



**ARDAHAN İLİ İÇİN İKLİM
VE ENERJİ ANALİZİ**

Gürkan AKBULUT

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Termodinamik Bilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖMEROĞLU

2019

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARDAHAN İLİ İÇİN İKLİM VE ENERJİ ANALİZİ

Gürkan AKBULUT

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Termodinamik Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

ARDAHAN İLİ İÇİN İKLİM VE ENERJİ ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖMEROĞLU danışmanlığında, Gürkan AKBULUT tarafından hazırlanan bu çalışma, 29/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı – Termodinamik Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖMEROĞLU

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Şendoğan KARAGÖZ

İmza : 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Eyüphan MANAY

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .01./08./2019 tarih ve 31.../...72..... nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARDAHAN İLİ İÇİN İKLİM VE ENERJİ ANALİZİ

Gürkan AKBULUT

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Termodinamik Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖMEROĞLU

Değişen ve gelişen dünya ile birlikte insanoğlunun yaşam şartları da büyük oranda değişim göstermiştir. Enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artış göstermektedir. Harcanan enerji, çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Tüm dünya için gittikçe önemli hale gelen sera etkisi iklimsel değişikliklere sebep olmaktadır. Bu tez çalışmasında Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 1970-2010 yılları arasındaki aylık donlu günler sayısı, aylık kar yağışlı günler sayısı, aylık ortalama 5 cm, 10 cm, 20 cm ve 50 cm toprak sıcaklığı, aylık ortalama açık günler sayısı, aylık ortalama basınç, aylık ortalama bulutluluk, aylık ortalama günlük toplam güneşlenme şiddeti ve süresi, aylık ortalama kapalı günler sayısı, aylık ortalama nisbi nem, aylık ortalama rüzgâr hızı, aylık ortalama sıcaklık, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Bu 40 yıllık süreçte meteorolojik parametrelerde ne gibi değişimlerin meydana geldiği araştırılmıştır. Araştırma Ardahan ilini kapsamakta olup, ilde 1970-2010 yılları arasındaki meteorolojik değişikliklerin analizinin yanı sıra Derece gün yöntemiyle kapsamlı olarak incelenmiştir.

2019, 83 sayfa

Anahtar Kelimeler: Enerji analiz yöntemleri, Enerji, Derece-gün, Ardahan

ABSTRACT

MS Thesis

CLIMATE AND ENERGY ANALYSIS FOR ARDAHAN

Gürkan AKBULUT

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering
Department of Thermodynamics

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gökhan ÖMEROĞLU

Along with the changing and developing world, living conditions of human beings have changed to a great extent. The need for energy is increasing day by day. The energy spent brings about environmental problems. The greenhouse effect, which is becoming increasingly important for the whole world, causes climatic changes. In this thesis, the number of frosty days, monthly snowy days, average 5 cm, 10 cm, 20 cm and 50 cm soil temperature, average monthly open days, monthly average between 1970 and 2010 taken from General Directorate of State Meteorological Affairs average pressure, monthly average cloudiness, monthly average daily total sunshine intensity and duration, monthly average closed days, monthly average relative humidity, monthly average wind speed, monthly average temperature, monthly total sunshine duration and total monthly rainfall data were used. The changes in meteorological parameters have been investigated during this 40-year period. The research covers the province of Ardahan, and the analysis of meteorological changes between 1970 and 2010 has been investigated extensively by Degree day method.

2019, 83 pages

Keywords: Energy Analysis Methods, Energy ,Degree-Day, Ardahan

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanmasında her türlü desteği sağlayarak yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Dr. Gökhan ÖMEROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm bu süreç boyunca bana olan inançlarından ve desteklerinden dolayı değerli eşim Neslihan DONUK AKBULUT'a, oğlum Seyhan Aras AKBULUT'a, Kıymetli Annem, Babam başta olmak üzere tüm aileme, sevdiklerime teşekkür ederim.

Gürkan AKBULUT

Temmuz, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİMİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünyada Enerji.....	4
1.2. Türkiye’de Enerji	5
1.3. Türkiye’de İklimsel Analiz	8
1.4. Ülke Geneli İklim Verilerine Genel Bakış	9
1.5. Enerji Analiz Yöntemleri	10
1.6. Ardahan İli Tarihi	12
1.7. Ardahan İli Coğrafik Konum, İklim Yapısı ve Sosyo Ekonomik Durumu.....	12
1.8. Literatür Taraması	14
2. KAYNAK ÖZETLERİ	18
2.1. Enerji Analiz Yöntemleri	18
2.1.1. Bina enerji analizi.....	20
2.1.2. Sürekli hal yöntemleri	23
2.1.2.a. Derece-gün yöntemi	23
2.1.2.b. Değişen taban sıcaklığına göre derece-gün yöntemi	33
2.1.2.c. Bin yöntemi	35
2.1.2.d. Korelasyon yöntemleri	36
2.2. Dinamik Yöntemler.....	37
2.2.1. Isıl denge yöntemi	38
2.2.2. Ağırlıklı faktör yöntemi.....	38
2.2.3. Tek ölçümlü yöntemler	38
2.2.4. Basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler.....	39
2.2.5. Azaltılmış saat başı yöntemi.....	39

2.2.6. 8760 saat başı yöntemi	40
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	41
3.1. Ardahan İli Doğal Kaynakları	43
3.1.1. Hanak suyu	43
3.1.2. Kayınlık deresi	43
3.1.3. Kür çayı	43
3.1.4. Kura nehri.....	44
3.1.5. Posof deresi	44
3.1.6. Türkmen deresi.....	44
3.1.7. Kömür.....	44
3.1.8. Doğalgaz.....	45
3.1.9. Rüzgâr	45
3.1.10. Güneş.....	45
3.1.11. Biyomas (Biyogaz, Odun, Tezek)	46
3.1.12. Petrol	46
3.1.13. Jeotermal sular.....	46
3.1.14. İçme suyu kaynakları ve barajlar.....	46
3.2. İklim Özellikleri ve Etkileyen Faktörler	47
3.2.1. Mikro klima.....	47
3.2.2. Plansız kentleşme	47
3.2.3. Isınma amaçlı kullanılan yakıtlar	48
3.3. Tarım ve Hayvancılık.....	48
3.4. Meteorolojik Veri Analizi ve Neden Gerekli Olduğu	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	55
4.1. Hava Basıncı.....	56
4.2. Sıcaklık.....	56
4.3. Nisbi Nem.....	57
4.4. Rüzgâr	58
4.5. Yağmur.....	60
4.6. Kar Yağışı.....	61
4.7. Don Hadisesi	62
4.8. Güneş.....	63

4.9. Ardahan İli Toprak Sıcaklık Değerleri Analiz	64
5. SONUÇLAR.....	66
KAYNAKLAR	69
EKLER.....	72
EK 1.....	72
EK 2.....	77
ÖZGEÇMİŞ	84



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİMİ

ADG : Ağırlıklı Derece Gün

BDG : Büyüme Derece Gün

CDG : Soğutma Derece gün

DDG : Donma Derece Gün

DG : Derece Gün

EDG : Erime Derece Gün

IDG : Isıtma Derece Gün



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Ardahan ili 18°C taban sıcaklığı için aylık IDG değerleri54



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Ardahan ili 18°C taban sıcaklığı için aylık IDG değerleri ve ortalamaları.....	54
Çizelge 4.1. Uzun yıllar aylara göre ortalama, en yüksek ve en düşük basınç değerleri.....	56
Çizelge 4.2. 1970-2010 yılları arası aylara göre ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri	57
Çizelge 4.3. 1970-2010 yılları arası aylara göre ortalama, en düşük ve en yüksek % Nem değerleri.....	58
Çizelge 4.4. 1970-2010 aylara ortalama rüzgâr hızı	59
Çizelge 4.5. 1970-2010 Rüzgâr yönüne göre esme sayıları ve esme yüzdesi	59
Çizelge 4.6. 1970-2010 Hâkim rüzgâr yönleri.....	60
Çizelge 4.7. 1970-2010 Aylara göre toplam yağış ortalaması.....	61
Çizelge 4.8. 1970-2010 Aylık yağışın 0,1 mm ve büyük olduğu günler.....	61
Çizelge 4.9. 1970-2010 yılları arası aylara göre donlu ve karla kaplı gün sayıları ortalaması	63
Çizelge 4.10. 1970-2010 yılları arası aylara göre güneşlenme süresi, açık-kapalı-bulutlu gün sayıları ortalaması	64
Çizelge 4.11. 1970-2010 Aylara göre 5-10-20-50 cm toprak sıcaklıkları ortalaması	65

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte insanların yaşam standartlarının artması, genel nüfusun artış göstermesi, kullanılan çoğu ürün için enerjiye ihtiyaç duyulması, dünya genelinde enerji gereksinimlerinin artmasına sebep olmuştur. Sadece Türkiye'nin değil tüm dünya ülkelerinin önceliği haline gelen enerji, sosyal, siyasal ve ekonomik yapıları etkilemekte olan asıl unsurlar arasında yerini almıştır. Köylerden şehirlere doğru yaşanan göçler barınma, ulaşım, yakacak vb. ihtiyaçlarında artış göstermesine sebep olurken yoğun enerji talebini de beraberinde getirmiştir. Bu durum karşısında denetim yetersizlikleri harcanan enerjinin önemli bir çoğunluğunun israf edilmesine neden olmuştur. Çünkü değişen konfor şartlarıyla birlikte fertlerin enerji ihtiyaçları artmış ve tüketimde bununla doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Uygun fiyatta ve sürekliliğini koruyan enerji kaynaklarına en hızlı şekilde ulaşmak ülkeler için birincil sorun haline gelmiştir. Yoğun enerji kullanımı sadece sosyal hayatı etkilememekte olup çevresel sorunlara yol açmakta, artan emisyonlarla birlikte sera etkisi sebebiyle küresel olarak ısınmaya maruz kalmaktadır. Bahsedilen durumla birlikte iklimler değişmekte, dış ortam sıcaklıkları artış göstermektedir. Doğal olarak bu da mimari projelerin değişmesini, ısıtma tesisat boyutlarının farklılaşmasını, enerjinin verimli olarak kullanılmasını etkilemektedir.

Genel olarak enerji sektörüne bakıldığında zaman 1970'li yıllarda gerçekleşen petrol krizi ekonomilerin çoğunun enerjiye bağımlı olduğunu göstermiştir. Yaşanan bu krizden, az gelişmiş ülkelerle birlikte, gelişmiş ülkelerde etkilenmiştir. Krizle birlikte oluşan ekonomik durgunluk 1985'li yıllara kadar devam etmiştir. Gelişmiş ülkelerin ileri sanayileşme durumları sebebi ile dünyadaki enerjiye olan talep artmıştır. Doğal olarak bu ihtiyaç doğrultusunda enerji kaynaklarına duyulan gereksinim de artmıştır. Enerji kalkınmanın en önemli girdilerinden biridir. Tüm dünyada etkili olan enerji dar boğazı ülkeleri, kaynakların kıtlığından dolayı, özellikle ülke sınırları içinde tasarruf planlarını oluşturmaya itmiştir. Herkes için enerjinin mahiyeti artmış, önemi farklı bir boyut kazanmış, tasarrufu elzem olmuştur. Elde edilmiş yöntemleri geliştirmiş, çeşitlenmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler arasında olan Türkiye de bugüne kadar çok çeşitli enerjiyle ilgili sorunlar yaşanmış ülke gelişmesinde ciddi sorunlar oluşmuştur. Enerjiye olan ihtiyacın artması ile birlikte kalkınmada birinci öncelik olan enerjinin gerekli miktar ve kalitede karşılanmasında çoğunlukla sıkıntılar yaşanmıştır. Birçok Avrupa ülkesi ile birlikte Amerika ve benzeri tüm ülkelerde yaşanan enerji sıkıntılarını tasarruf tedbirlerini de beraberinde getirmiştir.

Enerjiye endüstriyel tesislerde, binalarda, ulaştırma faaliyetleri ve tarımsal faaliyetlerde yoğun olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji elde edilmesinde fosil yakıtlar büyük önem arz etmektedir. Ancak dünya nüfusunun artmasıyla birlikte yoğun kullanım ve dönemsel olarak görülen üretim eksiklikleri, kaynakların günden güne azaldığının öngörülmesi gibi sebeplerle dünya genelinde yeni enerji kaynakları için araştırmalar yoğunlaşmıştır. Fosil yakıtlara bağımlı olarak sürdürmekte olduğumuz hayatımıza güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji gibi birçok enerji türleri katılmış gereklilikleri ve önemleri anlaşılmıştır. Ancak şuan için elimizde bulunan fosil yakıtlarla elde edilen enerjinin de verimli bir şekilde tüketilmesi öncelikli olarak yapmamız gereken bir tasarruf önlemi haline gelmiştir. Krizle birlikte kısa süreli adımlar atılmış bazı önlemler alınmıştır. Özellikle konutlarda ısınma, ulaştırma faaliyetleri vb. alanlarda yoğun bir şekilde kullanılan enerji, tasarruf noktasında da en çok geri dönüş alınacağı noktalardır. Yapıların ısıtılması, soğutulması, aydınlatması enerji yoğun kullanım noktalarıdır. Türkiye de dâhil olmak üzere dünyada çoğu ülkede, enerjinin büyük bir bölümü binalarda kullanılmaktadır. Harcanan toplam enerjinin %30 kadarı binalardaki kullanımlar sonucunda oluşmaktadır. Bu kullanım miktarlarına farklı bir gözle bakıldığında bizlere gösteriyor ki, binalarda kullanılan enerjinin %50 ye varan kısmında tasarrufa gidilebileceği yani harcamaların bu oranda azaltılabileceği görülmektedir. Bilindiği gibi evlerde enerjiye ısıtma-soğutma, kullanım suyu ısıtma ve mutfak faaliyetlerinde ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların arasında en önemli kalem de ısınma enerjisi için olanıdır ve bu da bina için kullanılan enerjinin %40 kadarıdır. Bu sebeplerdir ki bina ısıtması için kullanılan miktar bizler için kıymetlidir. Yapılacak olan tasarruf için özellikle dikkate alınmalı, incelenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Binalarımıza yapacak olduğumuz ısı yalıtım uygulamaları ile enerji ithalatının önüne

geçilebilir, böylelikle maliyetlerin azalması sağlanmış olur. Sadece ekonomik yönü ile değil ayrıca fosil yakıtların kullanımından kaynaklı olarak çevre kirlilikleri de azalacaktır. Çünkü enerji elde edilmesi en kolay materyaller arasında fosil yakıtlar vardır ve kullanım alanı gün gün artmaktadır. Ancak bu yakıt çeşidinin (Kömür, doğalgaz, petrol ve türevleri) çevreye verdiği zarar da bir o kadar fazladır. Canlılar üzerinde birçok olumsuz etkisi olan bu kaynağın azaltılan her birimi yaşadığımız döneme katkı sağlayacağı gibi çocuklarımız için de yatırım olacaktır. Böylece ısı konfor şartlarından ödün vermeden hem çevre kirlilikleri azalmış olacak hem de maliyetlerimiz daha ekonomik boyutlara çekilmiş olacaktır (Şişman 2005; Sevinç 2006; Botaş sektör raporu 2014).

Enerji şuan için çok yoğun bir şekilde fosil yakıtlardan elde edilse de bu yakıtlar yenilenemeyen yakıtlar olduğu için tükenmektedir. Ancak enerji krizi ile daha fazla ivme kazanan araştırmalar sayesinde görülmüştür ki yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara göre ekolojik çevreye çok daha az zarar vermektedir. Ayrıca daha ekonomik, sürdürülebilir, dışa bağımlılığı azaltan yönleriyle kullanım alanlarının artırılmasını bir bakıma zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmanın önemi de burada ortaya çıkmaktadır. Asıl olan amacımız enerji tasarrufu ve bunun en hızlı ve pratik şekilde yapılması ise kullandığımız yöntem ve şimdiye kadar yapılan uygulamalar iklim analizinin önemini ortaya koymaktadır. Derece gün yöntemi yardımıyla binalarda yapılacak enerji analizi ile ciddi ithalat açıkları kapatılabileceği gibi, ülke ve dünya ekonomisine de katkılar sunulabilecektir. Yöntem kullanımının kolaylığı ile öne çıkmaktadır. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de iklim analizi ile derece gün bölgeleri oluşturulmuş, bina yalıtım kalınlıkları, ısıtmanın ve soğutmanın başlayıp bittiği dönemler, ihtiyaca göre harcamanın yapılabildiği yakıt miktarlarının belirlenmesi gibi birbiriyle bağlantılı durumlar çözüme kavuşturulmuştur. Bu çalışma ile birlikte iklim analizi yapılan Ardahan'da yaşayan yöre halkı ve ili ziyaret edecek turist, iş adamı, endüstriyel yatırım planlayan sanayici, tarımsal faaliyet gösteren çiftçiler vb. birçok kişi çeşitli alanlarda fayda görecek, öngörülerde bulunabilecektir. Yetiştirilecek tarım ürününün üretim periyodundan, bina yapım sürecinin tahminine,

üretilecek ürün çeşitliliğinden, ulaşım faaliyetlerinin sağlıklı koşullarda devam ettirilmesine, taşkın öngörüsünden, don hadisesinin tahminine kadar iklimle bağlantılı birçok alanda tahminde bulunulabilecektir.

1.1. Dünyada Enerji

Dünya genelinde, enerji ihtiyaçları ve hammadde çeşidine olan talep değişiklikleri çoğunlukla kullanıcıların ekonomik durumları, hammadde fiyatları ve hava şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bu belirtilen durum çoğunlukla kısa vadeli ihtiyaç durumları için etkindir. Ancak uzun vadeli değişiklikler olarak; enerji sağlayan ve tüketen ülkelerin enerji ile alakalı problemlerin aşılması süresince birbirine karşı çözüme yakın davranış durumlarına ve ya uzaklaşmalarına, değişen ekonomik durum ile birlikte kullanıcıların enerji talebindeki artış, enerji piyasasına gelişme gösteren yeni ülke ve aktörlerin katılmasıyla birlikte durumda gerçekleşen farklılıklar sayılabilir. Bugün itibariyle enerji kaynağı açısından birincil öneme sahip fosil kaynakların dünya enerji ihtiyacının çoğunu karşılaması ve bu bağlamda enerji temini noktasında oluşturulan senaryoların çok yakın tarihte hayata geçirilemeyeceği düşünülürse ülkemizin jeopolitik öneminin tartışmasız öne çıktığı görülmektedir. Enerji talebine ilişkin yapılacak çalışmalarda öncelikli olarak kullanıcı sayısının bilinmesi gerekmektedir. Dünya nüfusu 2013 yılı itibariyle 7,1 milyar kişi iken bu değer 2040 yılı için 9 milyar kişi seviyesine ulaşacağı değerlendirilmektedir. Aynı şekilde dünyadaki en kalabalık nüfusa sahip olan Çinin yerini de 2030 yılı itibariyle Hindistan'ın alacağı değerlendirilmektedir. Verilen örnek ve rakamlardan da anlaşılacağı gibi mevcut enerji kaynaklarına yenilerinin eklenmesi çok önemlidir. Ancak bilinen yeni kaynakların eklenmesi dahi oluşabilecek talebe karşılık verip veremeyeceği de ayrıca tartışılması gereken bir durumdur. Yapılan araştırmalar ve bu araştırmalara istinaden oluşturulan senaryolar enerji talebinin %0,6 - %1,5 oranında artacağını öngörmektedir. Aynı şekilde yakıt türü olarak bakıldığında da 2012 yılı itibariyle enerjinin %82'sinin fosil kaynaklardan (petrol, doğalgaz ve kömür) elde edildiği, yukarıda belirttiğimiz gibi yapılan araştırmalara ve oluşturulan tüm senaryolara istinaden 2040 yılında da en önemli kaynağın yine fosil yakıt çeşitleri olacağı

öngörülmektedir. Yeni politikalar senaryosuna bakılırsa, petrol için %14, kömür için %15, doğalgaz için %55 talep artışının olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması için oluşacak talep artması fosil yakıtlara göre daha fazla olacaktır. Bu durum elektrik elde edilmesi kısmında dünya genelinde üretimin yarısına kadarının bu kaynaklardan elde edileceğine işaret etmektedir (Botaş sektör raporu 2014).

Üretim açısından bakıldığında dünya genelinde hâkim hammadde türü fosil yakıtlardır ve rezervlerin dağılımı 2013 yılı itibariyle %47,9 Ortadoğu, %19,5 Orta ve Güney Amerika, %13,6 Kuzey Amerika, %8,8 Avrupa ve Avrasya, %7,7 Afrika, %2,5 Asya Pasifik bölgelerinde bulunduğu görülmektedir (Botaş sektör raporu 2014).

Dünya genelinde fosil yakıt tüketimi yüksektir. Bunların arasında kömür, petrol, doğalgaz çeşitli zamanlarda birbirini oransal olarak geçseler de diğer enerji kaynaklarına göre daha öndedir. Tüketimi etkileyen en önemli faktör enerjinin üreticiden tüketiciye ulaşması aşamalarıdır. Bunlara taşıma masrafları, kar oranları, vergiler vb. örnek verilebilir. 2000-2012 yılları arası için yapılan değerlendirmede birim enerji başına ödenen ücret sürekli artış göstermiştir. Bu değişim oranı OECD ülkeleri için %50 mertebelerindeyken, OECD dışındaki ülkeler için %10 mertebelerinde gerçekleşmiştir. Gelişen ve değişen dünyamızda enerjinin üretildiği ve tüketildiği yerlerdeki coğrafik değişimlerle birlikte ticari yollarda da farklılıklar meydana gelmiştir. Son dönemde Amerika birleşik devletlerinin ithalatçı konumuna geçmesiyle birlikte ticari durum Atlantik kısmından Asya ve pasifik tarafına doğru kayma eğilimi göstermektedir. Başka bir açıdan boru hatları ile doğalgaz taşınması yerine yakın gelecekte doğalgaz %60 seviyelerinde LNG ye dönüştürülerek kara ve deniz taşıtlarıyla taşınarak yapılacağı değerlendirilmektedir (Botaş sektör raporu 2014).

1.2. Türkiye’de Enerji

Türkiye açısından enerji kaynakları göz önüne alındığında dünya rezervlerinin çok altında ve kalitesi çok düşük seviyelerde kaynaklarımız mevcuttur. Enerji kaynağı

olarak hidrolik enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji bakımından çeşitlilik görülmekte ve verimli sonuçlar vermekteyken, fosil yakıtlar bakımından oldukça az rezerv bulunmaktadır. Ülkemizin fosil yakıtlar bakımından fazla zengin olmadığı bilinmektedir ancak son yıllarda Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde deniz altında hidrokarbon miktarının araştırılmasına imkân veren yeni teknoloji ürünü cihazlarla araştırma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra Güneydoğu Anadolu ve Trakya bölgelerinde kaya gazı potansiyelinin belirlenmesi yönünde önemli çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Ancak fosil yakıt olarak linyit kömürleri ülkemiz açısından diğerlerine göre daha önemli bir kaynaktır. Mevcut enerji kaynaklarımıza bakıldığı zaman hidrolik enerji potansiyelinin %28 kadarı kullanılmakta iken linyit kömüründe %34 oranda kullanıldığı görülmektedir. Birincil enerji kaynakları açısından bakıldığı zaman fosil yakıtlarımızın oranının düşük olduğu buna karşın hidrolik enerji ve linyit kömürünün daha yoğun olarak kullanılması gerektiği, buna uygun yatırımların yapılması ve mevcut potansiyelin kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Böylelikle üretilmiş olan elektrik dışı bağımlılıktan uzaklaşmış olur. Elektrik üretimi mevcut kaynaklarımızdan sağlanmalı böylece ithalata olan bağımlığımız en alt seviyeye çekilmelidir. Ülkemiz Avrupa birliği ülkeleri ve gelişmiş ülkelere göre önemli ölçüde enerji problemleri yaşamaktadır. Bunun yanı sıra enerji üretim kapasitemizin enerjiye olan talebimizi karşılamamasından dolayı enerji ithal etmekte olan bir ülke konumuna geldiğimiz görülmektedir Bu da enerji tüketimi noktasında dışa bağımlılığımızı artırmaktadır. Hem temiz enerji kullanımı hem de ekonomik yönleri göze alınarak ülkemizde son dönemde önemli atılımlar gerçekleştirilmiş ve bu doğal kaynakların kullanımına hız verilmiştir. Bunun yanında nükleer enerji elde edilebilmesi için nükleer santral kurulumuna da başlanarak bu alanda enerji çeşitliliği ve üretiminde önemli adımlar atılmıştır. Atılan bu adımların yanında oluşturulan standartlar (TS825), kanun ve yönetmeliklerle enerji tasarrufu amacıyla önlemler de alınmıştır.

Arz güvenliği açısından enerjide dışa bağımlılık ülkemiz için doğru bir durum olmayıp bu durumu tolare edilebilir seviyelerde tutmak bizler için önemlidir. Bu sebeple ülke genelinde rezervleri bulunan hidrolik enerjinin ve kömürün üretimine hız verilmelidir. Aynı zamanda doğalgaz üretimi için kaynak arayışı devam ettirilmelidir. Ülke olarak

ticaretimizi ve üretimimizi etkileyen hammaddenin en düşük fiyata ve en uygun koşullarda ulaşabileceğimiz şekilde elde edilmesinin sağlanması, çevre ile barışık bir sistemin oluşturulması hedeflerimiz arasında olmalıdır.

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki ülkemizde enerji giderlerinin en önemli kısmı bina sektöründe kullanılmakta olan enerji giderleridir. Bu sebeple gelişmekte olan ülkeler arasında olan ülkemizin en büyük sorunlarından biri de enerji elde edilmesi problemidir. Uzun süredir Avrupa birliğine girme hedefi ile ilerleyen ülkemiz hem teknolojik bakımdan hem de sosyoekonomik bakımdan kendisinden daha üst seviyede olan gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşabilmek için çok yoğun bir çaba sarf etmekte ve bu çaba içerisinde en önemli engellerden birinin de enerji tüketimimizde ki açık olduğu görülmektedir. Bu açık enerjinin ithalatı yoluyla karşılanmaya çalışılmakta olup mevcut bu sorunun büyümesine ülkemiz için bir çeşit enerji krizi oluşmasına yol açmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ile birlikte kaynak yetersizlikleri baş göstermiştir. Bilindiği gibi kaynaklar ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye büyük farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple birçok ülke yetersiz girdisi olduğu için mevcut kaynaklarını etkin kullanmaya ve satın aldığı enerjiyi etkin kullanmaya çalışmaktadır. Yapılan araştırmalar bizlere gösteriyor ki mevcut durumda kullanılan enerji miktarının %35'i konutlarda %36'sı sanayi de %21'i ulaşımda %5'i tarımda %3'ü de diğer sektörler de kullanılmaktadır. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığının açıklamış olduğu verilere istinaden görülmektedir ki mevcut enerji ihtiyacının %5'i ülke dışından ithal edilmektedir. Ülkemiz için gerekli olan enerji ihtiyacının yerli kaynaklardan karşılanması oranlanırsa 1988 de %3, 2000 yılında %34, 2010 yılında %30 ve 2020 yılında %25 civarında olacağı ön görülmektedir. Ülkemizde nüfus artışı ile birlikte kentleşme ve sanayileşme faaliyetlerinde enerjinin tüketim miktarı geçmiş yıllara göre çok daha hızlı artmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler de enerji verimliliği kavramına istenilen seviyede önem gösterilmediğinden, enerjinin verimli olarak kullanılmaması bir taraftan enerji israfına diğer taraftan da gerekli olan miktardan daha fazla enerji ithalatı yapılmasına sebebiyet vermektedir (Botaş sektör raporu 2014).

Mevcut durumda ülkemiz jeopolitik önemi gereği enerji ticaretinde önemli bir noktada olmasının yanı sıra tüketici olarak da önemli bir merkez niteliğindedir. Birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanıldığı ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı %10 civarındadır. Fosil yakıtlar açısından bakıldığında ise son zamanlarda ki ilerleyişiyle doğalgaz, yurt içi tüketimde baş aktör konumundadır. Doğalgaz 1990'larda %5 oranında kullanım alanına sahipken 2011 yılı itibariyle %30'larda seyreden kömür geride bırakmıştır. Daha önceleri ulaştırma faaliyetlerinde de kullanılan kömür 1990'lardan sonra %30'larda sabitlenmiştir (Botaş sektör raporu 2014).

1.3. Türkiye'de İklimsel Analiz

Türkiye ılıman iklim kuşağı ile subtropikal iklim kuşağı arasında bulunmaktadır. Ülkemizdeki dağların uzanış biçimleri, yeryüzü şekillerinin farklılık göstermesi ve üç tarafının da denizlerle çevrili olması gibi sebeplerden dolayı, birçok farklı iklim tipi ve yağış rejimine rastlanmaktadır. Yağışların çoğu denize bakan kısımlarda oluşmaktadır. Dağların uzanış biçimi dolayısıyla iç kesimlere fazla yağış etkisi taşınmamaktadır. Bu sebeple İç Anadolu'da yıllık yağış miktarı azken Doğu Karadeniz'de çok fazladır (Şensoy 2004). Genel olarak ülkemizde Karasal iklim, Karadeniz İklimi, Akdeniz İklimi ve Marmara Bölgesinde görülen geçiş iklim tipleri daha baskın olarak görülmektedir (Atalay 1997).

Ülkemiz açısından bakıldığında Karadeniz bölgesi çoğunlukla nemli iken, Güneydoğu Anadolu bölgesi ise kurak olarak karakterize edilebilir. Aslında bir bölgenin veya yörenin iklim parametrelerinin ve özelliklerinin bilinmesi bu yörede yapılan beşeri faaliyetlerde planlama ve projelendirme açısından çok önemlidir. Bu planlama yetiştirilecek ürün açısından olabileceği gibi, ulaşım faaliyetleri, sanayi faaliyetleri, bina yapımı gibi birçok alanda bizleri doğru sonuca götürür. İnsanların yoğun çalışma ortamından çıkıp gidecekleri tatil yöresinin yeri ve zamanını belirlemek için de kullanılan bu veriler yaşamımızın her alanında bizlere yol göstericidir (iklimsube@mgm.gov.tr).

Yaz ve kış mevsimleri arasında sıcaklık farkı yüksek olan, yağışların çoğunlukla ilkbahar ve kış mevsimlerinde görüldüğü, yazların kurak geçtiği iklim tipi karasal iklim tipi olarak adlandırılır. Bu iklim tipine ülkemizde; Doğu Anadolu bölgesinde, İç Anadolu bölgesinde, Güneydoğu Anadolu bölgesinde ve Trakya bölgesinde rastlanmaktadır. Yüksek kesimlerde daha sert bir şekilde görülen bu iklim tipi nedeniyle, karla kaplı gün sayısı ve don hadisesinin yaşandığı gün sayısı fazladır. Bu iklim tipinin görüldüğü bölgelerin doğal bitki örtüsü, yüksek rakımlı yerlerde çayır, düşük rakımlı yerlerde ise bozkırdır. En soğuk geçen ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı -4 , -5°C , en sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 24 , 25°C , yıllık ortalama sıcaklık değeri ise $10,11^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmektedir. Ortalama yıllık toplam yağış miktarı 579.4mm iken bu yağışların çoğu kışın ve ilkbaharda görülmektedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam yağış miktarı içindeki payı $\%9,5$ 'dir. Yıllık ortalama nispi nem $\%60,2$ 'dir (Şensoy 2004).

1.4. Ülke Geneli İklim Verilerine Genel Bakış

Ülkemizde Karadeniz bölgesi her mevsimde yağış alırken, diğer bölgeler mevsimsel değişiklikler göstermektedir. 1941-2007 yılları arasında elde edilmiş olan veriler incelendiğinde Türkiye de yağış ortalama değerinin $29\text{mm}/100$ yıl olduğu ve azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesinde yılın neredeyse yarısı yağışlıdır. Ülkemizde en çok orajlı yerlerin Antalya, Muğla, Osmaniye, Kars, Bayburt ve Ardahan olduğu bilinmektedir (Şensoy 2004).

Ortalama sıcaklık değerleri için daha daraltılmış olarak bakınca en düşük sıcaklıkların Kars, Ardahan, Hakkâri illerinde görüldüğü; en yüksek sıcaklıkların ise Çukurova ve Cizre dolaylarında ölçüldüğüne ulaşılır. Ülkemizde uç hava olaylarının yaşanmasında 1960'lı ve 2000'li yıllarda artış görülmektedir. Bahsedilen durum ortalama sıcaklık değerlerindeki sapmadan dolayı gerçekleşmiştir. Ege bölgesi, Akdeniz bölgesi ve Güney Doğu Anadolu bölgesinde yılın 6 ayı boyunca maksimum sıcaklıklar 25°C 'nin üzerine çıkmaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde yılın yarısı minimum sıcaklık değerleri sıfır derecenin altında olabilmektedir (Şensoy 2004).

Ülkemizde en yüksek nispi nem değerleri Marmara Bölgesinde, en düşük Güney Doğu Anadolu bölgesinde görülür. Karadeniz bölgesi çoğunlukla nemlidir. Ülkemizde en fazla buharlaşma Cizre ilçesinde olmaktadır, en az buharlaşma Karadeniz Bölgesinde olur. Nispi nem ve buharlaşma arasında ters orantı vardır (Şensoy 2004).

Türkiye’de bulutluluk kuzey enlemlerde daha yoğunken güney enlemlerde azdır. Karadeniz Bölgesinde bu durumla yağış arasında doğru orantı bulunmaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde yılın 140 gününün karla kaplı olduğu görülmüştür (Şensoy 2004).

Ülkemizde güneşlenme süresi ve güneşlenme şiddeti kuzey kesimlerde daha az, güney kesimlerde ise fazladır. Güneşlenme süresinin az veya çok olmasında bulutluluğun etkisi fazladır ve ikisi arasında ters bir orantı vardır (Şensoy 2004).

Genel olarak değerlendirilirse ülkemizde Karadeniz bölgesinin doğu kesimlerinde rüzgârın güney yönlü, Akdeniz Bölgesi’nde kuzey yönlü olduğu görülmektedir. Kıyı kesimlerde dağların uzanış şekilleri ve durumları sebebiyle dağlardan denize doğru gerçekleşen hava akımında ısınma olur ve fön etkisi oluşur (Şensoy 2004).

Ülkemizde basınç yükseltiden dolayı 772-1016 mb aralığında değişebilmektedir (Şensoy 2004).

Ülkemizin en sisli illeri Balıkesir, Bursa, Sakarya, Zonguldak, Kastamonu ve Erzurum’dur (Şensoy 2004).

1.5. Enerji Analiz Yöntemleri

Dünya genelinde enerjinin en yoğun kullanım yeri konutlardır. Yapının uygun koşullarda işletilmesini sağlayabilmek için ısıtma veya soğutma ve kullanım suyu ısıtma için enerji gereklidir. Bu sebeple bina kullanıcılarının enerji elde edilmesinden kaynaklı endişeleri, yeterli enerji kaynaklarının olmayışı, bina projelendirilmesinde ve kullanım

aşamasında enerjinin önemini artırmıştır. Enerji tahmin yöntemlerinin de önemi burada ortaya çıkmakta olup, sistem seçimlerinde, bina tasarımında, ilk yatırım maliyetinin oluşumunda ve sonrasında yakıt hesaplamalarında bu yöntemlere başvurulmaktadır (Bulut vd 2003).

Bir yıl boyunca tam yükte çalışma az rastlanır bir durum olup genelde kısmi yüklerde çalışma gerçekleştirilir. Bu nedenle sistem tasarımlar veya seçerken tam yük durumuna göre değil de kısmi yüklerle dikkat edilmelidir. Böylelikle seçilen sistemlerin verimli kullanımı sağlanmış olacaktır (Papakostas and Sotiropoulos 1999).

Bina enerji analiz yöntemleriyle yapılacak olan yapının tasarımı, yapının imal edileceği yapı malzemelerinin seçimi, yalıtım uygulaması kalınlığı vb. birçok konunun enerji verimliliği adına denetlenmesinde kullanılabilir. Yapının tüketeceği enerji maliyetleri bulunabildiği gibi uygulamada da birçok kolaylıklar sağlar (Said *et al.* 2003). Çok çeşidi bulunan enerji analiz yöntemlerinin basitten karmaşığa birçok uygulama formülleri mevcuttur (Bulut vd 2003). En kolayı olarak bilinen derece gün yöntemleri yalnızca bir ölçü kullanılarak hesaplanır ve tek ölçümlü yöntemler olarak bilinir (Papakostas and Sotiropoulos 1999).

Bir başka enerji tahmin yöntemi olan bin yöntemi de taban sıcaklığının, yapı kullanım durumunun, sistemsel verimlerinin ve ısı transfer katsayısının sabit olmadığı birçok uygulamada doğruya yakın sonuçlara götüren basit yöntemler arasında yerini almaktadır (Bulut vd 2003; Kreider and Rabl 1994). Bin yönteminde saatlik olarak alınan iklim verileri hesaplarda kullanılarak ve sıcaklık zaman aralıkları ayrı ayrı analiz edilerek enerji sarfiyatı günlük, aylık veya yıllık olarak bulunabilir (Bulut vd 2003).

Ülkemizdeki enerji tahmin yöntemi kullanımı daha gelişmiş ülkelere göre azdır. Bu yöntemlerin kullanımı ve bilinirliği istenilen seviyede değildir. Bazı uygulamalara rastlansa da kullanılmasının yaygınlaşması gereklidir (Bulut vd 2003).

1.6. Ardahan İli Tarihi

Ardahan iline ait ilk tarihi bilgilere yine ile bağlı olan ıldır ilçesinde, ıldır gölü kıyısındaki Taşköprü köyünde bulunan kayalıklarda rastlanmaktadır. Urartu Kralı 2. Serdur tarafından yazdırıldığı tahmin edilen fetih yazısında ilk bulgulara rastlanır. Sonrasında Kıpçak Türkleri tarafından bölgede yerleşimler oluşturulmuştur. Ardından Hazar Türklerinin alt kollarından Arda Türkleri ki Ardahan adının bu boydan geldiğine inanılır, yöreyi ele geçirmiştir. Selçuklular tarafından 1069 yılında fetih edilen il,1551 yılı itibariyle Osmanlı egemenliğine girmiştir. 1828-1855 yılları arasında Rus işgaline uğrayan il, 1878 yılında Osmanlı İmparatorluğu ile Rusya'nın da dâhil olduğu ülkeler arasında imzalanan Berlin Anlaşmasıyla Rusya'ya bırakılmıştır. Ardından 1918 yılında imzalanan Brestlitovsk anlaşmasıyla ülke topraklarına dâhil edilse de Mondros Ateşkes Antlaşması hükümlerince ordu geri çekilmiş ve bölge Ermeni ve Gürcü çetelerce işgal edilmiştir. Ardahan'da art arda düzenlenen kongreler ve Doğu cephesi komutanları Kazım Karabekir ve Halit Paşayla birlikte hareket eden bölge halkı ve askerlerin gayretleriyle 23 Şubat 1921 yılında il düşman işgalinden kurtarılmış, 07.07.1921 itibariyle Ardahan İl statüsü kazanmıştır. 1926 yılında çıkarılan 877 sayılı kanun çerçevesinde komşu il olan Kars ili sınırlarına dâhil edilen Ardahan, 27.05.1992 tarihinde çıkarılan 3806 sayılı kanun çerçevesinde tekrardan il olmuştur (Ardahan İl Çevre Durum Raporu).

1.7. Ardahan İli Coğrafik Konum, İklim Yapısı ve Sosyo Ekonomik Durumu

Ardahan ili 41° 36'13'' kuzey ve 40° 45'24'' güney enlemleri, 43° 29'17'' doğu ve 42° 25'43'' batı boylamında bulunmaktadır. İlin güneyinde Kars, güneybatısında Erzurum, batısında Artvin illeri vardır. İlin doğusunda Gürcistan devleti yer alırken ıldır ilçesi sınırlarından Ermenistan Devletiyle de sınırı bulunmaktadır.

Yörenin yüksek olmasından dolayı (Rakım: 1829m.) , karasal iklim koşulları hâkimdir. Bu sebeple kış mevsimi uzun ve sert geçmektedir. Bu özelliği bitki örtüsüne de yansımıştır. İlin büyük bir bölümünde çayırılık alanlar ve meralar bulunmaktadır. Posof

ilçesi ve Artvin ili yakınlarında ormanlara sıkça rastlanmaktadır. Posof ilçesinde mikro klima özelliği gösteren bir iklim yapısı mevcuttur. Bu bölgede yükselti 900m civarında olduğundan kışları yağış miktarı ve yazın dış hava sıcaklığı ilin diğer bölgelerine göre daha fazladır. Bu bölgenin tersine Göle ilçesi ise ülkenin en soğuk yörelerinden biridir. Etrafında yüksek dağlar olan bu ovada kışın fazla esinti de olmadığı için soğuk hava tüm yöreye etki eder, yoğun dondurucu etki yapar. İl genelinde kış altı-sekiz ay boyunca sürer.

Aşağıda genel iklim yapısı aktarılacak olan ilin enerji ihtiyacında konut ısınması önemli bir yer kaplamaktadır. Türkiye’de sanayi yatırımlarının genellikle batı bölgesine yapılması sebebiyle Ardahan’da endüstriyel üretim tesisleri sayısı oldukça azdır. En az gelişmiş iller arasındadır. Bu durumda coğrafi konum ile birlikte ulaşım ağının tam gelişmemiş olması, sert geçen iklim şartları da etkili olmaktadır. Genel geçim kaynağı tarım ve hayvancılık olan ilde çalışma çağında olan bireyler daha gelişmiş kentlere göç ettiğinden nüfus kayda değer bir şekilde azalmıştır. Bu sebeple il genelinde yapılan tarım ve hayvancılık faaliyetlerine paralel olarak peynir üretim tesisleri, un ve yem fabrikaları ağırlıklı olarak faaliyet göstermektedir. Ayrıca taş ocakları, asfalt üretim tesisi ve küçük sanayi teşkilatları bulunmaktadır. Yoğun bir sanayileşme olmadığından dolayı üretim için harcanan enerji ihtiyacına istinaden ısınma için ihtiyaç duyulan enerji miktarı daha fazladır.

İlin enerji hammaddesi potansiyeline bakılırsa ülke geneliyle paralellik gösterdiği görülür. İl genelinde fosil yakıt olarak petrol ve doğalgaz rezervi bulunmazken, Gürcistan sınırında ve Çamlıçatak mevkiinde kömür rezervlerine rastlanmıştır. Ormanlardan yakacak odun üretimi yapılmakta olup asıl olarak HES projeleriyle yapımı tamamlanan ve devam eden barajlardan elektrik üretimi sağlanarak enerji üretimine katkı sağlanmaktadır. Ülkemizin konumu gereği güneş enerjisinden yararlanma imkânı yüksektir. Güneş enerjisinden su ısıtma faaliyetlerinde yararlanılmakta olup elektrik enerjisi üretimi için tesis projelendirilmeleri planlanmaktadır.

1.8. Literatür Taraması

Derece gün yöntemi 1700'lü yıllarda yaşayan Fransız bilim insanı Reaumur tarafından kullanılmış olup çalışmalarında bitkilerin yetişmesiyle sıcaklık arasındaki ilişkiyi vurgulamıştır (Ahrens 1982). Konuyla ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiş olup gün geçtikçe geliştirilmeye devam edilmiştir. Büyüme derece gün değeriyle bitkilerin gelişimi arasında doğru orantılı bir durumun olduğu görülmüştür. Çalışmalar önceleri genellikle BDG değerleri için gerçekleştirilmiş olup Close (1994), Lutgens ve Tarbuck (1979), Ahrens (1982) konuyla ilgili çalışmalar gerçekleştirmiştir. Çalışmalarıyla tüm bitkilerin yetişebilmek için ayrı ayrı BDG değerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bütün canlıların hayatını devam ettirebilmesi için belli bir sıcaklık değerine ihtiyacının olduğunu ortaya koymuşlardır. Erbs *et al.* (1983), yalnızca \bar{t}_o aylık ortalama sıcaklık değerine giriş değeri olarak ihtiyaç duyan bir yöntem bulmuşlardır. Landsberg (1948) yapmış olduğu çalışmayla ısıtma ve soğutma için kullanılmak üzere derece gün değerlerini hesaplamıştır. Emerick (1951) yerleşim yerleri için IDG hesaplamaları yapmış ve ısıtma gereksinimlerini bulmayı amaçlamıştır. Peterssen (1958) yapmış olduğu çalışmada IDG ve SDG değerlerini kullanarak yakıt ihtiyacının belirlenmesi için hesaplamalar yapmıştır. Quayle ve Diaz (1980) sağlam bir şekilde toplanan meteorolojik verilerin yakın gelecek için doğruya yakın enerji ihtiyaçlarını belirleyebileceğini sunmuşlardır. Letherman ve Al-Azawi (1986), yapısal tasarımların yaşanılan bölgenin iklimsel özelliklerine göre şekillendiğini ortaya koymuşlardır. Soğuk iklim bölgelerinde genellikle pencere boyutu küçük, geniş duvarlara sahip, güneşten faydalanmanın en yüksek seviyede olduğu binalar kullanılırken, sıcak iklim bölgelerinde pencere sayısı fazla, daha yüksek ve geniş yapılı ve güneş etkisinin az olacağı açık renkte binalar tercih edildiğini göstermişlerdir. Schoenau ve Kehrig (1990), yeni bir yöntem geliştirerek derece gün değerlerini istenilen bir taban sıcaklığında hesaplamıştır. Ayrı ayrı 4 gözlem yerini kapsayan çalışma sonucunda çalışmada bulunan derece gün değerleri ile asıl gerçekleşen sıcaklık değeri arasında 0.28 mertebesinde bir farklılık olduğu saptanmıştır.

Türkiye’de de derece gün değerlerinin tespitine ve birçok farklı uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Kadioğlu (1994), bir bölgenin ısıtılması için gerekli olan yakıt ihtiyacının belirlenmesinde derece gün değerlerinin ortalama sıcaklık değerleriyle saptanabileceğini çalışmışlardır. Gültekin (1995), ülke genelini kapsar şekilde bir çalışma ortaya koyarak ısıtma, soğutma, büyüme, donma, erime derece gün sayılarını hesaplayarak haritalandırmış, Türkiye’de derece günlerin dağılımını yapmıştır. Dağsöz (1995), ısıtma derece gün değerleri için 12°C - 18°C , soğutma derece gün değerleri için de 20°C - 24°C taban sıcaklıklarında hesaplamalar yapmış, bu değerleri istinaden yakıt ihtiyacını belirlemeye çalışmıştır. Gültekin ve Kadioğlu (1996), Marmara bölgesi IDG ve SDG değerlerini hesaplamışlardır. Satman ve Yalçınkaya (1999), Türkiye’deki bazı bölgeler için IDS ve SDS hesaplamalarını yapmışlardır. Gültekin ve Kadioğlu (1997b), derece gün verileriyle elde edilen değerlerin asıl değerlerle gayet uyumlu olduğunu ortaya koymuşlardır. Büyükcalaca vd (2001) ülke geneli için ısıtma ve soğutma derece gün değerlerini uzun yıllar elde edilen verilerle belirlemişlerdir. Isıtma için 14°C - 22°C ve soğutma için 18°C - 28°C taban sıcaklıkları seçilerek hesaplamalar yapılmıştır. Bayraktar (2002), ise DMİ Genel Müdürlüğüne Bağlı 2218 istasyonun TS 825 standardına göre derece gün değerlerini hesaplamıştır. Çalışmasında 1978 – 1998 yılları arasında dış ortam sıcaklığı 15°C iç ortam sıcaklığı 19°C olacak şekilde derece gün değerleri oluşturmuştur. Bayraktar (2002), ADG sayılarını hesaplariken İstanbul ilinin ülkemiz genelinde gereksinim duyulan ısıtma amaçlı toplam enerji tüketim miktarının yüzde 13,1 ini Ankara’nın ise yüzde 7,4 ünü temsil ettiğini bulmuştur. Bayram ve Yeşilata (9. Ulusal tesisat ve mühendisliği kongresi), ısıtma ve soğutma derece gün sayılarıyla TS825 standardının önerdiği yalıtım kalınlığının bölgelere göre yeterli olup olmadığını ve Türkiye’nin ayrılmış olduğu derece gün bölgelerinin tekrar gözden geçirilerek düzenlenmesini önermişlerdir. Balo, Uçar ve İnanlı(2011), yapıların dış duvarlarındaki optimum yalıtım kalınlığını üç farklı yöntemle analiz ettikleri çalışmada enerji verimliliğinde doğru yalıtım uygulamalarının gerekliliğini vurgulamış ve derece gün metoduyla maliyet analizi yapmışlardır. Şensoy vd (2010), 130 meteoroloji istasyonundan alınan değerler yardımıyla Türkiye için 2010 yılında ısıtma ve soğutma derece gün değerleri ay ay hesap edip, senelik ısıtma ve soğutma derece gün sayıları toplamalarını geçmiş yıllarda bulunan değerlerle kıyaslamışlardır. Türkiye genelinde ısıtma ihtiyaçlarının azaldığı ve derece gün sayılarında belirgin bir düşüş olduğunu

saptamışlardır. Satman (2006), Türkiye'nin enerji vizyonunu incelediği çalışmasında mevcut durum analizi yaparak gereklerinden ve stratejilerinden bahsetmiştir. Yamankaradeniz ve Kaynaklı (8. Ulusal tesisat mühendisliği kongresi), yaptıkları araştırmada ısıtma süreci ve optimum yalıtım kalınlığı hesaplamasında, bölgenin derece gün sayıları hesaplanıp, bina dış duvarına yapılacak yalıtım malzemesi kalınlığını bulmak için bir prosedür oluşturulmuştur. Kürekçi (2013), Türkiye'deki dört derece gün bölgesinde tesisat borulamaları için optimum yalıtım kalınlığını incelemiş ve yalıtım kalınlığının maliyetleri artırmayacak ölçülerde belirlenmesi için tablo ve grafikler oluşturmuştur.

Bu çalışma Ardahan ili için 1970-2010 yılları arasında Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden elde edilen verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Günlük ortalama sıcaklık, basınç, güneşlenme süreleri, rüzgâr esme sayısı, hızı ve yönü, donlu gün sayısı, karla örtülü gün sayısı, nem yüzdesi, yağmur ve kar yağışı durumları, açık-kapalı-bulutlu gün sayıları ve 5-10-20-50 cm toprak sıcaklık değerleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen sıcaklık değerlerine istinaden Tek Ölçümlü Enerji Analiz Yöntemi olan Derece-Gün Yöntemi kullanılarak il için 12°C -20°C taban sıcaklığı için IDG, 18°C -24°C taban sıcaklığı için SDG değerleri bulunmuştur. Bina enerji analiz yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi verilen çalışmada Bin Yöntemi ile de analiz yapılmıştır. İl geneli için enerji potansiyeli açısından bilgiler verilmiştir. İlde yaklaşık olarak 6-8 ay kış mevsimi hüküm sürmektedir. Yağışlar kışın kar, diğer mevsimlerde yağmur bazen de dolu olarak görülür. Yılın her ayında bölge yağış almaktadır. Yıllık ortalama toplam 550,9 mm (Çiğ ve Kırağı hariç) miktarda yağışa rastlanmaktadır. Sıcaklık değerleri yıllık ortalama 4,2°C'dir. Bu değer Ekim-Mart ayları arasındaki sezonda -4,2°C mertebelerinde iken, Nisan- Eylül ayları arasındaki sezonda ise 12,98°C kadardır. Bireysel olarak çiftçilerimizin bitki üretim aşamasında sıcaklık değerlerinden yararlanarak ürün tercihlerini yapmalarında, mera hayvancılığı yapanlar için sezonun hangi uzunlukta olacağını ve besi yapılacak sürenin tayininde önemli katkıları olacaktır. Aynı zamanda yapılan yeni binaların tasarımlarında ve projelendirme aşamasında duvar yalıtım kalınlığının tespitinde, bina yönünün tayininde ve pencere, kapı gibi alanların boyutlarının belirlenmesinde faydalı olacaktır. Endüstriyel üretim

yapacak üreticilerin bina tasarımından, mevcut durumda hangi ürünün üretileceğinin kararının verilmesinde kullanılabilir. İl genelinde don olayları haziran ayının ortalarına kadar sürebilmekte, sonbahar mevsiminin başlarında da don olayına rastlanmaktadır. Kırk yıllık süreçte temmuz ve ağustos aylarında dahi don olayına rastlanmıştır. Kış mevsimi uzunluğuna dair genel bir yaklaşımda bulunursak mevsim, ekim ayı ile nisan ayı arasında yaşanmaktadır. İlde yıllık ortalama toplam 127,4 gün karla örtülüdür. Bu bilgiler karayolları ulaşımı aşamasında ne kadar süre ile don hadisesi ile karşılaşılacağına ve tuzlama ve yol temizliği gibi faaliyetlerde kullanılacak kaynak ve ekipmanların tahmininde yol gösterici olacaktır. Erime sonucunda oluşabilecek taşkın öngörüsünde de mevcut verilerden faydalanılabilecektir. Güneşlenme süresi açısından önemli olan bulutlu gün sayısı yıllık ortalama değeri 224,02 iken kapalı gün sayısının yıllık ortalaması 63,9 gün olması mevsim koşullarının serin olmasındaki en önemli etkenlerdendir. Kapalı gün sayısındaki azalma sebebiyle güneşlenme süresinde artış görülmüştür. Bu da üreticilerin güneş enerjisi ile elektrik üretimi gibi endüstriyel çalışmalarda geçmişe göre daha fazla kazanç sağlayacağına ve kar oranlarının yükselebileceğine yönelik tahmin yapmalarına ve tesisler kurulmasına yol gösterici olacaktır. Elektronik kart üretimi safhalarında nem miktarı önemlidir. Ardahan ili için bu oran ortalaması %74'dür. Ulaşım vb. olumsuz şartlar ortadan kalktığı takdirde bu tarz bir üretimin önünün açılacağı düşünülmektedir. Esmeye sayılarının yoğunluğuna bakılarak hâkim rüzgâr yönünün WNW olduğu tespit edilmiştir. RES kurulumu için uygun koşulların değerlendirilmesinde fayda sağlamak amacıyla rüzgâr hızı, esme sayısı ve yönü belirlenmiştir. 5-10-20-50 cm toprak sıcaklık değerlerini değerlendirerek ürün yetiştirme periyodunun tayininden, tesisat borularının derinliğinin belirlenmesine kadar çeşitli hesaplamaların yapılmasına yardımcı olması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Enerji Analiz Yöntemleri

İklimsel veri analizi yöntemleri, iklim verilerinin uzun yıllar ortalamaları yardımıyla enerji tüketim değerlerinin tahmininde özellikle ısıtma amaçlı olarak çok değerli sonuçlar elde edilmesini sağlar. 1970'li yıllarla birlikte bina enerji analizi önem kazanmış ve bu nedenle çeşitli tahmin yöntemleri oluşturulmuştur.

Yapının işletme masraflarının belirlenmesinde iklimlendirme sisteminin, havalandırma sisteminin ve ısıtma sisteminin gereksinim duyduğu enerji ve yakacak harcamalarının direkt olarak etkisi bulunmaktadır. Aynı şekilde bu sistemlerin ihtiyaç duyduğu enerjiyi elde etmek için yakılan yakıtların da çevre üzerinde dolaylı etkileri mevcuttur. Bu kısımda enerji kullanım değerlerinin tahmin edilmesinde başvurulan yöntemler hakkında bilgi verilecektir. Enerji tahmin yöntemleri, yöntem oluşturulurken kullanılacak olan enerjinin fiyatı ve harcanma miktarlarının karşılaştırılabilmesi için araştırmacılara imkân tanır. Çalışmacıların kontrolü dışındaki ve tahmin edilemeyen birçok etken sebebiyle enerji tahmin yöntemleri yardımıyla enerji sarfiyat değerlerinin tam olarak hesap edilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen enerji sarfiyat değerleri, çeşitli ölçüm ekipmanları yardımıyla yapılan daha hassas ölçümlerle kontrol edilmek suretiyle desteklenir. Tüm şartlarda bahsedilen yöntemler, tüketicilerin fatura tutarlarının bulunmasında hesaba katılmalıdır (Ashrae 1998).

Enerji ihtiyacının bulunabilmesi için kullanılan yöntemler zorluk derecesine göre değişiyor olsa da, tümü aşağıda belirtilen üç noktayı içinde barındırmaktadır (Ashrae 1998).

- Ortamın ısı yükünün bulunması,
- Ana ekipmanların enerji ihtiyacının bulunması,

- Yardımcı ekipmanların yükünün bulunması,

Burada ana ekipmandan kasıt merkezi sistem ekipmanlarıdır. Ana ekipmanlar yakıttan elde edilen ısı enerjisiyi kullanan ya da elektrik enerjisini ısı enerjisiye dönüştüren cihazlar iken, yardımcı ekipmanlar ise şartlandırılmak istenilen mahale gönderilen ısınmış veya soğumuş akışkanı sevk eden cihazlardır (ASHRAE 1998).

İç ortamın ısı yükü hesaplanırken, bu ortam için kullanıcılar adına ısı konfor şartlarının sağlanması için eklenmesi gereken veya uzaklaştırılması gereken enerji miktarının belirlenmesi gerekir. Bunun için en kolay analiz yöntemi, bu şartları sağlayabilmek için ihtiyaç duyulan enerji miktarının yalnızca dış hava kuru termometre sıcaklığının fonksiyonu olduğunun kabul edilmesini gerektirir. Bu analiz çok daha kapsamlı yöntemlerle de yapılabilmektedir. Bunun için güneşten elde edilen enerji miktarı, dâhili ısı kazanımları, bina duvarlarınca ve iç yüzeylerince depo edilen ısı miktarı ve yapının dış kabuğundaki ısı geçişleri ve bu kısımdan hava sızıntıları oluşturan rüzgâr etkisinin hesaba katılması gerekir. Belirtilen hesaplamalar birbiriyle aynı olmayıp, tıpkı ekipman kapasitesinin belirlendiği ısıtma ve soğutma yükü hesaplamalarına benzemektedir. Enerji hesaplamaları en yüksek kullanım miktarı ve en kötü iklim koşullarına göre değil de ortalama değerlere ve genel iklim koşullarına istinaden yapılmaktadır. Bu analizi en doğru şekilde yapabilmek için en uygun yöntem saatlik değerlere dayanan 8760 saat/yıl yöntemidir. Böylece saatlik olarak iklimsel verilerin analizi mümkün olmaktadır (ASHRAE 1998).

Hesaplamalarda takip edilecek sonraki adım, ortam için gerekli olan ısı yükünün yardımcı ekipmanlar için gerekli olan yüke geçişinin sağlanmasıdır. Bu kapsamda yardımcı sistemlerin ihtiyacı olan tüm enerji tiplerinin kullanım miktarları (pompa, vantilatör vb.) ve bunlar için gereken elektrik enerjisi ile su ısıtılmasında gerekli tüm enerji tiplerinin yapılacak olan hesaplara eklenmesi gerekir (ASHRAE 1998).

Son olarak hesaplamalarda, kullanıcıların en üst seviyede ihtiyaç duyduğu enerji miktarını karşılayabilecek kapasiteye sahip ana ekipman ve yüklerin gereksinim

duyduğu enerji ve yakıt miktarının belirlenmesidir. Yapılacak olan bu hesaplamalar ekipmanların performansı ve kısmi yük karakteristiklerini oluşturur. Hesaplamalarda yakıt olarak kullanılan farklı enerji türlerinin ayrıca ele alınması gerekir (Ashrae 1998).

Enerji sarfiyatının bulunabilmesi için, sistemin maliyet ve verim miktarları arasında kurulacak bağıntıyı sağlamakta olan ekonomik analizin de yapılması zorunludur (ASHRAE, 1998). Böylece kullanılan enerji analiz yöntemi yardımıyla enerji sarfiyatının zamanla nasıl değiştiiği ya da zamanla en yüksek talep miktarının nasıl değiştiiğine dair ortalama verilere ulaşılır. Aynı zamanda hesaplamalara ekipmanların yaklaşık maliyetlerinin de eklenmesi gerekmektedir (Ashrae 1998).

2.1.1. Bina enerji analizi

Son dönemlerde enerji maliyetlerinin artmasından dolayı kullanıcılar bina çalıştırma giderlerinin azalması için enerjinin çok daha verimli kullanılmasına önem göstermektedirler. Isıtma veya havalandırma sistemleri için bina enerji analizinin önemi artmıştır. Çoğunlukla enerji ihtiyacının belirlenebilmesi için geliştirilmiş olan enerji tahmin yöntemlerini, son dönemlerde mühendisler, bilgisayarların kullanımlarının artması ve geliştirilen çeşitli programlarla çok daha kolay sonuca ulaştırmaktadır (Alarko 2007).

Bina enerji analiz yöntemleri uygulanarak enerji talebine istinaden harcama miktarları tespit edilebilmektedir. Yardımcı ve ana ekipmanlar için kullanılması muhtemel enerji talebinin matematiksel veri analizi yapılarak tahmini mümkündür (Alarko 2007).

Sonuca ulaşacak bina enerji analizi, binaların yükü ve ekipmanların verimi üzerinde etkisi olan birçok fiziki etmeni de göz önüne almalıdır. Maliyetin oluşturulmasında kullanılacak olan verilerin kesinliği ve bu sebeple bina yüklerinin de kesin olarak elde edilmesi, buna istinaden ekipmanların simülasyonunun yapılması lazımdır. Bina enerji analizi yapılırken doğruya en yakın analizin yapılabilmesi için;

Bir sene boyunca hava sıcaklık değerlerinin, nem değerlerinin ve gün ışığındaki değişmelerin binanın yükü ve ekipmanların veriminde etkisi göz ardı edilmemelidir. Bütün coğrafi bölgelerin sıcaklık açısından, güneşlenme süresi ve nem açısında birbiriyle farklılıkları söz konusudur. Bu sebeple enerji sarfiyatlarının da her bir bölge için ayrı ayrı belirlenmesi gerekir. Bunun için de günlük, aylık ve senelik enerji sarfiyatı değerleri bulunmalıdır.

Bina çalıştırmasında, kullanıcıların ve cihaz faaliyetlerinin etkisi vardır ve gün gün değişim içindedir. Belirtilen koşullar için yapılacak modellemenin gün gün yapılmasının, kesin yük değerlerinin belirlenmesinde büyük önemi vardır.

Isı kazanç ve kaybının ısıtma ve soğutma yüküne dönüşümü sürekli bir şey olmayıp, geçicidir. Oluşan her kazanç sonraki süreçlerde etkisini gösterir. Bundan dolayı bir tam gün için ısı kazançlarının bulunması gerekir. Bunun yanı sıra hava şartları ve bina çalışma şartları her gün için farklılıklar içerdiğinden, ısı kazancında değişiklikler gözlemlenebilir.

Ekipmanların enerji harcamalarının değerlerini gerçekçi olarak oluşturabilmek için sistem ve ekipmanların yapının ısıtma ve soğutma yükleri üzerinde ne türlü etkilerinin olduğunun belirlenmesi lazımdır. Enerji sarfiyatına istinaden oluşan ödeme tutarları, dış ortam koşullarına göre farklılıklar gösterdiğinden, günlük dış hava koşullarındaki farklılıklar hesaplamalarda gözden kaçırılmamalıdır.

Birçok mühendislik çalışmasında faydalanılmakta olan Bina Enerji Analiz Yöntemleri tasarım aşamasında öngörüler sunmaktadır. Ayrıntılı ve kesine yakın sonuçlar vereni de, basit olup doğrudan uzaklaşan ancak belli bir öngörü oluşturmak için fikir verenleri de tercih edilmektedir. Bina enerji analiz yöntemleri bir genelleme yapmak gerekirse üç ana başlıkta incelenebilir (Alarko 2007):

- Tek ölçümlü yöntemler
- Basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler

- Ayrıntılı çok ölçümlü yöntemler

Belirtilmiş olan metotlardan elde edilen sonuçların kesinliği tek ölçümlü yöntemden ayrıntılı çok ölçümlü yöntemlere doğru daha hassaslaşmaktadır (Seri 2000). Tek ölçümlü yöntemler ve basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler sayesinde ayrıntılı çok ölçümlü yöntemlere göre daha hızlı ve kolaylaştırılmış, temel düzeyde enerji analizi ve tahmini gerçekleştirmektedir. Ancak bu basitlik ve hızlı işlem imkânının sonucunda da kesinlikten uzak sonuçlar elde edilir (Alarko 2007).

Ayrıca bina enerji analiz yöntemlerini bu sıralamanın dışında sürekli hal yöntemleri ve dinamik yöntemler diye iki ana başlık altında inceleyebiliriz (ASHRAE 1998). Bu iki başlığın kendi aralarında önemli farklılıklar vardır. Sürekli hal yönteminde binanın bir rejim halinde olduğu kabul edilir. Ayrıca bina kabuğunun direnç olarak kabulü söz konusudur. Dinamik yöntemlerde binadaki tüm kütlelerin ısı ataleti göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Sürekli hal yöntemleri daha basit bir şekilde sonuca ulaştırabilmesine rağmen elde edilen değerler kesinlikten uzaktır. Dinamik yöntemler ise doğruya daha yakın sonuçlara ulaştırmasının yanı sıra farklı öngörülere ulaşmamıza da yardımcı olmaktadır. Mesela dinamik yöntemlerden yararlanılarak bina yalıtımının içten veya dıştan yapılmasının karşılaştırılması yapılabilmekte ve bu durumun enerji gereksinimlerine nasıl bir etkisinin olduğu karşılaştırılabilmektedir. Böylece binaların işletme şekillerine de karar verilebilmektedir (Büyükyıldız 1997).

Sürekli hal yöntemleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir

1- Derece-Gün yöntemi

- Isıtma derece gün yöntemi
- Soğutma derece gün yöntemi
- Büyüme derece gün yöntemi
- Donma ve erime derece gün yöntemi
- Ağırlıklı derece gün yöntemi

- 2- Değişen taban sıcaklığına göre derece-gün yöntemi
- 3- Bin yöntemi
- 4- Korelasyon yöntemleri

Dinamik yöntemler ise aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilir (Ashrae 1998):

- 1- Isıl denge yöntemi
- 2- Ağırlıklı faktör yöntemi
- 3- Tek ölçümlü yöntemler
- 4- Basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler
- 5- Azaltılmış saat başı yöntemi
- 6- 8760 saat başı yöntemi

2.1.2. Sürekli hal yöntemleri

Sürekli hal yöntemleri derece-gün yöntemi, değişen taban sıcaklığına göre derece-gün yöntemi, bin yöntemi ve korelasyon yöntemlerinden oluşmaktadır. Son yıllarda bilgisayar uygulamalarındaki önemli değişim ve gelişimle birlikte dinamik yöntemler daha fazla kullanılsa da sürekli hal yöntemleri hala önemini korumaktadır. Sürekli hal yöntemlerinden en kolay olanı derece-gün yöntemidir. Bin yöntemi; cihaz verimleri ya da kullanma koşulları dış hava şartlarıyla değişiyorsa daha doğru bir analiz için gerekli olur. İç ortam sıcaklık değerinin değişmesine izin verildiği takdirde ya da iç ortam ısı kazançlarının değişmesi durumunda, daha basit sürekli hal yöntemlerini kullanmak doğru olur (Ashrae 1998).

2.1.2.a. Derece-gün yöntemi

Derece-gün yöntemi en kolay enerji analizi yöntemlerinden biridir. Derece gün yöntemi, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme cihazlarının verimleri ve binanın harcadığı enerji miktarı sabit olduğu zaman kolaylıkla kullanılacak bir analiz yöntemidir (Ashrae 1998).

Ortalama dış hava sıcaklıkları ile belirlenmiş olan bir taban sıcaklık arasında oluşan farkların toplamları olarak açıklanan derece günler (Huschke 1959) belirlenmiş olan bir zaman aralığı için hesaplanır. Bu zaman aralığı günlük, haftalık, aylık veya yıllık olabilir. Derece gün hesabında asıl kullanılan parametre sıcaklıktır, ancak bunun yanı sıra güneş ışınımı, rüzgâr esme yönü ve sürati, nem miktarı, bölgesel konumu vb. birçok faktör de göz ardı edilmemelidir. Küçük bir yerleşim birimindeki dış ortam şartlarına istinaden görülen ısıtma ihtiyacı farklılıkları ile şehir merkezlerindeki ısı ihtiyacı arasında %10 civarında azalma eğilimi vardır (Smith 1975). Sıcaklık değerlerinin yanı sıra bağıl nem, rüzgâr, güneşlenme vb. meteorolojik değerler insanlarda sıcaklık hissinde değişik etkiler oluşturmakta ve bu durum da konfor şartlarını etkilemektedir. Derece gün değerleri hesap edilirken bu parametrelerde göz önüne alınırsa daha doğru sonuçlara ulaşılabileceği aşikârdır ancak bu yöntem sıcaklık dışında eklenen bu parametreler hesaplamaların çok daha zorlaşmasına sebep olmaktadır. Zaten yalnızca sıcaklık değerleri kullanılmak suretiyle de konfor şartlarını sağlayacak derece gün değerlerine ulaşılmaktadır. Hesaplanan derece gün değerlerinin kullanımı sadece bina tasarımı, mimari, tarımda değil insan yaşamında enerji ihtiyacı duyulan birçok noktada sonuca yaklaşmamıza yardımcı olacak önemli fikirler verir. Günümüzde çok çeşitli konular için oluşturulmuş olan derece gün değerleri mevcuttur. Bu derece gün değerlerin den bazılarını söylemek gerekirse; Isıtma derece gün (IDG), Soğutma derece gün (SDG), Büyüme derece gün (BDG), Donma derece gün (DDG), Erime derece gün (EDG), Ağırlıklı derece gün (ADG) gibi değerlerdir. IDG; Genel olarak tarif etmek gerekirse ortalama dış ortam sıcaklığının belirlenmiş olan bir taban sıcaklık değerinin altına düştüğü koşullarda her bir derece bir derece günü temsil eder. Bu durum günlük, aylık, yıllık ve belirlenen başka bir dönem için hesaplanmak istenirse bahsedilen dönem veya aralık süresince dış hava sıcaklığını belirlenmiş olan taban sıcaklığından düşük olduğu günlerde ki farkların toplanması ile elde edilir. SDG'ler açısından bakılırsa bir tam gün boyunca dış hava sıcaklık ortalamasının belirlenen bir taban sıcaklık değerinin üzerine çıktığı her bir derece için bir derece günü temsil eder. DDG hesaplamaları için dış hava sıcaklığını belirlenen taban sıcaklığı 0°C kabul edilir ve sonrasında IDG değerleri hesaplanarak bulunur. EDG değerleri de benzer şekilde belirlenmiş olan 0°C taban sıcaklığı için hesaplanmış olan SDG değerlerini temsil eder. Belirttiğimiz bu hesaplamalar da her bir derece gün yöntemi için kullanılmak istenen günlük ortalama

sıcaklık değerleri farklı şekillerde elde edilebilir. Gün içerisindeki en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerini aritmetik ortalamasından elde edilen sıcaklıklardır. Bu şekilde sıcaklık ortalaması elde edilebilmesi için 24 saat boyunca ölçüm yapan istasyonlar kullanılır. Diğer bir hesaplama şekli ise yerel de 07.00, 14.00 ve 21.00 saatlerin de ölçülen sıcaklıkların ortalamasının alınması ile bulunur. Bu ortalamalar: $TO = (T_{07}+T_{14}+2 \times T_{21}) / 4$ olarak alınır. Ülkemiz genelinde devlet meteoroloji genel müdürlüğüne bağlı olarak hizmet vermekte olan bütün klima istasyonların da hesaplanan günlük ortalama sıcaklık değerleri yukarıda belirtilmiş şekilde yapılmaktadır. Bilindiği gibi bir enerji tahmin metodu olan derece gün hesaplama olarak sürekli hal yöntemleri içerisinde yer almaktadır. Sürekli hal yöntemlerinin uygulama kolaylığının olmasına karşın elde edilen sonuçlar yüzde yüz doğruya götürmemektedir (Büyükyıldız 1997).

Derece gün değerleri günlük yaşamda çok yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Binalarda ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan yakıt miktarının belirlenmesinde, hesaplama yapılmak istenilen bir yöre de ısıtma veya soğutma ihtiyacını bir diğer bölge ile karşılaştırılmasında, binaların ısıtma ve soğutma gereksinimlerinin belirlenmesi, yeni inşa edilecek olan yapıların enerji bakımından tasarruflu bir şekilde planlanıp projelendirilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca genel iklim sınıflandırmalarında, kullanılacak yalıtım kalınlığının tespitinde, tarımsal üretim için uygun yetiştirme alanının seçiminde, bu bitkilerin çimlenme ve hasat tarihlerinin belirlenmesinde, ulaştırma faaliyetlerinde yer tespiti yapılmasında, kar erimesi ve taşkın öngörüsünde, don hadisesi boyutlarının tespitinde vb. birçok alanda bizlere yardımcı olmaktadır. Derece gün yöntemi mimarlardan ziraat mühendislerine inşaat mühendislerinden makine mühendislerine kadar birçok kesimin yapacak olduğu tasarım veya çalışmada onlara önemli bir kaynak olarak yardımlarda bulunmaktadır.

Bina t_{den} denge noktası sıcaklığı, binaların ısıtma için gerekli olan enerji gereksinimlerini bulmak için gerekli temel unsurdur. Hesaplamalar bu denge noktasına göre şekillendirilir.

Denklemden, Derece gün yönteminde, veriler toplanırken elde edilen en yüksek değerlerin aksine, ortalama değerler dikkate alınmalıdır. Güneş ışınlamı için toplanan değerlerde bu duruma önem gösterilmelidir ve ortalama değerlere dayalı hesap edilmelidir, güneş ışınlamının en yoğun olduğu değerler kullanılmamalıdır. Bu sebeple denge noktası sıcaklığı (Ashrae 1998);

Isıtmaya olan ihtiyaç yalnızca t_o sıcaklığı, t_{den} sıcaklığının altına düştüğü zamanlarda lazım olacaktır. Isıtma sisteminin zamana bağlı enerji kullanım miktarı;

$$q_h = \frac{K_{top}}{\eta_h} [t_{den} - t_o(\tau)]^+ \quad (2.1)$$

Denklemden elde edilebilir. K_{top} (W/K) binanın toplam ısı kaybı katsayısı olarak tanımlanırken, η_h senelik yakıt sarfiyatı verimi veya yıllık verimi ve τ ise zamanı belirtir. t_{den} , K_{top} ve η_h sabit olduğu durumlarda, senelik ısıtma ihtiyacı integral yardımıyla bulunabilir (Ashrae 1998):

$$Q_{h,yr} = \frac{K_{top}}{\eta_h} \int [t_{den} - t_o(\tau)]^+ d\tau \quad (2.2)$$

Hesaplamalarda sadece pozitif değerlerin dikkate alınması denklemden de anlaşıldığı gibi yeterlidir. Yapılan hesaplamalarda günlük veya saatlik sıcaklık ortalamaları toplanmak suretiyle hesaplamalar yapılır ve elde edilen sonuç derece-gün veya derece-saat değeri olarak belirtilir (Ashrae 1998).

Günlük ortalama dış sıcaklık değerleri integral değerinin elde edilmesi için kullanılması halinde; ısıtma için derece-gün $DD_h(t_{den})$ ifadesi, (K-gün) biriminde bulunabilir (Ashrae 1998):

$$DD_h(t_{den}) = (1 \text{ gün}) \sum_{\text{günler}} (t_{den} - t_o)^+ \quad (2.3)$$

Hesaplanmak istenen değer için bir tam yıl süresince ya da tam bir ısıtma sezonu süresince sıcaklık farklarının toplanması gerekmektedir. Denklemdeki t_{den} sıcaklığı, ısı kayıp katsayısı, bina ısı kazancı ve bina t_i sıcaklığının önemini göstermektedir. Denge noktası sıcaklığı t_{den} , aynı zamanda derece-gün değerinin de esasını teşkil eder. Derece-gün cinsinden yıllık ısıtma enerjisi tüketim miktarı

$$Q_{h,yr} = \frac{K_{top}}{\eta_h} DD_h(t_{den}) \quad (2.4)$$

Denklemini yardımıyla hesaplanır.

t_{den} sıcaklığı farklı bir görüş yok ise, 18°C taban sıcaklığı olarak kullanılmalıdır (Ashrae 1998).

Soğutma derece-gün değerleri de, ısıtma derece-gün değerlerinin bulunduğu benzer bir şekilde bulunabilir (Ashrae 1998):

$$DD_c(t_{den}) = (1 \text{ gün}) \sum_{\text{günler}} (t_o - t_{den})^+ \quad (2.5)$$

Çoğunlukla soğutma için denge noktası sıcaklığının tanımı ile ısıtma için yapılan tanım aynı olsa da, yapının soğutma için denge noktası sıcaklığı ısıtma için hesaplanan değerinden genellikle farklıdır.

Derece-gün yönteminde, t_{den} sıcaklığının sabit olduğu kabulüne göre hesaplamalar yapılsa da, gerçek durumda denge sıcaklığını sabit tutmak neredeyse imkânsızdır. t_o sıcaklığı günlük ortalama dış sıcaklık değerini, t_{den} sıcaklığı ise ısıtma veya soğutma için belirlenen denge noktası sıcaklığını belirttiğinden, bu iki değer birbirine yaklaştıkça, belirsizlik de artar. Bu nedenle, derece-gün yöntemi diğer sürekli hal yöntemleri gibi, ılık iklimlerde enerji sarfiyatının tespitinde güvenilir sonuçlar vermez. Gerçekte, enerji

sarfıyatı yapıyı kullananların ihtiyaç ve alışkanlıklarına göre değişim gösterir ve kesin sonuçlar tahmin edilemez (Ashrae 1998).

Bahsedilen sorunlarla karşılaşılsa da, derece-gün yöntemi binaların ısıtma için gerekli yıllık enerji miktarını, oldukça doğru bir şekilde verebilir. Ayrıca ılık iklim bölgelerinde enerji gereksinimi düşüktür; bu nedenle bu bölgelerde yapılması muhtemel büyük bir hatanın genel toplam içindeki etkisi daha az olur (Ashrae 1998).

Bina enerji analizi bilgisayar programları aracılığıyla çok daha basit bir şekilde hesap edilse de, derece-gün yönteminin ana elemanları ve denge noktası sıcaklığı, önemini sürdürecektir. Bir iklimin sertliği derece-gün sayıları yardımıyla karakterize edilebilir. Senelik enerji talebinin tahminine olanak verir. Tahmin edilen bu değerler, eğer binanın iç ortam sıcaklığı ve iç ısı kazançları sabit ise ve eğer ısıtma veya soğutma sistemlerine tüm ısıtma veya soğutma sezonu süresince başvuruluyorsa kesin değerler olabilir.

1. Isıtma derece gün yöntemi

Yapılardaki konfor koşulları mahal sıcaklığı belirlenen taban sıcaklığı altına düştüğü zaman bozulmakta, bu sebeple mahallin ısıtılması gereksinimi doğmaktadır. Isıtma derece gün değeri de yapıların ısınma ihtiyacı için gerekli olan enerji veya yakıt miktarının belirlenmesinde, bir bölgenin belirlenen bir zaman aralığında ısınma gereksinimlerinin belirlenmesinde, aynı şekilde bir bölgenin ısınma gereksinimleri ile bir başka bölgenin kıyaslanmasında rahatlıkla kullanılabilir. Bu ısı ihtiyacının ölçümü ise en yakın olarak Isıtma Derece Gün değerleri hesaplanarak ulaşılabılır (Letherman and Al- Azawi 1986; Gültekin 1995). Isıtma derece gün değerleri dış hava sıcaklığı belirlenmiş olan bir taban sıcaklığı altında olduğu değerlerin farklarının toplanması ile elde edilen değerdir. Belirlenmiş olan bu taban sıcaklığının altına düşen her bir derecelik sıcaklık farkı bir ısıtma derece gün olarak tanımlanır. Bu sebeple bir tam gün süresince ısıtma derece gün değerleri dış ortam sıcaklığının belirlenmiş olan taban sıcaklığın altında olduğu durumlar da belirtilen bu iki sıcaklık değerinin araların da ki farka eşit olur. Yukarı da belirtildiği gibi ısıtma derece gün değerleri yıllık, aylık veya

belirlenen farklı zaman aralıkları için hesaplanabilir. Bunu biraz daha açmak gerekirse ısıtma derece gün değerinin hesabı için belirlenmiş olan bir n periyodunda, belirlenmiş olan bir taban sıcaklık değeri altında ki değerler toplanır (Ashrae1993; Gültekin 1995; Büyükalaca vd 2001; Bayraktar 2002).

Yapılan araştırmalar sonucunda asgari konfor düzeyinin yaklaşık olarak 18,3 derece olduğu, iç ortam sıcaklık değeri bu değer altında olduğu zaman ortamın ısıtılması gerekliliğini göstermektedir (Lutgens and Tarbuck 1979; Kadioğlu 1993; Gültekin 1995). Ardahan özelinde düşünüldüğünde taban sıcaklığının 12 derece seçilmesi durumunda dış hava sıcaklık ortalaması 6 dereceye düşerse, o gün için ısıtma derece gün hesapları yapılması istenirse bu değer iki değer arasındaki fark olan 6 olarak alınır. Ancak tersi bir durum olarak düşünüldüğünde eğer dış ortam sıcaklık ortalaması 20 derece olursa bu değer herhangi bir ısıtma gereksinimi oluşmayacağından 0 olarak alınır. Bu sebeple negatif IDG değerleri 0 olarak belirlenir. Örnekten de anlaşılacağı üzere gün içinde alınmış olan ortalama sıcaklık değerleri düştükçe ısıtma derece gün değerlerinde artış görünür. Düşen hava sıcaklığı ısınma için çok daha fazla enerjiye veya yakıt gereksinimi duyulmasına sebep olur. Görüldüğü gibi belirlenmiş olan bir yörenin yıllık, aylık veya günlük ısıtma derece gün değerlerinin bilinmesi bu yerleşim merkezlerinin ısıtma ihtiyacı için kullanılması gereken yakıt miktarı veya enerji miktarı tahmininde kullanılabilir. Yapıların iç ortam konfor sıcaklığını kullanıcılar için istenilen düzeyde tutulabilmesi için ihtiyaç duyulan enerji veya yakıt miktarı ile derece gün değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Bu sebeple bir yerleşim merkezinin ısıtma derece gün değerleri mevcut durumun iki katına çıkması durumunda yakıt miktarı ya da enerji miktarının da aynı oranda artması gerekir (Gültekin 1995). Amerika Birleşik Devletlerinde günlük meteorolojik tahmin değerlerinin yanında, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ile birlikte ısıtma ve soğutma derece gün değerleri de yayınlanmaktadır. Ayrıca aylık veya yıllık birçok istasyondaki ortalama günlük sıcaklık değerleri yardımıyla hesaplanmakta olan derece gün sayıları, uzun yıllar kullanılmakta ve böylece farklı alanlar için yakıt tüketim değerleri doğruya çok yakın bir şekilde tahmin edilmektedir (Kadioğlu 1994). Isıtma derece gün değerleri uzun yıllar sıcaklık kayıtlarını kullanarak oluşturulduğu için bizlere iklim değişiklikleri ve iklim

sınıflandırmasında da yardımcı olabilir. Örneğin ülkemizde kullanılmakta olan TS 825 standardına istinaden ülkemiz derece gün sayıları dikkate alınarak dört bölgeye ayrılmıştır. Derece gün yöntemini tanımlarken bahsettiğimiz taban sıcaklığı kişilerin termal konfor şartlarını sağlayıp uygun koşullarda yaşamalarına devam edebilmeleri için gerek duydukları asgari sıcaklık değeridir. Binalar da iç ortam konfor şartları sağlanması için bireylerin gerek duyduğu en düşük sıcaklık seviyesine taban sıcaklığı denir. Burada belirlenen bu değer tüm insanlar için olmasa da büyük bir çoğunluğu için ortaktır. Belirlenmiş olan bu sıcaklık değeri gün içerisindeki binanın kullanımına bina sakinlerinin aktivitelerine gün içerisindeki kullanım süresine dış ortam hava şartlarına bölgeye coğrafi koşullara meteorolojik koşullara göre değişebilir. Ardahan'da yaşamakta olan bir kişi için sıcak bir gün tabiri ile Adana'da yaşayan bir kişi için sıcak tarifi aynı değildir. Bu sebeple belirtilen zamanda Adana'da yaşayan kişi için o gün soğuk olarak değerlendirilebilir. Bu sebeple daha soğuk iklim şartları olan il için taban sıcaklığı 15 derece olarak algılanırken daha sıcak bölgelerde ise bu değer yükselerek 18 derece veya daha yüksek olabilir (Gültekin 1995; Gültekin ve Kadioğlu 1996; Şen ve Kadioğlu 1998; Şen vd 1998; Bayraktar 2002). Görüldüğü gibi birçok yazar farklı çalışmaların da IDG değerlerinin hesaplanabilmesi için kullanılan farklı taban sıcaklıkları ön görmüştür. Kadioğlu (1993)'nin yapmış olduğu çalışmaya bakıldığında takdirde pencere kaynaklı radyasyonla ısı kazancı ve kullanıma bağlı olarak mutfak gereçlerinin oluşturduğu ısı sebebiyle takribi 3 derecelik bir ısı etkisi oluşturduğundan hesaplamalarda taban sıcaklık değeri 15 derece olarak alınması daha doğru bir sonuca ulaştıracaktır. Bu ekseninde ülkemiz genelinde yapılan çalışmalar mevcuttur (Kadioğlu 1993; Gültekin ve Kadioğlu 2000a; Kadioğlu vd 2001). Ayrıca mevcutta bakıldığı zaman geçmiş yıllar da meydana gelen enerji krizleri ve fosil yakıtların kullanılmasından ortaya çıkan çevresel sorunlar, uygulanması gereken iç ortam sıcaklık değerini tekrardan değerlendirilmesine sebep olup birçok ülke kendi coğrafi ve meteorolojik koşullarına istinaden yeni taban sıcaklıkları belirlemişlerdir.

2. Soğutma derece gün yöntemi

Derece gün yöntemleri arasında ısıtma dışında soğutma için de Soğutma derece günler oluşturulup kullanıma sunulmuştur. Soğutma derece günler yardımıyla dış hava sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda iç ortam koşullarını uygun konfor şartlarına getirmek hedeflenmektedir. Binalarda iç ortam konfor şartlarını sağlayabilmek için sıcak havalarda mahallin soğutulması ve havalandırılması elzemdir. Yapının uygun koşullara getirilmesi için lazım olan enerji ile Soğutma derece gün indeksinin paralel değiştiği sonucu yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Kadıoğlu 1993; Gültekin 1995). Soğutma işi için tüketilen enerji veya yakıt miktarını hesaplayabilmek için soğutma derece gün yöntemi kullanılmaktadır. Gün içerisinde toplanan dış ortam sıcaklıklarının ortalamasının belirlenmiş olan taban sıcaklık değerinin üstünde olduğu durumlarda, bahsedilen sıcaklık değerlerinin farkı Soğutma derece günleri belirtir. Yukarıda belirtildiği gibi belirlenen taban sıcaklıkları üstünde yer alan her 1 derecelik fark bir Soğutma derece gün değeri olarak kabul edilir. Soğutma derece günler belirlenen bir zaman aralığındaki toplamaların bir ifadesidir (Ashrae 1993; Williams 1996; Büyükcalaca vd 2001).

Havalandırma sistemleri pazarlayan firmalar için SDG değerleri büyük önem arz eder. SDG değerleri binaları havalandırmak ve soğutabilmek için kullanılmakta olan cihazların boyut ve hacimlerinin seçilebilmesinde bizlere yol göstericidir. Kadıoğlu (1994), SDG için ülkemiz de kullanılacak olan taban sıcaklık değerini 24 derece olarak önermiştir.

3. Büyüme derece gün yöntemi

Derece günlerin bir başka sıklıkla kullanıldığı yer tarım faaliyetleridir. Büyüme derece gün değerleri çiftçilerimiz için yol göstericidir. Tarımsal faaliyetlerin en önemli ayakları olan yetiştirilecek olan ürünün büyüüp gelişmesi sürecinin takip edilebilmesinde, ürünlerin ilk yeşerme zamanı ve son olarak ürün toplama tarihlerinin tespitinde kullanılmaktadır (Lutgens and Tarbuck 1979). Büyüme derece gün, herhangi bir ürün

için, dış hava sıcaklık değerinin ürün büyüme sürecinin devam ettiği en düşük hava sıcaklığı olan taban sıcaklık üstünde olan süreç arasındaki ısı etkisinin takip edilme yöntemidir (Lydolph 1985). Burada bitki büyümesi için gerekli olan taban sıcaklığı olarak belirtilen değer bir ürünün olgunlaşması için gerekli olan en düşük sıcaklığı anlatır. Bu değer her bitki için farklılıklar gösterebilir. Yetiştirilecek olan bir ürün için büyüme derece gün değerleri gün içerisinde ki ortalama sıcaklık değerinin bitki yetişmesi için gerekli olan taban sıcaklığından daha yukarıda olduğu durumlar da bu iki sıcaklık arasındaki farkların toplamı alınarak hesaplama yapılır (Gültekin 1995).

4. Donma ve erime derece gün yöntemi

Özellikle hava, kara, demiryolu taşımacılığı gibi ulaştırma faaliyetlerinde ve tarım faaliyetlerinde kullanılmakta olan bir diğer derece gün yöntemi de donma ve erime derece gündür. Genel olarak faaliyet alanı içeriğinde su olan ve bu sebeple donma ve erimeye maruz kalan tüm sektörlerde donma ve erimeye rastlanmaktadır. Suyun donma noktası bu belirttiğimiz alanlarda ürün donmalarına, ulaşım ağında gecikmelere ve kazalara, yapı tesisat donmalarına sebebiyet verir (Gültekin 1995; Kadioğlu ve Öztürk 1996). Sıcaklık değeri donma noktasına düştüğü vakit birçok tarım ürünü ölmekte ve ulaştırma yollarının birçoğu donma sebebi ile riskli bir hal almaktadır. Bu nedenle özellikle yoğun bir şekilde don hadisesine maruz kalan yörelerde bu durumların sıklık ve şiddetinin önceden tahmin edilmesinin alınacak önlemler için önemi yadsınamaz. Aynı zamanda yetiştirilecek olan ürünün hangi bölgede hangi mevsimlerde yetiştirileceğinin bilinmesi bizler için önemlidir. Bitkilerin yetişmesi için mevsim boyunca don hadisesinin oluşmadığı günlerde ardışık bir dönem gereklidir. Donma ve erime derece gün değerleri çalışma yapılan gün için sıcaklık değerinin 0 derece taban sıcaklığı ile arasındaki farkı belirtir (Ahrens 1982; Gültekin 1995). Doğu Anadolu bölgesi gibi kış aylarının genel olarak çok sert geçtiği ve don hadisesinin kış mevsimi boyunca sık sık görüldüğü yerlerde, hava alanlarında, kara yollarında ve tarımsal alanlarda don hadisesinin etkisini ortadan kaldırmak sıcak iklim bölgelerine göre oldukça pahalıdır. DDG değerleri karşılaştırılması gerekirse Ardahan'ın Antalya'dan çok daha yüksek olacağı aşikârdır. Donma derece gün ve erime derece gün değerleri

hesaplanırken taban sıcaklık değeri her gün ortalama dış hava sıcaklığından çıkartılarak oluşan farkların toplamı olarak ifade edilir (Gültekin 1995; Perry and Symons 1991).

5. Ağırlıklı derece gün yöntemi

Bir yörede ki enerji ihtiyacı iklimsel verilere bağlı olduğu kadar bölgede yaşayan insan sayısı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Çünkü her bir kişi bir derece gün sayısı için aynı miktarda ısı enerjisine gereksinim duyar. Enerji tüketim değerleri hesaplanırken belirtilen bölgede yaşamakta olan kişi sayısı da hesaplara dâhil edilmelidir. Bir yöredeki nüfusun yoğunluk miktarı ısıtma ihtiyacına binaen gerçekleşen talebin üzerinde ki etkisi ADG'ler ile saptanır (Gültekin 1995; Bayraktar 2002).

Bir yörede yaşamakta olan insan nüfusunun toplam nüfusa oranı arttıkça ADG değerlerinin de arttığı görülmektedir. Bayraktar (2002), ADG sayılarını hesaplariken İstanbul ilinin ülkemiz genelinde gereksinim duyulan ısıtma amaçlı toplam enerji tüketim miktarının yüzde 13,1 ini Ankara'nın yüzde 7,4 ünü oluşturduğunu göstermiştir. ADG değerleri hesaplanarak geleceğe enerji gereksinimi belirlenebilir. Ülke geneli enerji talebine istinaden planlamaların yapılmasında önemli bir tahmin yöntemi olarak başvurula bilir. Aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$ADG=(n * DG)/100$$

2.1.2.b. Değişen taban sıcaklığına göre derece-gün yöntemi

Derece-gün $DD_h(t_{den})$ değerleri ile Q_h miktarının hesaplanması, t_{den} sıcaklığının değerine bağlıdır. Son yıllarda enerjiye olan talep artışı, denge noktası sıcaklık değerinin 18°C olarak değil konfor şartlarını sağlayacak şekilde daha düşük değerlere çekilmesi sebep olmuştur. Bu sebeple, t_{den} sıcaklığı yapıdan yapıya farklılık gösterebilmektedir.

Ayrıntılı verilere ulaşılamadığında, farklı taban sıcaklığına göre derece-gün değerlerini bulmak için çeşitli yöntemler bulunmuştur. Yöntemlerdeki asıl amaç, \bar{t}_o ortalama sıcaklık ve σ standart sapma ile oluşturulan genel bir sıcaklık dağılımına ulaşmaktır. Erbs *et al.* (1983), yalnızca \bar{t}_o aylık ortalama sıcaklık değerine giriş değeri olarak ihtiyaç duyan bir yöntem bulmuşlardır. Aylık σ_m standart sapma

$$\sigma_m = 3.54 - 0.0290\bar{t}_o + 0.0664\sigma_{yr} \quad (2.7)$$

Bağıntısından hesaplanır. Bu bağıntıda t ve σ ($^{\circ}\text{C}$) birimindedir. σ_{yr} ise yıllık ortalama $\bar{t}_{o,yr}$ değerlerinden aylık ortalama sıcaklıklardaki değişimi gösterir (Ashrae 1998).

$$\sigma_{yr} = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_1^{12} (\bar{t}_o - \bar{t}_{o,yr})^2} \quad (2.8)$$

Derece-gün değerinde kullanılması adına daha kolay bir denkleme ulaşabilmek için boyutsuzlaştırılmış sıcaklık değişkeni θ ,

$$\theta = \frac{t_{den} - \bar{t}_o}{\sigma_m \sqrt{N}} \quad (2.9)$$

N , ay içindeki gün sayısını (N gün/ay ve $\theta\sqrt{\text{ay/gün}}$ birimindedir) belirtmektedir. Sıcaklık dağılımları hesaplama yapılan aya ve yöreye göre değişim göstereceği için, bu değişkenlerin birçoğu \bar{t}_o sıcaklığının ortalama ve standart sapma değerleri ile hesaplanabilir. Bu sabitlere göre hesaplanan θ , bu etkileri ortadan kaldırır. θ Cinsinden aylık ısıtma derece-gün

$$DD_h(t_{den}) = \sigma_m N^{3/2} \left[\frac{\theta}{2} + \frac{\ln(e^{-a\theta} + e^{a\theta})}{2a} \right] \quad (2.10)$$

İfadesi ile istenilen koşullara en yakın şekilde elde edilebilir. Denklikte $a = 1.698\sqrt{ay/gün}$ (Ashrae 1998).

2.1.2.c. Bin yöntemi

Hava şartlarında meydana gelen değişiklikler ve bina sakinlerinin sisteme olan etkilerinin boyutunun belirlenmesi için, derece gün yöntemlerine göre daha anlaşılması zor yöntemler kullanılmaktadır. Gerekli olan enerji belirli bir zaman aralığında değil de sıcaklık aralığında toplanarak elde edilmektedir. Ana başlıktan da anlaşılacağı gibi bin yöntemi de bu esasa göre ölçüm değerlerini değerlendirir. Belirli sıcaklık aralıklarının tekrar eden değerleri, ölçüm yapılan iklim verilerinin bulunması ve buna istinaden sistemin yorumlarını içerir.

Yöntemde sıcaklık ve zaman aralıkları belirlenerek aylık veya yıllık enerji kullanımı bulunabilir. Isıtma, havalandırma, iklimlendirme sistem veriminin veya denge noktası sıcaklığının sabit olmadığı pek çok uygulamada, derece-gün yöntemi, hatta değişen taban sıcaklığına göre derece-gün yöntemi kullanılmadığı için bin yönteminden yararlanılabılır (Ashrae 1998).

Bin yöntemiyle analizde aşağıdaki denklemden yararlanılabılır (Ashrae 1998):

$$Q_{bin} = N_{bin} \frac{K_{top}}{\eta_h} (T_{den} - T_o)^+ \quad (2.11)$$

Burada K_{top} yapının toplam ısı transfer katsayısı ve η_h HVAC sisteminin verimidir. N_{bin} [h] belirli bir sıcaklık aralığında tekrarlanan saat sayısı, T_o sıcaklık aralığının orta noktası, T_{den} ise denge noktası sıcaklığıdır. Her sıcaklık aralığı (bin) için denklem çözülür. Elde edilen Q_{bin} değerleri bütün sıcaklık aralıkları için toplanarak toplam enerji sarfiyatı elde edilir. Hesaplamalarda pozitif değerler dikkate alınır (Ashrae 1998):

$$Q_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{bin},i} \quad (2.12)$$

Burada, m sıcaklık aralıklarının toplam sayısını göstermektedir.

Bin yöntemi, her türlü bina enerji analizi için kullanılabilir (Ashrae 1998).

Yapı dış yüzeyinden oluşan kayıpları azaltmak için güneşin etkisi göz ardı edildiğinde standart bir metot olan bin metodu yapıların enerji kullanımları ile ilgili yapılacak yorum veya tahminlerde sınırlı olarak uygulanabilirliği görülmüştür (Knebel 1995). Tıpkı derece gün metodunda olduğu gibi bin yönteminde de güneşten olan ısı kazançları iç ortamdan sağlanan ısı kazançları ısı dağıtım sistemleri veya HVAC sistemlerinde olduğu gibi hava miktarı ve ısı kazançları değerlendirilmemektedir. Klima sistemlerinde ki enerji tüketim miktarı da yine bilindiği gibi daha çok güneşe ve iç ortam yüklerine bağlı olduğundan bu uygulanan yöntemler bizleri tam ve net bir sonuca ulaştırmamaktadır. Yapmak istediğimiz hesaplamalar tamamen bizi yaklaşık değerlere götürmekte en yaklaşık değerleri tahmin etmemize yardımcı olmaktadır (Arısoy 1998).

2.1.2.d. Korelasyon yöntemleri

Çok ölçümlü yöntemler basit yöntemlerle bile yapılsa da, 2000-5000 m² orta büyüklükteki yapılar ile >5000m² olan büyük yapılarda enerji sarfiyat miktarlarının belirlenebilmesi için elle hesap yapmak uzun zaman alır ve karışıktır. Büyük binaların enerji sarfiyatının belirlenmesi için bin yöntemi kullanılması gerekiyorsa, hesaplarda kolaylık için yapıların birkaç ısıl bölgeye ayrılması ve yüklerin ayrı ayrı hesaplanması lazımdır. Isıl yükler, sonraki adımlarda cihaz kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Tabi bu hesaplamalar her bin noktası sıcaklık değerinde yapılması gerektiği için, ayrıca farklı tasarımlar için hesaplamalar tekrar edebileceğinden, karşılaştırmalı bir enerji analizinin yapılması amacıyla daha fazla çaba harcanması gerekecektir (Ashrae 1998).

Yapılacak olan analizleri daha basit hale getirebilmek için, enerji ihtiyacıyla alakalı farklı giriş değerleri için korelasyonlar geliştirilmelidir. Bunlar, yapılmakta olan birçok karmaşık analiz sayesinde, istenilen sonuç değerlerinin kolayca elde edilmesini sağlayacak istatistiki ifadelerin yardımıyla oluşturulur. Yapılanlar günlük hayatta da çoklukla kullandığımız hesap makinaları yardımıyla çözülebilecek kolay bir bağıntıdan, bir grafiksel yapıdan ya da bilgisayarlar için hazırlanmış basit bir programdan ibarettir. Böylece enerji kullanım miktarına tesir eden en temel girdilerin, elde edilecek olan sonuçlar üzerinde nasıl bir etkide bulunduğunu çok kısa bir zaman aralığında bizlere göstermiş olur.

2.2. Dinamik Yöntemler

Ticari amaçla ve endüstriyel amaçla kullanılmakta olan binaların ısı yüklerinin bulunabilmesi için başvurduğumuz iç ve dış ortam koşullarının çok çeşitli olması sebebiyle ve bu koşulların sürekli değişmesinden dolayı, senelik enerji tüketim miktarının doğruya en yakın tespiti için sık aralıklarla ortam koşullarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan birçok binada, yüksek pik iç ısı yüklerinin oluşması, belirtilen yüklerin saatlik dağılımının ve yıl boyunca her bir gün için tek tek kontrol edilmesini zorunlu kılmaktadır (Ashrae 1998).

Dinamik yöntemleri kullanabilmek için, bina ve enerji sisteminin modelinin,

- Yapının ısı çalışmasının,
- Şartlandırılmış hava sağlayıcı sistemin termodinamik davranışı
- Isıl yüke binaen ana ekipmanların enerji gereksinimini bulmaya yarayan sayısal bir bağıntıyı içermelidir.

Çoğunlukla her bir model için, giriş bulgularına göre sonuçların hesaplanmasını sağlayan formül oluşturulur. İklim ve dâhili ısı kazançları ile alakalı veriler, duyulur ısı hesabında ısı yük modeli için giriş verileri olarak kullanılır. Çoğunlukla tüm yapıyı tek

bir parça olarak değerlendirmektense yapı birbirinden farklı ısı parçalara ayrılarak modellenmelidir (Ashrae 1998).

2.2.1. Isıl denge yöntemi

Isıl denge yöntemi yardımıyla ortam net duyulur ısı yükünün hesaplanmasında başvurulan yöntemlerdendir. Yöntem termodinamiğin birinci kanunu ve matris prensipleri esaslarına dayanır. Yöntemde ağırlıklı faktörler yöntemine göre daha az kabul yapılmakta olduğundan daha esnek bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda yapılacak olan simülasyonda daha fazla hesaplama gerektirdiğinden bilgisayar daha uzun süre çalışmış olacaktır. Ağırlıklı faktörler yönteminde kullanılan ağırlıklı faktörler, ısı denge denklemleri kullanılarak bulunabilir. Ayrıca lineerleştirme yapılarak ışınlama ısı geçiş formülleri kolaylaştırılabilir (Ashrae 1998).

2.2.2. Ağırlıklı faktör yöntemi

Ağırlıklı Faktör Yöntemi mahallin duyulur ısı yükünün belirlenmesi için oluşturulmuş bir analiz metodudur, uygulanması kolay olmasına karşın enerji hesaplamalarında gerek duyulan birçok öğeyi içinde barındırdığı için kullanılabilir bir metottur. Bu analiz yöntemi aracılığıyla, yapıların üzerinde biriktirdiği ısı toplamını görmezden gelen sürekli hal yöntemleri ile çok daha karmaşık yapıya sahip olan enerji denge denklemlerini içeren yöntemler benzeştirilebilir. Bu analiz yöntemi sayesinde mahal ısı kazanımları, yapının büyüklük ve özellikleri yardımıyla, dış hava sıcaklıklarında ve iç ortam ısı yükü profiliyle elde edilir (Ashrae 1998).

2.2.3. Tek ölçümlü yöntemler

Tek ölçümlü yöntemde asıl olan bir dönemi içeren hesaplamalar yapılmasıdır. Kış dönemi, yaz dönemi veya bir tam yıl olarak değişebilir. Bazı uygulamalarda sadece hava sıcaklığı ile yük ve verim ilişkilendirilirken, bazılarında ise bir sene boyunca kullanılacak olan yakıt ihtiyacı bulunması için yük kapasitesi, eşdeğer tam yük saati ve

verim ilişkilendirilir. Ancak tüm bu uygulamalar gerçeğe uzak ve güvenilir sonuçlara götürmez (Alarko 2007).

2.2.4. Basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler

Basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler, enerji sarfiyatının hesaplanması için çeşitli şartlarda incelemeler yapıp elde edilen bazı önemli veriler kullanılarak uygulanır. Sıcaklık aralığının tanımlanabilmesi için bin yöntemi ve bidon yöntemi gibi uygulamalara başvurulur ve enerji sarfiyatı dış ortam kuru termometre sıcaklığına istinaden hesap edilir. Ardından bu kuru termometre sıcaklıklarının her biri için yılda ne kadar süre oluştuğu hesaplanmak suretiyle o yıl için enerji sarfiyatı belirlenmeye çalışılır (Alarko 2007).

2.2.5. Azaltılmış saat başı yöntemi

Azaltılmış saat başı yönteminde hesap yapılmak istenen ay boyunca alınan ölçümler sonucunda o ay için oluşturulan ortalama hava koşullarının bir tam gün için değerleri oluşturulur. Enerji sarfiyatı için oluşturulacak öngörülerde bu ortalama değerlere istinaden yapılır ve sonuca ulaşmak için elde edilen değerler hesap yapılan aydaki gün sayısı ile çarpılarak toplam değer bulunur. Anlatmış olduğumuz duruma istinaden yapılan farklı azaltılmış saat başı yöntem şekilleri mevcuttur. Bu sayede yöntem sayesinde ulaşılan değerlerde daha kesin sonuçlara ulaşılabilme oranı artmaktadır (Alarko 2007).

Bazı yöntemlerde yapının gün içerisindeki kullanım şartları farklı olduğundan dolayı, yapı üzerine çalışmalar çarşamba, cumartesi ve pazar günleri alınan değerlere göre tüm ay için elde edilmek istenen değer ortaya koyulur. Buna ek olarak çalışma yapılacak olan tüm aylar için belirtilen günlerde alınan değerler yardımıyla aylar için ortalama hava profili de kullanılır.

Bazı geliştirilmiş yöntemlerde ise, yapının hesaplanmak istenen dönem içinde geçen tüm günler için değişen bina dinamiklerini bulabilmek adına, haftanın yedi günü için bir profil çıkarılır. Aynı şekilde bu yöntem içeriğinde de aylık hava profili kullanılmış olur.

Bu yöntemde esas olan, hesap edilen aylarda normal değerden daha yüksek sıcaklıkta ve daha düşük sıcaklıkta ki günlerde elde edilecek olan yapı ve cihaz değerlerinin, normal değer üstünde bir değer olacağını varsayımıdır. Böylece ortalama hava değerlerinin kullanılmasıyla ayın birkaç günü için yapılacak hesaplamalar sonucunda oluşturulan simülasyon yardımıyla o ay için hesap edilmek istenen enerji gereksinimi kesine yakın bir şekilde elde edilmiş olur. Bahsedilen yöntem yardımıyla aylık hesap edeceğimiz değerler daha kolay bir şekilde bulunup zamandan kazanç sağlanmış olur (Alarko 2007).

2.2.6. 8760 saat başı yöntemi

8760 saat yönteminde yapılar ve teçhizatın çalışması, yıl boyunca gün gün ölçülen ve dış hava sıcaklıklarından elde edilen veriler yardımıyla 8760 saat esasına dayanılarak hesap edilir. Bu yöntemde asıl bilinmesi ve dikkat edilmesi gereken: yapının bir tam yıl süresince göstermiş olduğu performans esaslarını belirleyebilmek için oluşturulacak simülasyona esas olmak üzere, en gerçekçi enerji ve işletme maliyetlerinin bulunmasıdır. Yöntem dış hava sıcaklıklarından elde edilen veriler ve hava şartlarının hangi sıklıkta ve hangi saat aralığında farklılaştığını ayrıntılı olarak analiz etmeyi gerektirir. Yöntemin dışında yapıyı analiz ederken; gün gün her saat için kaç kişinin kullanımında olduğu, ısıtma, soğutma aralıkları, aydınlatma süresi, her türlü teçhizat kullanım miktarları ve aralıkları eklenmelidir. Eklenen bu değerler bir tam yıl için bir simülasyon olarak tüm değişiklikleri içinde barındıracak şekilde oluşturulur. Ulaşmak istediğimiz sonuca en yakın maliyet hesaplarına bu yöntemdeki kullanılan gerçek veriler bizi ulaştırır (Alarko 2007).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Ardahan ilinin iklim ve enerji analizi için Devlet Meteoroloji Müdürlüğünden alınan 1970 – 2010 yılları arasındaki meteorolojik veriler kullanılarak Derece-gün yöntemi ile analiz yapılmıştır. Bu analiz yapılırken, sıcaklık, donlu gün sayısı, basınç değerleri, karla örtülü gün sayısı, bulutlu gün sayısı, açık gün sayısı, 5-10-20-50 cm toprak sıcaklıkları, rüzgâr durumu, nem, yağmur vb. tüm veriler incelenmiş ve tablolar hazırlanmıştır. İl için tüm bu veriler kullanılarak ulaştırma faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, bina enerji analizi gibi birçok alanda kullanılacak olan önemli bilgiler oluşturulmuş, harmanlanmıştır.

Bölgeye genel olarak bakıldığında, Ardahan ili $41^{\circ} 36'13''$ kuzey ve $40^{\circ} 45'24''$ güney enlemleri, $43^{\circ} 29'17''$ doğu ve $42^{\circ} 25'43''$ batı boylamında bulunması ve yörenin yüksek olmasından dolayı (Rakım: 1829m.) , karasal iklim koşulları hâkimdir. Bu sebeple kış mevsimi uzun ve sert geçmektedir. Bu özelliği bitki örtüsüne de yansımıştır. İlin büyük bir bölümünde çayırılık alanlar ve meralar bulunmaktadır. Posof ilçesi ve Artvin ili yakınlarında ormanlara sıkça rastlanmaktadır. Posof ilçesinde mikro klima özelliği gösteren bir iklim yapısı mevcuttur. Bu bölgede yükselti 900m civarında olduğundan kışları yağış miktarı ve yazın dış hava sıcaklığı ilin diğer bölgelerine göre daha fazladır. Bu bölgenin tersine Göle ilçesi ise ülkenin en soğuk yörelerinden biridir. Etrafında yüksek dağlar olan bu ovada kışın fazla esinti de olmadığı için soğuk hava tüm yöreye etki eder, yoğun dondurucu etki yapar. İl genelinde kış altı-sekiz ay boyunca sürer. Yağışlar kışın kar, diğer tüm mevsimlerde yağmur bazen de dolu olarak görülür. Yıllık ortalama toplam 550,9 mm (Çiğ ve Kırağı hariç) miktarında yağışa rastlanmaktadır. İl genelinde don olayları haziran ayının ortalarına kadar sürebilmekte, sonbahar mevsiminin başlarında da don olayına rastlanmaktadır. Kış mevsimi uzunluğuna dair genel bir yaklaşımda bulunursak mevsim, ekim ayı ile nisan ayı arasında yaşanmaktadır. İlde yıllık ortalama toplam 127,4 gün karla örtülüdür ve ortalama sıcaklık değerleri yıllık ortalama $4,2^{\circ}\text{C}$ iken bu değer ekim-mart ayları arasındaki sezonda $-4,2^{\circ}\text{C}$ mertebelerinde iken, nisan- eylül ayları arasındaki sezonda ise $12,98^{\circ}\text{C}$ kadardır. Bulutlu gün sayısı yıllık ortalama değeri 224,02 iken nisbi nem

miktarı ortalaması ise %74'dür. Kapalı gün sayısının yıllık ortalaması 63,9 gün olması mevsim koşullarının serin olmasındaki en önemli etkenlerdendir. Esmeye sayılarının yoğunluğuna bakılarak hâkim rüzgâr yönünün WNW olduğu tespit edilmiştir. Burada verilen tüm bilgiler meteoroloji müdürlüğünden alınmış olan 1970-2010 yılları arasındaki resmi verilere dayanmaktadır.

Çalışmada ilin doğal kaynakları, buna bağlı olarak enerji potansiyeli hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca bu potansiyelden yararlanılıp yararlanılmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmada 2. Bölümde ayrıntılı olarak bilgi verilen enerji analiz yöntemlerinden derece gün yöntemi kullanılarak Ardahan ili dış sıcaklık ortalamalarına istinaden derece gün sayıları bulunmuştur. Bulunan değerlerin önceki çalışmalarla paralellik gösterip göstermediği değerlendirilmiş, tablo ve grafiklerle desteklenmiştir. Bunun yanı sıra bin yöntemi ile karşılaştırma ve bulunan değerlerin tutarlılığı hakkında öngörü oluşturmak için hesaplamalar yapılmış, tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca il özelinde meteorolojik veriler kullanılarak bu veriler hakkındaki görüş ve değerlendirmeler 4. Bölümde sunulmuştur. Bilindiği gibi Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Ardahan, iklimin de etkisiyle ulaşım ağının en zayıf olduğu, tarımsal faaliyetlerin oldukça sınırlı yapıldığı, ürün yetiştirme periyodunun kısa olduğu, yükseltisi fazla ve buna bağlı olarak kış mevsiminin oldukça sert geçtiği, sürekli göç veren ve ekonomik zorlukların yoğun bir şekilde hissedildiği bir ildir. Özellikle ısıtma için harcanan enerjinin; transferi ve maliyeti oldukça yüksek, aynı zamanda kışın uzun sürmesinden kaynaklı daha fazla enerji kullanımını gerektiren dezavantajları fazla bir ildir. Doğru uygulamalarla yapılacak olan bina ve tesisat yalıtımı, güneş enerjisinden maksimum yararlanma, uygun boyutta imalatı yapılan ve projelendirilen tesisat, sistem ve binalarla ciddi tasarruflar sağlanabilecektir. Kullanılan yöntem ile bina enerji hesaplamaları oldukça kolay bir şekilde yapılabilen ve maliyetler çıkarılabilmektedir. Diğer veri analizlerinin de tasarruf noktasında her birinden ayrı ayrı yararlanılabilecektir. İl genelinde ciddi tasarruf noktalarının olduğu hakkında fikir veren çalışma ile birçok mesleki grup ve resmi kuruluşlar dersler çıkarabilecek, planlama ve projelendirme faaliyetlerinde yararlanabilecektir.

3.1. Ardahan İli Doğal Kaynakları

Ardahan ili su kaynakları ve gücü, yeraltı zenginlikleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dair sahip olduğu potansiyele ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

3.1.1. Hanak suyu

Toplam Uzunluğu: 11Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu: 11 Km

Debisi: 1,45 (m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Komer Köyü sınırlarından başlamakta olup Cot suyu ile birleştiği yerde sonlanır.

3.1.2. Kayınlık deresi

Toplam Uzunluğu:16 Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu:16 Km

Debisi: 1,70 (m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Bal çeşme köyünün sınırlarından başlamakta olup (Yaklaşık 1 km yakınından) Fatma çayır deresinin birleştiği yerde sonlanır.

3.1.3. Kür çayı

Toplam Uzunluğu: 51Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu:51 Km

Debisi: 10,19 (m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Telliöğlü köyünün sınırlarından başlamakta olup (Yaklaşık 1 km yakınından) Fatma çayır deresi ile birleştiği yerde sonlanır.

3.1.4. Kura nehri

Toplam Uzunluğu: 1523Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu:76 Km

Debisi: 28,75 (m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Çatal köprü köyünün yaklaşık 7 km güneybatı kesiminden başlar, ülke sınırları dışına çıkarak devam eder.

3.1.5. Posof deresi

Toplam Uzunluğu :- Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu:19 Km

Debisi: 5,31 (m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Posof ilçesi sınırlarından başlayıp, ülkemiz sınırları sonrasında devam eder.

3.1.6. Türkmen deresi

Toplam Uzunluğu: 14Km

İl Sınırı içindeki uzunluğu:14Km

Debisi: 1,40(m³/sn)

Başlangıç ve bitiş noktası: Gedik köyünün yaklaşık 1,5 km kuzey kesiminden başlayıp Göle ilçesindeki Sorni deresinden 3 km kadar kuzeyde sonlanır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003).

3.1.7. Kömür

Ardahan ili sınırları içerisinde en fazla kömür rezervine Türkiye'nin Gürcistan sınırında bulunan Türkgözü köyü doğu yakasından geçen Zetava dere içinde rastlanmaktadır. Bu rezerv küçük bir alanda olsa da kalori değeri bakımından önem teşkil etmektedir.

Yapılan analiz sonuçlarında kömürün alt ısıl değeri 3646Kcal/kg iken üst ısıl değeri 3834 Kcal/kg olduğu görülmüştür (Kösedağ vd 1994). Bu yöre için yapılacak olan çalışmalar sonucunda bölge açısından ekonomik bir rezervin olup olmadığını kesinleştirecek ve bölgeye katkı sağlayabilecektir. Bunun dışında Dağyaran (1976)'ya göre Ardahan ili Çamlıçatak köyü yakınlarında ekonomik değeri daha düşük bir kömür rezervinin olduğu belirtilmektedir (Kösedağ vd 1994).

3.1.8. Doğalgaz

Ardahan il sınırları içinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda herhangi bir rezerve rastlanılmamıştır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003).

3.1.9. Rüzgâr

Ardahan ili için yapılan çalışmada 1970-2010 yılları arası meteorolojik değerler kullanılmış ve bu değerlere istinaden elde edilen veriler ışığında; ilde 45516 esme sayısı ile hâkim rüzgâr esme yönü WNW olarak belirlenmiştir. Ortalama rüzgâr hızı ise 2,1 m/sn. mertebelerindedir.

3.1.10. Güneş

Güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Bunların yanı sıra geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmayışı bu enerji türünü temiz ve çevre dostu bir enerji yapmaktadır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003). Yapılan çalışma ve incelenen makaleler doğrultusunda, Ardahan ilinde yılda ortalama 76,87 gün güneşli geçmektedir. Ayrıca yıl boyunca günlük ortalama 5,7 saat süreyle güneşlenme gerçekleşmektedir. Bu değer Türkiye genelinde bakıldığında Akdeniz ve Ege Bölgelerinin güneşlenme sürelerini yakalayamasa da yaklaşık 2000 saat değerlerine ulaştığı görülmektedir. Bu da güneş enerjisi potansiyeli olarak diğer bölgelere göre

düşük bir değer olsa da dünya geneline bakıldığında hatırı sayılır ölçüde güneşlendiğini göstermektedir.

3.1.11. Biyomas (Biyogaz, Odun, Tezek)

Ardahan ilinde oduna olan yıllık gereksinim 3000 ton civarında olup, bu ihtiyacın 1200 tonluk kısmı Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü tarafından üretilmekte, geri kalan miktar ise dışarıdan karşılanmaktadır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003). Şehirde Doğalgaz arzı tamamlanmış olup bu değer gün geçtikçe azalmaktadır.

3.1.12. Petrol

Ardahan il sınırları içinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda herhangi bir rezerve rastlanılmamıştır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003).

3.1.13. Jeotermal sular

Ardahan ili sınırları içerisinde Binbaşak köyü yakınlarından geçen Binbaşak fayı ile kura vadisinin kesiştiği bölümde ve Kars iline bağlı olan Susuz ilçesinin Ardahan ili tarafında kaplıca özelliği taşıyacak sıcaklık değerlerinde sıcak su kaynakları vardır (Ateşoğlu ve Yıldırım 2003).

3.1.14. İçme suyu kaynakları ve barajlar

Ardahan ilinde su kaynağı açısından herhangi bir problem yaşanmamaktadır. Nehir, göl, yeraltı suyu vb. kaynakları çokça mevcuttur. Ardahan il merkezinin su ihtiyacı Çataldere köyü mevkiinden elde edilmektedir. Kura Projesi kapsamında hidroelektrik santralleri kurularak elektrik enerjisi elde edilmekte olup ayrıca sulama amaçlı da proje kapsamında çalışmalar planlanmaktadır.

Enerji madeni olarak ilde yalnızca kömür bulunmaktadır. Ayrıca HES projeleriyle hidrolik enerjiden aktif olarak faydalanılmakta olan bitmiş projeler mevcuttur. Kura nehri üzerinde kurulumu tamamlanmış olan Kayabeyi, Akıncı, Köroğlu, Kotanlı, Hanak Söğütükaya, Merekler Regülatörü ve Algölü HES Projeleriyle toplamda 440GW elektrik üretimi yaparak ülke ekonomisine katkı sağlanmaktadır.

3.2. İklim Özellikleri ve Etkileyen Faktörler

İl genelinde sert karasal iklim etkisi görülmektedir. Sıcaklık değerleri kış aylarında -35 derecelere ulaşmaktadır. Kış mevsimi uzun ve kar yağışlı geçmektedir. Yaz ayları kısa geçmektedir. Baharda yoğun yağış alan bölgede tarımsal faaliyetler için kısa bir süre vardır. Bağıl nem oranı, düşük sıcaklıklardan dolayı fazla olan bölgede, mutlak nem miktarı düşüktür. Ortalama yağış miktarı 550mm olmasına karşın buharlaşma etkisi düşük olduğundan bölgede mera hayvancılığı ve tarım faaliyetleri için yeterlidir. Ardahan'da yıl boyunca kurak geçen ay bulunmamaktadır. 1970-2010 yılları arasında ilde ortalama günlük 4,4 mm yağış gerçekleşmiştir.

3.2.1. Mikro klima

Ardahan ili genelinde mikro klima tipi iklime Posof ilçesinde rastlanmaktadır. Posof ilçesinde rakımın düşük olması ve etrafının dağlarla çevrilmiş olmasından dolayı bu iklim tipine rastlanır. Posof'ta yılın her mevsimi yağışlı olmakla beraber, Ardahan'ın diğer kısımlarına göre dış sıcaklık değerleri daha yüksek ortalamalara sahip olduğu için daha ılıman bir iklim özelliği göstermektedir. Kış ayı bol miktarda kar yağışıyla geçerken, mayıs ayı ile başlayan yağışlar sonbahara kadar sürmektedir.

3.2.2. Plansız kentleşme

Ardahan ili için en önemli kentleşme sorunu şehir genelindeki alt yapı eksikliği, teknik eleman yetersizliği ve kontrolsüz yapılaşmadır.

3.2.3. Isınma amaçlı kullanılan yakıtlar

İl geneline bakıldığında zaman yakıt olarak şehir merkezinde doğalgaz, kömür en önemli ısınma amaçlı yakıt çeşitleri olmakla beraber bunların yanında odun, elektrik ve motorin de kullanılmaktadır. İlçe ve köylerde kömür, odun, elektrik, motorin ve tezek kullanımı görülmektedir. İl genelinde emisyon ile ilgili çalışma yapılmamış olup hava kirliliğine rastlanmadığı için bir yakıt sınırlanması yapılmamıştır.

3.3. Tarım ve Hayvancılık

İl genelinde tarımsal alanlar çok geniş bir bölgeyi kapsamakta olup yoğun olarak çayır ve meralar bulunmaktadır. Bu nedenle ilde mera hayvancılığı önemli bir gelir kapısıdır. Tarımsal ürün olarak en fazla arpa ve buğday yetiştirilen ilde genellikle büyük baş hayvancılığı yapılmaktadır. Hayvancılıkla birlikte peynir, yağ vb. hayvansal ürünler için bölgede önemli endüstriyel girişimler söz konusudur. Ülkemizde yapılan arıcılık faaliyetlerinde Ardahan ilinin önemli bir yeri vardır. Kafkas arı ırkının üretiminin de yapıldığı ilde yüksek miktarda bal elde edilmektedir.

3.4. Meteorolojik Veri Analizi ve Neden Gerekli Olduğu

Enerjiye olan gereksinim iklim ve hava ile doğrudan alakalıdır. Son kırk yıla ait meteorolojik verinin kullanılması ile Ardahan ilinin geçmişteki ve bugünkü enerji potansiyelini ve sorunlarını doğruya en yakın şekilde bulmak, mevcut duruma istinaden ilin enerji potansiyelini geliştirecek çalışmalar yapmak, sorunlarına çözüm yolları bulmak ve alternatifler oluşturmak amacıyla bu veriler değerlendirilmiştir. İl özelinde daha ayrıntılı bir çalışma yapmak amaçlanmıştır.

İklim, geniş alanlarda ve geniş bir zaman aralığında benzer özellik gösteren ve genel olarak aynı kalan ortalama hava koşullarını belirtir. Bununla birlikte bir bölgenin hava olayları açısından durumunu ortaya koyar.

Dünyanın çeşitli bölgeleri çeşitli iklimsel karaktere sahiptir. Örneğin Ekvator'da iklimsel değişiklik yok denecek kadar azdır. Gün içerisindeki hava durumu gerçeğe çok yakın olarak bilinebilir. Bahsedilen durum tüm yıl aynı olduğu gibi yıldan yıla da çok fazla değişmez. Ancak dünyamızın orta kısımları için bu durum çok daha farklıdır. Hava durumu ile iklim artık farklı bir anlam kazanır ve birbirinden ayrılır. Bu bölgelerde ortalamalar ele alındığında, iklimin ne çok sıcak ne de çok soğuk olduğu söylenebilir. Tam da bu sebepten ötürü orta kesimlere ılıman kuşak denilmektedir. Ekvatorun aksine ılıman iklim kuşağında gün içerisindeki hava koşulları zıtlıklar barındırır, değişkenlik gösterir. Çünkü kısa aralıklarla sıcak geçen günleri çok soğuk ve yağışlı günler takip edebilmekte, ardından tekrar sıcak hava olabilmektedir. Ülkemizde de bahar aylarında benzer duruma rastlanmaktadır (Atalay 1997; Obasi 2001).

İklim aynı zamanda uç hava olaylarını da içerir. Bir bölgenin hava olayları açısından karakterini ve bitki örtüsünü oluşturur. Bilinen birçok iklim tipi vardır. Fakat diğer bilim dallarındaki gibi, klimatolojide de ortak özellikli olanlar bir araya getirilmek suretiyle büyük iklim kuşakları oluşturulmuştur (Dönmez 1984; Erinç 1984). İklim bilimi (Klimatoloji), iklimi oluşturan parçaların analizi ile ilgilenir. Böylece bireyler de günlük, aylık, yıllık planlamalarını yapabilir, yaşam alanlarının mimari özelliklerini belirleyebilir, uç durumlara karşı önlemlerini alabilirler. Bu sebeple iklim yaşamımız için hayati önem taşıyan gıda, su, barınma ve yaşam alanlarının oluşmasında etkilidir. İklim bilgisi zararlı etki oluşturabilecek hava olaylarının etkisini azaltabilmek için gereklidir. Zaten bugün ki iklim verilerini elde edip bu veriler yardımıyla yakın geçmişle olan farkını belirleyebilirsek, gelecek için daha kolay bir şekilde planlamalar yapabiliriz (Atalay 1997; Obasi 2001).

İklimin önem gösterilmesi gereken elemanları sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme süresi ve şiddeti, basınç, rüzgâr hızı, yönü ve sayısı, buharlaşma vb. olarak sıralanabilir. Bu değerler gözlenebilmekte ve ölçülebilmektedir. Bu durum için farklı birçok etki de söz konusudur.

Her bilimsel çalışma için iklim analiz şekli ve dikkate alınan parametreler farklılık gösterebilmektedir. Bazen yağış ile sıcaklık arasındaki ilişkiye bakılırken, bazen yağış ile bitki örtüsü arasındaki ilişkiye bakılır. Ancak tek başına hiçbir iklimsel sınıflandırma kullanılmaz çünkü yeterlilik arz etmez. Hem iklimin sınıflandırması sürecinde hem de iklim analizi yapılırken mümkün olduğunca uzun yıllar ortalama değerlerine ve sağlıklı verilerin kullanılmasına özen gösterilmelidir (Dönmez 1984; Atalay 1997). İklim koşulları bilinen bir bölgede yapmak istediğimiz bir tatil planı, ekim yapmak istediğimiz bitki türü, yeni kurulacak olan bir üretim tesisinin özellikleri kolaylıkla belirlenebilir. Böylelikle yapılacak olan yatırım ve harcama en makul koşullarda tutulur. Üretilen ürünler kaliteli, sağlam ve kullanılabilir özelliğe sahip olur.

Meteorolojik verilerin kullanılmasıyla ulaşılan sıcaklık verileri farklı amaçlar için kullanılabilir. Özellikle ısıtma sistemleri ve soğutma sistemleri için elde edilen veriler önemli öngörüler sağlamaktadır. Bina iç ortam koşullarının istenilen değerlerde olması için dış hava sıcaklıklarının analizi yapıp iklim koşullarına uygun tasarımlar yapılabilir. Doğru bir yorumla tasarlanan sistemler kullanım kolaylığı yaratır. Ekonomiye ve çevreye katkılar sunar. Tüm proje verileri dış hava sıcaklığından yararlanılarak elde edilip gereken boyut ve maliyet analizleri yapılabilir. Çünkü çoğu değer hava sıcaklık değerleriyle doğru orantılı olarak değişir (Gültekin 1995; Gültekin ve Kadioğlu 1996).

Isıtma amaçlı kullanılan sistemlerin boyutlandırma işinde kullanılan veriler meteorolojik verilerden elde edilir. Yapılacak olan bir sistem kurulumu öncesinde ekipmanların tercihi ve sistemin büyüklüğü ile ilgili boyutlandırmanın yapılabilmesi için ısı yükünün bilinmesi gerekmektedir. Isı yükü hesabı dış ortam iklim koşullarına dayanır. Hesaplamalarımızda bu durum gözden kaçırılmamalıdır. Önceki yıllara ait elde edilmiş olan iklim verileri doğru yorumlanıp değerlendirildiği takdirde seçilen bölgede uygun tasarımlar yapılabilecektir. Bu sebeple ısıtma için seçilen yöredeki kış aylarına ait dış hava sıcaklığı istatistiki olarak incelenmelidir (Gülferi 1979; Demirbilek ve Yener 1996; Arısoy 1998). Isıtma sistemi kurulacak olan bir binanın ısı yükü belirlenirken binanın yapılacağı bölgeye ait dış hava sıcaklığının geçmiş yıllarda

belirlenen en düşük sıcaklığa istinaden belirlenmesi, sistemin olması gerekenden daha yüksek kapasiteli seçilmesine sebep olur. Burada sistemin her zaman en kötü koşula uygun cevabı verebileceği fakat bu durumla uzun yıllarda bir kez karşılaşılacağı bilinmelidir. Bu şekilde boyutlandırılan sistem verimsiz çalışacak, fazla kapasiteyle çalışmış olacaktır. Bahsedilen sistemin ilk kurulum maliyeti yüksek olacağı gibi hem yakıt hem de enerji harcama potansiyeli yüksek olacaktır. Çoğunlukla bu tip sistemler, düşük kapasitelerde anma verimlerinin daha altında düşük verimle çalışmaktadır (Gülferi 1979; El-Shaarawi and Al-Masri 1996).

Yapılacak çalışmalarda ısıtma amaçlı kullanılacak sistemleri boyutlandırırken sıklıkla karşılaşılan hava şartları dikkate alınır, istenilen kapasiteden daha fazla çalıştırma imkânı oluşacaktır. Diğer uç hava koşullarında kapasite yetersiz gelse de bu durum uzun süreli olmayacağı için kurulacak sistem daha verimli çalıştırılmış olacaktır. Uç sıcaklıklarda konfor şartlarından çok da uzaklaşmadan yapılan boyutlandırmalar daha kabul edilebilir olacaktır. Birçok çalışmada bu durum değerlendirilmiştir. Kış aylarına ait hesap sıcaklığı değeri; boyutlandırma amacıyla kullanılırken, tüm kış mevsimi süresince uygun sayıda tekrar eden en soğuk dış hava sıcaklık değeri olarak belirlenebilir. Böylece ısı kaybı hesaplamalarında bu değer kullanılmak suretiyle, sistem mevcut durumun üstesinden gelebilecek şekilde tasarlanabilir (Demirbilek ve Yener 1996; El-Shaarawi and Al-Masri 1996).

Ülkemizde de makine mühendisleri odasının Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Esasları belirlenmiş ve 1970 yılında yayınlanmıştır. Hala kullanılan ve ülkemizde kış mevsimi için -27°C - $+3^{\circ}\text{C}$ aralığında değişen bir dış hava kuru termometre hesap sıcaklığının yer aldığı kitap günümüz koşullarını çok da karşılamasa da hala kullanılmaktadır (Narter *et al.* 1968; TS 1984).

Zaten küresel ısınma, kontrolsüz kentleşme vb. sebeplerle iklim verilerinde şehir içinde bile oluşan ve farklılıklara sahip ısı adaları sebebiyle yeni değerlendirmeler gereklidir. Tasarımcılar bu sebeple kendi iklim verilerini tecrübelerine istinaden hesaplamalarına ekleyerek projelendirmeler yapmaktadır.

Doğruluğu daha kesin olan hesap değerleriyle kazanlar daha düşük kapasitelerde seçilebilmekte, buna bağlı olarak radyatör ölçüleri gibi tesisatın ihtiyaç duyduğu tüm ekipmanların boyutlarının azalmasına ve hem milli ekonomiye fayda saptanmış olarak hem de tasarımda sadeliğe yaklaşarak daha verimli sistem çözümleri oluşturulabilmektedir (Gültekin ve Kadioğlu 1996; Kuehn *et al.* 1998).

Bu ve benzeri ihtiyaçlardan dolayı iklimsel veri analizi ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada da olduğu gibi, uzun yıllar kayıt altına alınan meteorolojik veriler yardımıyla inşa edilen binalar için dış hava sıcaklıkları referans alınır, böylece ısı kayıpları belirlenir. Yapılan çalışmalar sonucunda belirlenen değerler yardımıyla gerekli ısı enerjisi bulunur, sonrasında da bu enerjinin elde edileceği yakıt miktarı kolaylıkla hesaplanır. Yakıt miktarı belirlenmesinde mimari yapı, kullanılan duvar elemanları, güneşlenme süresi, yapı içi insan sirkülasyonu, konumu gibi birçok etken hesaba dâhil edilmelidir. Böylece bina yapım aşamasında veya herhangi iki bina karşılaştırmasında hangi oranda tasarruf sağlandığı da belirlenebilir. Hesaplanan derece gün değerlerinin kullanımı sadece bina tasarımı, mimari, tarımda değil insan yaşamında enerji ihtiyacı duyulan birçok noktada sonuca yaklaşılmaya yardımcı olacak önemli fikirler vermektedir.

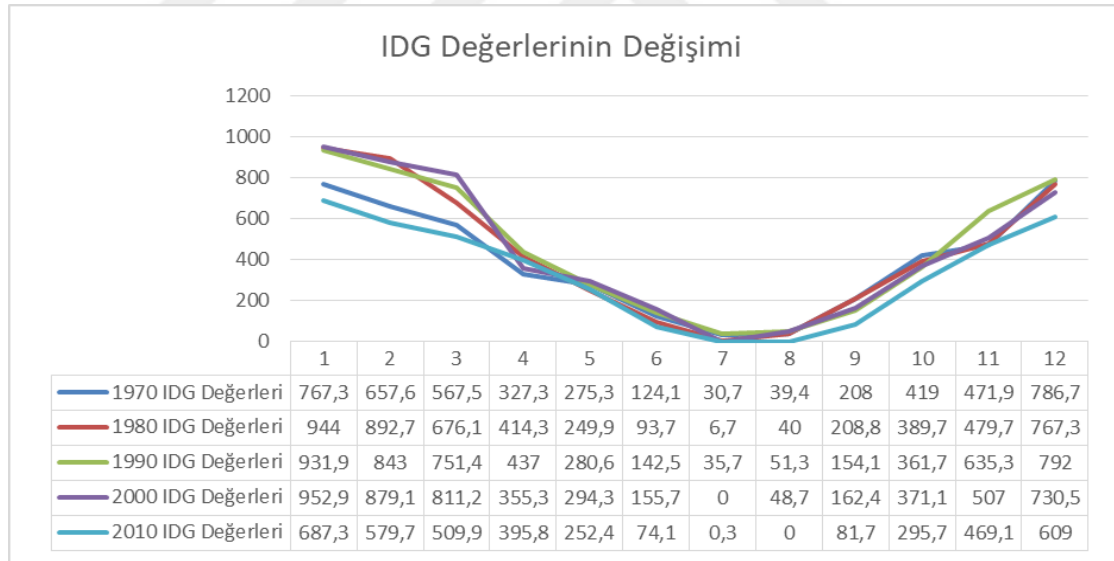
Derece gün yönteminin yanı sıra geliştirilmiş çok daha kapsamlı enerji analiz yöntemleri mevcuttur. Ancak derece gün yönteminin kolaylığı ve hesaplarında fazla veri girişi gerektirmeyen yapısından dolayı çok tercih edilen bir yöntemdir. Güvenilir sonuçlar vermektedir. Ulaşımından mimariye, tarımdan taşkın öngörüsüne kadar birçok alanda bizlere hareket kabiliyeti kazandıran ve işlerimizi planlı olarak yürütmemize olanak sağlayan bu yöntemler bazı ülkelerde aylık olarak vatandaşlara sunulmaktadır. Bireyler yakıt masraflarını bu yolla hesaplayabilmektedir (Demirbilek 1992; Kadioğlu 1993). Ayrıca çalışmada karşılaştırma yapılabilmesi için bin yöntemi ile de analiz yapılmıştır. Oluşan veriler, grafikler, tablolar ve çizelgelerle gösterilmiştir.

3.5 Ardahan'da Derece Gün Sayılarına Genel Bir Bakış

Ardahan ili için bu çalışmada öncelikle sıcaklık değerleri analiz edilerek 1970-2010 yılları arasındaki değerlerden faydalanılmıştır. Bölüm 2'de ayrıntılı olarak bahsedilmiş olan bina enerji analiz yöntemlerinden derece gün yöntemi ile dış sıcaklık verileri kullanılarak enerji analizi yapılmıştır. Gün gün alınan dış sıcaklık değerleri formüller yardımıyla derece gün sayılarına dönüştürülmüştür. DG değeri iklim şartlarına istinaden değişkenlik gösterebilir. Ülkemiz için il bazında IDG değerleri en düşük olan bölge Hatay/İskenderun için 878 mertebelerindedir (Bolattürk 2006). Ardahan'da ise 1970-2010 yılları arasında elde edilen değerler ile derece gün değeri hesaplanmış ve ortalama 5056 olduğu bulunmuştur. Bu da, Ardahan ilinde olan bir binanın, aynı özellikte İskenderun'da olana göre ısınma için 5,7 kat daha fazla enerji ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Şensoy vd (2006), Türkiye genelinde uzun yıllar ısıtma ve soğutma gün derecelerini hesapladıkları çalışmada 1975-2005 yılları arası sıcaklıkları irdelenmiştir ve Ardahan için IDG değeri 5155 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ulaşılan değerler ile daha önce ülke genelinde yapılmış olan çalışmaların paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Derece gün sayılarına aylık olarak bakılırsa ısıtma sezonunun oldukça geniş olduğu, soğutmaya ise neredeyse hiç gerek olmadığı anlaşılmaktadır. Ardahan ili TS825'e göre 4. Bölgede yer almaktadır. Ülkemiz için geliştirilmiş olan bu standart eksikleri olmasına rağmen enerji korunumu için ülke genelinde fayda sağlamıştır. Özellikle yalıtım hesaplamaları konusunda bu bölgelerin oluşturulması yapılacak mimari tasarımlar için önemlidir. Son yıllarda sıcaklıkların yükselmesiyle derece gün sayılarında düşüş olduğu Çizelge 3.1'den anlaşılmaktadır. Yakın gelecekte Ardahan ili için de soğutma ihtiyacının oluşacağı ekte belirtilen tablolardan ve grafiklerden öngörülebilir. Dünya genelinde enerjiye olan ihtiyacın artması ve buna bağlı olarak yakıt giderleri vb. harcamaların makul boyutlarda kalabilmesi için bu değerlerden yararlanılmalıdır.

Çizelge 3.1. Ardahan ili 18°C taban sıcaklığı için aylık IDG değerleri ve ortalamaları

	1970	1980	1990	2000	2010	Aylık ortalama
Ocak	767,3	944	931,9	952,9	687,3	856,68
Şubat	657,6	892,7	843	879,1	579,7	770,42
Mart	567,5	676,1	751,4	811,2	509,9	663,22
Nisan	327,3	414,3	437	355,3	395,8	385,94
Mayıs	275,3	249,9	280,6	294,3	252,4	270,5
Haziran	124,1	93,7	142,5	155,7	74,1	118,02
Temmuz	30,7	6,7	35,7	0	0,3	14,68
Ağustos	39,4	40	51,3	48,7	0	35,88
Eylül	208	208,8	154,1	162,4	81,7	163
Ekim	419	389,7	361,7	371,1	295,7	367,44
Kasım	471,9	479,7	635,3	507	469,1	512,6
Aralık	786,7	767,3	792	730,5	609	737,1
Yıllık toplam	6644,8	7142,9	7406,5	7268,2	5965	6885,48



Şekil 3.1. Ardahan ili 18°C taban sıcaklığı için aylık IDG değerleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Ardahan İstasyonunun 1970-2010 yılları arasında elde ettiği günlük en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık, yağış, basınç, kapalı günler, açık günler, rüzgâr hızı, esme yönü ve sayıları, güneşlenme değerleri gibi meteorolojik veriler kullanılmıştır. Bu sayede Ardahan ilinin sıcaklık, yağış, güneşlenme, bulutluluk, basınç vb. değerlerinin uzun yıllara dayanan incelemesi ile bu değerlerde oluşan değişiklikler ve eğilimlerin yeniden değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

İl genelinde kış mevsimi altı-sekiz ay boyunca sürmektedir. Yağışlar kışın kar, diğer tüm mevsimlerde yağmur bazen de dolu olarak görülür. Yıllık ortalama toplam 550,9 mm (Çiğ ve Kırağı hariç) miktarda yağışa rastlanmaktadır. İl genelinde don olayları haziran ayının ortalarına kadar sürebilmekte, sonbahar mevsiminin başlarında da don olayına rastlanmaktadır. Kış mevsimi uzunluğuna dair genel bir yaklaşımda bulunulursa mevsim, ekim ayı ile nisan ayı arasında yaşanmaktadır. İlde yıllık ortalama toplam 127,4 gün karla örtülüdür ve sıcaklık değerleri yıllık ortalama 4,2°C iken bu değer ekim-mart ayları arasındaki sezonda -4,2°C mertebelerinde, nisan- eylül ayları arasındaki sezonda ise 12,98°C kadardır. Bulutlu gün sayısı yıllık ortalama değeri 224,02 iken nisbi nem miktarı ortalaması ise %74'dür. Kapalı gün sayısının yıllık ortalaması 63,9 gün olması mevsim koşullarının serin olmasındaki en önemli etkenlerdendir. Esme sayılarının yoğunluğuna bakılarak hâkim rüzgâr yönünün WNW olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Ardahan ili için Derece gün yöntemi ile sıcaklık değerlerinden yararlanılarak derece gün sayılarına ulaşılmıştır. Ayrıca bir diğer enerji analiz yöntemi olan Bin Yöntemi ile de örnekleme yapılmıştır. Tüm veriler ile ilgili tablo ve grafikler aşağıda ve ekte sunulmuştur.

4.1. Hava Basıncı

Ülkemizde basınç yükseltiden dolayı 772-1016 mb aralığında değişebilmektedir. Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmış olan günlük ortalama hava basıncı değerleri kullanılmış olup, Ardahan ili için ortalama basınç değeri 818,3 hPA olarak bulunmuştur. 1985 yılının Şubat ayının 5. Günü 801,5hPa olarak en düşük değer ölçüldüğü ve 1996 yılının Ocak ayının 26. günü 834,5hPa olarak en yüksek değerin ölçüldüğü görülmektedir. Ardahan iline ait aylık ortalama hava basıncı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Ayrıca grafik 3 ile uzun yıllar boyunca görülen basınç değerleri şematize edilmiştir.

Çizelge 4.1. Uzun yıllar aylara göre ortalama, en yüksek ve en düşük basınç değerleri

Aylar	Ortalama basınç (hPA)	En yüksek basınç (hPA)	En düşük basınç (hPA)
Ocak	819,3	834,5	805,3
Şubat	817,2	829,8	801,5
Mart	815,8	827,1	801,6
Nisan	815,3	827,5	802,8
Mayıs	816,9	825,7	806,5
Haziran	817,1	824,5	809,4
Temmuz	816,9	827,5	806,5
Ağustos	818,0	827,9	811,6
Eylül	820,3	828,7	812,9
Ekim	821,9	830,1	808,1
Kasım	821,3	832,5	808
Aralık	820,2	831,2	803,5

4.2. Sıcaklık

Ardahan ili özelinde yapılmış olan çalışmada, ilde yıllık ortalama sıcaklık değerinin 4,2°C olduğu görülmektedir. Yıl boyunca en yüksek sıcaklık değerlerine temmuz ve ağustos aylarında rastlanmaktadır. 1970-2010 yılları arasında en yüksek sıcaklık değeri 1998 yılının Ağustos ayının 28. günü 35°C ve en düşük sıcaklık değeri ise 2008 yılının Ocak ayının 14. günü -34,4°C olarak ölçülmüştür. Ardahan merkezde sıcaklıklar

Temmuz ayında 34,3°C, Ağustos'ta ise 35°C'ye kadar ulaştığı tespit edilmiştir. İl genelindeki en düşük sıcaklık değerlerine kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında rastlanmaktadır. Bu sebeple en fazla ısıtma ihtiyacı da bu dönemde olmaktadır. Ayrıca Ardahan'da haziran, temmuz, ağustos aylarında dahi ısıtma ihtiyacı olabildiğine tablolardan ulaşıla bilinecektir. 1994 yılının Kasım ayının 30. günü -24,9°C, 2005 yılı Aralık ayının 12. Günü -33,3°C, 2008 yılının Ocak ayının 14. günü -34,4°C ve 2005 yılının Şubat ayının 13. günü -33°C en düşük sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ardahan ilinde en soğuk ay ortalaması -11,6°C, en sıcak ay ortalaması 16,3°C'dir. Ardahan'da da ortalama sıcaklık değerleri, dünya genelinde olduğu gibi artış göstermektedir. Fakat bu durum ilimiz için dünya genelinde olduğu gibi 1980'li yıllarda değil 1990'lı yıllar sonrasında kendisini göstermiştir.

Çizelge 4.2. 1970-2010 yılları arası aylara göre ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

Aylar	Ortalama sıcaklık	En düşük sıcaklık	En yüksek sıcaklık
Ocak	-12,3	-31,1	2,8
Şubat	-10,6	-27,8	4,4
Mart	-3,7	-24,3	10,6
Nisan	5,0	-11,1	16,6
Mayıs	10,2	-3,2	17,6
Haziran	14,1	2,5	20,4
Temmuz	17,9	4,4	24,4
Ağustos	17,4	7	24,8
Eylül	13,6	1,2	21,5
Ekim	7,5	-7,6	14,2
Kasım	-0,2	-19,2	9,6
Aralık	-8,3	-30	5

4.3. Nisbi Nem

Nispi nem mevcut durumdaki basınç ve sıcaklık değerlerinde, havada bulunan su buharı miktarının, aynı basınç ve sıcaklık değerinde havanın tutabileceği maksimum su buharı miktarına olan oranı olarak tanımlanabilir. Bu değer yüzde ile ifade edilir. Nispi nem,

mutlak nem miktarı değildir. Ülkemizde en yüksek nispi nem değerleri Marmara Bölgesinde, en düşük değerlere ise Güney Doğu Anadolu bölgesinde rastlanmaktadır. Bağıl nem ile sıcaklık arasında ters orantı vardır. Sıcaklık değerlerinde düşme olursa maksimum nem azalır, bağıl nem yükselir. Aynı şekilde sıcaklık değerlerinde yükselme kaydedilirse maksimum nem artar ve buna bağlı olarak bağıl nem düşer. Ardahan ili için yapılan çalışmada nem yüzdesinin %63,60-%83,10 Aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.3. 1970-2010 yılları arası aylara göre ortalama, en düşük ve en yüksek %Nem değerleri

% Nem değerleri	En düşük değer	En yüksek değer	Ortalama
Ocak	76,60	80,70	79,19
Şubat	76,80	81,50	78,80
Mart	75,00	80,10	77,44
Nisan	68,50	76,70	71,56
Mayıs	68,80	74,00	71,52
Haziran	68,90	76,20	71,81
Temmuz	67,90	72,50	70,41
Ağustos	65,70	71,20	68,66
Eylül	63,60	70,60	67,22
Ekim	68,30	76,50	71,77
Kasım	72,20	79,20	76,26
Aralık	78,20	83,10	80,25

4.4. Rüzgâr

Ardahan ili için yapılan çalışmada aylık ortalama rüzgâr hızları ile alakalı veriler Tablo 7'de, rüzgâr yönüne göre esme sayısı ve esme yüzdesi ile ilgili veriler Tablo 8'de sunulmuştur. Rüzgâr hızının uzun yıllar aylık ortalama değerlerine bakıldığında hızın en az olduğu ay, 1,5 m/s ile Aralık ayı olarak tespit edilirken, en yüksek olduğu ay, 2,8 m/s ortalama değer ile Nisan ayı olarak tespit edilmiştir. İlde rüzgâr hızı 1,5-2,8 m/s aralığında değişmektedir. Rüzgârın esme yönü ve yüzdesi bakımından değerlendirme yapılacak olursa en fazla esmenin batı yönlü olduğu, rüzgâr hızının fazla olduğu batı yönünden Nisan ayında ve rüzgâr hızının yavaş olduğu, gün batısı lodos (WSW)

yönünden Aralık ayında estiği tespit edilmiştir. Ardahan'da hâkim rüzgâr yönü, gün batısı karayel (WNW) yönüdür. Aylara göre rüzgâr hızı Çizelge 4.4'te, rüzgâr yönüne göre esme sayısı ve yüzdesi Çizelge 4.5'te ve hâkim rüzgâr yönleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. 1970-2010 aylara ortalama rüzgâr hızı

Aylar	Aylık ortalama rüzgâr hızı m/s
Ocak	1,6
Şubat	1,8
Mart	2,1
Nisan	2,8
Mayıs	2,7
Haziran	2,5
Temmuz	2,3
Ağustos	2,3
Eylül	2,2
Ekim	2,0
Kasım	1,8
Aralık	1,5

Çizelge 4.5. 1970-2010 Rüzgâr yönüne göre esme sayıları ve esme yüzdesi

Rüzgâr yönü	Esme sayıları	Esme yüzdeleri
N	6949	2,03
NNE	15396	4,50
ENE	24329	7,11
ESE	25017	7,31
SE	19150	5,60
SSE	35553	10,39
S	17745	5,18
SSW	25557	7,47
SW	13352	3,90
WSW	36974	10,80
W	18109	5,29
WNW	45516	13,30
NW	17844	5,21
NNW	22914	6,69
C	17861	5,22

Çizelge 4.6. 1970-2010 Hâkim rüzgâr yönleri

Ay	Hâkim yön(°)
Ocak	WSW
Şubat	WSW
Mart	WNW
Nisan	WNW
Mayıs	WNW
Haziran	WNW
Temmuz	ENE
Ağustos	ENE
Eylül	WNW
Ekim	WNW
Kasım	WNW
Aralık	WSW

4.5. Yağmur

Ardahan ili genelinde 1970-2010 yılları arasında yağış parametreleri incelenip çizelge ve şekil haline getirilmiştir. İlde tüm aylarda yağış görülmektedir. 5-6-7-8. aylarda yağış miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Bu aylar arasında en fazla yağış Haziran ayında gerçekleşmiş olup ortalama 91,6mm ölçülürken, en az yağış ise 18,2 mm ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yağış miktarının 0,1 mm ve üzerinde olduğu günler dikkate alındığında ise 17,2 mm ile Mayıs ayı öne çıkmaktadır. Günlük en fazla yağış 2004 yılının 7. ayının 19. gününde 59,3 mm olarak gerçekleşmiştir. Aylık ortalama yağış miktarı Çizelge 4.7'de, Uzun yıllar aylık yağışın 0,1 mm ve büyük olduğu günler Çizelge 4.8'de belirtilmiş olup, bu değerlerin işlendiği grafikler de ekte sunulmuştur. Ardahan için yıllık toplam yağış ortalaması 550,9 mm olarak tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde görülen yağış miktarında artma varken, kış yağışlarında azalma eğilimi görülmektedir.

Çizelge 4.7. 1970-2010 Aylara göre toplam yağış ortalaması

İstasyon No	Ay	Aylık toplam yağış ortalaması (mm)
17046	Ocak	18,2
17046	Şubat	20,7
17046	Mart	30,6
17046	Nisan	50,5
17046	Mayıs	82,8
17046	Haziran	91,6
17046	Temmuz	70
17046	Ağustos	61,1
17046	Eylül	33,8
17046	Ekim	38,6
17046	Kasım	29,8
17046	Aralık	23,2

Çizelge 4.8. 1970-2010 Aylık yağışın 0,1 mm ve büyük olduğu günler

İstasyon No	Ay	Uzun yıllar aylık yağışın 0,1 mm ve büyük olduğu günler
17046	Ocak	9,3
17046	Şubat	9,7
17046	Mart	11,1
17046	Nisan	13,9
17046	Mayıs	17,2
17046	Haziran	15,4
17046	Temmuz	11,3
17046	Ağustos	10,8
17046	Eylül	7,7
17046	Ekim	10,1
17046	Kasım	9,4
17046	Aralık	9,9

4.6. Kar Yağışı

Ardahan ili için yapılan çalışmada, yağışların genellikle kar şeklinde olduğu görülmektedir. Ekim ayında kar şeklinde yağışlar başlamakla birlikte bu durum bazen Haziran ayına kadar sürebilmektedir. Yılın en az altı ayı bölge kar altında kalmakta ve yağışlarda kar şeklinde olmaktadır.

1970-2010 yılları arasında en fazla karla kaplı güne 1987 yılında 163 gün olarak rastlanmaktayken, en az karla kaplı gün sayısına 2010 yılında 66 gün olarak ulaşılmaktadır. Karla kaplı günler çoğunlukla ekim - aralık ayı ile başlamakta olup eylül ayında da başladığı görülmektedir. Karların eriyip bahar ayına geçilmesi ise çoğunlukla mayıs ayında olmasına rağmen bazı yıllarda nisan ayında da gerçekleştiği görülmektedir. Ardahan için uzun yıllar karla kaplı gün ortalaması 121,3 gün olarak tespit edilmiştir. Karla kaplı gün sayısında azalma görülmektedir.

4.7. Don Hadisesi

Karasal iklim şartlarının hâkim olduğu bölgede bulunan Ardahan ili için iklim şartları yüksekliğin de etkisiyle daha sert bir şekilde hissedilmekte ve buna bağlı olarak da karla kaplı gün sayısı ve don hadisesinin yaşandığı gün sayısı fazla olmaktadır. Bilindiği gibi hava sıcaklık değeri 0°C'nin altına düştüğü durumlarda don hadisesi meydana gelmektedir. Çalışmanın yapıldığı süreç için en az donlu gün yaşandığı yıl 156 gün ile 2010 yılı olmuştur. En fazla donlu gün ise 219 gün ile 1987 yılı olmuştur. Ardahan ilinde kış ayları boyunca yörede don görülmektedir. 6-7-8. aylar da bile en az bir kere de olsa don hadisesi görülmüştür. 1970-2010 yılları arasında toplamda Haziran aylarında 30 gün, Temmuz aylarında 3 gün ve Ağustos aylarında 3 gün, yaz aylarında da olsa don hadisesine rastlanmıştır. 1975'de 1 gün ve 1987'de 2 gün Ağustos aylarında don olayı görülmüştür. Aynı şekilde 1976'da 1 gün, 1977'de 1 gün, 1992'de 1 gün olmak üzere 3 kez Temmuz aylarında don hadisesine rastlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı süre göz önüne alındığında donlu geçen gün sayısı ortalama 190 günlerden, ortalama 150 günlere düşmüş olup, Ardahan ili için azalma eğilimi olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. 1970-2010 yılları arası aylara göre donlu ve karla kaplı gün sayıları ortalaması

Aylar	Donlu Gün Sayısı Ortalaması	Karla kaplı gün sayısı ortalaması
Ocak	30,8	30,6
Şubat	28,1	28
Mart	29	23,4
Nisan	18	5,1
Mayıs	4,9	1,3
Haziran	2	1
Temmuz	1	0
Ağustos	1,5	0
Eylül	3,5	0
Ekim	14,7	2,2
Kasım	26,2	10,4
Aralık	30,3	25,4

4.8. Güneş

Türkiye'nin coğrafik konumu gereği güneş enerjisi potansiyeli yüksektir. Çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında ölçülen güneşlenme süresi ile ilgili veriler değerlendirilmiştir. Güneşlenme süresi için önemli olan açık gün sayısı, kapalı gün sayısı, bulutlu gün sayısı da ayrıca çalışılmış olup mevcut durum analiz edilmiştir. Tablo ve grafikler hazırlanarak değerler sunulmuştur. İlde güneşlenme kayda değer bir güneş enerjisi potansiyeli olduğu aşikârdır. Güneşlenme süresi en çok 2007 yılının Haziran ayının 28. günü 14,8 saat olarak gerçekleşmiştir. Az da olsa yılın her ayında güneş alan Ardahan ili en çok 6-7-8. aylarda güneş almaktadır. Ayın her günü ortalama 5,7 saat güneşlenmektedir. 2000 yılında 130 gün açık geçmiş olup, 1972 yılında bu değer 37 olarak tespit edilmiştir. Kırk yılda ortalama 76,8 gün açık geçmiştir. Aynı şekilde son kırk yılda her on yıllık periyotlarda yaklaşık olarak açık gün ortalamaları 10 birim artış göstermiştir. İl genelinde 1995 yılında 266 gün bulutlu geçerken, 1983 yılında ise 188 gün bulutlu geçmiştir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere sayı azalma eğilimindedir. Onar yıllık periyotlarda bakıldığında 1980-1989 yılları arasında ki kapalı gün sayısı en fazladır. 1990-1999 / 1980-1989 yılları aralığına göre yaklaşık yarısı kadar kapalı gün gerçekleşmiştir. 2008

yılında 23 gün kapalı geçmiştir. 80 günlük ortalamalardan 50 günlük ortalamalara gerileyen kapalı gün sayısında ki ciddi düşüş, güneşlenme süresinin 40 saat ortalamalarından 90 saat ortalamalarına artmasına olanak sağlamıştır. Eylül ayı en az kapalı günün yaşandığı aydır. Ocak ve Kasım ayları ise en fazla kapalı günün yaşandığı aylardır. Ortalama yıl boyunca 5,3 gün kapalı geçmektedir.

Çizelge 4.10. 1970-2010 yılları arası aylara göre güneşlenme süresi, açık-kapalı-bulutlu gün sayıları ortalaması

Aylar	Güneşlenme süresi ortalaması (Saat)	Açık gün sayısı ortalaması	Kapalı gün sayısı ortalaması	Bulutlu gün sayısı ortalaması
Ocak	2,55	4,9	8,4	17,8
Şubat	3,4	4,7	7	16,4
Mart	5,58	5,7	7	18,3
Nisan	5,12	4,4	7,1	18,5
Mayıs	7,13	3,7	5,6	21,7
Haziran	8,34	5,7	3,5	20,8
Temmuz	9,59	7,2	2,1	21,7
Ağustos	8,21	9	1,8	20,2
Eylül	7,3	10,6	2	17,5
Ekim	5,43	8,7	4,6	17,7
Kasım	4,12	7,2	6,5	16,3
Aralık	2,51	5,4	8,4	17,2

4.9. Ardahan İli Toprak Sıcaklık Değerleri Analiz

Meteoroloji genel müdürlüğünden alınan 5-10-20-50 cm toprak sıcaklık değerleri tablo haline getirilmiş ve grafikler oluşturulmuştur. 5 cm için kırk yıllık ortalama sıcaklık değeri 6,8°C, 10 cm için kırk yıllık ortalama sıcaklık değeri 6,6°C, 20 cm için kırk yıllık ortalama sıcaklık değeri 7,8°C, 50 cm için kırk yıllık ortalama sıcaklık değeri 7°C olarak tespit edilmiştir. 5 cm toprak sıcaklığı için en düşük değer 1991 yılında -20,1°C, en yüksek sıcaklık değeri ise 1980 yılında 22,9°C olarak gerçekleşmiştir. 10 cm toprak sıcaklığı için en düşük değer 1991 yılında -19,7°C, en yüksek sıcaklık değeri ise 2008 yılında 22,5°C olarak gerçekleşmiştir. 20 cm toprak sıcaklığı için en düşük değer 1991

yılında -12°C , en yüksek sıcaklık değeri ise 2008 yılında $21,2^{\circ}\text{C}$ olarak gerçekleşmiştir. 50 cm toprak sıcaklığı için en düşük değer 1972 yılında $-7,4^{\circ}\text{C}$, en yüksek sıcaklık değeri ise 1975 yılında $18,3^{\circ}\text{C}$ olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler çiftçilerin tarımsal ürün çeşitliliklerini artırmak için referans olabilecektir.

Çizelge 4.11. 1970-2010 Aylara göre 5-10-20-50 cm toprak sıcaklıkları ortalaması

Aylar	5 cm toprak sıcaklığı ortalaması	10 cm toprak sıcaklığı ortalaması	20cm toprak sıcaklığı ortalaması	50 cm toprak sıcaklığı ortalaması
Ocak	-8,5	-7,8	-4,70	-2,2
Şubat	-7,1	-6,7	-4,00	-3,2
Mart	-0,9	-1,2	1,10	-1,1
Nisan	7,1	6,4	7,80	3,1
Mayıs	12,6	12	12,50	8,9
Haziran	17,2	16,4	15,50	12,9
Temmuz	20,9	19,9	17,50	16,2
Ağustos	20,2	19,6	16,40	17,1
Eylül	15,6	15,1	12,60	15,1
Ekim	7,9	8,1	7,50	10,8
Kasım	0,7	1,2	2,10	5,6
Aralık	-4,8	-4,2	-2,10	1,2

5. SONUÇLAR

Türkiye'nin 75. İli olan Ardahan için iklim verileri kullanılarak tablolar oluşturulmuş ve ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak derece gün sayıları bulunmuştur. Bu çalışmada verilen değerler, Ardahan ili için meteoroloji istasyonundan alınan değerleri kapsamaktadır. Çalışma önceki yıllardan elde edilen verilerden yararlanılarak yapılmıştır ve yaşanmış bir durumu ortaya koymaktadır. Bu hesaplamaların yapılması uzun yıllar ısıtma ve soğutma ile ilgili elde edilen verilerin il için kullanılmasına ve ihtiyacımız olan enerji miktarının tahmin edilmesine yardımcı olacaktır. Ardahan'da enerji ile ilgili yapılması düşünülen çalışmalara yardımcı olunması ve bu çalışmalara veri desteği sağlanması amacıyla yapılan bu çalışmadan çıkarılabilecek ana unsurlar aşağıdaki gibidir:

Ardahan'da yılın yarısını kış mevsimi kapsar. Yağışlar kış aylarında kar, diğer tüm mevsimlerde yağmur ve dolu şeklindedir. Yağış rejiminde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Ardahan'da basıncın en düşük olduğu değer 801,5hPa iken en yüksek olduğu değer 834,5hPa olarak ölçülmüştür.

İlde yıllık ortalama 127,4 gün karla örtülüdür geçmektedir. Son yıllarda kar örtülü gün sayısında azalma eğilimi görülmüştür.

Yıllık ortalama sıcaklık değeri 4,2°C olarak bulunmuştur. Bu değer Ekim-Mart ayları arasındaki sezonda -4,2°C mertebelerinde iken, Nisan- Eylül ayları arasındaki sezonda ise 12,98°C'dir. Sıcaklık değerleri -34,5°C / +35°C aralığında değişmektedir. Son yıllarda yaz sıcaklıklarında artış, kış sıcaklıklarında azalış görülmüştür. İlde yılın yarısında sıcaklıklar 0°C'nin altında seyretmektedir. Yapılan çalışmada 1970 yılından 2010 yılına kadar gerçekleşen en sıcak yıl 2010 yılı olmuştur. Ardahan'da da ortalama sıcaklık değerleri, dünya genelinde olduğu gibi artış göstermektedir. Fakat bu durum

İlimiz için dünya genelinde olduğu gibi 1980'li yıllarda değil 1990'lı yıllar sonrasında kendisini göstermiştir.

Bulutlu gün sayısı yıllık ortalama değeri 224,02 olarak tespit edilmiştir. Bulutluluk ile güneşlenme süresi arasında ters orantılı bir ilişki söz konusudur. Bulutluluk oranı son yıllarda azalma göstermiştir. İlimiz için yağış durumuyla bulutluluk arasında doğru orantılı bir değişim olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Nisbi nem miktarı ortalaması %74'dür.

Kapalı gün sayısının yıllık ortalaması 63,9 gün olması mevsim koşullarının serin olmasındaki en önemli etkenlerdendir.

Esmeye sayılarının yoğunluğuna bakılarak hâkim rüzgâr yönünün WNW olduğu tespit edilmiştir. Rüzgâr hızı bahar aylarında fazla olurken kış aylarında daha yavaş esmektedir. Hız değerleri 1,5-2,8 m/sn aralığında değişmektedir.

Ardahan ilinde 5-6-7-8. aylarda yağış miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Bu aylar arasında en fazla yağış 91,6 mm ile Haziran ayında, en az yağış ise 18,2 mm ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yağış miktarının 0,1 mm ve üzerinde olduğu günler dikkate alındığında ise 17,2 mm ile Mayıs ayı öne çıkmaktadır. İlde yıllık ortalama 550 mm yağış olmaktadır. Kış aylarında yağış kar olarak düşmektedir.

Donlu geçen gün sayısı ortalaması 190 günlerden ortalama 150 günlere düşmüş olup, Ardahan ili için azalma eğilimi olduğu görülmektedir. İlde don hadisesi çok azda olsa tüm aylarda görülmüştür. Ağustos ayında bir, Temmuz ayında üç kez don hadisesine rastlanmıştır.

Kapalı gün sayısında ki ciddi düşüş, güneşlenme süresinin 40 saat ortalamalarından 90 saat ortalamalarına artmasına olanak sağlamıştır. Yılın her ayı güneş alan bölgede ortalama güneşlenme süresi 5,7 saattir. En fazla güneşlenme yaz aylarında olmaktadır.

Meteoroloji genel müdürlüğünden alınan 5-10-20-50 cm toprak sıcaklık değerleri değerlendirilmiş olup son yıllarda sıcaklıkların yükselme eğiliminde olduğu anlaşılmıştır. Toprakla uğraşan çiftçilerimiz için ürünlerinin donma gibi olumsuz etkilerinin her geçen gün azaldığı ve ürün yetiştirme periyodunun genişlediği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Ardahan ili için 14 – 16 – 18 – 20 - 22 - 24°C için tablolar oluşturulmuştur. 18°C denge noktası sıcaklığı için ısıtma derece-gün değeri 5056 olmuştur. Türkiye geneli yapılan çalışmada da benzer olarak Ardahan için bu değer 5137 olarak bulunmuştur. 18°C taban sıcaklığı IDG değerleri analiz edildiğinde en yüksek değer 1103 ile 2008 Ocak ayında gerçekleştiğini görmekteyiz. Soğutmaya ise taban sıcaklığı 24°C alınsa bile ihtiyaç olmadığı görülmektedir. Isıtma ihtiyacı yüksek olan ilde soğutmaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Ardahan ilinde güneş enerjisi ve hidrolik enerji ile üretim yapan tesislerin sayısı artırılmalıdır. Yöre halkı özellikle güneş enerjisi kullanımını noktasında özendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Atalay, İ., 1997, Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi yayınları.
- Ashrae, 1997. Konutlarda Soğutma ve Isıtma Yüğü Hesapları, Temel El Kitabı, TTMD Yayınları, 25, Ankara.
- Ashrae Handbook, 1998, Refrigeration. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Alarko 2007. 8760 Saatlik Bina Enerji Analizi, Teknik Bülten Nisan 2007, Sayı 21, 1-4 s.
- Ashrae Handbook, 1993, Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- Ahrens, C.D., 1982. Meteorology Today – An Introduction to Weather , Climate and The Environment. West Publishing Company, New York, 582 s.
- Arısoy, A., 1998. İklim Verileri, III. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul, 3-8.
- Ateşoğlu, M., Yıldırım, Y. 2003. Ardahan İli Çevre Durum Raporu.
- Büyükyıldız, S., 1997. Konutlarda Yıllık Enerji İhtiyacının Modellenmesi, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T., Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey, Applied Energy 69/4, 269-283, 2001.
- Bayraktar, K.G., 2002, Türkiye için dış hesap sıcaklıkları ve derece gün sayılarının değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bulut, H., Şenocak, M. İ., Karasu, H. Şanlıurfa iklim ve meteoroloji dosyası. Harran Üniversitesi GAP 1. Mühendislik Kongresi, 1996.
- Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, T. Adana İlinde Binalarda Enerji Analizi İçin Detaylı Meteorolojik Değerler. 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniğı Kongresi, 325-332, 2000.
- Bolattürk, A., 2006. Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey. Applied Thermal Engineering, Volume: 26, Issues: 11-12, pp: 1301-1309.
- Dönmez, Y., 1984 Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102.
- Demirbilek, F. N., 1992. Correlation Between Winter Design Temperature And Mass Of The Exterior Walls, *Doktora Tezi*, ODTÜ, Ankara.
- Dağsöz, A.K., 1998. Sıcak Sulu Kalorifer Tesisat, Demirdöküm Teknik Yayınlar, 1. Baskı.
- Erinç, S., 1984, Klimatoloji ve Metotları, İ.T.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- El-Shaarawi, M. A. I., Al-Masri, N., 1996. Weather Data and Heating Degree Days For Saudi Arabia, *Energy*, 21, 39-44.
- Gültekin, M.L., 1995. Türkiye’de Derece-Günlerinin Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gültekin, M.L., ve Kadioğlu, M., 2000a. Doğalgaz Dağıtım Planlama ve Depolanmasında Isıtma Derece-Günlerin Rolü, III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İ.T.Ü. ve TEMEV, 15-17 Kasım 2000, İstanbul, 723-728.

- Huschke, R.E., 1959. Glossary of Meteorology. American Meteorology Society Pres, Boston, Massshdusetts, 638pp.
- İklim Verileri, III. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul, 3-8. Demirbilek, F. N., 1992.
- Kadıoğlu, M., 1994. İstanbul için Isıtma ve Sogutma Derece-Gün Hesaplamaları. 1994 Temiz Enerji Sempozyumu Bildirisi, İ.T.Ü. Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 10 s.
- Kadıoğlu, M., 1993. İstanbul İçin Isıtma ve Sogutma Derece-Gün Hesaplamaları. I.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.
- Kadıoğlu et al., 2001. Variations and Trends in Turkish Seasonal Heating and Cooling Degree-Days, Climate Chang, 49, 209 – 223.
- Knebel, D.E., 1995. Ashrae Technical Committee 4.7 Development Of Simplified Energy Analysis Procedures. Ashrae Transactions, 1, 869-880.
- Kösedag, vd., 1994. Ardahan-Posof Dolayının Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 9962, 117 s. (yayımlanmamış).
- Kadıoğlu, M., 1997. "Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey", International Journal of Climatology 17, ss. 511-520.
- Kuehn, T. H., Ramsey, J.W. and Threlkeld, J.L., 1998. Thermal Environmental Engineering, Prentice Hall, New Jersey.
- Letherman, K.M., Al-Azawi, M.M.J., 1986. Predictions of The Heating and Cooling Energy Requirements in Buildings Using The Degree Hours Method, Building and Environment, 21(3/4), 171-176.
- Lutgens, F.K., Tarbuck, E.J., 1979. The Atmosphere – An Introduction to Meterology. Prentice – Hall, New Jersey, Jersey 497 pp.
- Lydolph, P.E., 1985. The Climate of The Earth, Rowman and Allanheld, New Jersey 168 pp.
- Meteorolojik Değerler Yardımıyla Kış İçin Dış Hesap Sıcaklığının Bulunmasında Kullanılacak Yeni Bir İstatistikî Metod Ve Türkiye'ye Tatbikatı, Doktora Tezi, İ.T.Ü., İstanbul. Gülferi, İ., 1979.
- Narter, F., Gülferi, İ. ve Uğural, G., 1968. Kalorifer Tesisatı Proje Ve Bu Tesisata İlişkin Standardlar, İ.T.Ü. Makina Fakültesi Isı Tekniği Kürsüsü, İstanbul.
- Olsson, L. E. Energy-Meteorology: A new discipline. [Renewable Energy](#). 5(5-8), 1243-1246, 1994.
- Obasi, G.O.P., 2001 WMO-No 920. 2001. WMO Statement On The Status Of The Global Climate in 2000. Geneva- Switzerland.
- Öztürk, N., Kadıoğlu, M., 1996. Kötü Hava Sartlarının İstanbul Trafiginin Etkileme Potansiyeli. I.Ulusal Ulaşım Sempozyumu, 6-7 Mayıs 1996, İstanbul, 257-264.
- Perry, H.A., Symons, L.J., 1991. Highway Meteorology. E&FN Spon, London 156 pp.
- Serter, E., 2003, Farklı mısır gruplarında büyüme derece gün, sıcaklık parametreleri ve verim komponentlerinin saptanması, Doktora Tezi, Adanan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Smith, L.P., 1975. Principles of Applied Climatology. McGraw Hill, London, 233 pp.
- Şensoy, S., Türkiye İklimi, 2000 DMİ web sitesi <http://www.meteor.gov.tr/2005/genel/iklim/turkiyeiklimi.htm>
- Tayanç M., Karaca M. and Yenigün, O. 1997. "Annual and seasonal air temperature trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey". Journal of Geophysical Research 102: 19091919.

- Türkeş, M., Sümer U.M. and Kılıç, G., 1996. "Observed changes in maximum and minimum temperatures in Turkey". *International Journal of Climatology*, 16: 463-477
- Türkeş, M., (1996) "Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey". *Int J. Climatology*, 16:1057-1076.
- Gültekin, M. L. ve Kadioğlu, M., 1996. Türkiye’de Derece-Günlerin Dağılımı. TS 825. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998.
- TS 2164, (1984). Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Valor, E., V., Meneu and V., Caselles., 2001. Daily air temperature and electricity load in Spain. *J. Appl. Meteor.*, 40, 1413-1421. [Europe; Energy demand]
- Williams, J., 1996. Questions About Heating, Cooling Degree Days.



ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Ardahan’da doğdu. İlköğrenimini Ardahan İnönü İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini Ardahan Anadolu Lisesinde tamamladı. 2004 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü’nü kazandı. 2008 yılında Makine Mühendisliğinden mezun oldu. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Termodinamik Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. 2008 yılında abisiyle birlikte çalışmaya başlayıp, 2011 yılında Kars Belediyesinde çalışma hayatına devam etti. Burada yaklaşık iki yıl Ulaştırma Hizmetleri Müdür V. olarak çalıştıktan sonra 2013 yılında BOTAŞ Hanak CS 15 Kompresör İstasyonunda çalışmaya başladı. Halen İstasyon sorumlu Başmühendisi olarak görevine ve Yüksek Lisans Öğrenimi ’ne devam etmektedir.