,69	15,17	8,33	33,33
11	33,60	7,85	1,85	90,35	9,65	25,85	18,07	8,33	33,33
12	39,90	8,70	1,90	91,25	8,75	30,69	20,77	8,33	33,33
13	46,30	9,75	1,95	92,20	7,80	35,62	24,10	8,33	33,33
14	53,00	10,85	2,00	93,00	7,00	40,77	27,90	8,33	33,33
15	58,90	11,80	2,00	93,77	6,23	45,31	31,07	8,33	33,33
16	65,80	12,80	2,05	94,22	5,78	50,62	34,98	8,33	33,33
17	73,80	13,80	2,05	94,80	5,20	56,77	38,84	8,33	33,33

Tablo C.2 Devamı

$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	4,23	8,33	33,33
6	11,10	3,20	1,45	79,36	20,64	8,54	5,81	8,33	33,33
7	14,70	4,40	1,55	84,42	15,58	11,31	7,87	8,33	33,33
8	19,20	5,45	1,60	87,52	12,48	14,77	9,88	8,33	33,33
9	23,10	6,30	1,70	88,65	11,35	17,77	12,37	8,33	33,33
10	28,20	7,30	1,75	90,24	9,76	21,69	15,17	8,33	33,33
11	33,60	7,90	1,85	90,43	9,57	25,85	18,07	8,33	33,33
12	39,90	8,65	1,85	91,53	8,47	30,69	20,77	8,33	33,33
13	46,30	9,80	1,90	92,56	7,44	35,62	24,10	8,33	33,33
14	53,00	10,85	1,95	93,27	6,73	40,77	27,90	8,33	33,33
15	58,90	11,85	1,98	93,93	6,07	45,31	31,07	8,33	33,33
16	65,80	12,90	2,05	94,28	5,72	50,62	34,98	8,33	33,33
17	73,80	13,85	2,10	94,63	5,37	56,77	38,84	8,33	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,20	1,55	66,72	33,28	6,31	4,23	16,67	33,33
6	11,10	3,00	1,60	74,63	25,37	8,54	5,81	16,67	33,33
7	14,70	4,35	1,60	83,44	16,56	11,31	7,87	16,67	33,33
8	19,20	5,35	1,70	85,99	14,01	14,77	9,88	16,67	33,33
9	23,10	6,20	1,75	87,89	12,11	17,77	12,37	16,67	33,33
10	28,20	7,15	1,85	89,07	10,93	21,69	15,17	16,67	33,33
11	33,60	7,90	1,90	90,03	9,97	25,85	18,07	16,67	33,33
12	39,90	8,70	1,95	90,89	9,11	30,69	20,77	16,67	33,33
13	46,30	9,70	1,95	92,14	7,86	35,62	24,10	16,67	33,33
14	53,00	10,90	2,00	93,04	6,96	40,77	27,90	16,67	33,33
15	58,90	11,95	2,00	93,88	6,12	45,31	31,07	16,67	33,33
16	65,80	12,90	2,05	94,28	5,72	50,62	34,98	16,67	33,33
17	73,80	13,70	2,05	94,75	5,25	56,77	38,84	16,67	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,15	1,55	66,01	33,99	6,31	4,23	16,67	33,33
6	11,10	2,95	1,60	74,17	25,83	8,54	5,81	16,67	33,33
7	14,70	4,35	1,60	83,44	16,56	11,31	7,87	16,67	33,33
8	19,20	5,35	1,65	86,61	13,39	14,77	9,88	16,67	33,33
9	23,10	6,28	1,75	88,08	11,92	17,77	12,37	16,67	33,33
10	28,20	7,15	1,80	89,52	10,48	21,69	15,17	16,67	33,33
11	33,60	7,90	1,90	90,03	9,97	25,85	18,07	16,67	33,33
12	39,90	8,65	1,95	90,82	9,18	30,69	20,77	16,67	33,33
13	46,30	9,70	1,95	92,14	7,86	35,62	24,10	16,67	33,33
14	53,00	10,80	1,95	93,23	6,77	40,77	27,90	16,67	33,33
15	58,90	11,80	2,00	93,77	6,23	45,31	31,07	16,67	33,33
16	65,80	12,75	2,05	94,19	5,81	50,62	34,98	16,67	33,33
17	73,80	13,83	2,08	94,72	5,28	56,77	38,84	16,67	33,33

Tablo C.2 Devami

$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,20	1,60	65,47	34,53	6,31	4,23	16,67	33,33
6	11,10	3,00	1,60	74,63	25,37	8,54	5,81	16,67	33,33
7	14,70	4,20	1,65	81,93	18,07	11,31	7,87	16,67	33,33
8	19,20	5,35	1,70	85,99	14,01	14,77	9,88	16,67	33,33
9	23,10	6,18	1,75	87,83	12,17	17,77	12,37	16,67	33,33
10	28,20	7,20	1,85	89,17	10,83	21,69	15,17	16,67	33,33
11	33,60	7,95	1,90	90,12	9,88	25,85	18,07	16,67	33,33
12	39,90	8,60	1,95	90,75	9,25	30,69	20,77	16,67	33,33
13	46,30	9,70	1,95	92,14	7,86	35,62	24,10	16,67	33,33
14	53,00	10,80	1,95	93,23	6,77	40,77	27,90	16,67	33,33
15	58,90	11,80	2,00	93,77	6,23	45,31	31,07	16,67	33,33
16	65,80	12,83	2,05	94,24	5,76	50,62	34,98	16,67	33,33
17	73,80	13,85	2,10	94,63	5,37	56,77	38,84	16,67	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,15	1,60	64,74	35,26	6,31	4,23	16,67	33,33
6	11,10	2,95	1,60	74,17	25,83	8,54	5,81	16,67	33,33
7	14,70	4,20	1,65	81,93	18,07	11,31	7,87	16,67	33,33
8	19,20	5,35	1,70	85,99	14,01	14,77	9,88	16,67	33,33
9	23,10	6,25	1,75	88,02	11,98	17,77	12,37	16,67	33,33
10	28,20	7,15	1,85	89,07	10,93	21,69	15,17	16,67	33,33
11	33,60	7,85	1,90	89,95	10,05	25,85	18,07	16,67	33,33
12	39,90	8,65	1,95	90,82	9,18	30,69	20,77	16,67	33,33
13	46,30	9,70	2,00	91,83	8,17	35,62	24,10	16,67	33,33
14	53,00	10,85	2,00	93,00	7,00	40,77	27,90	16,67	33,33
15	58,90	11,85	2,05	93,56	6,44	45,31	31,07	16,67	33,33
16	65,80	12,85	2,10	94,03	5,97	50,62	34,98	16,67	33,33
17	73,80	13,85	2,10	94,63	5,37	56,77	38,84	16,67	33,33
$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,15	1,85	58,84	41,16	6,31	4,23	25,00	33,33
6	11,10	3,25	1,90	71,06	28,94	8,54	5,81	25,00	33,33
7	14,70	4,25	1,90	78,37	21,63	11,31	7,87	25,00	33,33
8	19,20	5,35	1,95	82,93	17,07	14,77	9,88	25,00	33,33
9	23,10	6,30	1,95	86,08	13,92	17,77	12,37	25,00	33,33
10	28,20	7,25	2,00	87,94	12,06	21,69	15,17	25,00	33,33
11	33,60	7,85	2,05	88,73	11,27	25,85	18,07	25,00	33,33
12	39,90	8,60	2,05	90,02	9,98	30,69	20,77	25,00	33,33
13	46,30	9,70	2,10	91,20	8,80	35,62	24,10	25,00	33,33
14	53,00	10,80	2,15	92,12	7,88	40,77	27,90	25,00	33,33
15	58,90	11,80	2,15	93,03	6,97	45,31	31,07	25,00	33,33
16	65,80	12,85	2,15	93,81	6,19	50,62	34,98	25,00	33,33
17	73,80	13,75	2,15	94,37	5,63	56,77	38,84	25,00	33,33

Tablo C.2 Devamı

e ₂ =6 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 20 °									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₁	Z ₂ /e ₁
5	8,20	2,00	1,85	56,39	43,61	6,31	4,23	25,00	33,33
6	11,10	2,90	1,85	68,57	31,43	8,54	5,81	25,00	33,33
7	14,70	4,30	1,90	78,66	21,34	11,31	7,87	25,00	33,33
8	19,20	5,25	1,93	82,85	17,15	14,77	9,88	25,00	33,33
9	23,10	6,20	1,93	86,06	13,94	17,77	12,37	25,00	33,33
10	28,20	7,10	2,00	87,61	12,39	21,69	15,17	25,00	33,33
11	33,60	7,80	2,05	88,64	11,36	25,85	18,07	25,00	33,33
12	39,90	8,53	2,10	89,53	10,47	30,69	20,77	25,00	33,33
13	46,30	9,60	2,10	91,07	8,93	35,62	24,10	25,00	33,33
14	53,00	10,70	2,13	92,16	7,84	40,77	27,90	25,00	33,33
15	58,90	11,75	2,15	92,99	7,01	45,31	31,07	25,00	33,33
16	65,80	12,80	2,18	93,66	6,34	50,62	34,98	25,00	33,33
17	73,80	13,80	2,20	94,20	5,80	56,77	38,84	25,00	33,33
e ₂ =6 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 30 °									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₁	Z ₂ /e ₁
5	8,20	2,05	1,80	58,37	41,63	6,31	4,23	25,00	33,33
6	11,10	2,90	1,85	68,57	31,43	8,54	5,81	25,00	33,33
7	14,70	4,00	1,85	77,63	22,37	11,31	7,87	25,00	33,33
8	19,20	5,30	1,90	83,35	16,65	14,77	9,88	25,00	33,33
9	23,10	6,20	1,93	86,06	13,94	17,77	12,37	25,00	33,33
10	28,20	7,13	1,98	87,89	12,11	21,69	15,17	25,00	33,33
11	33,60	7,80	2,00	89,05	10,95	25,85	18,07	25,00	33,33
12	39,90	8,60	2,05	90,02	9,98	30,69	20,77	25,00	33,33
13	46,30	9,60	2,10	91,07	8,93	35,62	24,10	25,00	33,33
14	53,00	10,80	2,15	92,12	7,88	40,77	27,90	25,00	33,33
15	58,90	11,83	2,15	93,05	6,95	45,31	31,07	25,00	33,33
16	65,80	12,83	2,20	93,57	6,43	50,62	34,98	25,00	33,33
17	73,80	13,88	2,20	94,24	5,76	56,77	38,84	25,00	33,33
e ₂ =6 mm, T=4 mm, Z ₁ =5 cm, Z ₂ =25 cm, α= 40 °									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₁	Z ₂ /e ₁
5	8,20	2,35	1,40	72,53	27,47	6,31	4,23	8,33	41,67
6	11,10	3,20	1,45	79,36	20,64	8,54	5,81	8,33	41,67
7	14,70	4,55	1,55	85,05	14,95	11,31	7,87	8,33	41,67
8	19,20	5,45	1,60	87,52	12,48	14,77	9,88	8,33	41,67
9	23,10	6,30	1,65	89,16	10,84	17,77	12,37	8,33	41,67
10	28,20	7,15	1,75	89,96	10,04	21,69	15,17	8,33	41,67
11	33,60	7,90	1,85	90,43	9,57	25,85	18,07	8,33	41,67
12	39,90	8,65	1,95	90,82	9,18	30,69	20,77	8,33	41,67
13	46,30	9,75	2,00	91,89	8,11	35,62	24,10	8,33	41,67
14	53,00	10,80	2,05	92,68	7,32	40,77	27,90	8,33	41,67
15	58,90	11,75	2,10	93,24	6,76	45,31	31,07	8,33	41,67
16	65,80	12,85	2,15	93,81	6,19	50,62	34,98	8,33	41,67
17	73,80	13,85	2,20	94,23	5,77	56,77	38,84	8,33	41,67

Tablo C.2 Devami

$e_2=6 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha= 20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_1	Z_2/e_1
5	8,20	2,25	1,60	66,18	33,82	6,31	4,23	8,33	41,67
6	11,10	3,00	1,60	74,63	25,37	8,54	5,81	8,33	41,67
7	14,70	4,40	1,70	82,17	17,83	11,31	7,87	8,33	41,67
8	19,20	5,40	1,75	85,55	14,45	14,77	9,88	8,33	41,67
9	23,10	6,25	1,80	87,50	12,50	17,77	12,37	8,33	41,67
10	28,20	7,15	1,85	89,07	10,93	21,69	15,17	8,33	41,67
11	33,60	7,85	1,90	89,95	10,05	25,85	18,07	8,33	41,67
12	39,90	8,58	1,95	90,71	9,29	30,69	20,77	8,33	41,67
13	46,30	9,65	2,00	91,77	8,23	35,62	24,10	8,33	41,67
14	53,00	10,70	2,00	92,86	7,14	40,77	27,90	8,33	41,67
15	58,90	11,80	2,05	93,52	6,48	45,31	31,07	8,33	41,67
16	65,80	12,80	2,10	94,00	6,00	50,62	34,98	8,33	41,67
17	73,80	13,58	2,10	94,48	5,52	56,77	38,84	8,33	41,67

Tablo C.3 A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,10	1,60	63,99	36,01	6,31	1,99	5,00	20,00
6	11,10	3,30	1,65	76,17	23,83	8,54	2,70	5,00	20,00
7	14,70	4,30	1,75	80,91	19,09	11,31	3,66	5,00	20,00
8	19,20	5,30	1,85	83,97	16,03	14,77	4,67	5,00	20,00
9	23,10	6,15	1,95	85,65	14,35	17,77	5,65	5,00	20,00
10	28,20	7,10	2,00	87,61	12,39	21,69	7,07	5,00	20,00
11	33,60	7,90	2,10	88,42	11,58	25,85	8,37	5,00	20,00
12	39,90	8,60	2,10	89,65	10,35	30,69	9,75	5,00	20,00
13	46,30	9,65	2,15	90,82	9,18	35,62	11,22	5,00	20,00
14	53,00	10,70	2,15	92,02	7,98	40,77	12,80	5,00	20,00
15	58,90	11,75	2,20	92,74	7,26	45,31	14,42	5,00	20,00
16	65,80	12,80	2,20	93,55	6,45	50,62	16,16	5,00	20,00
17	73,80	13,60	2,25	93,87	6,13	56,77	18,05	5,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,10	1,60	63,99	36,01	6,31	1,99	5,00	20,00
6	11,10	3,30	1,70	75,22	24,78	8,54	2,70	5,00	20,00
7	14,70	4,20	1,75	80,38	19,62	11,31	3,66	5,00	20,00
8	19,20	5,30	1,80	84,59	15,41	14,77	4,67	5,00	20,00
9	23,10	6,15	1,90	86,18	13,82	17,77	5,65	5,00	20,00
10	28,20	7,10	1,98	87,84	12,16	21,69	7,07	5,00	20,00
11	33,60	7,80	2,05	88,64	11,36	25,85	8,37	5,00	20,00
12	39,90	8,63	2,10	89,69	10,31	30,69	9,75	5,00	20,00
13	46,30	9,70	2,15	90,88	9,12	35,62	11,22	5,00	20,00
14	53,00	10,75	2,15	92,07	7,93	40,77	12,80	5,00	20,00
15	58,90	11,75	2,20	92,74	7,26	45,31	14,42	5,00	20,00
16	65,80	12,80	2,25	93,32	6,68	50,62	16,16	5,00	20,00
17	73,80	13,73	2,28	93,84	6,16	56,77	18,05	5,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
Y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	Y_i (cm)	Y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,10	1,60	63,99	36,01	6,31	1,99	5,00	20,00
6	11,10	2,95	1,68	72,61	27,39	8,54	2,70	5,00	20,00
7	14,70	4,30	1,75	80,91	19,09	11,31	3,66	5,00	20,00
8	19,20	5,33	1,85	84,06	15,94	14,77	4,67	5,00	20,00
9	23,10	6,25	1,93	86,20	13,80	17,77	5,65	5,00	20,00
10	28,20	7,10	2,00	87,61	12,39	21,69	7,07	5,00	20,00
11	33,60	7,80	2,08	88,43	11,57	25,85	8,37	5,00	20,00
12	39,90	8,55	2,15	89,20	10,80	30,69	9,75	5,00	20,00
13	46,30	9,63	2,18	90,62	9,38	35,62	11,22	5,00	20,00
14	53,00	10,83	2,20	91,87	8,13	40,77	12,80	5,00	20,00
15	58,90	11,78	2,23	92,63	7,37	45,31	14,42	5,00	20,00
16	65,80	12,85	2,28	93,25	6,75	50,62	16,16	5,00	20,00
17	73,80	13,85	2,30	93,81	6,19	56,77	18,05	5,00	20,00

Tablo C.3 Devamı

$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,3	1,60	66,86	33,14	6,31	1,99	5,00	20,00
6	11,10	3,4	1,65	76,94	23,06	8,54	2,70	5,00	20,00
7	14,70	4,425	1,75	81,55	18,45	11,31	3,66	5,00	20,00
8	19,20	5,35	1,85	84,16	15,84	14,77	4,67	5,00	20,00
9	23,10	6,25	1,93	86,20	13,80	17,77	5,65	5,00	20,00
10	28,20	7,25	2,00	87,94	12,06	21,69	7,07	5,00	20,00
11	33,60	7,85	2,10	88,33	11,67	25,85	8,37	5,00	20,00
12	39,90	8,5	2,15	89,12	10,88	30,69	9,75	5,00	20,00
13	46,30	9,8	2,15	91,01	8,99	35,62	11,22	5,00	20,00
14	53,00	10,9	2,15	92,22	7,78	40,77	12,80	5,00	20,00
15	58,90	11,85	2,20	92,82	7,18	45,31	14,42	5,00	20,00
16	65,80	12,9	2,23	93,51	6,49	50,62	16,16	5,00	20,00
17	73,80	13,9	2,28	93,95	6,05	56,77	18,05	5,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	1,90	1,85	54,64	45,36	6,31	1,99	10,00	20,00
6	11,10	2,85	1,90	67,04	32,96	8,54	2,70	10,00	20,00
7	14,70	4,20	1,90	78,08	21,92	11,31	3,66	10,00	20,00
8	19,20	5,15	1,95	82,13	17,87	14,77	4,67	10,00	20,00
9	23,10	6,10	2,00	84,96	15,04	17,77	5,65	10,00	20,00
10	28,20	7,05	2,10	86,58	13,42	21,69	7,07	10,00	20,00
11	33,60	7,75	2,20	87,30	12,70	25,85	8,37	10,00	20,00
12	39,90	8,45	2,20	88,66	11,34	30,69	9,75	10,00	20,00
13	46,30	9,60	2,25	90,10	9,90	35,62	11,22	10,00	20,00
14	53,00	10,75	2,25	91,51	8,49	40,77	12,80	10,00	20,00
15	58,90	11,65	2,28	92,27	7,73	45,31	14,42	10,00	20,00
16	65,80	12,75	2,33	92,94	7,06	50,62	16,16	10,00	20,00
17	73,80	13,53	2,35	93,39	6,61	56,77	18,05	10,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,25	1,85	60,37	39,63	6,31	1,99	10,00	20,00
6	11,10	3,20	1,90	70,60	29,40	8,54	2,70	10,00	20,00
7	14,70	4,25	1,95	77,62	22,38	11,31	3,66	10,00	20,00
8	19,20	5,23	2,00	81,81	18,19	14,77	4,67	10,00	20,00
9	23,10	6,10	2,05	84,43	15,57	17,77	5,65	10,00	20,00
10	28,20	7,05	2,10	86,58	13,42	21,69	7,07	10,00	20,00
11	33,60	7,75	2,18	87,51	12,49	25,85	8,37	10,00	20,00
12	39,90	8,48	2,23	88,51	11,49	30,69	9,75	10,00	20,00
13	46,30	9,58	2,25	90,07	9,93	35,62	11,22	10,00	20,00
14	53,00	10,70	2,25	91,45	8,55	40,77	12,80	10,00	20,00
15	58,90	11,65	2,30	92,14	7,86	45,31	14,42	10,00	20,00
16	65,80	12,70	2,33	92,90	7,10	50,62	16,16	10,00	20,00
17	73,80	13,65	2,40	93,26	6,74	56,77	18,05	10,00	20,00

Tablo C.3 Devami

e ₃ =10 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 30°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₃	Z ₂ /e ₃
5	8,20	2,1	1,85	58,04	41,96	6,31	1,99	10,00	20,00
6	11,10	3,15	1,90	70,12	29,88	8,54	2,70	10,00	20,00
7	14,70	4,2	1,90	78,08	21,92	11,31	3,66	10,00	20,00
8	19,20	5,3	1,95	82,74	17,26	14,77	4,67	10,00	20,00
9	23,10	6,15	2,00	85,12	14,88	17,77	5,65	10,00	20,00
10	28,20	7,1	2,10	86,70	13,30	21,69	7,07	10,00	20,00
11	33,60	7,75	2,20	87,30	12,70	25,85	8,37	10,00	20,00
12	39,90	8,475	2,25	88,32	11,68	30,69	9,75	10,00	20,00
13	46,30	9,6	2,25	90,10	9,90	35,62	11,22	10,00	20,00
14	53,00	10,7	2,25	91,45	8,55	40,77	12,80	10,00	20,00
15	58,90	11,7	2,30	92,18	7,82	45,31	14,42	10,00	20,00
16	65,80	12,75	2,35	92,83	7,17	50,62	16,16	10,00	20,00
17	73,80	13,825	2,40	93,38	6,62	56,77	18,05	10,00	20,00
e ₃ =10 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 40°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₃	Z ₂ /e ₃
5	8,20	1,95	1,80	56,68	43,32	6,31	1,99	10,00	20,00
6	11,10	2,75	1,85	66,91	33,09	8,54	2,70	10,00	20,00
7	14,70	4,1	1,90	77,47	22,53	11,31	3,66	10,00	20,00
8	19,20	5,225	1,95	82,44	17,56	14,77	4,67	10,00	20,00
9	23,10	6,1	2,00	84,96	15,04	17,77	5,65	10,00	20,00
10	28,20	7,025	2,10	86,52	13,48	21,69	7,07	10,00	20,00
11	33,60	7,825	2,20	87,46	12,54	25,85	8,37	10,00	20,00
12	39,90	8,6	2,23	88,73	11,27	30,69	9,75	10,00	20,00
13	46,30	9,65	2,25	90,17	9,83	35,62	11,22	10,00	20,00
14	53,00	10,7	2,25	91,45	8,55	40,77	12,80	10,00	20,00
15	58,90	11,75	2,25	92,48	7,52	45,31	14,42	10,00	20,00
16	65,80	12,8	2,30	93,10	6,90	50,62	16,16	10,00	20,00
17	73,80	13,9	2,35	93,64	6,36	56,77	18,05	10,00	20,00
e ₃ =10 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 10°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₃	Z ₂ /e ₃
5	8,20	1,85	2,13	47,94	52,06	6,31	1,99	15,00	20,00
6	11,10	3,05	2,15	64,57	35,43	8,54	2,70	15,00	20,00
7	14,70	4,10	2,15	73,66	26,34	11,31	3,66	15,00	20,00
8	19,20	5,00	2,20	78,26	21,74	14,77	4,67	15,00	20,00
9	23,10	6,05	2,20	82,65	17,35	17,77	5,65	15,00	20,00
10	28,20	6,88	2,25	84,73	15,27	21,69	7,07	15,00	20,00
11	33,60	7,65	2,30	86,24	13,76	25,85	8,37	15,00	20,00
12	39,90	8,35	2,35	87,33	12,67	30,69	9,75	15,00	20,00
13	46,30	9,48	2,40	88,93	11,07	35,62	11,22	15,00	20,00
14	53,00	10,63	2,43	90,36	9,64	40,77	12,80	15,00	20,00
15	58,90	11,65	2,45	91,36	8,64	45,31	14,42	15,00	20,00
16	65,80	12,70	2,48	92,20	7,80	50,62	16,16	15,00	20,00
17	73,80	13,45	2,50	92,69	7,31	56,77	18,05	15,00	20,00

Tablo C.3 Devami

$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	1,95	2,13	49,74	50,26	6,31	1,99	15,00	20,00
6	11,10	2,70	2,15	60,50	39,50	8,54	2,70	15,00	20,00
7	14,70	3,95	2,18	72,21	27,79	11,31	3,66	15,00	20,00
8	19,20	5,05	2,20	78,50	21,50	14,77	4,67	15,00	20,00
9	23,10	6,05	2,20	82,65	17,35	17,77	5,65	15,00	20,00
10	28,20	7,00	2,25	85,07	14,93	21,69	7,07	15,00	20,00
11	33,60	7,65	2,30	86,24	13,76	25,85	8,37	15,00	20,00
12	39,90	8,50	2,33	87,81	12,19	30,69	9,75	15,00	20,00
13	46,30	9,50	2,35	89,30	10,70	35,62	11,22	15,00	20,00
14	53,00	10,55	2,38	90,56	9,44	40,77	12,80	15,00	20,00
15	58,90	11,60	2,40	91,57	8,43	45,31	14,42	15,00	20,00
16	65,80	12,75	2,45	92,36	7,64	50,62	16,16	15,00	20,00
17	73,80	13,63	2,50	92,82	7,18	56,77	18,05	15,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=15 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	1,85	2,15	47,45	52,55	6,31	1,99	15,00	20,00
6	11,10	2,70	2,15	60,50	39,50	8,54	2,70	15,00	20,00
7	14,70	4,05	2,15	73,31	26,69	11,31	3,66	15,00	20,00
8	19,20	5,15	2,18	79,30	20,70	14,77	4,67	15,00	20,00
9	23,10	6,10	2,20	82,83	17,17	17,77	5,65	15,00	20,00
10	28,20	7,00	2,25	85,07	14,93	21,69	7,07	15,00	20,00
11	33,60	7,70	2,33	86,15	13,85	25,85	8,37	15,00	20,00
12	39,90	8,45	2,35	87,52	12,48	30,69	9,75	15,00	20,00
13	46,30	9,45	2,40	88,89	11,11	35,62	11,22	15,00	20,00
14	53,00	10,55	2,45	90,12	9,88	40,77	12,80	15,00	20,00
15	58,90	11,60	2,45	91,31	8,69	45,31	14,42	15,00	20,00
16	65,80	12,65	2,50	92,04	7,96	50,62	16,16	15,00	20,00
17	73,80	13,58	2,60	92,34	7,66	56,77	18,05	15,00	20,00
$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha=40^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	2,10	1,60	63,99	36,01	6,31	1,99	5,00	25,00
6	11,10	3,30	1,65	76,17	23,83	8,54	2,70	5,00	25,00
7	14,70	4,35	1,75	81,17	18,83	11,31	3,66	5,00	25,00
8	19,20	5,30	1,80	84,59	15,41	14,77	4,67	5,00	25,00
9	23,10	6,15	1,90	86,18	13,82	17,77	5,65	5,00	25,00
10	28,20	7,15	2,00	87,72	12,28	21,69	7,07	5,00	25,00
11	33,60	7,80	2,10	88,23	11,77	25,85	8,37	5,00	25,00
12	39,90	8,60	2,15	89,29	10,71	30,69	9,75	5,00	25,00
13	46,30	9,68	2,15	90,85	9,15	35,62	11,22	5,00	25,00
14	53,00	10,65	2,20	91,69	8,31	40,77	12,80	5,00	25,00
15	58,90	11,68	2,30	92,16	7,84	45,31	14,42	5,00	25,00
16	65,80	12,70	2,35	92,79	7,21	50,62	16,16	5,00	25,00
17	73,80	13,70	2,45	93,08	6,92	56,77	18,05	5,00	25,00

Tablo C.3 Devamı

$e_3=10 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_3	Z_2/e_3
5	8,20	1,95	1,85	55,53	44,47	6,31	1,99	10,00	25,00
6	11,10	3,05	1,90	69,15	30,85	8,54	2,70	10,00	25,00
7	14,70	4,18	1,93	77,54	22,46	11,31	3,66	10,00	25,00
8	19,20	5,20	1,95	82,33	17,67	14,77	4,67	10,00	25,00
9	23,10	6,10	2,00	84,96	15,04	17,77	5,65	10,00	25,00
10	28,20	7,05	2,10	86,58	13,42	21,69	7,07	10,00	25,00
11	33,60	7,80	2,20	87,41	12,59	25,85	8,37	10,00	25,00
12	39,90	8,48	2,25	88,32	11,68	30,69	9,75	10,00	25,00
13	46,30	9,60	2,25	90,10	9,90	35,62	11,22	10,00	25,00
14	53,00	10,60	2,30	91,05	8,95	40,77	12,80	10,00	25,00
15	58,90	11,75	2,33	92,10	7,90	45,31	14,42	10,00	25,00
16	65,80	12,45	2,35	92,59	7,41	50,62	16,16	10,00	25,00
17	73,80	12,95	2,35	92,98	7,02	56,77	18,05	10,00	25,00

Tablo C.4 A1-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

$e_4=15 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=10^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_4	Z_2/e_4
5	8,20	1,55	2,35	38,06	61,94	6,31	1,04	3,33	13,33
6	11,10	2,40	2,40	51,98	48,02	8,54	1,43	3,33	13,33
7	14,70	3,70	2,53	64,93	35,07	11,31	1,95	3,33	13,33
8	19,20	4,80	2,65	71,46	28,54	14,77	2,51	3,33	13,33
9	23,10	5,70	2,80	74,69	25,31	17,77	3,06	3,33	13,33
10	28,20	6,73	2,70	79,97	20,03	21,69	3,76	3,33	13,33
11	33,60	7,63	2,85	81,52	18,48	25,85	4,51	3,33	13,33
12	39,90	8,30	2,95	82,56	17,44	30,69	5,21	3,33	13,33
13	46,30	9,33	2,89	85,33	14,67	35,62	6,14	3,33	13,33
14	53,00	10,35	2,95	86,80	13,20	40,77	6,92	3,33	13,33
15	58,90	11,53	3,00	88,25	11,75	45,31	7,87	3,33	13,33
16	65,80	12,60	3,05	89,32	10,68	50,62	8,81	3,33	13,33
17	73,80	13,40	3,10	89,93	10,07	56,77	9,69	3,33	13,33
$e_4=15 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_4	Z_2/e_4
5	8,20	1,60	2,20	41,67	58,33	6,31	1,04	3,33	13,33
6	11,10	2,85	2,25	60,55	39,45	8,54	1,43	3,33	13,33
7	14,70	3,80	2,35	68,39	31,61	11,31	1,95	3,33	13,33
8	19,20	4,90	2,45	74,55	25,45	14,77	2,51	3,33	13,33
9	23,10	5,83	2,60	77,44	22,56	17,77	3,06	3,33	13,33
10	28,20	6,70	2,70	79,88	20,12	21,69	3,76	3,33	13,33
11	33,60	7,60	2,85	81,44	18,56	25,85	4,51	3,33	13,33
12	39,90	8,35	2,95	82,69	17,31	30,69	5,21	3,33	13,33
13	46,30	9,35	2,95	84,97	15,03	35,62	6,14	3,33	13,33
14	53,00	10,45	3,00	86,65	13,35	40,77	6,92	3,33	13,33
15	58,90	11,45	3,03	88,01	11,99	45,31	7,87	3,33	13,33
16	65,80	12,55	3,10	89,01	10,99	50,62	8,81	3,33	13,33
17	73,80	13,50	3,20	89,57	10,43	56,77	9,69	3,33	13,33
$e_4=15 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=5 \text{ cm}, Z_2=20 \text{ cm}, \alpha=30^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_4	Z_2/e_4
5	8,20	1,60	2,20	41,67	58,33	6,31	1,04	3,33	13,33
6	11,10	2,70	2,25	58,69	41,31	8,54	1,43	3,33	13,33
7	14,70	3,73	2,35	67,76	32,24	11,31	1,95	3,33	13,33
8	19,20	4,75	2,50	73,04	26,96	14,77	2,51	3,33	13,33
9	23,10	5,70	2,63	76,60	23,40	17,77	3,06	3,33	13,33
10	28,20	6,70	2,70	79,88	20,12	21,69	3,76	3,33	13,33
11	33,60	7,50	2,88	80,93	19,07	25,85	4,51	3,33	13,33
12	39,90	8,05	3,05	81,10	18,90	30,69	5,21	3,33	13,33
13	46,30	9,10	3,05	83,73	16,27	35,62	6,14	3,33	13,33
14	53,00	10,28	3,05	86,05	13,95	40,77	6,92	3,33	13,33
15	58,90	11,30	3,10	87,38	12,62	45,31	7,87	3,33	13,33
16	65,80	12,25	3,13	88,52	11,48	50,62	8,81	3,33	13,33
17	73,80	13,20	3,25	89,01	10,99	56,77	9,69	3,33	13,33

Tablo C.4 Devami

e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =5 cm, Z ₂ =20 cm, α= 40°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,60	2,20	41,67	58,33	6,31	1,04	3,33	13,33
6	11,10	2,85	2,25	60,55	39,45	8,54	1,43	3,33	13,33
7	14,70	3,85	2,35	68,80	31,20	11,31	1,95	3,33	13,33
8	19,20	4,90	2,45	74,55	25,45	14,77	2,51	3,33	13,33
9	23,10	5,80	2,63	77,05	22,95	17,77	3,06	3,33	13,33
10	28,20	6,70	2,70	79,88	20,12	21,69	3,76	3,33	13,33
11	33,60	7,58	2,88	81,16	18,84	25,85	4,51	3,33	13,33
12	39,90	8,35	3,00	82,30	17,70	30,69	5,21	3,33	13,33
13	46,30	9,28	3,00	84,46	15,54	35,62	6,14	3,33	13,33
14	53,00	10,35	3,00	86,49	13,51	40,77	6,92	3,33	13,33
15	58,90	11,40	3,00	88,08	11,92	45,31	7,87	3,33	13,33
16	65,80	12,50	3,10	88,95	11,05	50,62	8,81	3,33	13,33
17	73,80	13,65	3,18	89,84	10,16	56,77	9,69	3,33	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 10°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,30	2,50	30,61	69,39	6,31	1,04	6,67	13,33
6	11,10	2,25	2,55	47,25	52,75	8,54	1,43	6,67	13,33
7	14,70	3,20	2,60	62,04	37,96	11,31	1,95	6,67	13,33
8	19,20	4,43	2,65	68,97	31,03	14,77	2,51	6,67	13,33
9	23,10	5,70	2,75	75,23	24,77	17,77	3,06	6,67	13,33
10	28,20	6,60	2,83	78,32	21,68	21,69	3,76	6,67	13,33
11	33,60	7,50	3,05	79,44	20,56	25,85	4,51	6,67	13,33
12	39,90	8,25	3,10	81,26	18,74	30,69	5,21	6,67	13,33
13	46,30	9,15	3,10	83,49	16,51	35,62	6,14	6,67	13,33
14	53,00	10,33	3,15	85,51	14,49	40,77	6,92	6,67	13,33
15	58,90	11,48	3,15	87,36	12,64	45,31	7,87	6,67	13,33
16	65,80	12,48	3,18	88,54	11,46	50,62	8,81	6,67	13,33
17	73,80	13,35	3,23	89,30	10,70	56,77	9,69	6,67	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 20°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,33	2,55	30,45	69,55	6,31	1,04	6,67	13,33
6	11,10	2,30	2,58	47,63	52,37	8,54	1,43	6,67	13,33
7	14,70	3,25	2,60	59,42	40,58	11,31	1,95	6,67	13,33
8	19,20	4,30	2,65	68,07	31,93	14,77	2,51	6,67	13,33
9	23,10	5,73	2,75	75,35	24,65	17,77	3,06	6,67	13,33
10	28,20	6,60	2,85	78,08	21,92	21,69	3,76	6,67	13,33
11	33,60	7,45	3,05	79,28	20,72	25,85	4,51	6,67	13,33
12	39,90	8,20	3,10	81,12	18,88	30,69	5,21	6,67	13,33
13	46,30	9,08	3,13	83,15	16,85	35,62	6,14	6,67	13,33
14	53,00	10,33	3,15	85,51	14,49	40,77	6,92	6,67	13,33
15	58,90	11,43	3,18	87,14	12,86	45,31	7,87	6,67	13,33
16	65,80	12,40	3,23	88,20	11,80	50,62	8,81	6,67	13,33
17	73,80	13,38	3,30	88,97	11,03	56,77	9,69	6,67	13,33

Tablo C.4 Devami

e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 30°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,23	2,55	28,36	71,64	6,31	1,04	6,67	13,33
6	11,10	2,30	2,60	47,24	52,76	8,54	1,43	6,67	13,33
7	14,70	3,25	2,65	58,68	41,32	11,31	1,95	6,67	13,33
8	19,20	4,78	2,70	70,68	29,32	14,77	2,51	6,67	13,33
9	23,10	5,65	2,75	74,99	25,01	17,77	3,06	6,67	13,33
10	28,20	6,70	2,90	77,98	22,02	21,69	3,76	6,67	13,33
11	33,60	7,48	3,08	79,14	20,86	25,85	4,51	6,67	13,33
12	39,90	8,30	3,15	81,01	18,99	30,69	5,21	6,67	13,33
13	46,30	9,15	3,15	83,14	16,86	35,62	6,14	6,67	13,33
14	53,00	10,30	3,20	85,16	14,84	40,77	6,92	6,67	13,33
15	58,90	11,45	3,20	87,04	12,96	45,31	7,87	6,67	13,33
16	65,80	12,53	3,25	88,22	11,78	50,62	8,81	6,67	13,33
17	73,80	13,55	3,35	88,93	11,07	56,77	9,69	6,67	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ =20 cm, α= 40°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,25	2,50	29,55	70,45	6,31	1,04	6,67	13,33
6	11,10	2,25	2,55	47,25	52,75	8,54	1,43	6,67	13,33
7	14,70	3,35	2,60	60,47	39,53	11,31	1,95	6,67	13,33
8	19,20	4,70	2,65	70,83	29,17	14,77	2,51	6,67	13,33
9	23,10	5,80	2,75	75,71	24,29	17,77	3,06	6,67	13,33
10	28,20	6,65	2,85	78,27	21,73	21,69	3,76	6,67	13,33
11	33,60	7,40	3,05	79,11	20,89	25,85	4,51	6,67	13,33
12	39,90	8,30	3,10	81,40	18,60	30,69	5,21	6,67	13,33
13	46,30	9,20	3,15	83,25	16,75	35,62	6,14	6,67	13,33
14	53,00	10,40	3,15	85,65	14,35	40,77	6,92	6,67	13,33
15	58,90	11,45	3,15	87,32	12,68	45,31	7,87	6,67	13,33
16	65,80	12,53	3,18	88,60	11,40	50,62	8,81	6,67	13,33
17	73,80	13,58	3,25	89,42	10,58	56,77	9,69	6,67	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 10°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,10	2,80	22,93	77,07	6,31	1,04	10,00	13,33
6	11,10	2,05	2,90	39,03	60,97	8,54	1,43	10,00	13,33
7	14,70	3,05	2,95	52,19	47,81	11,31	1,95	10,00	13,33
8	19,20	4,35	2,98	64,31	35,69	14,77	2,51	10,00	13,33
9	23,10	5,63	3,00	72,16	27,84	17,77	3,06	10,00	13,33
10	28,20	6,60	3,05	76,17	23,83	21,69	3,76	10,00	13,33
11	33,60	7,35	3,25	77,22	22,78	25,85	4,51	10,00	13,33
12	39,90	8,20	3,30	79,56	20,44	30,69	5,21	10,00	13,33
13	46,30	9,10	3,33	81,79	18,21	35,62	6,14	10,00	13,33
14	53,00	10,25	3,35	84,12	15,88	40,77	6,92	10,00	13,33
15	58,90	11,30	3,40	85,68	14,32	45,31	7,87	10,00	13,33
16	65,80	12,40	3,40	87,30	12,70	50,62	8,81	10,00	13,33
17	73,80	13,30	3,43	88,30	11,70	56,77	9,69	10,00	13,33

Tablo C.4 Devamı

e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 20°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,05	2,75	22,44	77,56	6,31	1,04	10,00	13,33
6	11,10	2,05	2,85	39,69	60,31	8,54	1,43	10,00	13,33
7	14,70	3,00	2,90	52,28	47,72	11,31	1,95	10,00	13,33
8	19,20	4,50	2,93	66,04	33,96	14,77	2,51	10,00	13,33
9	23,10	5,60	2,95	72,57	27,43	17,77	3,06	10,00	13,33
10	28,20	6,58	3,00	76,55	23,45	21,69	3,76	10,00	13,33
11	33,60	7,35	3,20	77,65	22,35	25,85	4,51	10,00	13,33
12	39,90	8,20	3,25	79,95	20,05	30,69	5,21	10,00	13,33
13	46,30	9,10	3,30	81,96	18,04	35,62	6,14	10,00	13,33
14	53,00	10,25	3,35	84,12	15,88	40,77	6,92	10,00	13,33
15	58,90	11,30	3,35	85,97	14,03	45,31	7,87	10,00	13,33
16	65,80	12,40	3,40	87,30	12,70	50,62	8,81	10,00	13,33
17	73,80	13,35	3,45	88,24	11,76	56,77	9,69	10,00	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =15 cm, Z ₂ =20 cm, α= 30°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,05	2,75	22,44	77,56	6,31	1,04	10,00	13,33
6	11,10	2,05	2,85	39,69	60,31	8,54	1,43	10,00	13,33
7	14,70	13,08	2,88	90,66	9,34	11,31	1,95	10,00	13,33
8	19,20	4,38	2,90	65,42	34,58	14,77	2,51	10,00	13,33
9	23,10	5,58	2,95	72,43	27,57	17,77	3,06	10,00	13,33
10	28,20	6,55	3,00	76,45	23,55	21,69	3,76	10,00	13,33
11	33,60	7,40	3,20	77,83	22,17	25,85	4,51	10,00	13,33
12	39,90	8,23	3,30	79,64	20,36	30,69	5,21	10,00	13,33
13	46,30	9,05	3,30	81,84	18,16	35,62	6,14	10,00	13,33
14	53,00	10,28	3,35	84,17	15,83	40,77	6,92	10,00	13,33
15	58,90	11,35	3,38	85,91	14,09	45,31	7,87	10,00	13,33
16	65,80	12,40	3,40	87,30	12,70	50,62	8,81	10,00	13,33
17	73,80	13,40	3,45	88,29	11,71	56,77	9,69	10,00	13,33
e ₄ =15 mm, T=4 mm, Z ₁ =5 cm, Z ₂ =25 cm, α= 40°									
Y ₀ (cm)	(Q _w) _T (lt/s)	Y _i (cm)	Y _{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	(q _w) _T (lt/(s.m))	(Fr) _e	Z ₁ /e ₄	Z ₂ /e ₄
5	8,20	1,60	2,20	41,67	58,33	6,31	1,04	3,33	16,67
6	11,10	2,60	2,25	57,39	42,61	8,54	1,43	3,33	16,67
7	14,70	3,80	2,35	68,39	31,61	11,31	1,95	3,33	16,67
8	19,20	4,80	2,45	73,98	26,02	14,77	2,51	3,33	16,67
9	23,10	5,78	2,60	77,21	22,79	17,77	3,06	3,33	16,67
10	28,20	6,70	2,70	79,88	20,12	21,69	3,76	3,33	16,67
11	33,60	7,60	2,85	81,44	18,56	25,85	4,51	3,33	16,67
12	39,90	8,35	3,00	82,30	17,70	30,69	5,21	3,33	16,67
13	46,30	9,35	3,03	84,45	15,55	35,62	6,14	3,33	16,67
14	53,00	10,40	3,10	85,95	14,05	40,77	6,92	3,33	16,67
15	58,90	11,40	3,25	86,69	13,31	45,31	7,87	3,33	16,67
16	65,80	12,45	3,35	87,62	12,38	50,62	8,81	3,33	16,67
17	73,80	13,45	3,40	88,59	11,41	56,77	9,69	3,33	16,67

Tablo C.4 Devamı

$e_4=15 \text{ mm}, T=4 \text{ mm}, Z_1=10 \text{ cm}, Z_2=25 \text{ cm}, \alpha=20^\circ$									
y_0 (cm)	$(Q_w)_T$ (lt/s)	y_i (cm)	y_{sc} (cm)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	$(q_w)_T$ (lt/(s.m))	$(Fr)_e$	Z_1/e_4	Z_2/e_4
5	8,20	1,40	2,55	31,99	68,01	6,31	1,04	6,67	16,67
6	11,10	2,35	2,60	47,99	52,01	8,54	1,43	6,67	16,67
7	14,70	3,70	2,65	63,14	36,86	11,31	1,95	6,67	16,67
8	19,20	4,80	2,70	70,84	29,16	14,77	2,51	6,67	16,67
9	23,10	5,73	2,80	74,81	25,19	17,77	3,06	6,67	16,67
10	28,20	6,65	2,90	77,79	22,21	21,69	3,76	6,67	16,67
11	33,60	7,43	3,10	78,76	21,24	25,85	4,51	6,67	16,67
12	39,90	8,20	3,15	80,73	19,27	30,69	5,21	6,67	16,67
13	46,30	9,15	3,20	82,79	17,21	35,62	6,14	6,67	16,67
14	53,00	10,20	3,30	84,34	15,66	40,77	6,92	6,67	16,67
15	58,90	11,30	3,25	86,53	13,47	45,31	7,87	6,67	16,67
16	65,80	11,95	3,25	87,48	12,52	50,62	8,81	6,67	16,67
17	73,80	12,20	3,25	87,81	12,19	56,77	9,69	6,67	16,67

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-D

Bu kısımda farklı e , α , Z_1 ve Z_2 değerlerine sahip ızgaralar ile katı madde kullanılarak yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo D.1 A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 5 cm, Z ₂ = 20 cm																				
α: 10° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg					
(W _s) _i = % 73,33 (W _s) _{sc} = % 24,58 (W _s) _{cc} = % 2,08					(W _s) _i = % 69,24 (W _s) _{sc} = % 30,02 (W _s) _{cc} = % 0,74					(W _s) _i = % 72,58 (W _s) _{sc} = % 26,08 (W _s) _{cc} = % 1,33					(W _s) _i = % 60,23 (W _s) _{sc} = % 34,97 (W _s) _{cc} = % 4,80					
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)					
19,43	10	28,23	37,21	71,77	62,79	35,07	10	30,37	64,93	10	44,73	45,91	55,27	54,09	10	27,28	35,12	72,72	64,79	
	10	37,21		62,79			10	35,94		64,06	10		46,48		53,52	10		34,63		65,37
	10	37,21		62,79			10	34,63		65,37	10		45,63		54,37	10		35,50		64,50
	10	37,21		62,79			10	34,63		65,37	10		45,63		54,37	10		35,50		64,50
58,29	30	76,12	75,75	23,88	24,25	74,24	30	75,65	24,77	30	74,72	74,04	25,28	25,96	30	76,31	75,98	23,69	24,02	
	30	76,31		23,69			30	75,85		24,15	30		74,72		25,28	30		76,31		23,69
	30	75,29		24,71			30	74,72		25,28	30		73,36		26,64	30		75,65		24,35
	30	75,29		24,71			30	74,72		25,28	30		73,36		26,64	30		75,65		24,35
97,15	50	80,96	80,39	19,04	19,61	81,12	50	81,64	18,88	50	79,34	79,34	20,66	20,66	50	80,96	80,52	19,04	19,48	
	50	80,37		19,63			50	81,16		18,84	50		79,34		20,66	50		80,71		19,29
	50	80,11		19,89			50	80,91		19,09	50		79,34		20,66	50		80,33		19,67
	50	80,11		19,89			50	80,78		19,22	50		79,34		20,66	50		80,07		19,93
136,01	70	82,85	82,85	17,15	17,15	83,14	70	83,14	16,86	70	81,58	81,58	18,42	18,42	70	83,04	83,04	16,96	16,96	
	70						70				70					70				
	70						70				70					70				

Tablo D.1 Devamı

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 5 cm, Z ₂ = 25 cm																				
α: 10° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 20° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 30° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg					
(W _s) _i = % 72,15 (W _s) _{sc} = % 26,99 (W _s) _{cc} = % 0,87					(W _s) _i = % 71,04 (W _s) _{sc} = % 28,45 (W _s) _{cc} = % 0,51					(W _s) _i = % 75,40 (W _s) _{sc} = % 24,51 (W _s) _{cc} = % 0,09					(W _s) _i = % 66,60 (W _s) _{sc} = % 30,80 (W _s) _{cc} = % 2,60					
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
19,43	10	38,71	34,51	61,29	65,49	10	28,23	32,55	71,77	67,45	10	35,47	31,71	64,53	68,29	10	26,88	33,92	73,12	66,08
	10	34,98		65,02		31,95	68,05		10		33,58	66,42		34,79		65,21				
	10	34,98		65,02		32,85	67,15		10		30,77	69,23		33,48		66,52				
	10	33,58		66,42		32,85	67,15		10		30,77	69,23		33,48		66,52				
58,29	30	77,51	77,28	22,49	22,73	30	74,72	74,83	25,28	25,18	30	76,44	75,32	23,56	24,69	30	82,77	75,27	17,23	24,74
	30	77,51		22,49		74,93	25,07		30		75,54	24,46		72,91		27,09				
	30	77,04		22,96		74,93	25,07		30		74,64	25,36		72,69		27,31				
	30	77,04		22,96		74,72	25,28		30		74,64	25,36		72,69		27,31				
97,15	50	83,14	82,62	16,86	17,39	50	81,40	80,66	18,60	19,34	50	80,71	80,20	19,29	19,80	50	79,26	78,85	20,74	21,16
	50	82,44		17,56		80,46	19,54		50		80,03	19,97		79,00		21,00				
	50	82,44		17,56		80,46	19,54		50		80,03	19,97		78,73		21,27				
	50	82,44		17,56		80,33	19,67		50		80,03	19,97		78,39		21,61				
136,01	70	83,79	83,79	16,21	16,21	70	82,46	82,36	17,54	17,64	70	82,75	82,75	17,25	17,25	70	81,18	81,18	18,82	18,82
	70					82,26	17,74		70		82,75	17,25		70						
	70								70					70						

Tablo D.1 Devamı

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 20 cm																					
α: 10° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm						
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg						
(W _s) _i = % 47,05 (W _s) _{sc} = % 52,34 (W _s) _{cc} = % 0,61					(W _s) _i = % 49,82 (W _s) _{sc} = % 49,36 (W _s) _{cc} = % 0,83					(W _s) _i = % 45,32 (W _s) _{sc} = % 47,02 (W _s) _{cc} = % 7,67					(W _s) _i = % 36,94 (W _s) _{sc} = % 52,89 (W _s) _{cc} = % 10,17						
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)						
19,43	10	19,88	21,62	80,12	78,38	16,89	10	14,48	85,52	83,11	10	19,79	22,47	80,21	77,53	10	12,79	13,05	87,21	86,95	
	10	21,62		78,38			10	17,12			82,88	10		22,47		77,53	10		12,79		87,21
	10	21,62		78,38			10	16,77			83,23	10		22,47		77,53	10		12,79		87,21
	10	21,62		78,38			10	16,77			83,23	10		22,47		77,53	10		13,58		86,42
58,29	30	69,22	69,22	30,78	30,78	69,23	30	69,64	30,36	30,77	30	71,10	70,86	28,90	29,14	30	71,78	69,07	28,22	30,93	
	30	69,22		30,78			30	69,18			30,82	30		70,86		29,14	30		68,17		31,83
	30	69,22		30,78			30	69,18			30,82	30		70,86		29,14	30		68,17		31,83
	30	69,22		30,78			30	68,92			31,08	30		70,62		29,38	30		68,17		31,83
97,15	50	77,39	77,04	22,61	22,96	76,76	50	76,54	23,46	23,24	50	78,67	78,43	21,33	21,58	50	75,75	75,23	24,25	24,77	
	50	77,39		22,61			50	76,84			23,16	50		78,39		21,61	50		75,06		24,94
	50	76,69		23,31			50	76,98			23,02	50		78,39		21,61	50		75,06		24,94
	50	76,69		23,31			50	76,69			23,31	50		78,25		21,75	50		75,06		24,94
136,01	70	79,86	79,45	20,14	20,55	80,68	70	80,68	19,32	19,32	70	81,49	81,49	18,51	18,51	70	79,79	79,86	20,21	20,14	
	70	79,24		20,76			70					70					70		79,90		20,10
	70	79,24		20,76			70					70					70		70,90		20,10

Tablo D.1 Devamı

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 25 cm																					
α: 10° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm						
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 46 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg						
(W _s) _i = % 60,21 (W _s) _{sc} = % 39,79 (W _s) _{cc} = % 0,00					(W _s) _i = % 58,30 (W _s) _{sc} = % 40,88 (W _s) _{cc} = % 0,82					(W _s) _i = % 66,03 (W _s) _{sc} = % 33,33 (W _s) _{cc} = % 0,64					(W _s) _i = % 40,85 (W _s) _{sc} = % 51,80 (W _s) _{cc} = % 7,35						
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)						
19,43	10	16,94	19,20	83,06	80,80	16,61	10	14,95	83,39	83,39	10	17,76	19,36	82,24	80,64	10	17,45	19,70	82,55	80,30	
	10	18,90		81,10			10	16,61			83,39	10		19,36		80,64	10		19,13		80,87
	10	18,90		81,10			10	16,61			83,39	10		19,36		80,64	10		19,98		80,02
	10	19,79		80,21			10	16,61			83,39	10		19,36		80,64	10		19,98		80,02
58,29	30	72,46	72,46	27,54	27,54	68,31	30	68,31	31,69	31,69	30	69,30	69,13	30,70	30,87	30	67,41	67,41	32,59	32,59	
	30	72,46		27,54			30	68,31			31,69	30		68,86		31,14	30		67,41		32,59
	30	72,46		27,54			30	68,31			31,69	30		69,30		30,70	30		67,41		32,59
	30	72,46		27,54			30	68,31			31,69	30		69,06		30,94	30		67,41		32,59
97,15	50	79,50	78,88	20,50	21,12	77,56	50	77,56	22,44	22,44	50	77,42	76,93	22,58	23,07	50	75,29	75,13	24,71	24,87	
	50	79,10		20,90			50	77,56			22,44	50		77,13		22,87	50		75,13		24,87
	50	78,60		21,40			50	77,56			22,44	50		76,44		23,56	50		75,13		24,87
	50	78,32		21,68			50	77,56			22,44	50		76,73		23,27	50		74,97		25,03
136,01	70	79,98	79,98	20,02		81,35	70	81,35	18,65	18,65	70	80,30	80,30	19,70	19,70	70	79,10	79,10	20,90	20,90	
	70						70					70					70				
	70						70					70					70				

Tablo D.1 Devamı

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 20 cm															
α: 10° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm							
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 50 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg							
(W _s) _i = % 43,86 (W _s) _{sc} = % 32,92 (W _s) _{cc} = % 23,22				(W _s) _i = % 36,00 (W _s) _{sc} = % 40,73 (W _s) _{cc} = % 23,27				(W _s) _i = % 30,28 (W _s) _{sc} = % 35,00 (W _s) _{cc} = % 34,72							
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)						
19,43	10	13,88	17,86	86,12	82,14	17,17	10	14,95	85,05	82,83	10	16,94	23,21	83,06	76,79
	10	17,29		82,71			17,45	82,55	10		22,48	77,52			
	10	18,15		81,85			17,45	82,55	10		22,91	77,09			
	10	18,15		81,85			16,61	83,39	10		24,24	75,76			
58,29	30	71,56	71,73	28,44	28,27	70,19	30	70,25	29,75	29,81	30	72,68	71,79	27,32	28,21
	30	72,01		27,99			70,25	29,75	30		72,01	27,99			
	30	71,79		28,21			70,25	29,75	30		71,35	28,65			
	30	71,56		28,44			70,02	29,98	30		71,12	28,88			
97,15	50	78,94	78,60	21,06	21,40	77,80	50	78,04	21,96	22,21	50	79,08	78,69	20,92	21,31
	50	78,53		21,47			77,76	22,24	50		79,08	20,92			
	50	78,39		21,61			77,62	22,38	50		77,67	22,33			
	50	78,53		21,47			77,76	22,24	50		78,94	21,06			
136,01	70	81,95	81,95	18,05	18,05	82,07	70	82,07	17,93	17,93	70	82,65	82,65	17,35	17,35
	70	81,95		18,05					70						
	70								70						

Tablo D.1 Devamı

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 25 cm																
α: 10° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm						
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 50 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg					(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 48 kg						
(W _s) _i = % 39,41 (W _s) _{sc} = % 51,29 (W _s) _{cc} = % 9,29					(W _s) _i = % 40,93 (W _s) _{sc} = % 46,26 (W _s) _{cc} = % 12,80					(W _s) _i = % 43,54 (W _s) _{sc} = % 40,38 (W _s) _{cc} = % 16,08						
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
19,43	10	9,02	12,33	90,98	87,67	11,73	10	10,95	88,27	88,27	10	9,06	11,77	90,94	88,23	
	10	11,84		88,16			10	11,73			88,27	10		11,26		88,74
	10	12,57		87,43			10	11,73			88,27	10		12,02		87,98
	10	12,57		87,43			10	11,73			88,27	10		12,02		87,98
58,29	30	67,92	68,12	32,08	31,88	69,97	30	70,19	30,03	30,03	30	69,38	68,94	30,62	31,06	
	30	68,47		31,53			30	70,19			29,81	30		68,95		31,05
	30	68,04		31,96			30	70,19			29,81	30		68,95		31,05
	30	68,04		31,96			30	69,30			30,70	30		68,47		31,53
97,15	50	76,24	75,86	23,76	24,14	78,39	50	78,39	21,61	21,61	50	76,64	75,79	23,36	24,21	
	50	76,24		23,76			50	78,39			21,61	50		75,79		24,21
	50	75,48		24,52			50	78,39			21,61	50		75,29		24,71
	50	75,48		24,52			50	78,39			21,61	50		75,44		24,56
136,01	70	78,76		21,24			70	80,38			70	79,50		20,50		
	70						70					70				
	70						70					70				

Tablo D.2 A2 Grubu Deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 5 cm, Z ₂ = 20,25 cm																						
α: 10° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm							
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = kg							
(W _s) _i = % 64,40 (W _s) _{sc} = % 29,62 (W _s) _{cc} = % 5,98					(W _s) _i = % 63,24 (W _s) _{sc} = % 30,44 (W _s) _{cc} = % 6,32					(W _s) _i = % 31,7 (W _s) _{sc} = % 39,6 (W _s) _{cc} = %					(W _s) _i = % 26,2 (W _s) _{sc} = % 40,3 (W _s) _{cc} = %							
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)							
6,87	10	36,82	37,82	63,18	62,18	36,82	73,39	63,18	63,18	10	33,20	36,36	66,80	63,64	63,64	10	30,66	37,29	69,34	62,71		
	10	37,70		62,30			10			36,82	63,18		10			36,36	63,64		10		38,22	61,78
	10	37,88		62,12			10			36,82	63,18		10			36,36	63,64		10		36,82	63,18
	10	37,88		62,12			10			36,82	63,18		10			36,36	63,64		10		36,82	63,18
20,61	30	75,48	75,26	24,52	24,74	74,23	25,77	25,77	25,77	30	74,23	74,33	25,36	25,67	25,67	30	74,30	73,83	25,70	26,17		
	30	75,48		24,52			30			74,23	25,77		30			74,64	25,36		30		74,93	25,07
	30	75,04		24,96			30			74,23	25,77		30			74,23	25,77		30		73,16	26,84
	30	75,04		24,96			30			74,23	25,77		30			73,81	26,19		30		72,93	27,07
34,35	50	80,86	80,61	19,14	19,39	80,02	19,65	19,98	19,98	50	81,08	80,57	18,92	19,43	19,43	50	79,47	79,03	20,53	20,98		
	50	80,53		19,47			50			80,35	19,65		50			80,40	19,60		50		78,79	21,21
	50	80,53		19,47			50			79,69	20,31		50			80,40	19,60		50		78,92	21,08
	50	80,53		19,47			50			79,69	20,31		50			80,40	19,60		50		78,92	21,08
48,09	70	84,64	84,03	15,36	15,97	84,09	15,54	15,91	15,91	70	84,43	84,15	15,57	15,85	15,85	70	83,98	84,12	16,02	15,88		
	70	84,14		15,86			70			83,94	16,06		70			84,06	15,94		70		84,14	15,86
	70	83,71		16,29			70			83,94	16,06		70			84,06	15,94		70		84,14	15,86
	70	83,63		16,37			70			84,02	15,98		70			84,06	15,94		70		84,22	15,78
54,96	80	84,20	84,20	15,80	15,80	85,20	14,80	14,80	14,80	80	85,30	85,46	14,70	14,54	14,54	80						
	80						80						80			85,44	14,56		80			
	80						80						80			85,44	14,56		80			
	80						80						80			85,65	14,35		80			
61,83	90					90			90	86,04	86,04	13,96	13,96		90							

Tablo D.2 Devamı

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 20 cm																				
α: 10° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					
(W _s) _i = % 56,64 (W _s) _{sc} = % 36,19 (W _s) _{cc} = % 7,18					(W _s) _i = % 52,76 (W _s) _{sc} = % 38,15 (W _s) _{cc} = % 9,09					(W _s) _i = % 54,27 (W _s) _{sc} = % 31,68 (W _s) _{cc} = % 14,05					(W _s) _i = % 51,49 (W _s) _{sc} = % 32,70 (W _s) _{cc} = % 15,82					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
6,87	10	15,13	22,45	84,87	77,55	10	36,82	37,82	63,18	62,18	10	21,42	22,12	78,58	77,88	10	22,48	23,77	77,52	76,23
	10	22,45		77,55		10	37,70		62,30		10	22,44		77,56		10	23,77		76,23	
	10	22,45		77,55		10	37,88		62,12		10	21,96		78,04		10	23,77		76,23	
	10	22,45		77,55		10	37,88		62,12		10	21,96		78,04		10	23,77		76,23	
20,61	30	74,17	73,63	25,83	26,37	30	75,48	75,26	24,52	24,74	30	73,14	73,14	26,86	26,86	30	71,12	70,79	28,88	29,21
	30	74,17		25,83		30	75,48		24,52		30	73,14		26,86		30	70,68		29,32	
	30	73,09		26,91		30	75,04		24,96		30	73,14		26,86		30	70,68		29,32	
	30	73,09		26,91		30	75,04		24,96		30	73,14		26,86		30	70,68		29,32	
34,35	50	79,47	79,33	20,53	20,67	50	80,86	80,61	19,14	19,39	50	80,07	80,16	19,93	19,84	50	77,92	77,95	22,08	22,05
	50	79,47		20,53		50	80,53		19,47		50	80,19		19,81		50	78,19		21,81	
	50	79,26		20,74		50	80,53		19,47		50	80,19		19,81		50	77,85		22,15	
	50	79,13		20,87		50	80,53		19,47		50	80,19		19,81		50	77,85		22,15	
48,09	70	83,29	83,25	16,71	16,76	70	84,64	84,03	15,36	15,97	70	84,46	84,27	15,54	15,74	70	83,18	83,05	16,82	16,96
	70	83,29		16,71		70	84,14		15,86		70	84,20		15,80		70	83,00		17,00	
	70	83,20		16,80		70	83,71		16,29		70	84,20		15,80		70	83,00		17,00	
	70	83,20		16,80		70	83,63		16,37		70	84,20		15,80		70	83,00		17,00	
54,96	80	84,30		15,70		80					80					80				
	80	84,46		15,54		80					80					80				
	80	84,46		15,54		80					80					80				
	80					80					80					80				

Tablo D.2 Devamı

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 25 cm																				
α: 10° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 48 kg					
(W _s) _i = % 61,92 (W _s) _{sc} = % 31,98 (W _s) _{cc} = % 6,10					(W _s) _i = % 66,91 (W _s) _{sc} = % 30,83 (W _s) _{cc} = % 2,26					(W _s) _i = % 55,60 (W _s) _{sc} = % 36,95 (W _s) _{cc} = % 7,45					(W _s) _i = % 47,50 (W _s) _{sc} = % 38,79 (W _s) _{cc} = % 13,71					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
6,87	10	22,45	23,06	77,55	76,94	10	23,36	25,39	76,64	74,61	10	22,45	23,98	77,55	76,02	10	20,20	22,01	79,80	77,99
	10	22,45		77,55		10	25,12		74,88		10	23,37		76,63		10	22,01		77,99	
	10	23,37		76,63		10	26,00		74,00		10	24,28		75,72		10	22,01		77,99	
	10	23,37		76,63		10	25,06		74,94		10	24,28		75,72		10	22,01		77,99	
20,61	30	72,71	72,53	27,29	27,47	30	70,62	70,39	29,38	29,61	30	72,01	72,24	27,99	27,77	30	73,28	73,07	26,72	26,94
	30	72,47		27,53		30	70,62		29,38		30	72,91		27,09		30	73,28		26,72	
	30	72,47		27,53		30	70,62		29,38		30	72,01		27,99		30	72,85		27,15	
	30	72,47		27,53		30	69,71		30,29		30	72,01		27,99		30	72,85		27,15	
34,35	50	80,53	80,46	19,47	19,54	50	78,92	78,92	21,08	21,08	50	79,34	79,54	20,66	20,47	50	79,04	78,88	20,96	21,13
	50	80,44		19,56		50	78,92		21,08		50	79,60		20,40		50	79,04		20,96	
	50	80,44		19,56		50	78,92		21,08		50	79,60		20,40		50	78,71		21,29	
	50	80,44		19,56		50	78,92		21,08		50	79,60		20,40		50	78,71		21,29	
48,09	70	82,56	82,41	17,44	17,59	70	82,92	83,06	17,08	16,95	70	84,38	84,76	15,62	15,24	70	83,88	83,82	16,12	16,18
	70	82,36		17,64		70	83,10		16,90		70	84,46		15,54		70	83,78		16,22	
	70	82,36		17,64		70	83,10		16,90		70	84,77		15,23		70	83,94		16,06	
	70	82,36		17,64		70	83,10		16,90		70	85,43		14,57		70	83,69		16,31	
54,96	80	82,93	82,93	17,07	17,07	80	85,25	85,25	14,75	14,75	80					80	84,68	84,68	15,32	15,32
	80					80	85,25		14,75		80					80				
	80					80					80					80				

Tablo D.2 Devamı

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 20 cm																					
α: 10° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm						
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 55 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 50 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 56 kg						
(W _s) _i = % 39,45 (W _s) _{sc} = % 38,55 (W _s) _{cc} = % 22,00					(W _s) _i = % 31,39 (W _s) _{sc} = % 41,61 (W _s) _{cc} = % 27,00					(W _s) _i = % 30,59 (W _s) _{sc} = % 40,35 (W _s) _{cc} = % 29,07					(W _s) _i = % 30,01 (W _s) _{sc} = % 35,18 (W _s) _{cc} = % 34,81						
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		
6,87	10	9,12	12,23	90,88	87,77	10	12,79	15,98	87,21	84,02	10	9,77	11,26	90,23	88,74	10	8,85	10,21	91,15	89,79	
	10	12,23		87,77		10	15,98		84,02		10	11,26		88,74		10	10,21		89,79		
	10	12,23		87,77		10	15,98		84,02		10	11,26		88,74		10	10,21		89,79		
	10	12,23		87,77		10	15,98		84,02		10	11,26		88,74		10	10,21		89,79		
20,61	30	71,53	70,26	28,47	29,74	30	69,22	68,54	30,78	31,46	30	68,76	68,55	31,24	31,45	30	65,66	65,02	34,34	34,99	
	30	71,07		28,93		30	68,31		31,69		30	68,56		31,44		30	64,80		35,20		
	30	69,22		30,78		30	68,31		31,69		30	68,56		31,44		30	64,80		35,20		
	30	69,22		30,78		30	68,31		31,69		30	68,31		31,69		30	64,80		35,20		
34,35	50	79,31	79,31	20,69	20,69	50	78,12	77,68	21,88	22,32	50	78,12	77,57	21,88	22,43	50	75,88	75,88	24,12	24,12	
	50	79,31		20,69		50	77,44		22,56		50	77,84		22,16		50	75,88		24,12		
	50	79,31		20,69		50	77,58		22,42		50	77,16		22,84		50	75,88		24,12		
	50	79,31		20,69		50	77,58		22,42		50	77,16		22,84		50	75,88		24,12		
48,09	70	83,67	83,39	16,33	16,61	70	81,48	81,62	18,52	18,38	70	82,02	82,29	17,98	17,71	70	80,01	80,33	19,99	19,68	
	70	83,67		16,33		70	81,67		18,33		70	82,38		17,62		70	80,61		19,39		
	70	83,11		16,89		70	81,67		18,33		70	82,38		17,62		70	80,34		19,66		
	70	83,11		16,89		70	81,67		18,33		70	82,38		17,62		70	80,34		19,66		
54,96	80	83,11	83,11	16,89	16,89	80					80					80	81,73	81,73	18,27	18,27	
	80					80						80					80				
	80					80						80					80				

Tablo D.2 Devamı

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 25 cm																				
α: 10° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 56 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = kg					
(W _s) _i = % 51,75 (W _s) _{sc} = % 34,43 (W _s) _{cc} = % 13,83					(W _s) _i = % 54,09 (W _s) _{sc} = % 32,85 (W _s) _{cc} = % 13,07					(W _s) _i = % 31,74 (W _s) _{sc} = % 39,64 (W _s) _{cc} = % 28,62					(W _s) _i = % 26,22 (W _s) _{sc} = % 40,28 (W _s) _{cc} = % 33,51					
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)					
6,87	10	10,95	13,32	89,05	86,68	11,90	10	9,12	90,88	88,10	10	11,26	88,74	14,37	10	10,09	89,91	12,30	87,70	87,70
	10	13,32		86,68			10	12,23	87,77		10	14,37	85,63		10	12,30	87,70			
	10	13,32		86,68			10	11,73	88,27		10	14,37	85,63		10	12,30	87,70			
	10	13,32		86,68			10	11,73	88,27		10	14,37	85,63		10	12,30	87,70			
20,61	30	68,71	68,84	31,29	31,16	69,57	30	70,14	29,86	30,43	30	68,06	31,94	68,50	30	68,31	31,69	67,80	32,08	32,20
	30	68,97		31,03			30	69,71	30,29		30	69,06	30,94		30	67,92	32,08			
	30	68,97		31,03			30	69,22	30,78		30	68,56	31,44		30	67,92	32,08			
	30	68,71		31,29			30	69,22	30,78		30	68,31	31,69		30	67,05	32,95			
34,35	50	78,25	78,11	21,75	21,89	79,16	50	79,73	20,27	20,84	50	77,78	22,22	77,42	50	75,67	24,33	75,67	24,33	24,33
	50	78,11		21,89			50	79,34	20,66		50	77,30	22,70		50	75,67	24,33			
	50	78,11		21,89			50	78,79	21,21		50	77,30	22,70		50	75,67	24,33			
	50	77,97		22,03			50	78,79	21,21		50	77,30	22,70		50	75,67	24,33			
48,09	70	81,35	81,43	18,65	18,57	83,41	70	83,98	16,02	16,60	70	82,83	17,17	82,74	70	80,70	19,30	80,70	19,30	19,30
	70	81,56		18,44			70	83,45	16,55		70	82,83	17,17		70	80,70	19,30			
	70	81,46		18,54			70	83,36	16,64		70	82,65	17,35		70	80,70	19,30			
	70	81,35		18,65			70	82,83	17,17		70	82,65	17,35		70	80,70	19,30			
54,96	80	81,80	81,59	18,20	18,41	83,83	80	83,83	16,17	16,17	80	83,00	17,00	83,00	80	82,22	17,78	81,56	18,31	18,44
	80	81,52		18,48			80				80				80	81,69	18,31			
	80	81,52		18,48			80				80				80	81,17	18,83			
	80	81,52		18,48			80				80				80	81,17	18,83			

Tablo D.3 A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₃ =10 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 5 cm, Z ₂ = 20,25 cm										
α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					
(W _s) _i = % 56,44 (W _s) _{sc} = % 31,23 (W _s) _{cc} = % 12,32					(W _s) _i = % 61,56 (W _s) _{sc} = % 23,26 (W _s) _{cc} = % 15,18					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		
3,19	10	35,71	37,05	64,29	10	29,41	33,2	70,59	66,80	66,80
	10	37,51		62,49		33,20		66,80		
	10	36,82		63,18		33,20		66,80		
	10	36,82		63,18		33,20		66,80		
9,58	30	74,72	74,15	25,28	30	74,72	74,04	25,28	25,96	25,96
	30	74,27		25,73		73,81		26,19		
	30	73,81		26,19		73,81		26,19		
	30	73,81		26,19		73,81		26,19		
15,96	50	80,86	80,99	19,14	50	80,77	80,95	19,23	19,05	19,05
	50	81,57		18,43		81,01		18,99		
	50	80,77		19,23		81,01		18,99		
	50	80,77		19,23		81,01		18,99		
22,35	70	84,08	83,68	15,92	70	85,19	85,53	14,81	14,47	14,47
	70	83,54		16,46		85,64		14,36		
	70	83,54		16,46		85,64		14,36		
	70	83,54		16,46		85,64		14,36		
25,54	80	85,16	85,18	14,84	80	87,12	86,98	12,88	13,02	13,02
	80	85,16		14,84		86,91		13,09		
	80	85,20		14,80		86,91		13,09		
	80	85,20		14,80						
28,73	90	85,06	85,06	14,94	14,94	90				

Tablo D.3 Devamı

e ₃ =10 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 20,25 cm																				
α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					
(W _s) _i = % 40,79 (W _s) _{sc} = % 36,76 (W _s) _{cc} = % 22,45					(W _s) _i =% 33,55 (W _s) _{sc} = % 45,04 (W _s) _{cc} = % 21,41					(W _s) _i = % 36,34 (W _s) _{sc} = % 29,06 (W _s) _{cc} = % 34,60					(W _s) _i = % 58,78 (W _s) _{sc} = % 16,92 (W _s) _{cc} = % 24,30					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
3,19	10	21,58	24,24	78,42	75,76	10	19,79	21,88	80,21	78,12	10	17,29	20,17	82,71	79,83	10	22,45	25,49	77,55	74,51
	10	24,24		75,76		10	21,58		78,42		10	19,02		80,98		10	24,28		75,72	
	10	24,24		75,76		10	21,58		78,42		10	20,75		79,25		10	26,10		73,90	
	10	24,24		75,76		10	22,47		77,53		10	20,75		79,25		10	26,10		73,90	
9,58	30	71,78	72,07	28,22	27,93	30	70,62	69,94	29,38	30,06	30	70,62	70,53	29,38	29,47	30	73,81	73,36	26,19	26,64
	30	72,24		27,76		30	69,71		30,29		30	70,64		29,36		30	73,81		26,19	
	30	72,24		27,76		30	69,71		30,29		30	70,19		29,81		30	72,91		27,09	
	30	72,01		27,99		30	69,71		30,29		30	70,66		29,34		30	72,91		27,09	
15,96	50	79,73	79,67	20,27	20,34	50	79,19	78,92	20,81	21,08	50	80,77	80,95	19,23	19,05	50	80,65	80,25	19,35	19,75
	50	79,73		20,27		50	79,19		20,81		50	81,01		18,99		50	80,65		19,35	
	50	79,60		20,40		50	78,92		21,08		50	81,01		18,99		50	79,85		20,15	
	50	79,60		20,40		50	78,39		21,61		50	81,01		18,99		50	79,85		20,15	
22,35	70	82,92	83,25	17,08	16,75	70	82,74	83,05	17,26	16,95	70	85,19	86,64	14,81	13,36	70	85,04	85,02	14,96	14,98
	70	83,19		16,81		70	83,45		16,55		70	86,23		13,77		70	85,04		14,96	
	70	83,45		16,55		70	83,27		16,73		70	87,44		12,56		70	85,19		14,81	
	70	83,45		16,55		70	82,74		17,26		70	87,69		12,31		70	84,82		15,18	
25,54	80	85,02	85,14	14,98	14,86	80	84,68	84,86	15,32	15,14	80					80	86,27	85,91	13,73	14,09
	80	85,16		14,84		80	84,89		15,11		80					80	85,79		14,21	
	80	85,16		14,84		80	84,89		15,11		80					80	85,79		14,21	
	80	85,23		14,77		80	84,97		15,03		80					80	85,79		14,21	
28,73	90	86,43	86,43	13,57	13,57	90	85,91	85,91	14,09	14,09	90				90					

Tablo D.3 Devamı

e ₃ =10 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 20,25 cm																				
α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 48 kg					
(W _s) _i = % 20,39 (W _s) _{sc} = % 57,73 (W _s) _{cc} = % 21,89					(W _s) _i = % 29,25 (W _s) _{sc} = % 34,21 (W _s) _{cc} = % 36,54					(W _s) _i = % 27,32 (W _s) _{sc} = % 37,60 (W _s) _{cc} = % 35,08					(W _s) _i = % 27,29 (W _s) _{sc} = % 34,52 (W _s) _{cc} = % 38,20					
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			
3,19	10	9,98	13,05	90,02	86,95	10	9,02	90,98	89,6	10	13,05	86,95	84,83	10	9,02	90,98	12,82	90,98	87,18	
	10	13,05		86,95		10,40	89,60	10		15,17	84,83	10		12,57	87,43					
	10	13,05		86,95		10,40	89,60	10		15,17	84,83	10		12,57	87,43					
	10	13,05		86,95		10,40	89,60	10		15,17	84,83	10		13,32	86,68					
9,58	30	68,25	67,68	31,75	32,32	30	64,91	35,09	34,34	30	65,81	34,19	33,83	30	66,89	33,11	65,83	33,11	34,17	
	30	67,80		32,20		65,73	34,27	30		66,89	33,11	30		65,66	34,34					
	30	67,34		32,66		66,00	34,00	30		66,00	34,00	30		65,66	34,34					
	30	67,34		32,66		66,00	34,00	30		66,00	34,00	30		65,12	34,88					
15,96	50	77,70	76,64	22,30	23,36	50	75,63	24,37	25,01	50	76,54	23,46	24,42	50	74,33	25,67	73,11	25,67	26,89	
	50	77,02		22,98		75,00	25,00	50		75,67	24,33	50		73,38	26,62					
	50	76,68		23,32		74,66	25,34	50		75,37	24,63	50		72,70	27,30					
	50	75,16		24,84		74,66	25,34	50		74,75	25,25	50		72,03	27,97					
22,35	70	81,26	81,04	18,74	18,96	70	79,38	20,62	20,45	70	80,85	19,15	18,79	70	79,47	20,53	79,63	20,53	20,37	
	70	81,10		18,90		79,49	20,51	70		81,33	18,67	70		80,07	19,93					
	70	81,10		18,90		79,80	20,20	70		81,33	18,67	70		80,07	19,93					
	70	80,70		19,30		79,53	20,47	70		81,33	18,67	70		78,92	21,08					
25,54	80	83,39	83,43	16,61	16,56	80	80,73	19,27	18,49	80				80	79,94	20,06	79,94	20,06	20,06	
	80	83,55		16,45		81,82	18,18	80				80		79,94	20,06					
	80	83,39		16,61		81,99	18,01	80				80								
	80	83,39				80		80				80								

Tablo D.4 A2 Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₄ =15 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 5 cm, Z ₂ = 20,25 cm										
α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 20 cm (W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 21 kg (W _s) _i = % 61,17 (W _s) _{sc} = % 16,35 (W _s) _{cc} = % 22,30					α: 40° Z ₁ : 5 cm, Z ₂ : 25 cm (W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 22 kg (W _s) _i = % 73,44 (W _s) _{sc} = % 8,70 (W _s) _{cc} = % 17,85					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
1,74	10	22,45	26,4	77,55	73,90	10	20,54	30,47	79,46	69,53
	10	26,10		73,90		10	29,87		70,13	
	10	26,10		73,90		10	30,77		69,23	
	10	27,00		73,00		10	30,77		69,23	
5,21	30	69,39	70,67	30,61	29,33	30	71,07	71,66	28,93	28,34
	30	71,10		28,90		30	72,01		27,99	
	30	71,10		28,90		30	71,78		28,22	
	30	71,10		28,90		30	71,78		28,22	
8,69	50	80,89	80,49	19,11	19,51	50	87,17	90,42	12,83	9,58
	50	80,40		19,60		50	91,12		8,88	
	50	80,28		19,72		50	91,70		8,30	
	50	80,40		19,60		50	91,70		8,30	
12,17	70	83,81	85,86	16,19	14,14	70	94,32	94,42	5,68	5,58
	70	84,30		15,70		70	94,38		5,62	
	70	85,64		14,36		70	94,53		5,47	
	70	89,70		10,30		70	94,44		5,56	
13,90	80	95,01	95,61	4,99	4,39	80	94,31	94,31	5,69	5,69
	80	95,11		4,89		80	94,31		5,69	
	80	95,25		4,75		80	94,31		5,69	
	80	97,06		2,94		80	94,31		5,69	
15,64	90					90	94,85	94,85	5,15	5,15

Tablo D.4 Devamı

e ₄ =15 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10 cm, Z ₂ = 20,25 cm																									
α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 25 cm										
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 19 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 21 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 17 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 20 kg										
(W _s) _i = % 44,45 (W _s) _{sc} = % 17,85 (W _s) _{cc} = % 37,70					(W _s) _i = % 40,52 (W _s) _{sc} = % 17,08 (W _s) _{cc} = % 42,40					(W _s) _i = % 47,82 (W _s) _{sc} = % 12,57 (W _s) _{cc} = % 39,61					(W _s) _i = % 48,82 (W _s) _{sc} = % 10,05 (W _s) _{cc} = % 41,11										
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)										
1,74	10	13,62	18,00	86,38	82,00	10,64	10	15,57	89,36	84,43	18,00	19,79	82,00	80,21	10	11,73	14,41	88,27	85,59						
	10	18,00		82,00					10				15,57					84,43		10	19,79	80,21	10	13,32	86,68
	10	18,00		82,00					10				15,57					84,43		10	19,79	80,21	10	14,95	85,05
	10	18,00		82,00					10				15,57					84,43		10	19,79	80,21	10	14,95	85,05
5,21	30	71,31	71,72	28,69	28,28	72,91	30	73,78	27,09	26,22	67,24	67,22	32,76	32,78	30	69,64	68,49	30,36	31,51						
	30	72,01		27,99					30				73,55					26,45		30	67,12	32,88	30	68,71	31,29
	30	71,78		28,22					30				74,44					25,56		30	67,39	32,61	30	67,80	32,20
	30	71,78		28,22					30				74,23					25,77		30	67,12	32,88	30	67,80	32,20
8,69	50	80,25	80,62	19,75	19,39	85,37	50	88,73	14,63	11,27	78,92	79,55	21,08	20,45	50	80,10	84,19	19,90	15,81						
	50	80,81		19,19					50				86,11					13,89		50	79,19	20,81	50	84,27	15,73
	50	80,70		19,30					50				90,52					9,48		50	79,85	20,15	50	85,56	14,44
	50	80,70		19,30					50				92,91					7,09		50	80,23	19,77	50	86,84	13,16
12,17	70	90,45	94,06	9,55	5,94	94,69	70	94,63	5,31	5,37	89,37	89,81	10,63	10,19	70	92,32	92,52	7,68	7,48						
	70	93,64		6,36					70				94,72					5,28		70	89,48	10,52	70	92,40	7,60
	70	95,68		4,32					70				94,78					5,22		70	89,92	10,08	70	92,64	7,36
	70	96,46		3,54					70				94,32					5,68		70	90,46	9,54	70	92,72	7,28
13,90	80	96,90	96,90	3,10	3,10	94,23	80	94,26	5,77	5,74	93,26	93,37	6,74	6,63	80	93,61	93,61	6,39	6,39						
	80	96,90		3,10					80				94,23					5,77		80	93,39	6,61	80	93,61	6,39
	80								80				94,23					5,77		80	93,42	6,58	80	93,61	6,39
	80								80				94,34					5,66		80	93,42	6,58	80		
15,64	90					90	95,86	95,86	4,14	4,14	90	94,02	94,02	5,98	5,98	90									
	90						95,88																		

Tablo D.4 Devamı

e ₄ =15 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 15 cm, Z ₂ = 20,25 cm																						
α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 25 cm							
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 21 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 21 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 20 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 21 kg							
(W _s) _i = % 30,62 (W _s) _{sc} = % 14,62 (W _s) _{cc} = % 54,77					(W _s) _i = % 24,36 (W _s) _{sc} = % 22,12 (W _s) _{cc} = % 53,53					(W _s) _i = % 30,26 (W _s) _{sc} = % 13,79 (W _s) _{cc} = % 55,95					(W _s) _i = % 31,44 (W _s) _{sc} = % 14,17 (W _s) _{cc} = % 54,39							
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
1,74	10	9,02	11,11	90,98	88,89	88,89	10	8,36	11,11	91,64	88,89	88,89	10	7,06	8,37	92,94	91,63	91,63	10	7,42	8,68	92,58
	10	11,11		88,89			10	11,11		88,89			10	8,37		91,63		10	8,68	91,32		
	10	11,11		88,89			10	11,11		88,89			10	8,37		91,63		10	8,68	91,32		
	10	11,11		88,89			10	11,11		88,89			10	8,37		91,63		10	8,68	91,32		
5,21	30	63,17	62,64	36,83	37,36	37,36	30	67,86	68,62	32,14	31,38	31,38	30	67,27	67,37	32,73	32,63	32,63	30	65,46	65,70	34,54
	30	64,91		35,09			30	69,10		30,90			30	66,89		33,11		30	66,00	34,00		
	30	64,63		35,37			30	69,10		30,90			30	67,41		32,59		30	65,66	34,34		
	30	57,86		42,14			30	68,42		31,58			30	67,92		32,08		30	65,66	34,34		
8,69	50	76,63	79,73	23,37	20,27	20,27	50	79,69	80,43	20,31	19,57	19,57	50	79,44	79,57	20,56	20,44	20,44	50	77,58	79,56	22,42
	50	77,44		22,56			50	79,57		20,43			50	79,44		20,56		50	79,44	20,56		
	50	81,08		18,92			50	80,35		19,65			50	79,69		20,31		50	79,31	20,69		
	50	83,76		16,24			50	82,12		17,88			50	79,69		20,31		50	81,90	18,10		
12,17	70	90,41	93,3	9,59	6,70	6,70	70	89,03	89,1	10,97	10,90	10,90	70	87,94	88,95	12,06	11,05	11,05	70	86,02	86,19	13,98
	70	91,64		8,36			70	89,09		10,91			70	89,11		10,89		70	86,24	13,76		
	70	95,00		5,00			70	89,09		10,91			70	89,11		10,89		70	86,24	13,76		
	70	96,15		3,85			70	89,20		10,80			70	89,65		10,35		70	86,24	13,76		
13,90	80	96,58	96,58	3,42	3,42	3,42	80	90,36	90,45	9,64	9,55	9,55	80	93,83	93,94	6,17	6,06	6,06	80	86,67	86,72	13,33
	80	96,58		3,42			80	90,40		9,60			80	93,83		6,17		80	86,80	13,20		
	80	96,58		3,42			80	90,50		9,50			80	93,83		6,17		80	86,74	13,26		
	80	96,58		3,42			80	90,54		9,46			80	94,28		5,72		80	86,67	13,33		
15,64	90	97,36	97,36	2,64	2,64	2,64	90					90	94,66				90	85,79	85,79	14,21	14,21	

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-E

Bu kısımda farklı e , α , Z_1 ve Z_2 değerlerine sahip ızgaralar ile katı madde kullanılarak yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo E.1 B Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																				
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm								
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 57,5 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 54 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg								
(W _s) _i = % 57,35 (W _s) _{sc} = % 42,3 (W _s) _{cc} = % 0,4				(W _s) _i = % 41,5 (W _s) _{sc} = % 51,8 (W _s) _{cc} = % 0,7				(W _s) _i = % 34,9 (W _s) _{sc} = % 64,4 (W _s) _{cc} = % 0,8				(W _s) _i = % 34,1 (W _s) _{sc} = % 63,8 (W _s) _{cc} = % 2,1								
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)					
19,43	10	21,50	25,45	78,50	74,55	28,84	10	28,97	71,16	10	12,52	14,95	87,48	85,05	10	15,13	19,69	84,87	80,31	
	10	26,10		73,90			10	28,97		71,03	10		14,95		85,05	10		19,69		80,31
	10	25,12		74,88			10	28,97		71,03	10		14,95		85,05	10		19,69		80,31
	10	25,12		74,88			10	28,59		71,41	10		14,95		85,05	10		19,69		80,31
58,29	30	73,34	72,23	26,66	27,77	71,24	30	72,45	28,77	30	68,56	68,05	31,44	31,95	30	67,80	66,92	32,20	33,09	
	30	72,45		27,55			30	71,12		28,88	30		68,81		31,19	30		67,67		32,33
	30	71,57		28,43			30	71,12		28,88	30		67,41		32,59	30		66,53		33,47
	30	71,57		28,43			30	70,25		29,75	30		67,41		32,59	30		65,66		34,34
97,15	50	78,53	77,13	21,47	22,87	76,45	50	78,04	23,56	50	76,68	75,60	23,32	24,40	50	75,44	74,43	24,56	25,57	
	50	77,54		22,46			50	76,78		23,22	50		75,44		24,56	50		74,59		25,41
	50	76,23		23,77			50	75,48		24,52	50		75,06		24,94	50		74,27		25,73
	50	76,23		23,77			50	75,48		24,52	50		75,22		24,78	50		73,41		26,59
136,01	70	81,59	81,59	18,41	18,41	80,60	70	80,60	19,40	70	79,79	79,79	20,21	20,21	70	78,02	78,14	21,98	21,86	
	70						70				70					70		78,14		21,86
	70						70				70					70		78,26		21,74
	70						70				70					70				

Tablo E.2 B Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																				
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm,					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm,					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg					
(W _s) _i = % 50,34 (W _s) _{sc} = % 47 (W _s) _{cc} = % 2,66					(W _s) _i = % 47,8 (W _s) _{sc} = % 49,6 (W _s) _{cc} = % 2,8					(W _s) _i = % 30,54 (W _s) _{sc} = % 58,7 (W _s) _{cc} = % 10,8					(W _s) _i = % 30,9 (W _s) _{sc} = % 58,6 (W _s) _{cc} = % 10,6					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			
6,87	10	16,23	21,58	83,77	78,42	10	22,44	25,27	77,56	74,73	10	13,05	16,79	86,95	83,21	10	13,32	14,90	86,68	85,10
	10	21,58		78,42		25,27	74,73		10		16,79	83,21		10		14,37	85,63			
	10	21,58		78,42		25,27	74,73		10		16,79	83,21		10		15,17	84,83			
	10	21,58		78,42		25,27	74,73		10		16,79	83,21		10		15,17	84,83			
20,61	30	73,38	72,41	26,62	27,59	30	74,38	73,08	25,62	26,92	30	68,56	68,37	31,44	31,63	30	67,27	66,99	32,73	33,02
	30	72,46		27,54		73,20	26,80		30		68,91	31,09		30		66,89	33,11			
	30	72,46		27,54		72,48	27,52		30		68,47	31,53		30		66,89	33,11			
	30	71,33		28,67		72,25	27,75		30		67,55	32,45		30		66,89	33,11			
34,35	50	79,98	78,92	20,02	21,08	50	80,71	79,86	19,29	20,15	50	77,02	76,26	22,98	23,75	50	77,30	75,86	22,70	24,14
	50	78,79		21,21		80,03	19,97		50		76,00	24,00		50		75,71	24,29			
	50	78,92		21,08		79,34	20,66		50		76,00	24,00		50		75,37	24,63			
	50	77,98		22,02		79,34	20,66		50		76,00	24,00		50		75,06	24,94			
48,09	70	83,98	83,94	16,02	16,07	70	84,67	84,47	15,33	15,53	70	82,47	82,38	17,53	17,62	70	81,84	81,89	18,16	18,12
	70	83,98		16,02		84,67	15,33		70		82,47	17,53		70		81,84	18,16			
	70	83,89		16,11		84,40	15,60		70		82,20	17,80		70		81,56	18,44			
	70	83,89		16,11		84,14	15,86		70					70		82,30	17,70			
54,96	80					80	84,14	84,14	15,86	15,86	80				80	83,30		16,70		
	80					80					80				80					
	80					80					80				80					
	80					80					80				80					

Tablo E.3 B-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₃ =10 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																						
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm							
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 48 kg							
(W _s) _i = % 31,8 (W _s) _{sc} = % 52,8 (W _s) _{cc} = % 15,5					(W _s) _i = % 38,9 (W _s) _{sc} = % 42,3 (W _s) _{cc} = % 18,9					(W _s) _i = % 35,3 (W _s) _{sc} = % 49,4 (W _s) _{cc} = % 15,3					(W _s) _i = % 32,1 (W _s) _{sc} = % 51,6 (W _s) _{cc} = % 16,2							
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)			
3,19	10	16,61	16,61	83,39	83,39	19,85	82,71	80,15	10	10,01	12,84	89,99	87,16	10	14,95	16,61	85,05	83,39	16,61	83,39		
	10	16,61							10	12,84				10	16,61						10	16,61
	10	16,61							10	12,84				10	16,61						10	16,61
	10	16,61							10	12,84				10	16,61						10	16,61
9,58	30	69,18	68,61	30,82	31,39	70,01	28,47	29,99	30	68,37	66,77	31,63	33,23	30	68,34	68,35	31,66	31,65	68,35	31,66		
	30	69,22							30	66,89				30	68,66						30	68,66
	30	68,25							30	65,91				30	68,20						30	68,20
	30	67,80							30	65,91				30	68,20						30	68,20
15,96	50	77,76	77,42	22,24	22,58	79,24	21,61	20,76	50	75,40	76,65	24,60	23,35	50	78,11	76,94	21,89	23,06	76,94	22,87		
	50	77,42							50	82,08				50	77,13						50	77,13
	50	77,42							50	20,56				50	76,44						50	76,44
	50	77,08							50	20,56				50	76,09						50	76,09
22,35	70	81,92	81,79	18,08	18,21	85,49	14,81	14,51	70	81,02	81,02	18,98	18,98	70	81,45	81,30	18,55	18,70	81,30	18,25		
	70	81,94							70	81,02				70	81,75						70	81,75
	70	81,56							70	81,02				70	80,90						70	80,90
	70	81,75							70	14,50				70	81,10						70	81,10
25,54	80	83,79	83,79	16,21	16,21	86,21	13,79	13,79	80	83,14	83,14	16,86	16,86	80	81,10	81,1	18,90	18,9	81,1	18,9		
	80								80					80							80	
	80								80					80							80	
	80								80					80							80	

Tablo E.4 B-Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₄ =15 mm, T= 3 cm, Z ₁ = 10cm, Z ₂ = 20 cm																				
α: 10° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 55 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 50 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 56 kg					
(W _s) _i = % 38,2 (W _s) _{sc} = % 32,8 (W _s) _{cc} = % 29,1					(W _s) _i = % 32 (W _s) _{sc} = % 45 (W _s) _{cc} = % 23					(W _s) _i = % 50 (W _s) _{sc} = % 20,8 (W _s) _{cc} = % 29,6					(W _s) _i = % 33,8 (W _s) _{sc} = % 37,6 (W _s) _{cc} = % 28,6					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
1,74	10	13,83	16,36	86,17	83,64	10	32,95	17,47	67,05	82,53	10	11,26	15,17	88,74	84,83	10	13,57	15,11	86,43	84,89
	10	16,36		83,64		10	18,51		81,49		10	15,17		84,83		10	15,11		84,89	
	10	16,36		83,64		10	17,29		82,71		10	15,17		84,83		10	15,11		84,89	
	10	16,36		83,64		10	16,61		83,39		10	15,17		84,83		10	15,11		84,89	
5,21	30	64,91	63,51	35,09	36,5	30	66,73	64,97	33,27	35,03	30	68,97	68,00	31,03	32,00	30	65,12	63,98	34,88	36,02
	30	63,70		36,30		30	65,36		34,64		30	68,56		31,44		30	64,26		35,74	
	30	63,14		36,86		30	63,89		36,11		30	67,67		32,33		30	63,83		36,17	
	30	62,27		37,73		30	63,89		36,11		30	66,79		33,21		30	62,70		37,30	
8,69	50	75,59	76,77	24,41	23,23	50	76,34	75,40	23,66	24,60	50	77,16	77,06	22,84	22,95	50	76,25	76,57	23,75	23,43
	50	76,17		23,83		50	74,38		25,62		50	77,02		22,98		50	76,25		23,75	
	50	76,54		23,46		50	75,00		25,00		50	77,02		22,98		50	76,58		23,42	
	50	78,78		21,22		50	75,88		24,12		50	77,02		22,98		50	77,19		22,81	
12,17	70	87,29	89,09	12,71	10,91	70	84,46	85,81	15,54	14,19	70	87,82	88,55	12,18	11,46	70	86,16	87,65	13,84	12,35
	70	88,56		11,44		70	85,39		14,61		70	88,30		11,70		70	87,44		12,56	
	70	90,02		9,98		70	86,44		13,56		70	88,79		11,21		70	87,94		12,06	
	70	90,51		9,49		70	86,96		13,04		70	89,27		10,73		70	89,05		10,95	
13,90	80	92,26	92,29	7,74	7,80	80	89,60	90,04	10,40	9,97	80	90,41	90,44	9,59	9,56	80	92,18	92,18	7,82	7,82
	80	92,14		7,86		80	90,47		9,53		80	90,47		9,53		80				
	80					80					80					80				
	80					80					80					80				

Tablo E.4 Devamı

e ₄ =15 mm, T= 3 cm, Z ₁ = 15cm.; Z ₂ = 20 cm																				
α: 10° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 20° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 51 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 55 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 50 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 56 kg					
(W _s) _i = % 24,1 (W _s) _{sc} = % 69,5 (W _s) _{cc} = % 7,8					(W _s) _i = % 25,2 (W _s) _{sc} = % 71 (W _s) _{cc} = % 13,8					(W _s) _i = % 15,8 (W _s) _{sc} = % 70,3 (W _s) _{cc} = % 13,8					(W _s) _i = % 17,7 (W _s) _{sc} = % 71,1 (W _s) _{cc} = % 11,2					
(F _r) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)		(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
1,74	10	4,11	5,09	94,91	10	7,14	7,14	92,86	10	4,99	5,83	94,17	10	5,19	6,25	94,81	93,75	10	4,99	6,25
	10	4,99			10	7,14			10	5,48			10	6,25						
	10	4,99			10	7,14			10	6,01			10	6,25						
	10	5,28			10	7,14			10	6,01			10	6,25						
5,21	30	55,81	55,69	44,31	30	59,22	57,71	42,30	30	60,48	59,14	40,86	30	57,68	56,62	42,32	43,39	30	55,00	55,98
	30	55,66			30	57,48			30	59,38			30	56,82						
	30	55,00			30	57,48			30	58,76			30	55,98						
	30	56,30			30	56,64			30	57,93			30	55,98						
8,69	50	67,93	66,14	33,86	50	70,18	69,79	30,21	50	70,31	68,74	31,27	50	70,00	68,55	30,00	31,45	50	65,82	67,43
	50	65,82			50	68,97			50	68,59			50	69,33						
	50	65,41			50	68,97			50	68,21			50	67,43						
	50	65,41			50	71,05			50	67,83			50	67,43						
12,17	70	71,76	73,29	26,71	70	80,99	82,94	17,06	70	75,10	75,23	24,77	70	76,74	76,75	23,26	23,25	70	73,18	77,09
	70	73,18			70	82,56			70	75,29			70	77,09						
	70	73,99			70	83,59			70	75,54			70	77,09						
	70	74,24			70	84,62			70	75,00			70	76,08						
13,90	80	74,50	74,37	25,63	80	86,68	86,68	13,32	80	76,84	76,84	23,16	80	77,78	77,86	22,22	22,14	80	74,24	77,89
	80	74,24			80				80				80	77,89						
	80				80				80				80	77,89						
	80				80				80				80	77,89						

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-F

Bu kısımda farklı α , Z_1 ve Z_2 değerlerine sahip ızgaralar ile katı madde kullanılarak yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo F.1 C Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ =10 cm, Z ₂ = 20 cm										
α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm (W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 47 kg					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm (W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 49 kg					
(W _s) _i = % 41,17 (W _s) _{sc} = % 50,33 (W _s) _{cc} = % 0,70					(W _s) _i = % 63 ,00 (W _s) _{sc} = % 33.30 (W _s) _{cc} = % 0.70					
(Fr) _e	(Q _w) _T (Lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	Ort.	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	Ort.	(Q _w) _T (Lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ (%)	Ort.	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ (%)	Ort.
19,43	10	30,11	40,23	69,89	59,77	10	66,01	51,5	33,99	48,50
	10	39,69		60,31		10	52,57		47,43	
	10	40,50		59,50		10	50,96		49,04	
	10	40,50		59,50		10	50,96		49,04	
58,29	30	75,73	75,08	24,27	24,92	30	78,08	77,86	21,92	22,15
	30	75,73		24,27		30	78,26		21,74	
	30	74,64		25,36		30	77,81		22,19	
	30	74,23		25,77		30	77,27		22,73	
97,15	50	80,03	79,77	19,97	20,23	50	82,67	82,06	17,33	17,95
	50	79,77		20,23		50	81,85		18,15	
	50	79,64		20,36		50	81,85		18,15	
	50	79,64		20,36		50	81,85		18,15	
136,01	70	82,46	82,46	17,54	17,54	70	84,75	84,60	15,25	15,40
	70					70	84,46		15,54	
	70					70				

İKİNCİ ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

BÖLÜM-G

Bu kısımda farklı e , α , Z_1 ve Z_2 değerlerine sahip ızgaralar ile katı madde kullanılarak yapılan deneylerde ölçülen ve hesaplanan parametreler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo G.1 D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₁ =3 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																					
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm									
(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 57,5 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 54 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O = 45,6 kg				(W _s) _T = 100 kg, (W _s) _O =47,9 kg									
(W _s) _i = % 30,89 (W _s) _{sc} = % 68,48 (W _s) _{cc} = % 0,43				(W _s) _i = % 32,14 (W _s) _{sc} = % 67,60 (W _s) _{cc} = % 0,26				(W _s) _i = % 28,65 (W _s) _{sc} = % 70,75 (W _s) _{cc} = % 0,60				(W _s) _i = % 23,99 (W _s) _{sc} = % 74,81 (W _s) _{cc} = % 1,21									
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)						
19,43	10	8,20	10,64	91,80	89,36	11,11	89,60	88,89	88,89	10	6,37	8,69	93,63	91,31	10	7,71	9,94	92,29	90,06		
	10	10,30		89,70			10			11,11	88,89		10		8,85	91,15		10		9,02	90,98
	10	10,81		89,19			10			11,11	88,89		10		8,85	91,15		10		10,40	89,60
	10	10,81		89,19			10			11,11	88,89		10		8,36	91,64		10		10,40	89,60
58,29	30	63,29	62,81	36,71	37,19	62,91	36,60	37,09	37,09	30	59,61	59,60	40,39	40,40	30	58,13	58,76	41,87	41,24		
	30	63,14		36,86			30			63,40	36,60		30		60,41	39,59		30		59,38	40,62
	30	62,70		37,30			30			62,42	37,58		30		59,19	40,81		30		58,76	41,24
	30	62,12		37,88			30			62,42	37,58		30		59,19	40,81		30		58,76	41,24
97,15	50	72,70	72,45	27,30	27,55	72,11	27,64	27,89	27,89	50	70,99	70,54	29,01	29,47	50	70,31	69,38	29,69	30,62		
	50	72,70		27,30			50			72,36	27,64		50		70,63	29,37		50		69,58	30,42
	50	72,03		27,97			50			72,03	27,97		50		70,63	29,37		50		69,20	30,80
	50	72,37		27,63			50			71,69	28,31		50		69,89	30,11		50		68,42	31,58
136,01	70	76,37	76,37	23,63	23,63	76,29	23,71	23,71	23,71	70	68,36	68,36	31,64	31,64	70	74,24	74,24	25,76	25,76		
	70						70						70					70			
	70						70						70					70			
	70						70						70					70			

Tablo G.2 D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₂ =6 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 53 kg				
(W _s) _i = % 32,24 (W _s) _{sc} = % 66,43 (W _s) _{cc} = % 1,31				(W _s) _i = % 29,99 (W _s) _{sc} = % 68,75 (W _s) _{cc} = % 1,26				(W _s) _i = % 28,34 (W _s) _{sc} = % 60,63 (W _s) _{cc} = % 11,04				(W _s) _i = % 21,05 (W _s) _{sc} = % 67,85 (W _s) _{cc} = % 11,10				
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	
6,87	10	7,71	92,29	10,40	10	6,50	93,50	10,40	10	5,29	94,71	92,44	10	7,87	92,13	
	10	10,40	89,60		10	10,40	89,60		10	7,56	92,44		10	10,61	89,39	
	10	10,40	89,60		10	10,40	89,60		10	7,56	92,44		10	10,61	89,39	
	10	10,40	89,60		10	10,40	89,60		10	7,56	92,44		10	10,61	89,39	
20,61	30	64,02	35,98	64,44	30	67,26	32,74	67,31	30	64,26	35,74	63,26	30	63,14	36,86	
	30	64,58	35,42		30	67,33	32,67		30	63,95	36,05		30	61,97	38,03	
	30	64,58	35,42		30	67,33	32,67		30	62,98	37,02		30	61,97	38,03	
	30	64,58	35,42		30	67,33	32,67		30	61,85	38,15		30	63,14	36,86	
34,35	50	75,30	24,70	74,09	50	74,29	25,71	73,98	50	72,03	27,97	71,34	50	72,36	27,64	
	50	74,33	25,67		50	74,29	25,71		50	71,35	28,65		50	70,29	29,71	
	50	73,70	26,30		50	73,67	26,33		50	70,99	29,01		50	70,29	29,71	
	50	73,03	26,97		50	73,67	26,33		50	70,99	29,01		50	69,95	30,05	
48,09	70	79,77	20,23	79,34	70	79,48	20,52	79,48	70	77,67	22,33	77,84	70	79,08	20,92	
	70	78,92	21,08		70	79,48	20,52		70	77,90	22,10		70	79,28	20,72	
	70	79,34	20,66		70	79,48	20,52		70	77,90	22,10		70	79,48	20,52	
	70	79,34	20,66		70	79,48	20,52		70	77,90	22,10		70	79,48	20,52	
54,96	80	81,42	18,58	81,42	80			18,58	80	79,95	20,05	79,71	80	81,35	18,65	
	80				80				80	79,95	20,05		80			
	80				80				80	79,46	20,54		80			
	80				80				80	79,46	20,54		80			
61,83	90				90				90	81,14	81,14	18,86	18,86	90		

Tablo G.3 D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e3=10 mm, T= 2 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																			
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm					α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 54 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 52 kg					(W _s) _T = 120 kg, (W _s) _O = 48 kg				
(W _s) _i = % 24,01 (W _s) _{sc} = % 65,55 (W _s) _{cc} = % 10,44					(W _s) _i = % 28,33 (W _s) _{sc} = % 58,99 (W _s) _{cc} = % 12,67					(W _s) _i = % 21,04 (W _s) _{sc} = % 62,97 (W _s) _{cc} = % 15,99					(W _s) _i = % 27,25 (W _s) _{sc} = % 63,03 (W _s) _{cc} = % 9,72				
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)				
3,19	10	10,81	12,15	89,19	87,85	19,89	10	16,97	83,03	80,11	10	6,50	93,50	91,64	10	6,50	93,50	8,53	91,47
	10	12,30		87,70			10	19,36	80,64		10	8,36	91,64		10	7,71	92,29		
	10	12,07		87,93			10	20,15	79,85		10	8,36	91,64		10	9,02	90,98		
	10	12,07		87,93			10	20,15	79,85		10	8,36	91,64		10	8,85	91,15		
9,58	30	65,14	64,45	34,86	35,55	68,58	30	68,16	31,84	31,42	30	62,56	37,44	63,73	30	61,66	38,34	60,78	39,23
	30	64,22		35,78			30	68,16	31,84		30	63,44	36,56		30	60,48	39,52		
	30	64,22		35,78			30	69,00	31,00		30	63,73	36,27		30	60,48	39,52		
	30	64,22		35,78			30	69,00	31,00		30	65,19	34,81		30	60,48	39,52		
15,96	50	74,72	73,82	25,28	26,18	81,29	50	80,65	19,35	18,71	50	75,67	24,33	75,61	50	74,59	25,41	74,37	25,64
	50	74,08		25,92			50	80,88	19,12		50	75,67	24,33		50	74,29	25,71		
	50	73,41		26,59			50	81,50	18,50		50	75,06	24,94		50	74,29	25,71		
	50	73,06		26,94			50	82,13	17,87		50	76,05	23,95		50	74,29	25,71		
22,35	70	81,21	80,32	18,79	19,68	84,83	70	84,11	15,89	15,17	70	79,04	20,96	79,63	70	79,22	20,78	79,18	20,82
	70	80,48		19,52			70	85,00	15,00		70	79,26	20,74		70	79,30	20,70		
	70	80,01		19,99			70	85,07	14,93		70	80,11	19,89		70	79,05	20,95		
	70	79,59		20,41			70	85,15	14,85		70	80,11	19,89		70	79,15	20,85		
25,54	80						80	87,11	12,89		80	81,65	18,35	81,74	80	79,58	20,42	79,58	20,42
	80						80	87,05	12,95		80	81,74	18,26		80				
	80						80				80	81,74	18,26		80				
	80						80				80	81,74	18,26		80				

Tablo G.4 D Grubu deneylere ait ölçülen ve hesaplanan parametreler

e ₄ =15 mm, T= 3 cm, Z ₁ = 10,15 cm, Z ₂ = 20 cm																					
α: 30° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 10 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 30° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm				α: 40° Z ₁ : 15 cm, Z ₂ : 20 cm									
(W _s) _T = 120 kg, (W _s) ₀ = 54 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) ₀ = 54 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) ₀ = 52 kg				(W _s) _T = 120 kg, (W _s) ₀ = 48 kg									
(W _s) _i = % 23,29 (W _s) _{sc} = % 58,48 (W _s) _{cc} = % 18,23				(W _s) _i = % 21,55 (W _s) _{sc} = % 57,36 (W _s) _{cc} = % 21,09				(W _s) _i = % 17,15 (W _s) _{sc} = % 39,02 (W _s) _{cc} = % 43,83				(W _s) _i = % 15,78 (W _s) _{sc} = % 62,46 (W _s) _{cc} = % 21,75									
(Fr) _e	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	(Q _w) _T (lt/s)	$\frac{(Q_w)_i}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)	$\frac{(Q_w)_{sc}}{(Q_w)_T}$ ve Ort. (%)						
1,74	10	5,40	6,33	94,60	93,67	8,03	10	8,03	91,97	91,97	4,64	10	4,64	95,36	95,36	10	7,09	7,09	92,91	92,91	
	10	6,50		93,50			10	8,03				10	4,64			95,36	10		7,09		92,91
	10	6,25		93,75			10	8,03				10	4,64			95,36	10		7,09		92,91
	10	6,25		93,75			10	8,03				10	4,64			95,36	10		7,09		92,91
5,21	30	58,34	60,00	41,66	40,00	61,09	30	59,54	40,46	38,92	55,87	30	54,25	45,75	44,13	30	53,90	54,43	46,10	45,58	
	30	60,83		39,17			30	60,53				30	55,30			44,70	30		54,60		45,40
	30	60,83		39,17			30	61,13				30	56,97			43,03	30		54,60		45,40
	30	60,41		39,59			30	63,14				30	56,97			43,03	30		54,60		45,40
8,69	50	73,35	73,44	26,65	26,57	72,16	50	71,53	28,47	27,84	73,03	50	70,53	29,47	26,97	50	70,60	70,57	29,40	29,43	
	50	73,35		26,65			50	75,59				50	71,19			28,81	50		70,78		29,22
	50	73,35		26,65			50	71,02				50	72,70			27,30	50		70,78		29,22
	50	73,69		26,31			50	70,49				50	77,70			22,30	50		70,13		29,87
12,17	70	80,48	80,73	19,52	19,27	80,45	70	81,26	18,74	19,55	88,30	70	88,19	11,81	11,70	70	79,27	77,84	20,73	22,16	
	70	80,68		19,32			70	80,15				70	88,26			11,74	70		77,40		22,60
	70	80,87		19,13			70	80,04				70	88,38			11,62	70		77,40		22,60
	70	80,87		19,13			70	80,35				70	88,38			11,62	70		77,29		22,71
13,90	80	82,89	82,89	17,11	17,11	81,97	80	82,40	17,60	18,03	89,33	80	89,30	10,70	10,68	80	79,60	79,60	20,40	20,40	
	80						80	82,00				80	89,35			10,65	80				
	80						80	81,91				80					80				
	80						80	81,57				80					80				

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. MUSTAFA GÖĞÜŞ
Proje No:	214M028
Proje Başlığı:	Tirol Tipi Su Alma Yapılarında İletim Hattına En Az Katı Madde Yönlendirecek Düzenlemelerin Araştırılması
Proje Türü:	1001 - Araştırma
Proje Süresi:	30
Araştırmacılar:	METE KÖKEN
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ORTA DOĞU TEKNİK Ü. MÜHENDİSLİK F. İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/04/2015 - 15/10/2017
Onaylanan Bütçe:	267450.0
Harcanan Bütçe:	164234.19
Öz:	<p>Nehirler tarafından taşınan ve Tirol tipi savakların ızgara aralıklarından geçmeye çalışan katı maddeler sadece ızgara aralıklarını tıkayarak sisteme istenilenden daha az su alınmasına neden olmayıp, aynı zamanda çökeltim havuzlarını da çok kısa sürede doldurarak sistemin uzunca bir süre devre dışı kalmasına sebep olmaktadır.</p> <p>Bu çalışmanın amacı iki başlık altında ifade edilebilir: Birincisi, ana kanal içerisinden geçen debinin ve ızgara çubuk ara mesafelerinin fonksiyonu olarak su alma kapasitesi en yüksek olan Tirol tipi savağın eğimini bulmaktır. Literatürde, ızgara eğiminin Tirol tipi su alma yapılarının performansına etkisi üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır(Yılmaz,2010; Şahiner, 2012). Adı geçen çalışmalarda denenmemiş ızgara eğimlerini araştırmak üzere; Orta Doğu Teknik Üniversitesi Hidromekanik Laboratuvarında daha önceden yapılmış olan bir Tirol tipi su alma yapısı modeli üzerinde 2 farklı ızgara eğiminde 3 farklı ızgara tipi üzerinde geniş bir debi aralığında bir dizi deney yapılmıştır. Bu deneylerin neticesinde eğimi 22° ? ? ? 25° aralığında bulunan ızgaraların, bu çalışma kapsamında test edilen 2 adet ızgara ve Yılmaz(2010) ve Şahiner (2012) tarafından test edilenler arasında en iyi performansı verdiği görülmüştür. Aynı zamanda, konu ile ilgili önemli boyutsuz parametrelerin birbirleriyle değişimlerinde grafikler halinde sunulmuştur. , ki bunlar kullanılarak verilen bir ana kanal debisi ve ızgara tipi için gerekli olan ızgara boyu hesaplanabilir.</p> <p>İkincisi ise, en ideal eğime sahip Tirol tipi savağın ? su ve katı madde toplama kanalı? içinde yeni bir düzenleme yaparak, savağın içine giren katı maddeleri çökeltim havuzuna göndermeden tekrar savaktan nehrin mansap kısmına iletebilmektir. Bu durumda, sisteme büyük ölçekli bir çökeltim havuzunun yapılmasına gereksinim olmayacak ve enerji hattına içinde katı madde olmayan, sadece kabul edilebilir boyutlarda askı halinde az miktarda katı madde bulunan suyun türbinlere iletilmesi mümkün olacaktır.</p> <p>Yukarıda 1. Çalışma kapsamında kullanılmış olan Tirol tipi savak modeli üzerinde gerekli değişiklikler yapılarak, bu yeni modelin performansını tespit edebilmek için; önce sadece su ile ve daha sonra su ve katı madde ile bir dizi deney yapılmıştır. Test edilen her katı madde grubu farklı boyutlarda katı madde gruplarından oluşturulmuştur. Su ve katı madde toplama kanalında yapılmış olan 4 farklı değişimin her birisinde, farklı ?e? değerlerine sahip 4 adet ızgara tipi test edilmiştir. En ideal çalışma şartlarının elde edildiği duruma ait önemli boyutsuz parametrelerin değerleri tespit edilmiş ve bu şartlarda; toplama kanalı içerisine ızgaradan girerek gelen katı maddenin en az %70? inin sistemin çökeltme havuzuna gelmeden tekrar ana kanalın mansap kısmına yönlendirilebileceği belirlenmiştir. Burada belirlenen kriterlere göre projelendirilecek olan Tirol tipi savakların su alma verimleri de oldukça yüksek olacaktır.</p>
Anahtar Kelimeler:	Açık kanal, Tirol tipi su alma yapısı, katı madde taşınımı, su alma verimi
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

Projenin Yapılan Yayınlar:

1- DETERMINATION OF OPTIMUM RACK ANGLE OF TYROLEAN TYPE INTAKES TO INCREASE WATER CAPTURE EFFICIENCY (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),
2- EFFECT OF RACK ANGLE OF TYROLEAN TYPE INTAKES ON SEDIMENT CAPTURE EFFICIENCY OF THE SYSTEM (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),

TÜBİTAK