

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**BAĞIL NEM VE OKSİJEN KONSANTRASYONUNA
DUYARLI BİR MAHAL HAVALANDIRMA SİSTEMİ**

Yıldırım ÜNLÜ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Hasan YUMAK**

Yozgat 2013

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**BAĞIL NEM VE OKSİJEN KONSANTRASYONUNA
DUYARLI BİR MAHAL HAVALANDIRMA SİSTEMİ**

Yıldırım ÜNLÜ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Hasan YUMAK**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından 2013FBE/T48 kodu ile desteklenmiştir.**

Yozgat 2013

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı 70111711032 numaralı öğrencisi Yıldırım ÜNLÜ'nün hazırladığı **“Bağıl Nem ve Oksijen Konsantrasyonuna Duyarlı Bir Mahal Havalandırma Sistemi”** başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 27/08/2013 Salı günü saat 14.00'da yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hasan YUMAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAZ

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../20..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20.....

(Ünvanı, Adı Soyadı)

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar.....	4
2.2. Havalandırma Sistemleri Kullanılarak İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar.....	13
2.3. İç Hava Kalitesini Etkileyen Kirleticiler ve Bu Kirleticilerin İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar.....	15
2.3.1. İç Hava Kirleticileri.....	15
2.3.2. İç Hava Ortamında Bulunan Partikül Maddeler.....	20
2.3.3. İç Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkilerinin İncelenmesi.....	24
2.3.4. Hasta Bina Sendromu.....	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1. Materyal.....	32
3.1.1. Mikrodenetleyicilerin Tanımı ve Özellikleri.....	32
3.1.2. Kullanılan PIC 18F452 Mikrodenetleyicisinin Genel Özellikleri.....	36
3.1.3. PIC 18F452 Ana Kartı.....	38
3.1.4. Kullanılan Sensörler.....	39
3.1.4.1. Medikal Oksijen Sensörü.....	39
3.1.5. Oda Tipi Nemlendirici.....	42

3.1.6. Cam Tipi Aspiratör.....	44
3.2. Yöntem.....	44
3.2.1. Ölçümler.....	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
4.1. Deney Mahallinde Çalışma Saati Süresince O ₂ Oranı, Bağlı Nem ve Sıcaklık Ölçüm Sonuçlarının Analizi.....	49
4.2. 27/05/2013-11/06/2013 Tarihleri Arasında Yapılan Ölçüm Analizi.....	52
4.3. 17/06/2013-28/06/2013 Tarihleri Arasında Yapılan Ölçüm Analizi.....	55
4.4. 26/06/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu'nda Yapılan Ölçüm Analizi	59
4.5. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Göz Hastalıkları Polikliniği'nde Yapılan Ölçüm Analizi	62
4.6. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Ultrason Birimi'nde Yapılan Ölçüm Analizi.....	64
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	69
EKLER	77
ÖZGEÇMİŞ.....	133

BAĞIL NEM VE OKSİJEN KONSANTRASYONUNA DUYARLI BİR MAHAL HAVALANDIRMA SİSTEMİ

Yıldırım ÜNLÜ

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2013; Sayfa: 133

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan YUMAK

ÖZET

Bu tez çalışmasında; bağıl nem ve oksijen konsantrasyonunun PIC mikrodenetleyicisi ile algılanarak hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik uygulamalı bir çalışma yürütülmüştür. PIC mikrodenetleyicisi yazılımı sayesinde oksijen oranının ayarlanan alt sınır değerinin altına düşmesi durumunda fanın çalışması ile yeterli oksijen konsantrasyonu ve bağıl nem değeri saptandı ve yazılım programına sınır değerler girilerek, mahale yeterli oksijen taze hava için vantilatör, nem içinse soğuk buhar cihazının çalışması sağlandı.

Ofis ortamında bulunan insanların (kapı giriş-çıkış işlemi haricinde sürekli kapalıdır.) solunumu nedeniyle oksijen konsantrasyonu mesai saatlerinde belirli periyotlarda azaldığı saptanmıştır. Belirlenen sınır değerinin altında PIC mikrodenetleyicisi sayesinde röleyi devreye sokarak vantilatör çalıştırılmış ve mahale taze hava girişi sağlanmıştır. Ofiste insanların olmadığı öğle molası ve mesai saatleri dışında solunum olmadığından oksijen oranının tekrar atmosferdeki seviyeye yaklaştığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İç Hava Kalitesi, Oksijen Oranı, Oksijen Esaslı Havalandırma

AIR CONDITIONING SYSTEM OF AN OFFICE SENSITIVE TO RELATIVE HUMIDITY AND OXYGEN CONCENTRATION

Yıldırım ÜNLÜ

**Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechatronic Engineering
Master of Science Thesis**

2013; Page: 133

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Hasan YUMAK

ABSTRACT

An experimental research was carried out to improve air quality by adjusting the relative humidity and oxygen concentration with the PIC microcontroller in present study. Taking account sub limit for oxygen concentration and relative humidity a ventilation system were arranged and tested to determine useability. PIC microcontroller programming software was operated to run ventilator fan to provide oxygene rate from fresh air for the environment and cold steam tool for moisture.

People entering the office environment and in an office environment (the door is always closed except for the entry-exit process) reduces environmental oxygen concentration at certain periods during working hours with their breathing, and by activating the relay and running the ventilator, the PIC micro-controller provided fresh air intake indoors. During the lunch breaks or without working hours when people are outside, the absence of indoor breathing leads to the atmospheric oxygen levels again.

Keywords: Indoor Air Quality, Oxygen Ratio, Oxygen Based Ventilating

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışması sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Hasan YUMAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez konusu belirlenme aşamasında danışman hocamla birlikte fikirleriyle bana destek olan Elektrik Elektronik Mühendisliği Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Orhan ER'e ve tezin PIC mikrodenetleyici ana kartının hazırlanması esnasında bilgilerinden istifade ettiğim Elektrik Elektronik Mühendisliği Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAZ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca çalışmalarımıza 2013FBE/T48 nolu proje kapsamında verdiği destekten dolayı Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Ofis ortamında deneysel çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan ve tezin her aşamasında bana pozitif enerji veren çalışma arkadaşlarım Bahri GÜÇLÜ, M. Çağrı TOPAKTAŞ ve Seda YAVUZ'a teşekkür ederim.

Gösterdikleri anlayış ve sabırdan dolayı fedakâr eşime ve kızıma, ayrıca haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili anne, babama ve tezin hazırlanması esnasında katkısı olan herkese sonsuz teşekkür ederim.

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. İç Ortam Hava Kirleticileri ve Emisyon Kaynakları.....	16
Tablo 2.2. Ortam Kirleticileri Kabul Edilebilir Konsantrasyon Değerleri...	17
Tablo 2.3. Bazı Ortamlarda Bulunması Gereken Hava Miktarları.....	18
Tablo 2.4. İç Ortam Hava Kirleticilerinin Yapmış Olduğu Muhtemel Sağlık Problemleri.....	19
Tablo 2.5. Çeşitli Partikül Halindeki Kirleticilerin Büyüklükleri ve Özellikleri.....	23
Tablo 3.1. Oksijen Sensörüne Ait Teknik Özellikler.....	40
Tablo 3.2. Cam Tipi Aspiratöre Ait Teknik Özellikler.....	44
Tablo 4.1. 27/05/2013 Tarihli Ölçümlerden Bir Örnek.....	52
Tablo 4.2. 17/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu.....	56
Tablo 4.3. 26/06/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu'nda Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek.....	60
Tablo 4.4. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Göz Has. Polikliniği'nde Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek.....	62
Tablo 4.5. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Ultrason Birimi'nde Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek.....	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. İç Havada Bulunan Madde Büyüklükleri.....	20
Şekil 2.2. Partikül Madde Kirliliği İle İlgili Hava Kalite İndeksi.....	20
Şekil 2.3. Partikül Madde Örnekleri.....	21
Şekil 2.4. Enfekte Olmuş Bir Kişi Tarafından Etrafa Yayılan Taneciklerin Sayısal ve Boyutsal Dağılımı.....	27
Şekil 2.5. Bir Hapşırma Sonrasında Havada Bulunan Bioaerosol Çapları.....	27
Şekil 2.6. Güneş Işığı Girmeyen İç Ortamlarda Havadaki Mikroorganizmaların Canlı Kalabilme Oranları.....	28
Şekil 2.7. Tavsiye Edilen Genel Havalandırma Örnekleri.....	31
Şekil 3.1. Mikrodenetleyicilerin Kullanım Alanları.....	32
Şekil 3.2. Mikrodenetleyici Sisteminin Temel Bileşenlerinin Blok Diyagramı.....	33
Şekil 3.3. PIC 18F452 Bacak Yapısı.....	35
Şekil 3.4. PIC 18F452 Port Giriş-Çıkışları.....	35
Şekil 3.5. Kullanılan PIC Mikrodenetleyicisine Ait Blok Diyagram.....	36
Şekil 3.6. PIC 18F452 Ana Kartı.....	38
Şekil 3.7. Kullanılan Sensörler.....	39
Şekil 3.8. Oksijen Sensörü.....	39
Şekil 3.9. Oksijen Sensörü Blok Diyagramı.....	41
Şekil 3.10. Çiy Noktası Sıcaklığının İnsanlar Tarafından Algılama Verileri.....	42
Şekil 3.11. Oda Tipi Nemlendirici.....	43
Şekil 3.12. Cam Tipi Aspiratör.....	44

Şekil 3.13.	PIC 18F452 Mikrodenetleyici Ana Kartı Devresi.....	45
Şekil 3.14.	Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Yazı İşleri ve Personel Birimi Çalışma Ofisi.....	46
Şekil 3.15.	Tez Düzeneği Kurulum Bölgesi.....	47
Şekil 3.16.	Ölçü ve Değerlerin Girildiği Veri Tablosu.....	48
Şekil 4.1.	02/09/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu.....	50
Şekil 4.2.	02/09/2013 Tarihli O ₂ Konsantrasyon Ölçüm Sonucu.....	51
Şekil 4.3.	27/05/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu.....	54
Şekil 4.4.	17/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu	57
Şekil 4.5.	17/06/2013 Tarihli O ₂ Konsantrasyon Ölçüm Sonucu	58
Şekil 4.6.	Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu.....	60
Şekil 4.7.	26/06/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu Ölçüm Sonucu.....	61
Şekil 4.8.	01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Göz Has. Polikliniği Ölçüm Sonucu.....	63
Şekil 4.9.	01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Ultrason Birimi Ölçüm Sonucu.....	66

KISALTMALAR LİSTESİ

ASHRAE	:	Amerikan Isıtma Soğutma ve Hava Şartlandırma Mühendisleri Birliği
İHK- IAQ	:	İç Hava Kalitesi
EPA	:	Amerikan Çevre Koruma Örgütü
HVAC	:	İklimlendirme Sistemleri (Heat Vacuum Air Condition)
NWEA- MAP	:	Akademik İlerleme Ölçüsü
ES	:	Etki Büyüklüğü
PM	:	Partikül Madde
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
RH	:	Bağıl Nem
HBS	:	Hasta Bina Sendromu
EFA	:	Avrupa Özgür İttifakı (European Free Alliance)
HEPA	:	Yüksek Etkinlikte Partikül Yakalayıcı (High Efficiency Particulate Arresting)
PIC	:	Çevresel Birimleri Denetleyici Sistem (Peripheral Interface Controller)
AQI	:	Hava Kalite İndeksi
KOAH	:	Kronik Hava Yolu Hastalıkları
VOC	:	Uçucu Organik Bileşikler (Volatile Organic Compound)
CPU	:	Merkezi İşlem Birimi
RAM	:	Bellek
ADC-DAC	:	Sinyal Dönüştürücü

1. GİRİŞ

Giderek değişen yaşam koşulları ve refah düzeyi, insanların kapalı ortamlarda geçirdiği süreyi de artırmıştır. Bir taraftan nüfusun çoğunluğu kırsal kesimden, büyük merkezlere kayarken, diğer taraftan iş ortamları da önemli oranda dış ortamdan iç ortama dönüşmüştür. Günümüzde kapalı mekanlarda çalışma süresi ve diğer yardımcı zamanların süresi de artmıştır.

Belirtilen bu nedenlerle iç ortam havasının kalitesi önem kazanmıştır. Evde geçirilen dinlenme ve uyku süresine ilave olarak insanların vakitlerini geçirdikleri mekanların okul, kreş ve işyeri gibi olduğu bilindiğinden özellikle küçük çocukların ve öğrencilerin en az 8'er saatini bu mekanlarda geçirdikleri bildirmiştir [1].

İnsanlar geçmişten bu yana yaşadığı ortamlarda rahat olmak istemiş ve bunun için çalışmalar yürütmüştür. İlk zamanlarda kapalı ortamda yaşamını sürdürmeye çalışan insanoğlu yaşadığı ortamın ısı konforunu artırmaya çalışmıştır. Daha sonra bunun yanında yaşadığı kapalı ortamı yaz mevsiminde soğutmaya, kış mevsiminde ise ısı konforunun yanında havalandırmaya da çalışmıştır.

Genellikle kapalı ortamda yaşamını sürdüren insanoğlu için 1980'den sonra iç ortam hava kalitesinin önemi artmaya başlamıştır. İç ortam hava kalitesi ise mahaldeki hava içinde bulunan kimyasalların istenilen standartlarda olmasıdır. Bir başka ifade ise "içinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" şeklinde açıklanmaktadır [2].

Geçmiş yıllarda, insanın yaşamını sürdürdüğü kapalı ortamda bulunmanın insanı dış havadan koruduğu görüşü öne sürülmüştür. Çevre koruma konusunda kontrol planları yapan uzmanlar kapalı ortamda duran insanların iç ortam havası tarafından etkilendiğini bildirmişlerdir. Bu durum, özellikle solunum ve kalp hastalıkları olan insanlar için önemli riskler oluşturmaktadır. Özellikle endüstriyel tesislerde çalışanlar kullanılan kimyasal maddelere bağlı olarak iç ortam havasından oldukça etkilenmekte ve zamanla sağlık problemleri yaşadıkları konusu üzerinde çalışma yapmışlardır [3].

Kapalı ortamların hava kalitesi basit bir kavram gibi görünse de açıklanması konusunda insanlar zorlanmaktadır. 1980'li yıllarda, petrol krizinin ve buna bağlı olarak oluşan enerji darboğazıyla birlikte ortaya çıkmaya başladığı vurgulanmaktadır. Uygulanan enerji tasarruf politikaları ve yalıtımlı binaların yapılması ile kapalı mekânların iç hava kalitesinde önemli sorunlar ortaya çıkmasına da neden olmuştur. İnsanların birçoğu dış hava kirliliğinin sağlığa zararlarını bilmesine rağmen iç hava kalitesi (İHK) problemlerinin insan sağlığına önemli etkileri olduğunu bilmemektedir. Amerikan Çevre Koruma Örgütü'nün (EPA) çalışmaları iç ortamdaki kirleticilerin seviyesinin dış havadan yaklaşık 5100 kat daha fazla olabileceğini göstermiştir. İç hava kalitesi kavramı, çocuklar iç hava kirliliğine karşı yetişkinlere kıyasla daha hassastırlar ve bu kirlenmeden daha kolay etkilenmektedirler. Her öğrenci ilköğretimden üniversiteyi bitirinceye kadar okul binaları içinde yaklaşık 20.000 saat hava teneffüs etmekte olduğu, bunu oran olarak ele aldığımızda yaşam süresinin en az %23'ünü kapsadığı açıklanmıştır [4].

Kötü havanın iç ortamdaki uzaklaştırılması için iç ve dış ortam arasında hava sirkülasyonu olması gerekmektedir olduğuna değinilmiştir [5]. Dış ortamdaki taze hava sayesinde, insanların nefes alabilme özelliği artar ve iç hava ortamındaki kirleticilerin oranı azalırken binaların iç hava kalitesi artırılmış olur.

İnsanlar günlük yaşamlarının %90'ını kapalı mekanlarda geçirmekte olduğu ve iç hava kalitesi farkında olmadan çok kötü koşullara ulaşabileceği kanaatine varılmıştır. Çevre koruma ajansları iç hava kirliliğinin zaman zaman dış ortamdakinden 100 kat daha fazla olabildiğini açıklamışlardır. Kirli bir havayı solumak, insan sağlığı açısından oldukça tehlikeli olabileceği vurgulanmıştır. Amerikan Alerji Koleji, kirli iç havanın alerji vakalarını %50 artırdığını açıklamıştır. İç hava kalitesini kontrol altında tutarak, baş ağrısı, yorgunluk, akciğer tahrişi, astım ve enfeksiyon hastalıkları gibi uzun süre devam eden olumsuzluklara engel olunabileceği bu çalışma ile açıklanmıştır [6].

ABD'deki 40 ofis binasında yapılan güncel bir araştırmada , üretkenlik kaybının bir ölçüğü kabul edebileceğimiz kısa dönemli hastalık izinlerinin, dışarıdan alınan hava oranı kişi başına 12 l/s olan bir havalandırma ile havalandırılan büroların,

havalandırma oranı kişi başına 24 l/s olan bürolardan %35 daha fazla olduğu yapılan çalışma ile anlaşılmıştır. Yapılan analizde uzun süreli çalışma engelleri kapsamadığından dolayı, havalandırma oranı kişi başına 12 l/s olan bürolarda gözlenen kısa dönemli izin artışının, solunum enfeksiyonlarının kötüleşmesinden ve/veya hava kalitesinin düşüklüğünden kaynaklanan ve çalışanın hastalık iznini kullanıp evde kalmasını sağlayan binaya ilişkin hastalıklardan (örneğin baş ağrısı gibi) kaynaklandığı belirlenmiştir [7].

Bu tez çalışmasının amacı, havalandırma tekniğinde ortam havasının oksijen oranının algılanarak ayarlanan alt sınır değer altına düşmesi durumunda havalandırma sisteminin otomatik devreye girmesini sağlayacak bir sistem geliştirilmesidir. Sunulan çalışmada, iç hava kalitesinin bileşenlerinden oksijen oranı yanında bağıl nem oranı da ele alınarak çalışma saatleri içerisinde ölçümler yapılarak kaydedilmiştir. Kapalı mahallerde (işyerleri, okullar, evler vb.) oluşabilecek sağlık problemleri ve insan çalışma performansının düşüklüğünde iç hava kalitesinin düşmesinin de önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda belirlenen hipoteze bağlı olarak, Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Yazı İşleri Bürosunda ortamdaki oksijen oranı ve bağıl nem düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar irdelenerek, gerekli analizlerden sonra iç hava kalitesinin ofis ve kapalı mahallerde iyileştirilmesi için çözümler ve öneriler sunulmuştur.

Çalışmada, havanın istenen oksijen oranında ve bağıl nem aralığında tutulması için mahale yerleştirilen mikrodenetleyici üzerinde bulunan bağıl nem ve oksijen sensörü sayesinde, belirlenen girdi değerleri bu sensörler sayesinde algılanmıştır. Oksijen sensörü ve bağıl nem sensörü belirlenen değerin altına düşmesi durumunda vantilatörün çalışması sayesinde mahal içerisine dış ortamdan taze hava girişi, soğuk buhar cihazı sayesinde de bağıl nem oranı artırılarak iç hava kalitesi devamlı surette yenilenmesi sağlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

1980’li yıllardan sonra önemi anlaşılan kapalı ortamların hava kalitesi kavramı üzerine birçok çalışma yapılmasına rağmen, ülkemizde bu konunun yeni olması nedeniyle sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Belirtilen bu nedenle yurt dışında yapılan çalışmalarda konu hakkında farklı yaklaşımlarla ele alınırken, yurtdışında sınırlı sayıda çalışma ve ölçümler yapılmıştır [8].

Literatür çalışmasında; belirli mahallerde, havanın bağıl nem ve havada bulunan oksijen gazı benzeri gazlar üzerine yapılmış çalışmaların bir kısmı aşağıda sıralanmıştır. Araştırılan konuların birlikteliği açısından literatür incelemesi üç ana bölüme ayrılmıştır. Bunlar;

- İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar,
- Havalandırma Sistemleri Kullanılarak İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar,
- İç Hava Kalitesini Etkileyen İç Hava Kirleticileri ve İnsan Sağlığı Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar.

2.1. İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış olan Çalışmalar

Okutan, kapalı ortamlarda yaşayanlar için vazgeçilmez bir koşul olarak ortamın temiz hava niteliğine vurgu yapmaktadır. Günün önemli bir bölümünü kapalı ortamlarda geçiren insanların kullanmakta oldukları eşyalardan meydana gelen kirlenme sonucu ortaya çıkan unsurların giderilmesi gerektiğini ve bunun sonucunda yaşanabilir ortam şartlarını sağladığı gibi hizmette verimliliği de arttırdığını açıklamıştır [9].

Abuhafeetha, Calgary’de bulunan ofislerde çalışan insanların görüşlerini alarak, iç hava kalitesi üzerine yürüttüğü tez çalışmasında, iç hava kalitesi (IAQ) üzerindeki yapılandırma faaliyetlerinin etkisini irdelemek ve bu faaliyetlerin iç hava kalitesi (IAQ) üzerindeki etkilerini eleyerek ya da azaltarak öneriler geliştirmiştir [10].

McLeod, okul binalarında hava kaynaklı mantar spor yoğunluklarının ve iç hava kalitesi değişkenlerinin mevsim ve havalandırma-iklimlendirmede kullanılan sistem türüne göre değerlendirilmesini yapmıştır. Çalışmada sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve toplam hava kaynaklı mantar spor yoğunlukları belirlenerek istatistik veriler ayrıca kıyaslamıştır. Ayrıca elde edilen veriler mevsimsel değişiklikler için de bir kıyaslama yapılmış; sıcaklık, RH, CO₂ ve hava kaynaklı toplam mantar spor yoğunluğu, sıcaklık dışında istatistiksel olarak önemli değişiklikler göstermediğini bulunmuştur [11].

Hreha, kapalı ortamlarda eğitim gören öğrencilerin sınav performanslarını nasıl etkilendiği üzerine çalışma yapmış ve karbondioksit etkisinin öğrencilerin test başarıları üzerindeki etkisi belirlemiştir. Kapalı ortamın karbondioksit, karbonmonoksit, bağıl nem ve sıcaklık değerlerini kaydetmek için ayarlamıştır. Her bir test (TSI 8762) aletiyle yapmıştır. Her bir veri ön testin başında ve sonunda kayıt altına almıştır. Dört sınıftaki tüm öğrenciler için test öncesinden test sonrasına büyüklük olmasına rağmen, daha küçük test alanında, daha yüksek oranda karbondioksite (CO₂) maruz kaldığı, genel eğitim öğrencileri daha geniş alanda test olan deney grubundaki genel eğitim öğrencilerine kıyasla test sonrası uygulamasında iyi bir performans gösteremedikleri de tespit etmiştir. Daha geniş olan odalarda karbondioksit (CO₂) seviyesinin önemli ölçüde daha düşük olduğu da belirlemiştir [12].

Sanders, Teksas ilkokullarında düşük hava kalitesinin, öğrencilerin öğrenme üzerine etkisinin bazı faktörlerle ilişkilendirmiştir. Kapalı ortamdaki hava ölçümü bulguları araştırmış, diğer taraftan iç çevre parametreleri için bir baz kurma amaçlamıştır. Çalışma için iki okul bölgesi ele alınmıştır. Birincisinde, sıcak nemli iklim bölgesi, ikincisi karışık nemli iklim bölgesi niteliğindedir. İlk aşamada okulda görev yapan öğretmen ve diğer okul personeline bir anket çalışması uygulanmıştır. İkinci aşamada devamlı izlenen konfor parametreleri (karbon monoksit, karbon dioksit, sıcaklık ve bağıl nem) içeren 120 sınıftaki hem niteliksel hem de niceliksel bilgi toplamıştır. Üçüncü aşama da ise daha çok 12 sınıftan bakteri örnekleri ve mantar içeren niteliksel bilgi toplamıştır. Bu çalışmayla ileride iç hava kalitesi konusunda

özellikle okul binası tasarımları için yeni yöntemlerin gelişmesine de katkı bildirilmiştir [13].

Al-Harbi tarafından sağlık tesislerinde iç çevre kalitesinin (IEQ) önemine vurgu yapılmıştır. Sağlık tesislerindeki uygun bir iç mekân kalitesinin, çevreyi iyileştirdiği, orada kalanların motivasyonunu ve verimliliğini arttırdığı belirtilmiştir. Çalışma iç mekân kalitesi (IEQ) faktörlerinin değerlendirilmesine yönelik yapılmıştır. Sağlık tesislerindeki iç hava kalitesi (IAQ), termal rahatlık, görsel ve akustik rahatlık olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak tesis yönetiminin sorumluluk alma ve hazır bulunma seviyelerini arttırmak ve burada kalanların gelişmiş prosedürü etkili biçimde kullanmaları gerektiğini saptamıştır [14].

Bulgurcu ve diğ. , Balıkesir ve Antalya ilindeki bazı okullarda kış döneminde dersliklerde CO₂, bağıl nem ve sıcak ölçümleri yapmışlardır. Bu ölçüm sonuçlarını grafikler haline getirmişlerdir. Buna göre iç ortamlardaki kirliliğin dış hava sıcaklığı ile çok ilgili olduğu ve dış sıcaklığın çok düşük olduğu günlerde iç kirliliğin arttığını tespit etmişlerdir [15].

Çelebi, iç hava kalitesini etkileyen zararlı gazlardan radondan gelecek sağlık risklerini azaltmak için gereken yaşam alışkanlıklarını, bina ve çevresi arasındaki ilişkileri incelemiştir. Radon gazının olumsuzluklarının giderilmesi için yapılması gerekenleri de detaylı olarak açıklamıştır [16].

Bulut, Şanlıurfa'da merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılan ve doğal havalandırma yapılan bir konutta iç hava kalitesi ölçümleri yapmıştır. Ölçüm parametreleri olarak, sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve partikül madde (PM₁, PM_{2.5}, PM_{7.0}, PM₁₀ ve toplam asılı partikül miktarlarını da) değerleri ele alınmıştır. Konutun iç ve dış ortam havasında aynı parametreler eş zamanlı olarak ölçülmüş ve bu parametreler üzerindeki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca bir diğer parametre olarak da konutun ısıl konfor durumu da incelenmiştir [17].

Kocahakimoğlu, İzmir'de farklı ilköğretim okullarında iç havada bulunan ozon gazı oranlarını ölçmüştür. Ölçümler farklı mevsimlerde üç ayrı dönemde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak ozon gazı oranı gün içerisinde değişkenlik gösterdiği ve hafta içinde ozon gazı oranlarının hafta sonuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [18].

Bulut, iç hava kalitesinin insan sağlığı ve çalışma performansı üzerinde çok önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamıştır. İç hava kalitesinde iyileştirme yapmak için kirletici bir gaz CO₂ gazını ele almıştır. CO₂ gazını iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde kullanarak dış ortamdan iç ortama ihtiyaca dayalı havalandırma yapılarak enerjiden tasarruf elde edilebileceğine vurgu yapmıştır. İç ortam mekanları olarak konut, ofis, derslik gibi yerleri seçmiş ve buralardan CO₂ ölçümleri alarak analizler yapmıştır [19].

Keskin ve Ekmekcioğlu, İstanbul'da beş ilköğretim okulunun iç ortam havasında bulunan partikül madde ve element konsantrasyon seviyelerini ölçmüşler ve analizler yapmışlardır. Ölçümlerin ilköğretim okulunda yapılma sebebi ise partikül maddelerin küçük yaştaki çocukların sağlığını bozabilecek potansiyele sahip olduğunu ve ülkemizde ilköğretimde eğitim gören çocuk sayısının fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bu konuyla ilgili gerekli düzenlemeler yapılarak küçük yaşta eğitim gören çocukların okullarının trafikten uzak bölgelere yapılmasının uygun olacağını belirtmişlerdir [20].

Berberoğlu ve Motrör , Edirne'de bir dokuma konfeksiyon işletmesinin iç ortam hava kalitesi üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda iç ortamdaki havanın işletmede efor harcayan insanların çok önemli bir çevresel etken olduğunu saptamışlardır. İç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi halinde işletmede çalışan insanların sağlığı korunarak, üretim kapasitesinin arttırılabileceğine vurgu yapmışlardır [21].

Dönmez, 10 farklı konutta uçucu madde derişikliğini ölçerek, iç hava kalitesi üzerine detaylı bir çalışma yapmıştır. Konutlarda iç hava kalitesini iyileştirmek için en iyi yöntemin kirletici kontrolü olduğunu belirlemiştir [22].

Kuş, Şanlıurfa’da bulunan üniversite dersliklerinde iç hava kalitesi ölçümleri yapmış ve iç hava kalitesi parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit ve değişik çaplarda partikül maddeleri ölçmüştür. Dersliklerdeki ölçümler farklı iki yerleşkede iç ve dış ortamlar için eş zamanlı olarak ele alınmıştır. Kışın yapılan ölçümlerde kaloriferle ısıtılan dersliklerde öğrenci sayısının artmasıyla CO₂ oranı artarken, sıcaklık ve bağıl nem üzerinde sorun olmamaktadır. Yaz aylarında ise iklimlendirme sistemi kullanılmadığından dersliklerde öğrenci sayısının artmasıyla iç ortam sıcaklıklarının arttığı ve bağıl nemin düşük olduğu tespit etmiştir. Ayrıca partikül maddelerin varlığının iç ortam kaynaklı olduğu ve dersliklerde iç hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik önlemler alınması gerektiği vurgulanmıştır [23].

Coşgun, Antalya’da bulunan adalet binası ve üç adet eğitim kurumunda altı ay boyunca, iç hava kalitesi ölçüm cihazlarıyla sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, toz partiküller madde ve radon gazı ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçüm yerlerinde bulunan insanların karar verme, öğrenme ve algılamaları üzerine araştırma yapılmıştır [24].

Menteşe, Ankara’da bazı yerlerde (okul, kreş, laboratuvar, işyeri, ev, restoran, spor salonu, kütüphane) iç ortamda bulunan hava örneklerini iki yıl gibi bir zamanda toplamıştır. İnsanların fazla bulunduğu hava kalitesini diğer ortamlara göre daha kötü olduğunu tespit etmiştir. Dış ortam hava kalitesinin ise değişen hava olayları nedeniyle belirgin değişimler gösterdiği saptamıştır [25].

Tatlı, alışveriş merkezi, anaokulu ve bir evin iç ortam hava kalitesini incelemek amacıyla bu yerlerden hava örnekleri (CO₂, RH, sıcaklık, partikül madde ve bioaerosol konsantrasyon gibi) almıştır. Sonuç olarak bioaerosol varlıkların çok küçük yapıda olmaları nedeniyle arttığını belirlemiştir. Ayrıca iç hava kalitesinin iyileştirilmesiyle insan sağlığı ve performansını da arttırdığını saptamıştır [26].

Sevencan ve arkadaşları, Ankara’da bir ilköğretim okulunun içinde ve dışında CO₂, PM ve elektromanyetik alana ait ölçümler yapmışlar ve Kasım ayında CO₂ ve elektromanyetik alanda standartlardan farklı değerler elde etmişlerdir. Ayrıca iç ortam hava kirleticileri ve elektromanyetik alanlar için kontrollerin yapılması ve

standartlara uygun korunma önlemleri alınması gerektiğine vurgu yapmışlardır. [27].

Charlene ve arkadaşları, Amerika'da bulunan okullardaki iç hava kalitesi üzerine çalışma yapmışlar ve iç hava kalitesi iyileştirilmesi için, sınıflara dış ortamdan taze hava sağlanması, bağıl nemin kontrolünün (%30-%60) yapılması ve dış ortamdan iç ortama pompalanan havanın verimli bir şekilde filtre edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir [28].

Mui ve Chan, Hong Kong'ta bir binanın iç hava kalitesini yıl boyunca ölçmüşler ve binaların havalandırılmasına ilişkin gerekli kalibrasyonunun yapılarak iç hava kalitesinin iyileştirilebileceğine vurgu yapmışlardır [29].

Aslan, iç hava kalitesiyle ilgili gazlar ve algılayıcılar hakkında bilgiler vermiştir. CO₂ gazının kontrol edilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır [30].

Fischer ve Bayer, sıcak ve ılıman iklimlerdeki okullarda insan yoğunluğunun fazla olması sebebiyle paket soğutma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumda nem oranının standartların üstüne (%40-%60) çıktığı ve bu durumda küf ve mantar oluşmaya başladığını tespit etmişlerdir [31].

Mi ve arkadaşları, Çin'in başkenti Şangay'da kış aylarında doğal havalandırılmalı 10 okulda, 13-14 yaşlarındaki öğrencilerin oluşturduğu 30 sınıfta anket yapmış ve derslik sıcaklık seviyelerini 13-21°C (ortalama 17°C), bağıl nem %36-82 (ortalama %56) arasında ölçmüşlerdir. Pencereleler açıkken hava değişim sayıları 2,9-29,4 (ortalama 9,1) arasında, CO₂ derişiklikleri dersliklerin %45'inde 1000 ppm'den yüksek, NO₂ seviyeleri iç ortamlarda 33-85 mg/m³ ve dış ortamda 45-80 mg/m³, ozon seviyeleri iç ortamda 1-9 mg/m³, dış ortamda 17-28 mg/m³'tür. Toplamda % 8,9 doktor teşhisli astım ve %2,3 astım belirtilerini tespit etmişlerdir [32].

Godvin ve Batterman, Michigan'daki 64 adet ilk ve orta okulda iç hava kalitesi parametreleri olarak havalandırma seviyelerini, uçucu organik bileşiklerin seviyelerini, bioaerosoller, okullar arasındaki hava kalitesi farklarını ve emisyon

kaynaklarını incelemişlerdir. Bütün sınıflarda bioaerosoller, uçucu organik bileşikler, CO₂, bağıl nem ve sıcaklık seviyelerini haftalık olarak takip etmişler ve havalandırma seviyeleri, CO₂ derişikliği ve kişi sayısına bağılı olarak ele almışlardır. Sınıfların çoğunda havalandırma seviyelerinin düşük çıktığı, CO₂ seviyeleri 1000 - 3000 ppm arasında ve uçucu organik bileşiklerin ise düşük seviyede, bioaerosollerin orta seviyede (6500 adet/m³) çıktığını saptamışlardır [33].

Wong ve Huang, Singapur'da bulunan konutların yatak odalarındaki iç hava kalitesi araştırmak amacıyla lokal klimalı ve doğal havalandırılmalı bir sistem kurmuşlar ve gece yatak odasının penceresi açılmadığından klimalı yatak odalarında CO₂ oranları klimasız doğal havalandırılmalı yatak odalarına göre daha yüksek çıktığını bu nedenle HBS belirtileri daha yüksek çıktığını saptamışlardır [34].

Carrer ve arkadaşları, okullarda iç hava kalitesi ile ilgili bilgi toplamışlar ve bilgi neticesinde eğitim gören genç nüfus için uygulanacak koruyucu program ve takip edilecek politikaları belirlenmeye çalışılmıştır [35].

Ayken, insanların kalabalık olarak bulunduğu yerlerdeki taze hava ihtiyaçlarının bu mahale göre hesaplanması gerektiği ve yanlış hesaplamadan dolayı enerji kayıpları olduğunu tespit etmiştir. Bu enerji kayıplarını önlemek için mahale konulacak CO₂ sensörü sayesinde enerji tasarrufu sağlanabileceğini vurgulamıştır [36].

Fanger, günümüzde iç ortam hava kalitesinin yapılan çalışmalar neticesinde iyileşmeye gittiğini belirtmiş ve bazı ilkeler sunmuştur. Bunlar; iç hava kalitesinin iyileşmesinin çalışma verimini arttırdığı, iç hava kirliliklerinden uzak durulması, insanlara taze havanın kuru ve serin olarak verilmesi gerektiği, düşük miktarlarda temiz havanın insanları rahatsız etmeyecek şekilde verilmesi gerektiği şeklinde belirtmiştir [37].

Wargoeki ve arkadaşları, hasta bina sendromunu araştırmak amacıyla 10 yaşındaki öğrencilerin bulunduğu bir sınıfta hava sıcaklıklarını 23⁰ C'den 20⁰ C'ye ve dış hava miktarlarını kişi başına 5,2 l/s'den 9,6 l/s'ye çıkarmışlardır. Sonuç olarak iç hava

kalitesinin iyileştirilmesiyle öğrencilerin performansları arasında doğru orantı olduğu saptamışlardır [38].

Olli, iç ortam hava kalitesi iyileşmesi sayesinde; sağlık maliyetlerinin azalması, çalışanların performansının artması, çalışanların daha az yer değiştirilmesi, düşük bakım maliyetlerine neden olmaktadır [39].

Şenkal, insan sağlığına zararlı etkileri olan küf mantarlarının nem miktarı ile orantılı olarak üreyerek çoğaldıklarını tespit etmiştir. İnsanlar havayla taşınan bu küfleri solumasiyla yorgunluk, üst solunum yolları enfeksiyonları ve astım gibi rahatsızlıklara neden olduğunu gözlemlemiştir. Bu nedenle iç mahalde bağıl nem oranının %40-%70 aralığında olması gerektiğini vurgulanmıştır. Nemi barındırmayan ve geçirmeyen yapı malzemeler, buhar tutucuların kullanılması ve havadaki nemi alan radyatörler ile konutların ısıtılması sonucunda iç ortamlardaki nemin düşük kaldığı gözlemlenmiştir [40].

Havayı oluşturan gazların dağılım oranları aşağıdaki gibidir.

- % 78.084 Azot,
- % 20.9476 Oksijen,
- % 0.934 Argon,
- % 0.0314 Karbondioksit,
- % 0.0018.18 Neon,
- % 0.000524 Helyum,
- % 0002 Metan,
- % 0.0 ile % 0.0001 arasında Hidrojen,
- Xenon, Ozon ve diğer gazlar.

İnsanın yaşaması için en önemli gaz oksijendir. Oksijensiz bir ortamda canlı yaşamı düşünülemez. İç ortamdaki hava kullanıldıkça havanın karışım oranları bozulur ve canlılar için taşıdığı konfor şartları değişir. Sıcaklığın artması ile terleme, düşmesi ile üşüme, nemin artması ile cilt solunumunun yavaşlaması, nemin azalması ile cilt kuruluğu, oksijen oranının azalması ile nefes alma zorluğu ve benzer sorunlar yaşanır. Oksijen oranının %21'in altına düşmesi sonucunda ihtiyaç duyulan oksijen

normal solunum hızı ile sağlanamadığı için solunum ve kan dolaşımı hızlanır, kan basıncı yükselir, baş ağrısı ve yorgunluk başlar [41].

Alarko firması, işyerlerinde çalışan insanların performanslarının artması için iç hava kalitesinin önemine vurgu yapmıştır. İHK'nin iyileştirilmesi için standartların belirlenmesi gerektiğini açıklamıştır. İHK kötü olması halinde, isteksizlik, hastalık ve üretim kaybının başlıca nedenlerinden biri olduğu ve yapılan araştırmalarda, ofis binalarının %20-30'unda kötü iç hava kalitesinin çalışanları olumsuz etkilediğini saptamıştır [42].

Köksal, dış ortamda havada bulunan yer değiştirebilen değişen bitki tozları, bakteri, çeşitli ölü veya canlı mikroorganizmalar, erozyon sonucu ortaya çıkan tozlar ve sulardan buharlaşma sonucu oluşan tanecikler bulunmakta olduğu sonucuna varmış ve bunların havalandırma sistemi ve intfiltrasyon ile kapalı mahallere girebildiklerini vurgulamıştır. Ayrıca iç mahalde yapı malzemelerinden, eşyalardan ve insanlardan çıkan tanecikler, sigara dumanı, radon gazı ile formaldehit gibi kirleticiler de bulunabildiği olduğunu sonucuna varmıştır [43].

Bozkurt ve arkadaşları, iç ortam hava kalitesi değerlendirmesini yapmak amacıyla Kocaeli ilinde farklı bölgelerde ve farklı mikro-çevrelerde iç ve dış ortam hava örneklemeleri ile ağır metaller, uçucu organik bileşikler, SO₂, NO₂ ve O₃ konsantrasyonlarını saptamışlardır [44].

Yüklü, PIC mikrodenetleyici üzerindeki sıcaklık ve nemi algılayan sensörler sayesinde sıcaklık veya nemin istenilen değerlerde olup olmadıkları belirlenmiştir. Bu sayede mikroişlemcisine yazılan programa bağlı olarak ısıtma ve nemlendirme işlemi gerçekleştirmiştir [45].

Burunkaya, sıcaklık, bağıl nem oranı ve oksijen gazı konsantrasyonunu mikrodenetleyici ile kontrol edebilen bir küvez tasarımı yaparak sorunlu yeni doğan veya erken doğan bebeklerin tedavisi için bir prototip geliştirmiştir. Nemi düşük sıcaklıklarda üretebilmek için bir aktif nemlendirme sistemi geliştirmiştir.

Küvezde hassas ölçüm parametrelerini ele almış , fiziksel büyüklüklerin etkileşimleri de en aza indirgemıştır. Ölçme ve kontrol işlemleri için kaliteli PIC mikrodenetleyiciler kullanmıştır. Tasarımda hasta güvenliği ön planda tutulmuş, ve tedbirler alınmıştır [46].

Erbaş, konutlarda ve iş yerlerinde ısıtma sistemleri nedeniyle iç hava kalitesini bozan sebeplerden birinin de ortamdaki nem oranının düşmesi olduğunu, bu durumun ise, insanlarda solunum yolları enfeksiyonlarına neden olduğunu açıklamıştır. Dış hava ile teması olmayan kapalı bir odaya (12 m²) soğuk buharlı hava nemlendiricisi (30 W) yerleştirmiştir. Soğuk buharlı hava nemlendirme sisteminin iç hava kalitesine etkisi incelemiştir [47].

Gönüllü ve arkadaşları, Yıldız Teknik Üniversitesi kütüphanesinde partikül, gaz ve buhar kaynaklarını araştırmışlardır. Toplam ve ince partiküllerin konsantrasyonları , toplam bakteri ve mantar sayılarını bu çalışmayla tespit etmeyi amaçlamışlardır [48].

Styronit firması, insanların zamanlarının %90 gibi büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirdiğinden iç hava kalitesinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle ortamlardaki kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir olduğunu açıklamıştır. Sıcaklık ve nem gibi değerlerin kontrolü ile birlikte iç hava kalitesi de dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır [49].

Kısa, iç ortam hava kalitesinin; binanın tasarımı, inşaatı, işletimi ve bakımı gibi farklı evrelerden etkilendiğini açıklamıştır. Yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliğinin önemli olduğunu vurgulamıştır ve havasız koku içeren ortamların sağlıksız olduğunu ve çalışma performanslarının da düşmesine neden olduğunu saptamıştır [50].

2.2. Havalandırma Sistemine Sahip Mekanlarda İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar

Havalandırma, kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesi işlemidir. Amacı:

- a. Ortamdaki havanın oksijen içeriğinin azalmasını önlemek,

- b.** Ortamdaki havanın içerisindeki karbondioksit gazı, vücut kokuları, sigara dumanı, nem içeriğinin aşırı artışı önlemek,
- c.** Makinelere, insanlardan ve aydınlatmadan kaynaklanan ortamdaki ısı kazancını dışarı atmak,
- d.** Makinelere, pişirmeden ve insanlardan kaynaklanan ortamdaki nem kazancını dışarı atmak,
- e.** Zehirli gazları ve tozu ortamdaki uzaklaştırmak,
- f.** Bakteri ve zararlı mikro organizma sayılarını düşürmektir.

Havalandırma tesislerinin projelendirilmesinde ana faktör, havalandırma seviyesinin miktarıdır. Bu miktar, insanların temiz hava ihtiyacı, belirli kirleticilerin oransal seviyelerinin limit değerleri altında tutulması, basınç kontrolü ve sıcaklık kontrolü gibi faktörler ele alınarak yapılır. Enerji maliyeti tasarım aşamasında en önemli bir parametre olmuştur. Bu enerji maliyetleri yanında, iç hava kalitesi çoğunlukla birinci prensiple çatışan ikinci bir belirleyici parametre haline gelmiştir [51].

Öztürk ve arkadaşları, her geçen gün artan teknolojik gelişmelere bağlı olarak konfor şartları da sürekli olarak artmakta olduğunu kaydetmişlerdir. Konutlarda iç hava kalitesini artırmak amacıyla iklimlendirme sistemi kurulması gerektiği veya doğal yollarla sağlanabileceğini vurgulamışlardır, ama böyle bir sistemin ilk yatırım maliyetinin yüksek olabileceğini belirlemişlerdir. Bu nedenle doğal havalandırma sisteminin kullanılması özellikle konutlarda büyük yarar sağlayacakları konusunda fikir birliğine varmışlardır [52].

Yüksek ve Esin, insan yaşamının ortalama % 90'ının geçtiği iç hava kalitesinin insan sağlığı ve çalışma verimi üzerinde oldukça büyük bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. İç ortamlardaki hava kirlilik seviyesinin çoğu zaman dış ortamdaki daha yüksek olduğu belirtmişlerdir. İç ortamlardaki kirlilik nedeniyle solunum yolu hastalıkları ve yüzlerce kanser ölümlerine ve binlerce çocuğun kanındaki kurşun seviyesinin yükseldiğini açıklamışlardır. Yapılarda çok önemli olan iç hava kalitesinin, enerji kullanımı gerektirmeden sağlandığı doğal havalandırma yöntemleri ve önemi vurgulamak istemişlerdir [53].

Ertürk, üniversite öğrenci kantinin de öğrencilerin görüşleri alarak anket çalışması yapmıştır. Kantinde Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında kantinin yoğun olduğu saatlerde CO₂ sensörü ile ölçülen sonuçlara göre, her iki ortamda sıcaklık birkaç derece düşerken aynı hacimdeki sigara içilen hacimden sigara içilmeyen bölüme sigara dumanı geçirmediği gibi her iki bölümün CO₂ oranı 1400 ppm'in altında kaldığını saptamıştır [54].

Darçın, tasarım yapan insanların iç hava hava kirlilik oluşumunun, kirlilik sonucu ortaya çıkabilecek sorunların ve yapıların doğal yöntemlerle havalandırılması için göz önünde bulundurulması gereken ilkeleri belirlemiştir. Konuta bazı işlemlerin yapay havalandırma sistemlerinde olduğu gibi bir yapıya sonradan eklenmesinin söz konusu olamayacağını belirtmiştir. Bu nedenle tasarımcıların bu konuya dikkat etmeleri gerektiği vurgusunu da yapmıştır [55].

2.3. İç Hava Kalitesini Etkileyen Kirleticiler ve Bu Kirleticilerin İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Yapılmış olan Çalışmalar

İç hava kirleticileri ve bu kirleticilerin insan sağlığı açısından nasıl etki yaptıklarını 4 ana başlıkta incelenmiştir. Bunlar;

- İç Hava Kirleticileri
- İç Hava Ortamında Bulunan Partikül Maddeler
- İç Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkilerinin İncelenmesi
- Hasta Bina Sendromu

2.3.1. İç Hava Kirleticileri

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü kapalı ortamda geçirmeleri sonucu kirleticilere maruz kalmaktadır. Kirletici olarak bilinen karbon oksitleri, azot oksitleri, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, radon, formaldehit ve diğer elemanlar kapalı ortamlarda bulunarak insan sağlığı üzerine olumsuz etki yaparlar.

İş ortamında bulunan kirletici maddeler, hava kirliliği konuları kapsamına dahil edilmemektedir. Bazı iş ortamlarında bulunan kirleticilerin emisyon kaynakları Tablo 2.1.'de verilmiştir [56].

Tablo 2.1. İç Ortam Hava Kirleticileri ve Emisyon Kaynakları [45]

Kirletici	Emisyon Kaynağı
Gazlar	
CO ₂	Yanma işlemleri, garaj eksozu, sigara dumanı
CO	Yanma işlemleri (ısıtıcılar, sobalar, şömine), garaj eksozu, sigara dumanı
NO ₂	Yanma işlemleri, garaj eksozu, sigara dumanı
O ₃	Fotokopi makinesi, yazıcı
SO ₂	Gaz sobaları
Formaldehit	Ahşap mobilyalar, halılar, duvar ve tavan boya ları, izolasyon malzemeleri, reçineler, yapıştırıcılar, laminant parkeler, döşemelikler, dezenfektanlar
UOB	Mobilyalar, halılar, vernikler, çözücüler, oda parfümleri, deterjanlar, yapıştırıcılar, yanma işlemleri, boyalar, yer ve duvar kaplamaları, laminant parkeler, kuru temizleme ile temizlenen elbiseler, böcek ilaçları
Radon	Toprakdan difüzyon yolu ile
Biyoaerosollar	
Allerjenler	Ev tozları, evcil hayvanlar, böcekler, polenler
Mantar sporları	Bitkiler, gıda maddeleri
Bakteriler, virüsler	İnsanlar, evcil hayvanlar, bitkiler, havalandırma cihazları
PAH	Yanma işlemleri, sigara dumanı

Aslan, konutlarda bulunan kirletici gazların boyutları ve oranları küçük olmasına rağmen, ortamda bulunan insanlara çok büyük zararları olduğunu açıklamış ve bu kirletici gazların mahalden uzaklaştırılması gerektiğine vurgu yapılmıştır [57].

İnsanlar zamanlarının büyük bir çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirdiğinden ve iç ortamda bulunan zararlı maddeler sağlığımız üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Araştırmalar sonucunda, insanların yaşamlarını geçirdiği kapalı ortamların çeşitli gazlarla ve partikül ölçekli kirleticilerle kirlendiğini göstermiştir. Ayrıca, ofislerin, ticaret merkezleri vb. alanların farklı derecede kirlendiği açıklanmıştır [58].

Kirletici gazlar, ofislerdeki iç hava kalitesi problemini oluşturan ana faktörlerdendir. İç ortamda bulunan kirleticilerin müsaade edilen konsantrasyon değerleri Tablo 2.2.'de gösterilmiştir. Yeterli derecede havalandırmayan ofislerde kirleticilerin yoğunluğunu artacak ve bunların dış ortama atılmaları zorlaşacaktır. Sıcaklık ve nem seviyelerinin artması bazı kirleticilerin oranlarını da arttırmaktadır [59].

Tablo 2.2. Kapalı Ortam Hava Kirleticilerinin Kabul Edilebilir Konsantrasyon Değerleri [45]

İç Ortam Kirleticileri	Müsaade Edilen Konsantrasyonları
Karbonmonoksit (CO)	< 9 ppm
Karbondiyoksit (CO ₂)	< 800 ppm
Küf	İç ve dış havadaki değerler aynı olmalıdır
Formaldehit	< 20 µg/m ³
Toplam uçucu organik bileşikler	< 200 µg/m ³
4 fenil sikloheksan (4-PC)	< 3 µg/m ³
Toplam partikül (PM)	< 20 µg/m ³
Düzenli kirleticiler	< Ulusal içortam standardı
Diğer kirleticiler	< Sınır değerin % 5

Fanger, iç ortam hava kirleticilerinin insanlarda baş ağrısı, düşünmede zorluk çekme gibi hasta bina sendromu belirtilerine neden olduğunu vurgulamıştır. Ofis ortamında bulunan kirleticilerin azalması durumunda çalışanların performanslarının arttığı tersi durumda ise performansların azaldığını saptamıştır [60].

Tecer, doğal ve insanlar tarafından dış ortama atılan toz, gaz ve sıvı şeklindeki hava kirleticileri insan sağlığına etkilerini sınıflandırmıştır. Aşağıda insan sağlığını olumsuz etkileyen kirleticileri şu şekilde belirtmiştir:

- Partikül madde (PM),
- Karbon monoksit (CO),
- Kükürt dioksit (SO₂),
- Ozon (O₃),
- Azot dioksit (NO₂),
- Kurşun (Pb)

Bunların dışında da hava kirleticileri olduğunu ve bu kirleticilerin çevreye zarar vermekle birlikte , ciddi sağlık problemlerine neden olduğu bilinmektedir.

Günde ortalama 15 metreküp temiz hava solunması gereken insanlar ayrıca günde ortalama 2 litre su tüketmesi gerekmektedir. Bu nedenle solunan havanın temiz ya da kirli olması sağlık açısından çok önemlidir. Bununla ilgili Tablo 2.3.'te bazı ortamlarda bulunması gereken hava miktarları verilmiştir [61].

Tablo 2.3. Bazı Ortamlarda Bulunması Gereken Hava Miktarları [45]

	Kişi başına düşen oda hacmi (m ³)	Kişi başına taze hava (dk/m ³)
Evlerde oturma odaları	30	0,9
Evlerde yatak odaları	20	0,4
Okul kışla yatakhaneleri	15	0,4
Bürolar	20	0,4
Lokantalar	9	0,8
Okullarda dersaneler	6	0,9
Hasta koğuşları	6	1,9

İnsanlarda fiziksel ve psikolojik rahatsızlıkların bir kısmının iç havada bulunan kirlilik nedeniyle olduğu açıklanmıştır. İç hava kalitesinin iyi olması; içinde bilinen kirleticilerin, belirli standartlarda olduğu ve bu ortamda bulunan insanların memnun olduğu hava olarak tanımlanmaktadır [62].

Vaizoğlu ve arkadaşları, iç ortam hava kalitesinin önemini, kirletici kaynaklara ve bu kirleticilerin sağlığa etkilerini incelemiştir [63].

Karol, iç ortamda bulunan kirleticilerinin oluşturduğu alerjik reaksiyonları araştırmış ve bu kirleticilerin solunması halinde akciğer rahatsızlıklarına, alt ve üst solunum yolları rahatsızlıklarına neden olabileceğini saptamıştır [64].

Coad, havanın içindeki kirleticileri; bina içinde üretilen kirleticiler, çevreden ortama taşınan kirleticiler ve ortam içinde üreyen organik kirleticiler olmak üzere üçe ayırmıştır [65].

Eğrikavuk, insanların kapalı ortamlarda taze havayı kısıtlı miktarda kullandığı ve dış hava kirliliğinin çok fazla olduğu durumlarda, konutlarda iç hava kirliliğinin artabileceğini vurgulamıştır. Kirletici maddelerin vücuda alındığında en başta akciğerlere zarar verdiğini vurgulamıştır [66].

Bulgurcu ve İlten, insanların ikamet ettiği yerlerin hava kirletici maddelerini ve kaynaklarını incelenmişlerdir. Özellikle ısıtma cihazlarının iç hava kalitesi üzerindeki etkileri üzerinde durmuşlardır [67].

Kaya, iç hava kalitesi iyileştirildiği durumda çalışma performansın arttığını belirtmiş ve iç hava kalitesinin belirlenen standartlarda olması için kirlilik kaynaklarının dikkatli tespit edilmesi gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Konutlarda, havalandırma sistemi toplam maliyetin %1'ine karşılık geldiğini belirlemiştir. İnsanların verimliliğinin artırılması için en önemli faktörün havalandırma olduğuna değinmiştir [68].

Özkan ve arkadaşları, tesislerin iç hava kalitesini bozan kirlleticilerin tespitini ve bu kirlleticilerin iç ortam hava kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır [69].

Ökten ve Asan , hastanelerin iç hava ortamının mikrobiyal açıdan incelenmesi gerektiğine vurgu belirtmişlerdir. Çok küçük yapıdaki mikrofungusların kronik bronşit, astım, fungal alerjiler, aşırı duyarlı pnömoni ve aspergillosis gibi rahatsızlıklara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Tablo 2.4.'te iç ortam hava kirleticilerinin yapmış olduğu muhtemel sağlık problemleri görülmektedir [70].

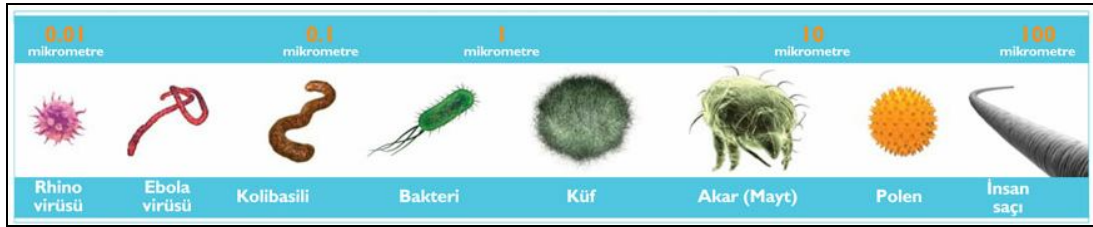
Tablo 2.4. İç Ortam Hava Kirleticilerinin Yapmış Olduğu Muhtemel Sağlık Problemleri [71]

Kirleticisi	Sağlık Üzerine Olası Etkisi	Yaş ve Cinsiyet
Asbest	Asbestosis, akciğer kanseri, mezotelyoma	Yetişkin erkek ve bayan
CO	Baş ağrısı, bulantı, letarji, bilinç kaybı, kardiyovasküler sisteme etki, ölüm	Tüm yaş grubundaki kadın ve erkekler
Sigara dumanı	Çocuklarda solunum sistemi hastalıkları, akciğer kanseri	<5 yaş ve tüm erişkinler
CO ₂	Baş ağrısı, iştahsızlık, göz, burun ve boğaz iritasyonu, üst solunum yolu iritasyonu	Yetişkin erkek ve bayan
Uçucu Organik Bileşikler (VOC)	Uyku, hafıza kaybı, hapsirme, cilt kızarıklıkları, solunum güçlükleri, gözlerde, burun ve boğazda yanma	Yetişkin erkek ve bayan
Azot dioksit (NO ₂)	Göz, burun ve boğaz da tahrişlere, bulantı, akciğer fonksiyonlarında yavaşlama, solunum yolu enfeksiyonları,	Yetişkin erkek ve bayan
Ozon (O ₃)	Göz, burun ve boğaz da tahrişlere, akciğer fonksiyonlarında yavaşlama, ölüm	
Kükürt Dioksit (SO ₂)	Göğüs sıkışması ve kesik nefes alma, solunum yollarının daralma,	Çocuklar, yaşlılar ve kronik akciğer ve kalp hastalığı olanlar
Radon	Akciğer kanseri, lenf ve alyuvarlar ile ilgili hastalıklar	Tüm yaş grubundaki kadın ve erkekler

Kapkın ve Uzal, insanların zamanının büyük bir kısmını kapalı hacimlerde geçirdiği ve bu hacimlerde bulunan kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılması gerektiğini kaydetmişlerdir [72].

2.3.2. İç Hava Ortamında Bulunan Partikül Maddeler

Ufo firması, iç ortamda bulunan partiküllerin havada bulunan katı ve sıvı zerrecikler tarafından meydana geldiğini tespit etmiştir. İç ortamda bulunan partikül maddeler dış ortamlara göre daha fazladır. 10 mikrometreden küçük partiküller havada asılı kalarak ciğerlerimize rahatsızlık vermektedir (Şekil 2.2.).



Şekil 2.1. İç Havada Bulunan Madde Büyüklükleri [73]

Partikül Madde Kirliliği (PM) : İç hava ortamında bulunan küçük yapıda ve gözle görülmeyen partikül maddelerden kaynaklanan kirlilik anlamına gelir. Partikülleri 2.5-10 mikron arası ve 2.5 mikrondan küçük olmak üzere ikiye ayırılır. 2.5 mikrondan daha küçük olan partiküller mikroskop ile görülebilirler ve PM 2.5 diye adlandırılırlar. Örneğin; yangınlar sonucu oluşan minik kirletici zerrecikler, otomobil egzozlarından 2.5-10 mikron arasındaki partiküller ise kaba partikül (PM 10) diye adlandırılmaktadırlar. Aşağıdaki şekil 2.3.'te partikül madde kirliliği ile ilgili Hava Kalite indeksi (AQI) görülmektedir [73].

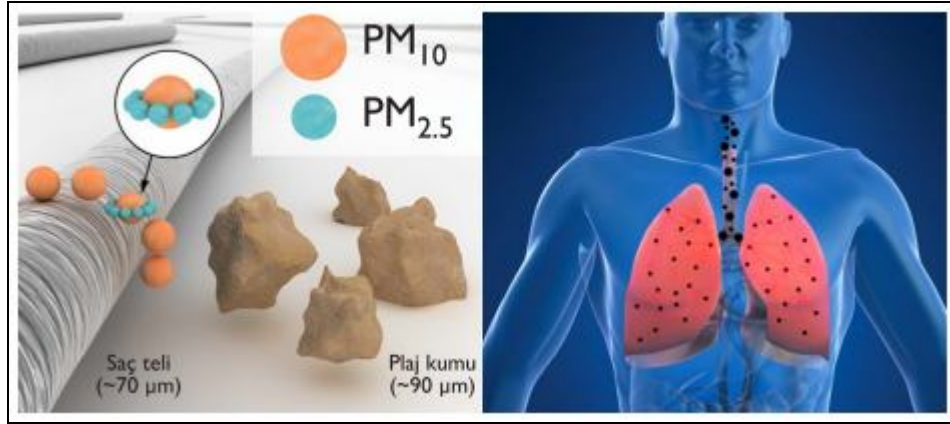
Hava Kalite İndeksi (AQI)	Sağlık Seviyesi	Uyarılar
0-50 arasında	İyi	Yok.
51-100 arasında	Orta	Hassas olan kişilerin, uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmaları gerekebilir.
101-150 arasında	Hassas gruplar için sağlıksız	Kalp veya solunum hastalığı (astım gibi) olan kişiler, yaşlılar ve çocuklar uzun süreli ve yoğun efor sarfından kaçınmalıdır. Bunun dışında herkes, uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmalıdır.
151-200 arasında	Sağlıksız	Kalp veya solunum hastalığı (astım gibi) olan kişiler, yaşlılar ve çocuklar uzun süreli ve yoğun efor sarfından kaçınmalıdır. Bunun dışında herkes, uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmalıdır.
201-300 arasında	Çok sağlıksız	Kalp veya solunum hastalığı (astım gibi) olan kişiler, yaşlılar ve çocuklar aktivite seviyelerini düşük tutmalıdır. Bunun dışında herkes, uzun süreli ve yoğun efor sarfını azaltmalıdır.
301-500 arasında	Tehlikeli	Kalp veya solunum hastalığı (astım gibi) olan kişiler, yaşlılar ve çocuklar tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır. Bunun dışında herkes, uzun süreli ve yoğun efor sarfından kaçınmalıdır.

Şekil 2.2. Partikül Madde Kirliliği İle İlgili Hava Kalite İndeksi [73]

Süren, iç havada bulunan çapları 10 µm ve daha küçük partikül maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmış ve bu tür partikül maddelerin akciğere kadar ulaştığını, ayrıca bunların kana dahi karışabileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle vücuttaki oksijen kaybını azaltmak için kalbin daha fazla çalışması ve kalp üzerinde ciddi bir baskı oluşturabileceğini saptamıştır [74].

Ufo firması insanların günde 20.000'in üzerinde soluma yaptıklarını ve her solumada vücuda binlerce partikül girebileceğini vurgulamışlardır. Burun ve sinüsler havayı filtrelemeye yardımcı olmaktadır, eğer ağızımızla hava aldığımızda ciğerlerimize geçen partikül sayısı da artacaktır.

- PM 10 : Burun tıkanıklığı, boğaz ve soluk borusunda yanma ve gıcık yaparlar.
- PM 2.5 : Akciğerler dokusuna zarar vererek derinlemesine nüfuz eder ve solunum yolları enfeksiyonlarına sebep olurlar (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Partikül Madde Örnekleri [73]

İç havada bulunan partiküller hassas grup olarak nitelendirilir ve bu grupta olanlar bu kirliliğe maruz kalırsa göğüs ağrısı, kalp çarpıntısı, nefes darlığı veya yorgunluk hissedebilir. Bu partiküller, sağlıklı insanlarla birlikte astım gibi solunum rahatsızlıkları bulunanlarda da öksürme ve nefes darlığına neden olabilir ve bu nedenle doktor ziyaretlerini arttırabilir. İç ortamdaki kötü hava kalitesi alerjik reaksiyonlar, burun, boğaz ve akciğerlerde tahriş, baş ağrısı ve mide bulantısı olarak ortaya çıkar ve bu da insanların çalışma performanslarında düşüşe neden olabilir.

Risk grubunda ise çocuklar, yaşlılar, astım ve amfizem gibi solunum yolu rahatsızlığı olanlar, bağışıklık sistemi zayıf ve alerjiye yatkın kişiler oluşturabileceği vurgulanmıştır [73].

Marsik, insan sağlığı açısından iç ve dış hava kalitesinin son derece önemli olması sebebiyle bir bilgisayar modeli sunmuştur. Bu sayede iç kirletici seviyelerini, havalandırma oranını ve diğer etkenleri belirlemiş ve analizler yapmıştır [75].

Thornton, New Jersey'e bağlı Newark'daki bir anaokulda iç havada bulunan partikül maddelerin astımlı çocukları nasıl etkilediğinin analizlerini yapmıştır. Çinko, kurşun, manganez, vanadyum ve nikel gibi elementlerin astımlı çocuklardaki rahatsızlıklarda önemli bir faktör olduğuna vurgu yapmıştır [76].

Taner ve arkadaşları, iç ortamda bulunan partikül maddelerin insan sağlığı ve hava kalitesi ile ilgili olumsuz etkileri üzerinde durmuşlardır. İnsanların sağlığının korunması için iç ortamda bulunan partikül madde kirliliğinin belirlenmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır. Küçük yapıdaki partiküllerin (PM<1.0) sağlık üzerindeki etkilerinin büyük yapıdaki partiküllere göre çok daha önemli olduğunu tespit etmişlerdir [77].

Onat ve arkadaşları , Aralık 2009-Mart 2010 döneminde İstanbul'da bazı yerlerdeki iç ortamlarda PM2.5 ve CO oranlarını belirlemişlerdir. Partikül maddelerin gündelik yaşama etkisini belirleyebilmek amacı ile 5 farklı boyutta partikül sayımını yapmışlardır. Mekanların iç ve dış ortamlarındaki partikül maddeler, sıcaklık ve nem parametreleri ölçümlerini kaydetmişlerdir. Katı partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri Tablo 2.5.'te verilmiştir [78].

Tablo 2.5. Çeşitli Partikül Halindeki Kirleticilerin Büyüklükleri Ve Özellikleri [24]

Kirletici adı	Açıklamalar
Tanecik (partikül)	Boyutları 0.0001 -50 µm arasında değişen katı ve sıvı kütlelerdir.10 µm altında olanlar havada askıda kalabilir, Büyük tanecikler ise çökebilir.
Aerosol	Gaz ortamında koloidal büyüklükte dağılmış pozitif veya negatif yüklü yada yüksüz katı veya sıvı taneciklerdir.
Duman	Tam olmayan yanma sonucu oluşan çoğunlukla karbon diğer yanabilen maddeleri içeren parçacıklar olup boyutları 1 µm'den küçüktür.
İs	Karbonlu bileşiklerin tam yanmaması sonucu katran ile yapışarak aglomera olan ve havada dağılan 0.5 µm'den küçük karbon tanecikleridir.
Toz	Gaz ortamında geçici olarak asılı halde bulunan ve boyutları 1-10 µm arasında değişen katı taneciklerdir.
Uçucu kül	Katı yakıtların yakılmasından oluşan 1-200 µm boyutlarında bulunan ve bünyesinde yakıtında yer aldığı yanma gazlarındaki küllerdir.

Onat ve arkadaşları, İstanbul'da bulunan metroların hızlı ve rahat olmasından dolayı en çok tercih edilen ulaşım aracı olduğunu ve bunun sonucu olarak hava kirletici konsantrasyonları dış ortam havasına göre daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Partikül maddelerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olduğu ve zamana ve mekana göre değişkenlik gösteren bir kirletici olduğunu ve metrolardaki partikül maddenin başlıca kaynağının, raylar üzerinde tekerleklerin sürtünme ve fren yapılması sonucu partiküllerin havalandırma yoluyla metro tünellerine girmesine neden olduğunu saptamışlardır [79].

Sofuoğlu ve diğ., İzmir'de, üç ilköğretim okulunda anket uygulaması ile iç havada bulunan uçucu organik madde, yarı-uçucu organik madde, partikül madde, partikül maddede element ve inorganik gaz kirletici derişimlerini ölçmüşler ve bu sayede eğitim gören çocukların kirletici maruziyetlerini azaltmak hedefli pratik öneriler sunmuşlardır [80].

Koutrakis ve arkadaşları, iç ortamlarda bulunan kirletici gaz ve asit buharlarını incelemişler ve bunların iç kaynaklardan olduğunu tespit etmişlerdir. İç/dış oranlarının genelde parçacık boyutuna ve yoğunluğa, hava değişim oranına, iç ortamın yüzey/hacim oranına bağlı olduğunu saptamışlardır [81].

Karadağ, iç ve dış ortamda meydana gelen hava kirliliğinin, solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olduğunu saptamıştır, ayrıca bu gaz ve partiküllerin solunmasıyla akciğerde de sebebi anlaşılabilen hasarlara neden olabileceği vurgulanmıştır. Burada kirletici madde olarak kükürt dioksit (SO₂), azot oksit (NO₂), karbon monoksit (CO) ve partiküller incelenmiştir [82].

Zhang ve arkadaşları, Avustralya'daki bir ana okulu ile üç standart ilköğretim sınıflardaki iç hava ortamında bulunan toz alerjenleri, hava kirliliği ve fiziksel parametreler dört mevsim boyunca incelenmiştir. Partikül (PM₁₀) ve uçucu organik bileşiklerin seviyelerinin bu dört okulda da benzerlik gösterdiğini tespit etmişlerdir [83].

2.3.3. İç Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkilerinin İncelenmesi

Ağca, iç ortamdaki hava sıcaklığının artmasıyla çalışanların performansı düşmekte, ortamdaki nem azalmakta ve nem oranının azalmasıyla burun mukozasında kuruma ve solunum yolları enfeksiyonları, boğazda yanmaya ve insanlarda HBS artışına neden olduğu gözlemlenmektedir. HBS belirtileri olarak baş ağrısı, öksürük, ses kısıklığı, baş dönmesi gibi rahatsızlık belirtileri bina terk edildiğinde bu şikâyetlerin ortadan kalkmakta olduğunu saptamıştır [84].

Baysan, içi hava kalitesini ve bunu etkileyen faktörlerin sağlık üzerine etkileri üzerinde durmuştur. Amaç, kötü hava kalitesinin sağlığa etkilerine önemine vurgu yapılarak , Türkçe literatüre katkıda bulunmaktır. Kötü hava kalitesi ağız, burun ve göz mukozası başta olmak üzere küçük çaplı semptomlardan, ciddi solunum yolu rahatsızlıklarına sebep olduğu vurgulanmaktadır. Bu durumu önlemek için iç hava kalitesini iyileştirmek, zararlı gaz ve bileşikler ile partikül maddelerin kaynağının bulunması gerektiğini açıklamıştır [85].

Yurtseven, iç ortamda bulunan çocuk ve yaşlıların, diğer yaş gruplarından daha fazla hava teneffüs ettiklerinden, kirli iç ortam havasından daha fazla etkilenmekte ve bunun sonucu olarak da sağlık sorunları yaşadıklarını açıklamıştır. Ayrıca

okullardaki iç ortam kirleticilerinin tespit edilmesinin önemli olduğu vurgusu da yapılmıştır. Silivri ilçesindeki 3 okulda standart parametre değerlerinin ve CO₂ düzeyinin çok üstünde olduğunu tespit edilmiştir. Diğer ölçülen parametreler ise standartların altında olduğunu tespit etmiştir. [86].

Trivette, iç hava ortamında bulunan uçucu organiklerin emriyo varlığına zararları konusunda araştırma yapmıştır. Altı bölgede uçucu organiklerin (formaldehid, nheksan, benzin ve stiren) değerlerini ölçmüştür. Ofis ve konutlardaki iç havayla formaldehid yoğunlukları kıyaslamış ve sıcaklık ve nem değerlerinin öngördüğü ölçüler dahilinde, partikül yoğunlukları standartlarının altında olduğu tespit etmiştir .Ancak çalışmada karbondioksit yoğunluğunu, ASHRAE tarafından belirlenen değerlerin üzerinde olduğunu belirlemiştir [87].

Snijders, konutlarda yaşayan ve kronik akciğer rahatsızlığı olan insanların iç hava ortamından etkilenme durumunu incelemiştir. İç hava kirliliğinin etkisiyle günlük yaşamda insanların fiziksel performanslarını etkilediğini saptamıştır. Sınıflandırma yapılmış ve sınıflandırılan bu bireylerin yüksek oranda iç hava kalitesine gerek duyan grup olduğu tespit edilmiştir [88].

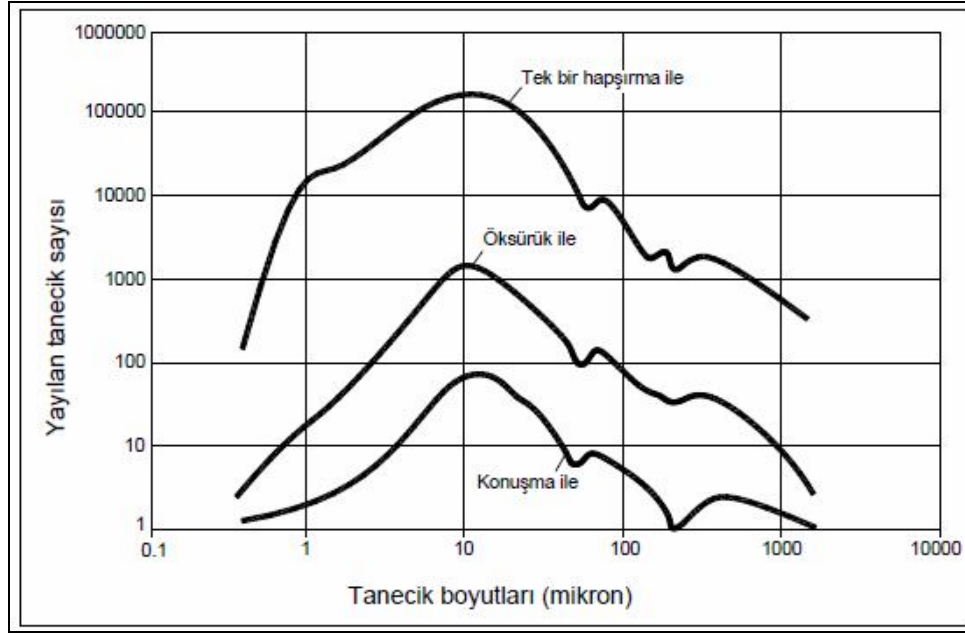
Coşkun ve arkadaşları, okullarda iç hava kalitesinin önemli olduğuna vurgu yapılmış ve mevcut okul binaları arasındaki yapısal farklılıklarının İHK yönünden ciddi farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğunu vurgulamışlardır. Okullardaki iç hava kalitesi problemlerini ve bu problemlerin nasıl çözülebileceği konusunda araştırma yapmışlardır [89].

Alptekin, iç hava kalitesi etkileyen faktörler üzerinde durmuş, ayrıca sağlık ve verimlilik üzerine etkilerini de incelemiştir. Dumlupınar Üniversitesi içerisindeki bazı binalarda deneysel çalışmalar yapılmış ve iç ortam havasında bulunan ince toz partiküllerin konsantrasyonlarını ölçmüştür. İç ortam hava kalitesini; yapı malzemelerine, kullanıcı sayısına ve yapının kullanım şekline göre değiştiğini saptamıştır [90].

Öztürk ve Düzovalı, okullardaki iç hava kalitesini incelemiş ve insanlardaki muhtemel sağlık sorunlarına değinmişlerdir. İç hava kalitesini bozan tipik kirleticiler olarak partikül madde, karbon dioksit, karbonmonoksit, nem, sıcaklık, uçucu organik bileşikler ve alerjenler olduğunu saptamıştır. Samsun'da farklı bölgelerdeki beş ilköğretim okulunda 2007 yılı Ocak-Haziran dönemleri arasında sınıflarda karbon dioksit, partikül madde (PM₁₀), karbonmonoksit, nem ve sıcaklık ölçümleri ni yapmış ve okulların iç hava kalitesinin bozulmasına yetersiz havalandırma ve hijyenik şartlara uyulmamasının neden olduğunu saptamışlardır. Bu durumun çocukların bünyelerini dış etkenlere dirençlerini azaltacağı, hastalığın yayılma riskini artırabileceğini, dikkat dağılmasına ve derse karşı ilgiyi azaltabileceğine vurgu yapmaktadır. Çözüm olarak ise, okulları trafikten uzak mümkün olduğunca şehir dışında yapılması gerektiği, okulların koridor tavanlarına hava kanalları yapmak gibi öneriler sunmuştur [91].

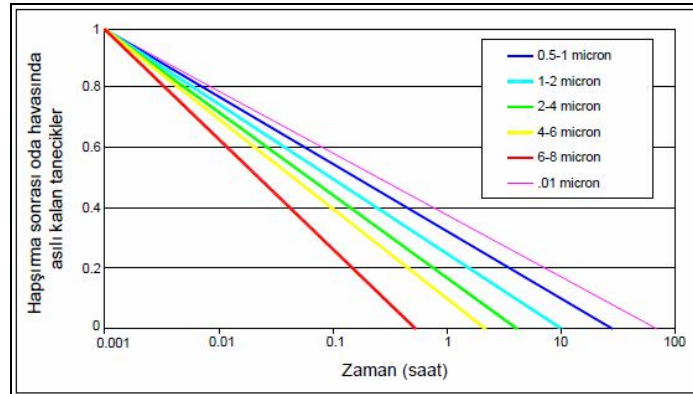
Çobanoğlu ve Kiper, yüzyılımızın en önemli tehlikelerinden biri sağlık açısından yüksek düzeydeki hava kirliliği olduğuna değinmişlerdir. İnsanlarda akciğerlerin gelişimi erken dönemde gerçekleştiği için hava kirliliğinden yetişkinlere göre küçük yaştaki çocuklar daha çok etkilenmektedir. Çocuklar zamanlarının çoğunu iç hava ortamında geçirdiklerinden bina dışı hava kirliliği kadar öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır. Astım eksazerbasyonları, prematüre doğumlar, düşük doğum ağırlıkları, akciğer gelişim hataları ve bazı rahatsızlıklar ile hava kirliliği arasında önemli bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmişlerdir [92].

İnsanların öksürme ve hapşırımlarından ötürü çevreye küçük yapıdaki bioaerosolleri yayarlar ve bu yayılma sonucunda çevrede bulunan insanlarda hastalığa yakalanabilirler. Şekil 2.5.' de tek bir hapşırma sırasında nasıl yüz binlerce taneciğin havaya yayılabileceği gösterilmiştir. Öksürük ve konuşma ile yayılan tanecik sayıları da verilen şekilde görülmektedir (Şekil 2.5.).



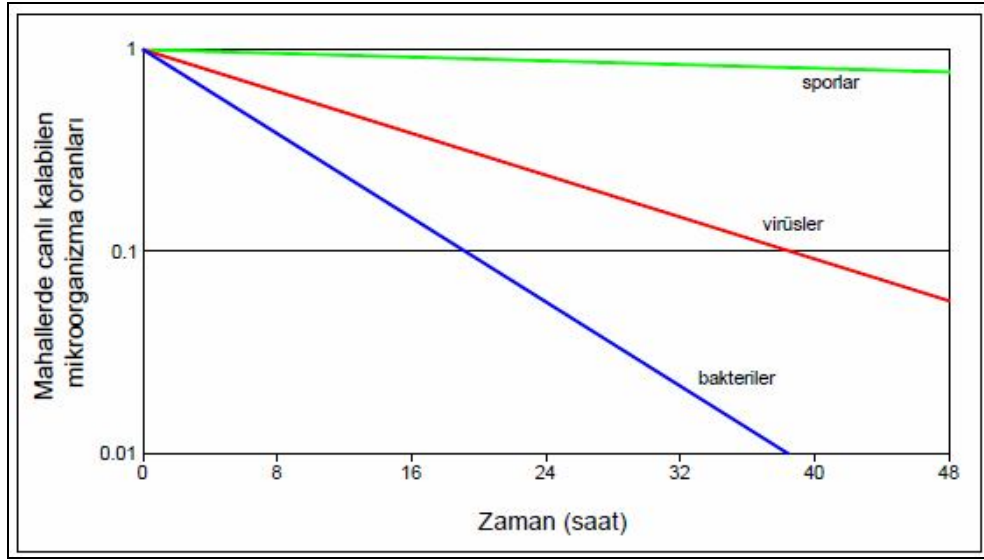
Şekil 2.4. Enfekte olmuş bir kişi tarafından etrafa yayılan taneciklerin sayısal ve Boyutsal dağılımı [44]

Aşağıda Şekil 2.6.'de görüldüğü gibi bir hapsırma sonrasında havada bulunan bioaerosol çaplarına bağlı olarak 4-8 mikron arasındakiler 1 saat içinde öldükleri gibi 0,01 mikron büyüklüğünde olanlar günlerce havada asılı kalabilmektedirler.



Şekil 2.5. Bir hapsırma sonrasında havada bulunan bioaerosol çapları [44]

Aşağıda Şekil 2.6.'da ise güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları verilmiştir. Bakterilerin havadan ayrılmalarının virüslere nazaran daha çabuk gerçekleşmesidir, çünkü bunlar yaşamak için neme virüslerden daha çok ihtiyaç duymaktadırlar.



Şekil 2.6. Güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları [44]

Amerika ve Avrupa'da iç hava kalitesine tesir eden kirleticilerin hemen hemen yarısı mahal içindeki insanlar, yapı ve dekorasyon malzemeleri, halılar ve yalıtım malzemelerinden kaynaklandığı diğer yarısının da klima santrali ve dağıtım sisteminden geldiği ortaya konmuştur [93].

2.3.4. Hasta Bina Sendromu

İnsanlarda göz, burun, boğaz, ve deri tahrişi, solunumda zorluk, baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi gibi iç hava ortamında meydana gelen rahatsızlıklar genellikle binadan ayrılınca iyileşme görülen olaya Hasta Bina Sendromu denilir. Bu semptomlar, genelde kişisel, fizyolojik, ve bina-içi çevresel kalite faktörlerin etkisiyle ortaya çıkarlar. Okullarda iç hava kalitesinin batılı ülkelerde iyi yönetilmediğinden bahsedilirken, ülkemizde ise henüz yönetilmesi gereken bir unsur olduğu tespit edilmiştir [94].

Coşgun, Hasta Bina Sendromu'nun son yıllarda ortaya konmuş bir terim olduğunu ve 1970'lerden itibaren öneminin artmaya başladığını bildirmiştir. Binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan rahatsızlıklar bu ortamdan uzaklaşınca ortadan kalkan rahatsızlıklar hasta bina sendromu ile ilgili semptomlar olarak adlandırılır. Yapılan bir çalışmada aynı şirketin ofis çalışanlarında tüm semptomların % 40- 80'i iş ile

ilgili olduğu düşünülürken hava yolu çalışanlarında bu oranın % 70-90 arasında olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışmaların sonucunda kişilerdeki semptomların iç hava ortamından meydana gelebildiği tespit edilmektedir. Türkiye’de HBS ve insanlar üzerindeki rahatsızlıklarını belirlemeye yönelik çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Günümüzün büyük çoğunluğunu geçirdiğimiz iç ortamların sağlık etkilerini bilmek ve önlemlerimizi buna göre almak gerekmektedir.Hasta bina sendromunun görülmesinde etkili olan bazı risk faktörleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

a- Hava kirleticileri,

b- Havalandırma,

c- İş ile ilgili faktörler: İş tatmini, Stres, Sosyal yapı,

d- Kişisel faktörler: Cinsiyet, Atopi, Hiperaktif havayolu, daha önceden mevcut bazı hastalıklardır [95].

Sarven, konfor için binalarda tesis edilen havalandırma-iklimlendirme benzeri tesisat sistem düzenlerinden meydana gelen insan rahatsızlıklarının giderilmesinin önem kazandığını vurgulamıştır. Ayrıca binanın yapım aşamasında şartların iyileştirilmesi için birçok araştırmalar yapılmıştır. Uygulamada sıkça rastlanan hastalıklı bina sendromunun ortadan kaldırılması için alınacak önlemler kısaca gözden geçirmiştir.

Araştırmalar düşük hava kalitesinde insanların karşılaştıkları, akut veya kronik sağlık sorunları arasında bağlantı olduğunu tespit etmiştir.. Karşılaşılan sorunların büyük bir çoğunluğu yetersiz ya da uygun olmayan havalandırmadan ve ısıtma – soğutma – iklimlendirme sistemlerinden kaynaklanmakta olduğunu tespit etmiştir [96].

Özyaral ve Keskin, “kakosmi sendromu” nun, hasta bina sendromu olarak tanımladığımız etkene bağlı olarak ortaya çıkan ve bu sendromun insanın soluduğu havadan ve içerisinde yaşadığı kapalı alandan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bunun yanında yüzde-gözde kaşıntı, burunda-gözde akıntı, ciltte kızarıklıklar şeklinde tipik temas dermatiti olgularını da tespit etmiştir [97].

Zeydan ve arkadaşları, iç ortam kirletici türlerinin hasta bina sendromu üzerine etkilerini, hasta bina sendromunun insan sağlığı üzerindeki etkileri ve iklimlendirme yapılarak iç hava kalitesinin nasıl iyileştirilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır [98].

Aksakal , Ankara'da eski bir okulda solunan havadaki mantar varlığı, CO, CO₂, formaldehit ve toluen düzeyleri ile öğrencilerde ilgili olabilecek yakınmalarını incelemiştir. Biri yeni, biri eski olmak üzere iki okul sınıflarında küf ve solunan havada mantar varlığını ve türlerini , bina ile ilişkili yakınmalara neden olabilecek kirleticileri, öğrencilerin bina ile ilişkili olabilecek yakınmalarını ve Hasta Bina Sendromu (HBS)' nun birlikte görülme durumunu incelemiştir. Öğrencilerde en sık saptanan yakınmalar %70,6 ile baş ağrısı, %68.1 ile motivasyon güçlüğü ve dikkatini toparlayamama ve %57,2 ile burun akıntısı olmuştur. Öğrencilerde HBS görülme sıklığı % 6,0'dır. Öğrencilerde HBS görülme sıklığı sigara içenlerde daha yüksek olduğu görülmüştür. hava kirliliğinin önlenmesi için, öncelikle çocukların sağlığını korumaya yönelik tedbirler alınması gerektiği ve kapalı ortam hava kirleticilerinin düzeylerinin saptanmasının önemli olduğu vurgulanmıştır [99].

Yücel, hasta bina sendromunu araştırmak üzere bir kamu kuruluşu çalışanlarında görülme sıklığını ve bazı risk faktörlerini incelemiştir. Bu amaçla, Ankara ilinde bulunan Keçiören Belediyesi'nde havalandırma yapılan odalar ile havalandırma yapılmayan odalar arasında kirletici düzeyleri ve çalışanlarda HBS semptomlarının görülme sıklıkları ve HBS görülme durumunu belirlemiştir [100].

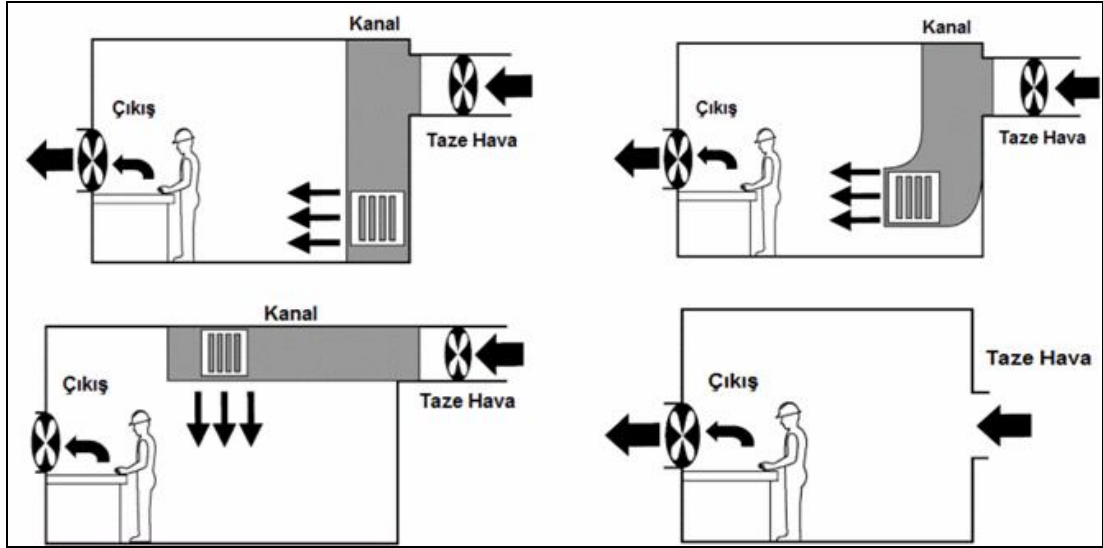
Binalarda hava kalitesini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Binanın bakım sorununun olması,
- Alçak tavanlar ve 2.4 m'den yüksek tavanlar,
- Binanın resmi bina ya da resmi sektör tarafından kullanılan bir bina olması,
- Çok sayıda açık rafların olması ya da kağıtların ortada bulunması,
- Şehir merkezinde iyi izolasyonu yapılmış bir bina olması,
- 2000 m² ve daha büyük bir taban alanı olması,
- Binanın havalandırma ve ısı kontrolünün belli bir merkezden yapılıyor olması,

- 15 yıldan eski binalar,
- Geniş alanlarda halı, dokuma yada yumuşak mobilya kullanılması,
- Düşük oda nemi,
- Dış ortam havasının içeriye az ya da çok fazla miktarda girmesi,
- Kapalı ortamlarda sigara içilmesi,
- Nem olması ve mantar üremesi,

Bina yapı malzemeleri, kullanılan temizlik malzemelerinden ortama salınan gazlar ve uçucu organik bileşiklerdir [101].

İç hava ortamında bulunan kirleticiler, kötü kokular ve insan sağlığını etkileyebilecek faktörlerin ortadan kaldırılabilmesi için; iç mahal havasının sürekli olarak yenilenmesi, sıcaklık ve nem değerlerinin bilinen standartlarda olması, istenmeyen hava akımlarının önlenmesi ve tavsiye edilen havalandırma sistemleri kullanılması gerekmektedir. Aşağıda tavsiye edilen genel havalandırmaya örnek şekiller yer almaktadır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Tavsiye Edilen Genel Havalandırma Örnekleri [102]

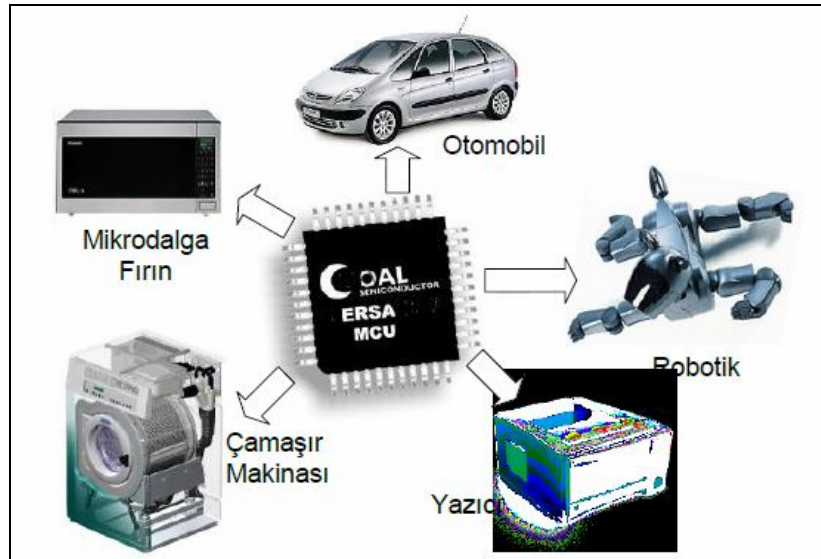
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yaşadığımız yüzyılda teknoloji çok hızlı ilerlemekte bu da insanlar tarafında kontrol edilen cihazların sayısını her geçen gün artırmaktadır. Evlerde kullanılan televizyon, çamaşır ve bulaşık makinesi, fırın vd. yardımcı elemanlar ile ofislerde kullanılan faks, fotokopi, bilgisayarlar örnek olarak gösterilebilir. Bu gibi cihazlar PIC adını verdiğimiz mikrodnetleyiciler sayesinde görevlerini eksiksiz yerine getirmektedir.

3.1. Materyal

3.1.1. Mikrodnetleyicilerin Tanımı ve Özellikleri

Bellek ve G/Ç birimlerinin, bazı özellikleri azaltılarak tek bir entegre içerisinde üretilmiş biçimine mikrodnetleyici (microcontroller) denir. Bu mikrodnetleyiciler, mikro işlemcilerle göre çok daha basit ve ucuzdur. Mikrodnetleyiciler; otomobillerde, kameralarda, cep telefonlarında, fotokopi ve çamaşır makinelerinde, televizyonlarda, oyuncak vb. cihazlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 3.1.).



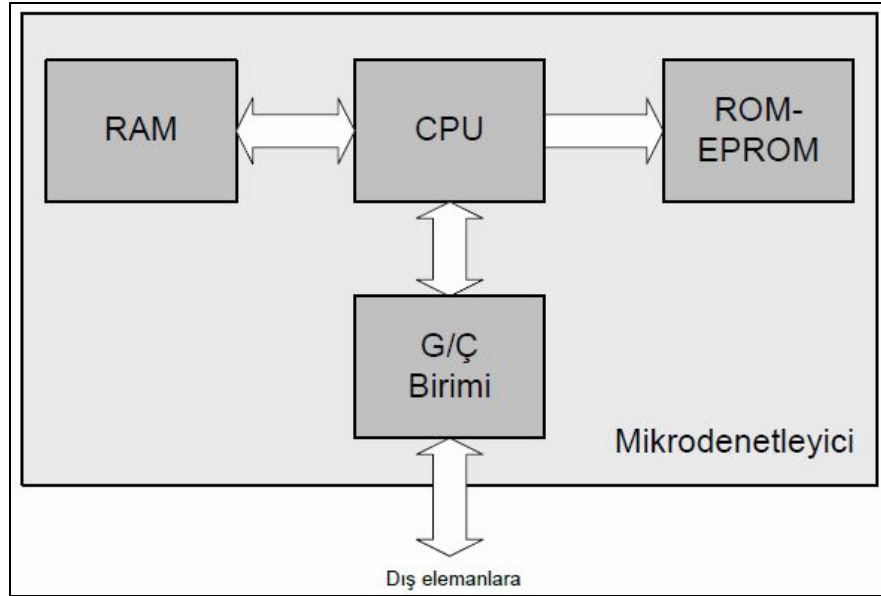
Şekil 3.1. Mikrodnetleyicilerin kullanım alanları [103]

Mikrodnetleyicilerin Sağladığı Üstünlükler;

- Mikro işlemcili sistemin tasarımı ve kullanımı mikrodnetleyicili sisteme göre daha karmaşık ve masraflıdır.

- Mikrodenetleyicili bir sistemin çalışması için elemanın kendisi ve bir osilatör kaynağının olması yeterlidir.
- Mikrodenetleyicilerin küçük ve ucuz olması, bunların tüm elektronik kontrol devrelerinde kullanılmasını sağlamaktadır.

Mikrodenetleyicilerde tüm bu birimler (işlemci, bellek ve G/Ç, bunlara ADC ve DAC gibi sinyal dönüştürücü elemanlarda eklenebilmektedir) bir arada bulunmaktadır. Bundan dolayı mikrodenetleyiciler tek entegreli sistemler olarak anılır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Mikrodenetleyici sisteminin temel bileşenlerinin blok diyagramı [103]

Mikrodenetleyici tüm birimlerin birarada tek bir entegrede olması işlem hızına ve performansa doğrudan yansımaktadır.

Mikrodenetleyicilerde dikkat edilmesi gereken özellikler; Mikrodenetleyiciler ile tasarım yapmadan önce tasarlanan sisteme uygun bir denetleyici seçmek için o denetleyicinin taşıdığı özelliklerin bilinmesi gereklidir. Mikrodenetleyicinin hangi özelliklere sahip olduğu kataloglarından anlaşılabilir. Aşağıda sıralanan özellikler bunlardan bazılarıdır;

- Programlanabilir dijital paralel giriş/çıkış
- Programlanabilir analog giriş/çıkış

- Seri giriş/çıkış (senkron, asenkron ve cihaz yönetimi)
- Motor veya servo kontrol için pals sinyali çıkışı
- Harici giriş vasıtasıyla kesme
- Harici bellek arabirimi
- Harici veri yolu arabirimi
- Dahili bellek tipi seçenekleri (ROM, EPROM, PROM, EEPROM)
- Dâhilî RAM seçeneği
- Kayan nokta hesaplaması

PIC Programlamak İçin Gerekli Donanımlar;

- PC bilgisayar
- Bir metin editörünün kullanılmasını bilmek
- PIC assembler programı
- PIC programlayıcı donanımı
- PIC programlayıcı yazılımı
- Programlanmış PIC'in çalışmasını görmek için PIC deneme kartı [102]

PIC 18F452 Mikrodenetleyicinin Özellikleri;

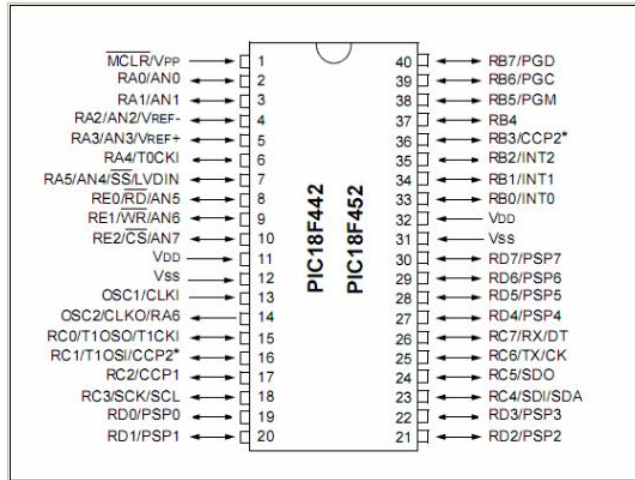
PIC18F452 mikrodenetleyicisi PIC18FXXX serisine ait 40 bacaklı bir mikrodenetleyicidir. PIC18FXXX serisinde yüksek performanslı RISC İşlemci kullanılmaktadır. Mimarisi ve yapısı optimize edilmiş C derleyicisi kullanılmaktadır. Kaynak kodlar PIC16 ve PIC17 komut setleri ile uyumlu çalışmaktadır. Doğrusal adreslenebilir 32K program hafızası ve 1.5K veri hafızasına sahiptir (Şekil 3.3.) [104].



Şekil 3.3. PIC 18F452 Bacak Yapısı [104]

PIC18F452 mikrodenetleyicisinde A,B,C,D ve E olmak üzere beş farklı port bulunmaktadır. Tüm portlar dijital giriş/çıkış olarak kullanılabilir (Şekil 3.4.).

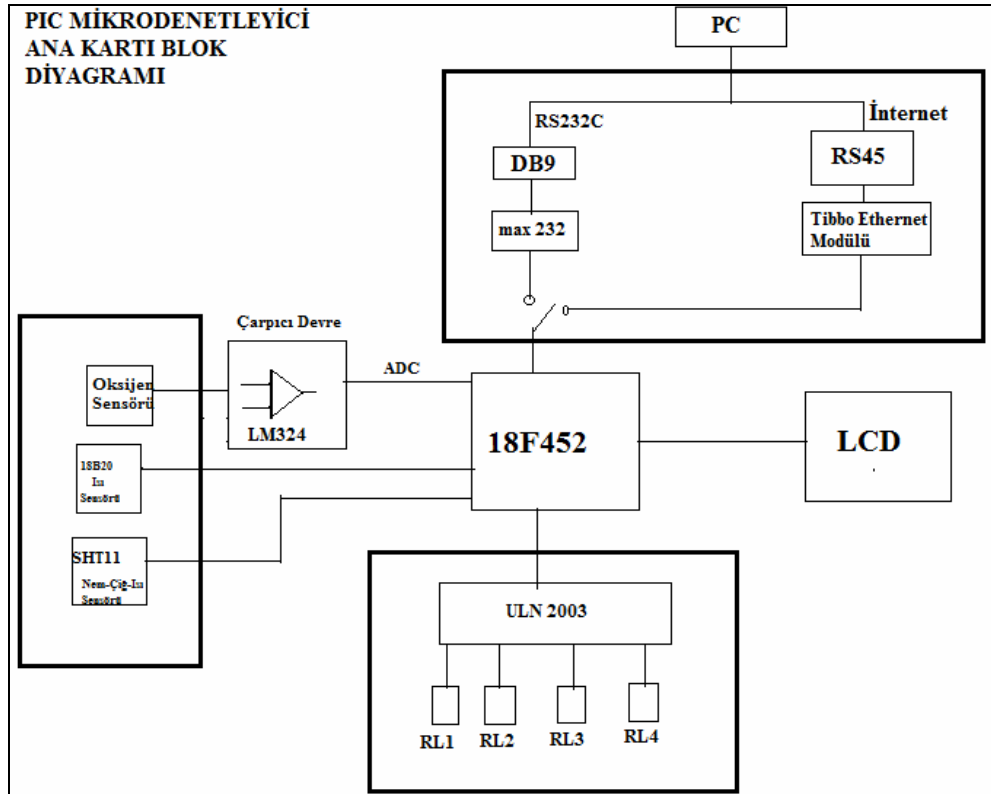
- A portu 6 giriş/çıkışa sahiptir ve dijital giriş çıkış olarak kullanılabilir.
- B portu 8 giriş/çıkışa sahiptir. Bu portun 0,1,2,3,4 nolu pinleri harici kesme girişi olarak kullanılabilir.
- C portu 8 giriş/çıkışa sahiptir. Pwm, capture/compare, bilgisayar ile seri iletişim kurma gibi işlevleri vardır.
- D portu 8 giriş/çıkışa sahiptir. Paralel slave port ile mikroişlemci portu olarak kullanılabilir.
- E portu 3 giriş/çıkışa sahiptir. Analog/dijital çevirici olarak kullanılabilir.



Şekil 3.4. PIC 18F452 Port Giriş-Çıkışları [104]

3.1.2. Kullanılan PIC 18F452 Mikrodenetleyicinin Genel Özellikleri

- 75 Adet komut
- 40 Mhz'ye kadar işlemci saat hızı
- Tüm komutlar 1 çevrim (cycle) sürer (4 komut hariç:call,goto,btfss ve incfsz komutları 2 çevrim)
- 18 kaynaktan kesme yapılabilir.
- 8 bitlik data yolu vardır.
- Enerji verildiğinde sistemi resetleme özelliği (Power-on Reset)
- Power-up Zamanlayıcı (Power-up-Timer PWRT)
- Osilatör başlatma zamanlayıcısı (Osilatör Start-up Timer)
- Özel tip zamanlayıcı (Watch-dog Timer), devre içi RC osilatör
- Hata ayıklamada kullanılabilecek modül (devre içi Debugger)
- Programlanabilen kod koruma
- Enerji tasarrufu için uyku (SLEEP) modu



Şekil 3.5. Kullanılan PIC Mikrodenetleyicisine Ait Blok Diyagram

PIC 18F452 Mikrodenetleyicisinin Çevresel Özellikleri;

- Yüksek kaynak/sink akımına (25 mA/25 mA) sahiptir.
- 3 Adet harici kesme pini bulunmaktadır:
- Timer0 Modülü: 8/16 bit programlanabilir ön-ölçeklemeli zamanlayıcı /sayıcı
- Timer1 Modülü: 16 bit zamanlayıcı/sayısı; harici bir clock ile uyuma modunda iken arttırılabilir.
- Timer2 Modülü: 8 bit zamanlayıcı/sayısı (PWM)
- Timer3 Modülü: 16 bit zamanlayıcı/sayısı
- Opsiyonel ikincil osilatör Timer1/Timer3
- İki Kaydetme/Karşılaştırma/PWM(CCP) modülü
- 10 bit Analog - Digital çevirici
- Ana Senkron Seri Port (MSSP) modülü
- Adresli USART modülü: Desteklenen RS-485 ve RS-232
- Paralel Slave Port (PSP) modülü
- Programlanabilir Brown-out-Reset (BOR) özelliği

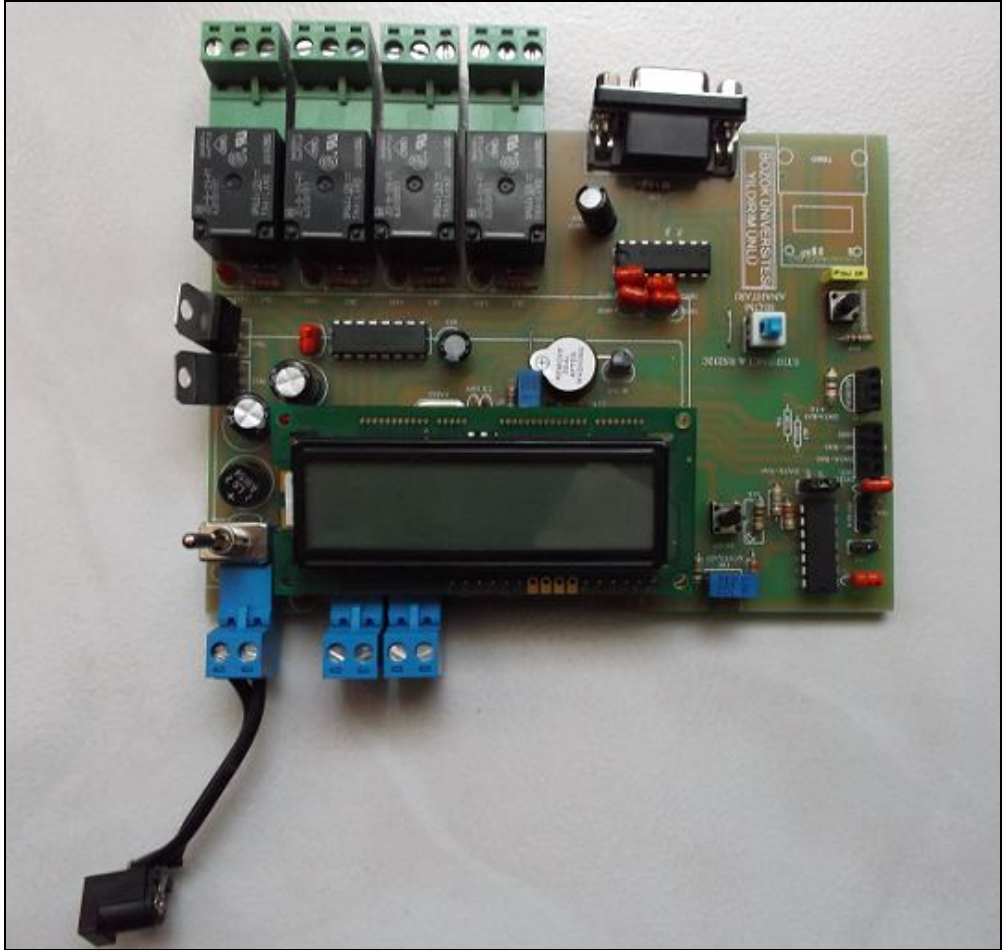
PIC 18F452 mikrodenetleyicisinin bellek yönetimi; veri ile program hafızası ayrı belleklerde saklanır ve ayrı yolları kullanır. Bu özellik sayesinde bu bloklara eş zamanlı erişim sağlanabilir. PIC 18F452 mikrodenetleyicisindeki hızlı ve performanslı olmasının önemli sebeplerinden birisidir [104].

Bu çalışmada, Yozgat ilinde bulunan Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Yazı İşleri ve Personel Birimi'nde ölçümlerin büyük bir çoğunluğu burada yapılmış olup, ayrıca ölçümlerde daha sağlıklı neticeler almak açısından hastane içerisinde yer alan Göz Hastalıkları Polikliniği, Ultrason Birimi ve Sürmeli Konferans Salonu'nda yapılan bir seminer ortamının iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler nem etkisinin azaldığı ve iklimin yumuşadığı mayıs-haziran aylarında yapılması uygun görülmüştür. Ölçüm parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, çiğ noktası ve havanın oksijen oranı ele alınmıştır. Bu ölçümler ofis ortamında çalışan ve bu ofis ortamına iş için gelen insanların havadaki oksijen

oranına nasıl etki yaptığı gözlemlenmiştir. Aşağıda bu tez çalışması için kullanılan materyal ve yönteme ait detaylı bilgiler verilmiştir.

3.1.3. PIC18F452 Mikrodenetleyici Ana Kartı

Mikrodenetleyiciler ile tasarım yapmadan önce tasarlanan sisteme uygun bir denetleyici seçmek için hangi işlemler yapılacağı daha önce konularda bahsedilmiştir. Bu tez çalışmasında ise ihtiyaçlara cevap vereceği düşünülen PIC 18F452 mikrodenetleyicisi seçilmiş ve bu denetleyiciye uygun malzeme seçimi yapılarak, aşağıdaki resimde görülen montaj işlemi yapılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. PIC 18F452 Ana Kartı

3.1.4. Kullanılan Sensörler

Bu tez çalışmasında farklı türde sensörler kullanılmıştır (Şekil 3.7.). Bunlar;

- Medikal Oksijen Sensörü (ITG M-04)
- 1.Sıcaklık, Bağıl Nem ve Çiy Noktası Ölçümü Sensörü (SHT1x) [110]
- 2.Sıcaklık Sensörü (DS18B20) [111]



Şekil 3.7. Kullanılan Sensörler

3.1.4.1. Medikal Oksijen Sensörü (ITG-M04)

Hastanelerin anestezi , yoğun bakım, respirasyon ve kuvöz cihazlarındaki oksijen içeriğinin görüntülenmesi için kullanılan “Medikal oksijen Sensörleri” yüksek ölçüm doğruluğu ve güvenilirlik, NO₂ ye karşı mukavemet, mükemmel sinyal kararlılığı, yüksek üretim kalitesine sahip olması açısından tercih edilmiş olup, diğer incelenen oksijen sensörlerin hassasiyet olarak istenilen özelliklere sahip olmadığı sonucuna varılmıştır (Şekil 3.8.).



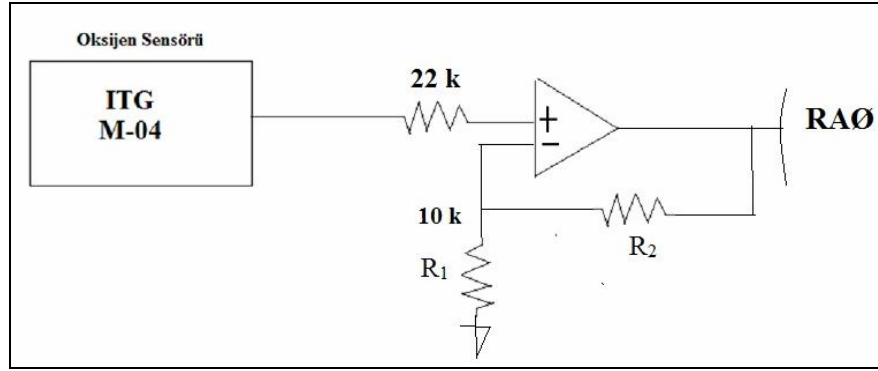
Şekil 3.8. Oksijen Sensörü [105]

Tablo 3.1. Oksijen Sensörüne Ait Teknik Özellikler [105]

Ölçüm Aralığı (Measurement Range)	0 to 100 Vol.%
İşletme Çalışma Ömrü (Expected Operating Life)	~ 1,000,000 Vol.% h
Ortam Havası Çalışma Ömrü (Sensor Lifetime)	6 yıl
Elektriksel Bağlantı (Electrical Connector)	3-pin Molex-gold plated
İlk Çıkış Sinyali (Initial Output Signal)	12.5-16.5 mV
Tepki Süresi (Response Time t_{90})	< 12 s
Sapma-Eğilim (Drift)	< 1 % Vol. O ₂ /ay
Çalışma Sıcaklığı (Operating Temperature)	10 to 40 °C
Basınç Aralığı (Pressure Range)	700 to 1250 hPa
Hata Oranı (Linearity Error)	≤3 % @ 100 % O ₂
Sıfır Ofset Gerilimi (Zero Offset Voltage)	≤200 µV in 100% N ₂
Tekrarlama-Toparlanma Aralığı (Repeatability)	± 1 % Vol. O ₂ @ 100 % O ₂
Nem Etki Aralığı (Influence of Humidity)	- 0.03 % rel. O ₂ reading per % RH
Önerilen Yük Direnci (Recommended Load Resistor)	≥ 10 kOhm
Yükleme Tipi (Temperature Compensation)	NTC
Etkileşim (Interferences)	DIN EN ISO 21647 ve ISO 7767'ye göre
Ağırlık (Weight)	Yaklaşık 24 g
Aparat Bağlama Özellikleri (Material in Contact with Media)	PA, PPS, PTFE, paslanmaz çelik

Medikal Oksijen Sensörü Depolama Şartları;

Sıcaklık Aralığı (Temperature Range)	önerilen: 5 to 30 °C maximum: - 20 to 50 °C
Nem (Humidity)	% 100 RH'a kadar
Raf Ömrü (Shelf Life)	< 6 ay, önerilen



Şekil 3.9. Oksijen Sensörü Blok Diyagramı

Oksijen Sensörünün Kalibrasyon Ayarının Yapılması;

Oksijen sensörünün kalibrasyon ayarı için bazı sensör satan firmalarla yapılan görüşmelerde oksijen sensörünün kalibrasyon ayarının yapılması gerektiği, diğer kullanılan sensörlerin ise kalibrasyon ayarının firmalar tarafından yapıldığı hazır halde kullanılabilceği vurgulanmış olup, oksijen sensörü için kalibrasyon ayarının nasıl yapılması gerektiği hakkında bilgi alınmıştır. Bu nedenle tez çalışması öncesi, oksijen sensörü için alınan bilgiler neticesinde, ilk önce oksijen sensörünün ölçtüğü minimum ve maksimum değerler bulunmaya çalışıldı. Minimum değer için oksijen sensörü havasız bir ortam oluşturuldu, bunun için bir fanus içerisine bir adet mum ve oksijen sensörü yerleştirildi. Daha sonra mum yakılarak fanus içerisindeki oksijenin tüketilmesi sağlandı ve mum söndüğü anda fanus içerisinde oksijen miktarının da tükendiği düşünüldü ve mum söndüğü anda oksijen sensörünün PC'de gösterdiği değer bizim için minimum değer olarak alındı. Maksimum değer içinse oksijen tüpü içerisindeki saf oksijen (tüpte %96-97 saf oksijen bulunmakta), sensör bulunan hava almayan bir plastik poşet içerisine, saf oksijen basılarak ve poşetin hava basılan tarafta olmayan bir bölgeden açılan küçük bir delik sayesinde içeride bulunan farklı gazların boşaltılması sağlanmıştır. Bu sayede içeride sadece oksijen tüpünden basılan saf oksijen kalacağı hesap edilerek oksijen sensörünün ölçmüş olduğu bu değer bizim için maksimum değer olmuştur.

Tabi bu ölçülen değerler mV cinsinden olduğu için ham değer olarak karşımıza çıkmıştır, bu değerler daha sonra oluşturulan bir formülasyon sayesinde, yazılım programı aracılığı ile excel ortamına dönüştürülmüş ve minimum değer %0, maksimum değer atmosferdeki oksijen oranı olan %20,95 olarak alınmıştır.

3.1.5.Oda Tipi Nemlendirici (Premier PRH-5101)

Kimi mekanlar aşırı nemliyken kimi mekanlar ise aşırı kuru bir havaya sahip olabilir. Fakat günümüzde bulunduğunuz ortamın havasını kontrol edebilme gibi bir imkanınız mevcuttur. Kış aylarında evlerimizde yanan kalorifer veya kombi petekleri odalardaki havanın kurumasına sebep olurlar. Kuru hava bizleri enfeksiyonlara karşı açık ve savunmasız bir hale getirir. Özellikle kuru havada ev tozu akarları en ufak bir rüzgarla etrafta uçuşurlar. Biz onları çıplak gözle göremeyiz. Ev tozu akarları mikroorganizmalardır [106].

Çiy noktası havadaki nemi ifade etmek için kullanılan bir başka ölçüdür. Hava soğudukça, su buharından yeterli enerji serbest bırakılarak yoğunlaşma yani sıvılaşma başlar. Bu işlem, buharlaşma işinin tam tersidir. Eğer, çiy noktası artıyorsa sadece havadaki nem miktarı artmaktadır. Şekil 3.10.'da çiy noktası sıcaklığının insanlar tarafından algılama verileri gösterilmiştir [107].

Çiy Noktası (°C)	İnsan tarafından algılama
24° ve üstü	Son derece rahatsız edici, bunaltıcı hava
21° - 23°	Çok nemli, bunaltıcı hava
18° - 20°	Çoğu kişi için bunaltıcı hava
15° - 17°	Çoğu kişi için iyi, ancak bazıları için nemli, bunaltıcı hava
12° - 14°	Rahat hava
9° - 11°	Çok rahat hava
8° ve altı	Kuru hava

Şekil 3.10. Çiy Noktası Sıcaklığının İnsanlar Tarafından Algılama Verileri [107]

Bulunan ortamın ideal nem oranının %45 veya %50 arasında olması gerektiği noktasında genel bir kanı vardır. Kuru hava dudaklarda çatlama, gözlerde yanma, burun ve boğazda kuruluk hissi gibi bir takım etkilere yol açar. Nem oranının ideal rakamlarda tutulmasının başka faydaları da vardır. Örneğin ortamdaki statik yükünü azaltır ve ortam sıcaklığını olduğundan daha yüksek hissetmemizi sağlar, dolaylı olarak da olsa ısınma maliyetlerini azaltır (Şekil 3.11.). Soğuk Buhar Hava Nemlendirme Cihazları (Hava Nemlendirici) bu problemlerinize her türlü mekanda (ev, işyeri, bebek ve çocuk odası, yatak odası, v.b.) mükemmel çözümü sunar [106].



Şekil 3.11. Oda Tipi Nemlendirici

Teknik Özellikler;

- Etki alanı ; 20-25 metreküp
- Su tank kapasitesi; 2.5 lt.
- Su çıkış kapasitesi; 7.5 L / 24H
- Çalışma voltajı; 230V - 50 Hz
- Güç tüketimi; 32 W
- Dijital Ultrasonic Nem ayarı
- Ortam Nem göstergesi
- İstenilen nem seviye göstergesi
- Higrostat ısı sensörü
- Şeffaf su tankı
- Gece Lambası olarak kullanılabilme özelliği (Renkli Led ışıklar)
- Kaymaz Ayak Tabanları
- 360 derece dönebilen buğu çıkış ağzı
- Dokunmatik ayar paneli
- Oda ısısını gösterme (C / F olarak) [108]

3.1.6. Cam Tipi Aspiratör

Genellikle pencereye monte edilerek kullanılan bu tip aspiratörler; mutfaklarda, banyolarda, ofislerde, lokallerde ve iş yerlerinde yemek kokularının, sigara dumanının, istenmeyen koku ve kirli havanın tahliyesinde; ayrıca kaynak makinelerinin ve elektrik panolarının soğutulmasında kullanılır (Şekil 3.12.). Kapakları sayesinde kullanılmadıkları sürece dış hava ile teması kesilir [109].



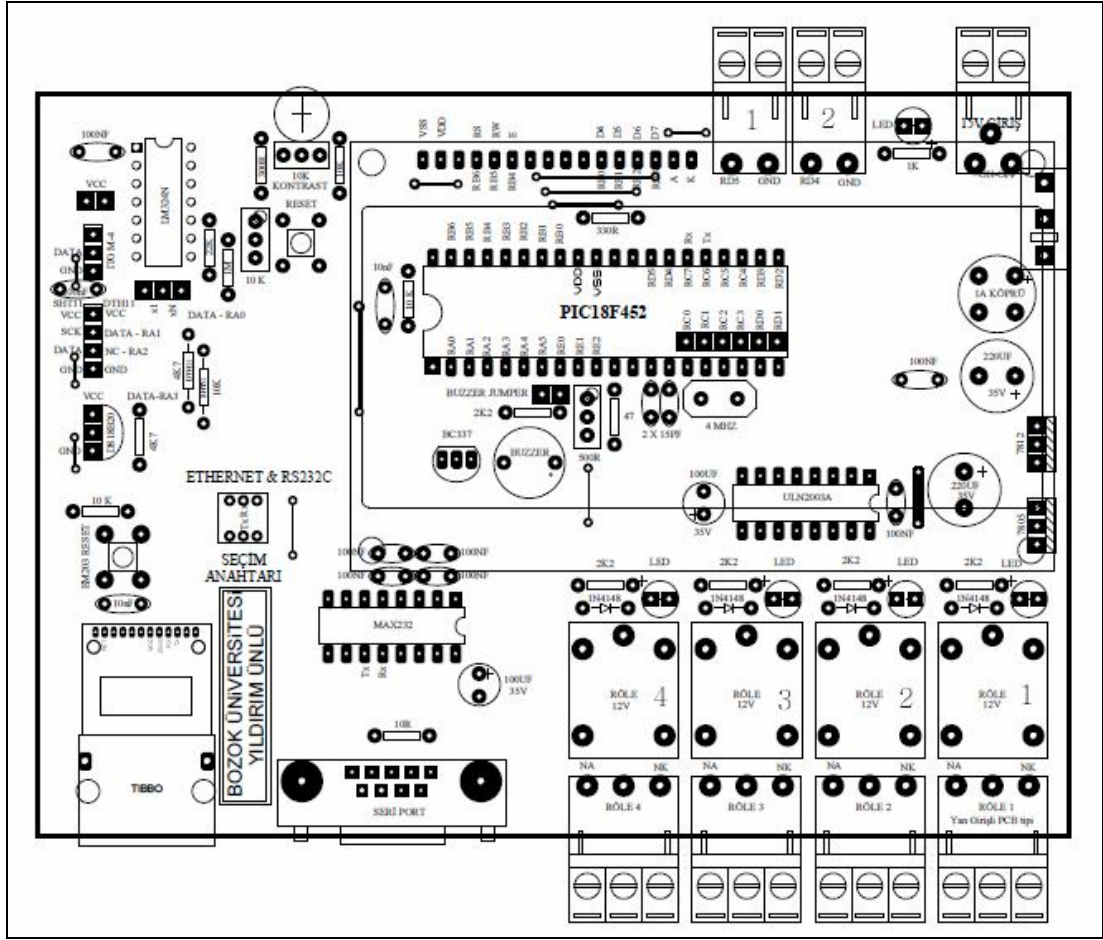
Şekil 3.12. Cam Tipi Aspiratör

Tablo 3.2. Cam Tipi Aspiratöre Ait Teknik Özellikler

Model	Güç (W)	Elektrik (V)	Devir (d/d)	Debi (m ³ /h)	Akım (A)	Pervane Çapı (mm)	Ağırlık (kg)
Cam Tipi Aspiratör	50	220	1400	900	0.25	250	2,45

3.2.Yöntem

Tez konusu belirlenme aşamasından sonra, bu konuya cevap verebilecek PIC ana kartı seçimi ve tasarımı yapıldı (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. PIC 18F452 Mikrodenetleyici Ana Kartı Devresi

Daha sonra tez çalışmasının hangi mahalde yapılması gerektiğine karar verildi. Bu nedenle insan sirkülasyonunun fazla olduğu bir yerde, oksijen oranının fazla tüketilebileceğinden bir çalışma ofisi, istenilen ölçümler (oksijen, nem ve sıcaklık) için gerekli ihtiyaca cevap verebileceği kanaatine varıldı ve tez çalışması materyalleri bu ofise yerleştirildi. Ayrıca mevsimsel ölçütler içinde mayıs-haziran ayları olması gerektiği, çünkü yaz aylarında Yozgat'ın karasallık sebebiyle nem oranının düştüğü düşünülmekteydi.



Şekil 3.14. Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Yazı İşleri ve Personel Birimi Çalışma Ofisi

Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Yazı İşleri ve Personel Birimi 28-30 m² bir alana sahiptir (Şekil 3.14.). Birimde 4 personel görev yapmakta ve günlük ortalama 40-60 arasında insanın iş veya işlemler için giriş-çıkış yaptığı bir ofis olduğundan oda tipi nemlendirici tercih edilmiştir.

Tasarımı yapılan PIC 18F452 Mikrodenetleyici Ana Kartı'nda sonra devre ve diğer gerekli ekipmanlar ölçüm yapılacak ofise kuruldu (Şekil 3.15.). Kurulum yeri olarak hava sirkülasyonun fazla olmayacağı, ayrıca oda tipi nemlendiricinin de ortamı eşit bir şekilde nem verebilmesi açısından yerden yüksekte bir yer tercih edilmiştir. Bu nedenle klasör dolaplarının üzerine materyaller kurulmuştur.

Tez çalışması için yaz ayı başlangıcı olan havanın ısındığı ve nem oranının düştüğü mayıs ayında başlanmış ve haziran ayı sonunda sonlandırılmıştır. Ayrıca ölçümler için mesai saatleri içerisinde ve iş temposunun yoğun olduğu saatlerde yapılmıştır.



Şekil 3.15. Tez Düzeneği Kurulum Bölgesi

3.2.1. Ölçümler

Ölçümlere 27/05/2013 tarihinde başlanmış olup, mesai saatleri içerisinde yapılmıştır (08.30-15.00). Mikrodenetleyici tarafından ölçülen oksijen, nem, sıcaklık ve çiy noktasına ait değerler, PC'ye bağlantı yapılarak C# (csharp) yazılım programı sayesinde Excel tablosuna aktarılmıştır. (Mikrodenetleyici elektrik bağlantısı için ayarlanabilir Mustang markalı adaptör ve mikrodenetleyici ile PC bağlantı aparatı olarak SL-Link SLX 925 kullanılmıştır.)

Ölçümler için aşağıda bulunan Seriport arayüzü kullanılmıştır (Şekil 3.16.). Bu arayüzde sıra ile Com bağlantısı seçilmektedir. Verilerin bilgisayara aktarma süresi ise 10 sn.-30 sn.-1dk.-5dk.-10 dk.-30 dk.-1 saat ve 2 saat olarak belirlenmiştir. Bu aktarma süresi olarak genellikle 10 dakika olarak ayarlanmış ve bazı durumlarda ise (Ultrason Birimi, Göz Hastalıkları Polikliniği ve Seminer Salonu) 5 dk.'lık zaman birimi kullanılmıştır.

The image shows a screenshot of the SeriPort software interface. The window title is 'SeriPort'. The interface is divided into several sections:

- Bağlantı (Connection):** Includes a message 'Makinenin Bağlı Olduğu Portu Seçip Başlat'a Tıklayınız' (Click 'Başlat' after selecting the port the machine is connected to). There are dropdown menus for 'Com Seçimi Yapınız' (set to COM2) and 'Aktarma Süresi' (set to 10 Saniye). Buttons for 'Başlat', 'Com'u Değiştir', 'Durdur', and 'Süreyi Değiştir' are present.
- Değerler (Values):** A list of parameters: 1.Sıcaklık, 2.Sıcaklık, Nem, Dp, Oksijen-Net, and Oksijen-Ham.
- İstenilen Değerler (Desired Values):** A table for setting values for different roles.

İstenilen Değer	Kullanılan Role
Nem: 40	Role 1
Çalışma Süresi: 10 Dakika	
Oksijen-Net: 19,5	Role 4
Çalışma Süresi: 10 Dakika	

Buttons for 'Kaydet' and 'Temizle' are next to each row.
- Role Durumları (Role Statuses):** A section with a warning: 'Devrede Led yanyorsa role "Açık" led sönmükse role "Kapalı" yazdır Max Değerler Verildiğinde Kontrol Kapanır.' Below are four 'Aç' buttons for Role 1, Role 2, Role 3, and Role 4.
- Programdan Çıkış (Exit from Program):** A button at the bottom of the window.

Şekil 3.16. Ölçü ve Değerlerin Girildiği Veri Tablosu

Ölçümlerde bizim için önemli olan kısım ise değerleri manuel olarak verdiğimiz oksijen konsantrasyonu ve bağıl nem değerleridir. Bu değerler kendimiz belirlediğimiz için sensörlerde seçilen değer altında bir değer mi, yoksa üstünde bir değer verdiğimizizi görebilmekteyiz. Çünkü verdiğimiz bu değer sayesinde ölçülen sensör değeri bizim verdiğimiz değeri karşılaştırıyor ve oksijen durumu için cam tipi aspiratörü veya bağıl nem durumu içinse oda tipi nemlendiriciyi çalıştırmaktadır. Bu cihazları çalışma süresi olarak ise 10 dk.-20 dk. ve 30 dk.'lık zaman dilimleri belirlenmiştir. Bu zaman dilimlerinden ise 10. dk.lık zaman dilimi kullanılmıştır. Sensör (oksijen veya bağıl nem) manuel verdiğimiz değer altında ölçtüğü durumlarda bu belirlenen 10 dk.'lık zaman dilimini kullanmakta ve cihazlar 10 dk. çalışmaktadır. 10 dk. çalışan cihaz eğer verdiğimiz değer üzerine çıkaramıyorsa 20 sn. içerisinde tekrar bir ölçüm yapıyor ve cihazı tekrar çalıştırıyor. Bu durum her iki cihaz içinde tekrarlanmaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Oksijen konsantrasyonu, bağıl nem oranı, sıcaklık ve çiy noktası ölçümlerine havanın ısındığı ve nem oranının düştüğü mayıs ayı sonlarında başlanmış ve haziran ayı sonunda sonlandırılmıştır. Bu zaman aralıklarında yapılan ölçüm değerlerinde analizler yapılmıştır. Ayrıca ölçümler için insan sirkülasyonunun fazla olabileceği saatler daha önceden takip edilmiş ve bu saat aralıklarında yapılması uygun görülmüştür.

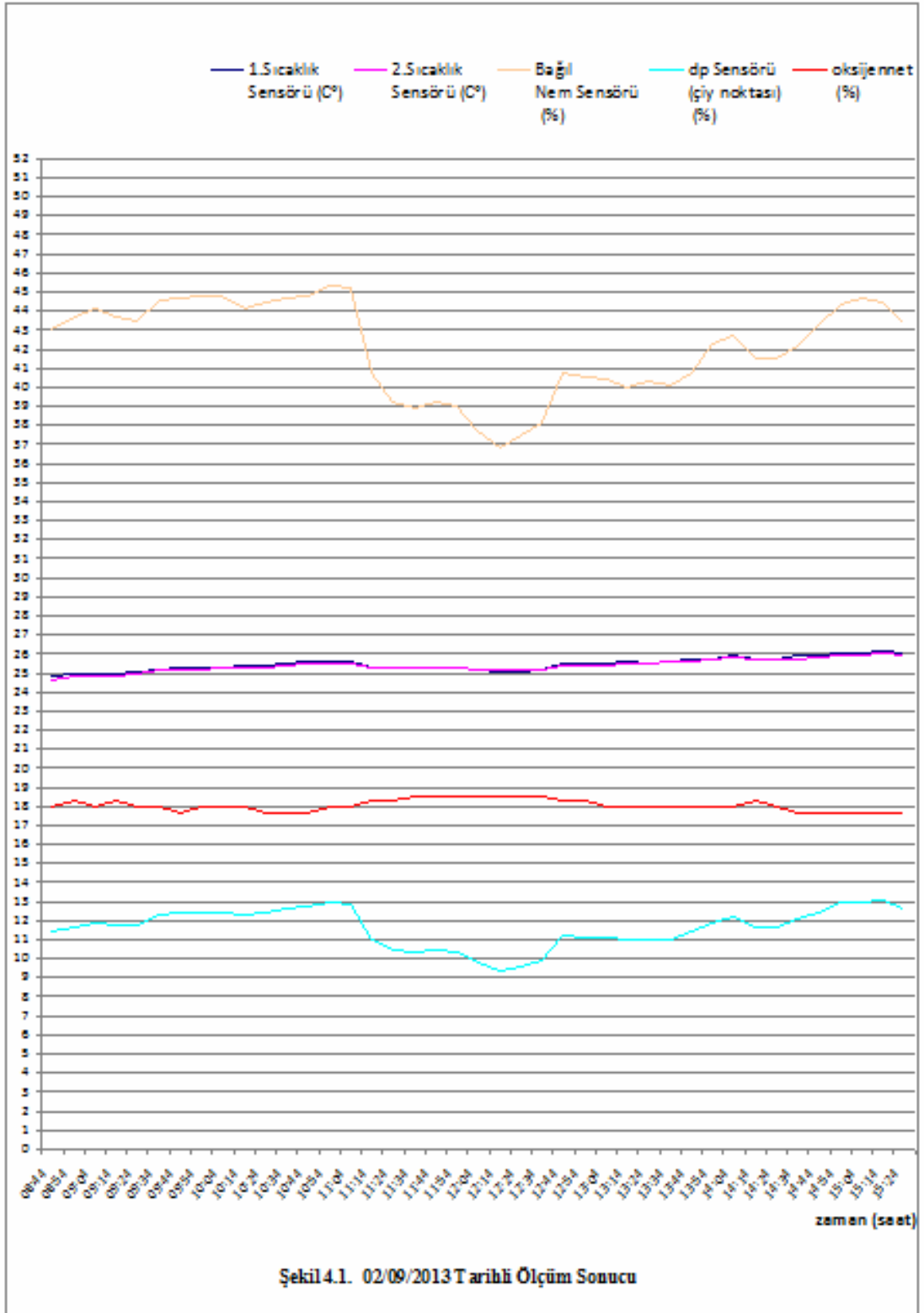
4.1. Deney Mahallinde Çalışma Saati Süresince O₂ Oranı, Bağıl Nem ve Sıcaklık Ölçüm Sonuçlarının Analizi

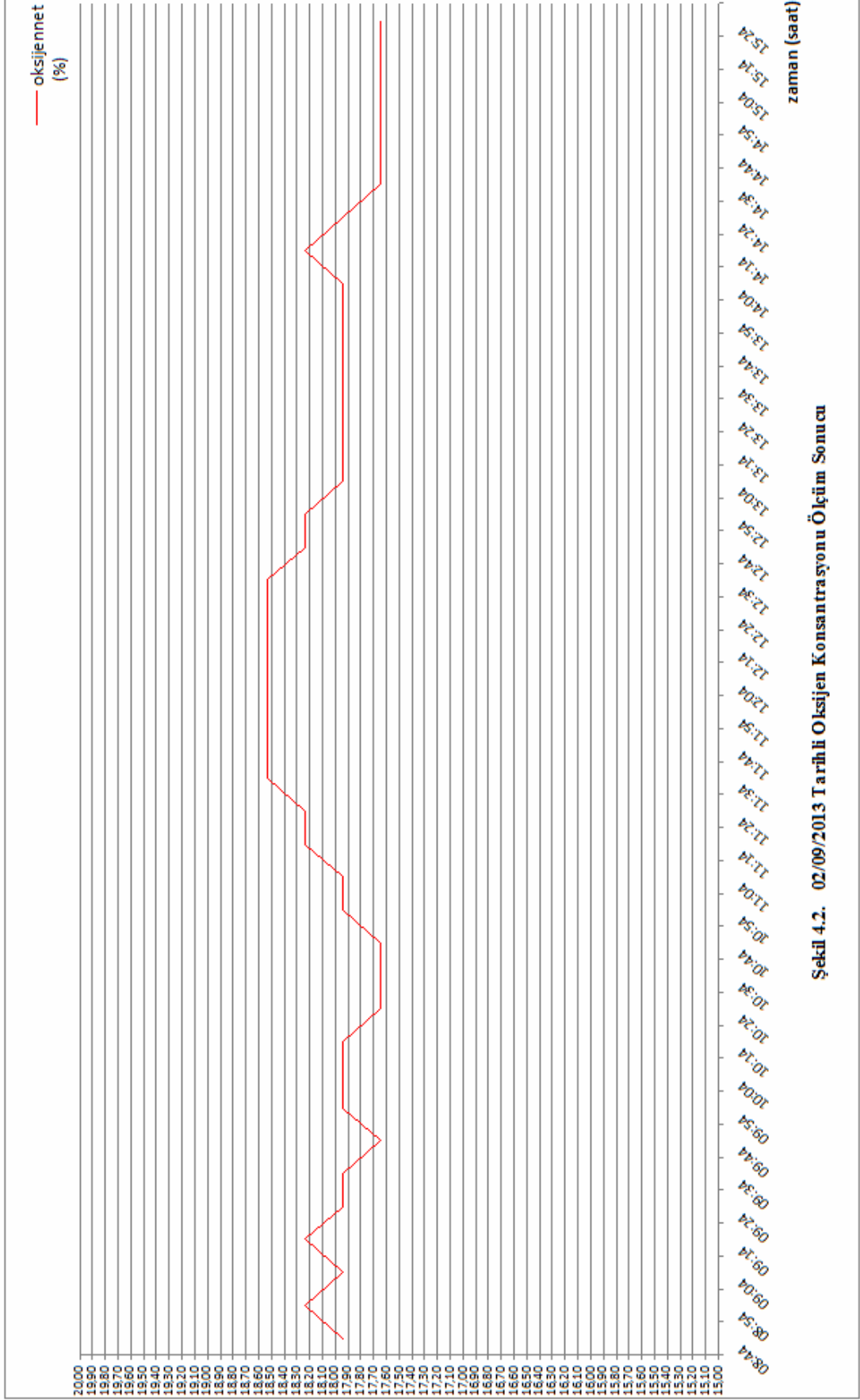
Hastanenin 3. katında ofis ortamında yürütülen olduğumuz deneysel çalışma için havalandırma yapılmaksızın (taze hava için aspiratör ve bağıl nem için nemlendirici cihazları kapalı durumda) ölçümler de yapılmıştır. Ölçümler mesai saatleri içerisinde (08.30-15.30) yapılmış olup, ofise gelen insan sayısı daha önce belirtildiği gibi ortalama 40-60 arasında değişmektedir.

Mahal (ofis) giriş kapısı kapalı iken yapılan bu ölçümlerde bina içi de kapalı bir ortam olduğu varsayılırsa, ofise işlem yapmak için giriş-çıkış yapan insanlar sebebiyle bina içinden de ofis ortamına taze hava girişi yerine kirli havanın ofise taşınabileceği düşünülmektedir. Ancak yinede koridor havasının deney mahalli havasına göre taze hava sayılabileceği açıktır.

Deney mahallinin hava kalitesi parametrelerinin gün içerisinde çalışma saatleri boyunca değişimini ortaya koymak amacıyla farklı tarihlerde 3 günlük ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 4.1.'de verilmiştir. Ortam havasının oksijen oranı değerlerinin değişimini incelemek amacıyla Şekil 4.2. sunulmuştur. Bağıl nemin gün içerisinde düştüğü, yoğun personel bulunan saatlerde oksijen oranının düştüğü, bazı saatlerde bu oranın %17,6'ya kadar azaldığı saptanmıştır.

Yapılan ölçümlerde ofisteki oksijen oranının gün içerisinde %18-19, bağıl nem oranının ise %30 ile 40 arasında seyrettiği tespit edilmiştir.





Şekil 4.2. 02/09/2013 Tarihi Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu

4.2. 27/05/2013-11/06/2013 Tarihleri Arasında Yapılan Ölçümlerin Analizi

Oksijen konsantrasyonu, bağıl nem oranı ve sıcaklık ölçümlerine başlanılan bu tarihlerde , sabah mesai saatleri başlarında çalışma ofisinin oksijen konsantrasyonu açık alanda atmosferde bulunan oksijen konsantrasyonuna neredeyse eşit olduğu gözlemlenmiş olup, aşağıdaki grafik ve bu grafiğe ait bir kısmı alınan tabloda açık bir şekilde görülmektedir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. 27/05/2013 Tarihli Ölçümlerden Bir Örnek

Zaman (saat)	1.Sıcaklık Sensörü (C°)	2.Sıcaklık Sensörü (C°)	Bağıl Nem (%)	Dp (Çiy Noktası) (%)	oksijenham	Oksijennet (%)
08:17	23,40	23,37	38,30	8,40	423	20,93
08:47	23,70	23,62	39,90	9,30	421	20,46
09:17	23,90	23,81	41,80	10,10	420	20,23
09:47	24,00	24,00	42,50	10,50	420	20,23
10:17	24,30	24,18	43,60	11,10	418	19,76
10:47	24,50	24,37	43,80	11,40	418	19,76
11:17	24,60	24,50	43,60	11,40	418	19,76
11:47	24,60	24,50	41,90	10,80	419	20,00
12:17	24,30	24,31	37,40	8,80	421	20,46
12:47	24,30	24,25	34,90	7,80	422	20,69

Mesai saatlerinin ilerlediği vakitlerde, ofiste çalışma temposunun arttığı ve çalışma ortamına gelen insan sayısının da arttığı görülmektedir. Buna bağlı olarak da solunan hava miktarı doğru orantılı olarak arttığı, ofis ortamındaki oksijen oranının azaldığı yukarıdaki grafikte açıkça görülmektedir.

Sabah mesai saatleri başlangıcında ortalama %20,90 civarında olan oksijen konsantrasyon oranı, ilerleyen saatlerde %20,23 değerlerine kadar düşmektedir. Bu düşme oranı öğlen saatlerine kadar devam etmekte ve öğle saatlerinde çalışma ofisindeki insanların yemek molasına çıktığı saatlerde, ortamda oksijen tüketimi olmadığı için oksijen konsantrasyon oranı tekrar arttığı gözlemlenmiştir.

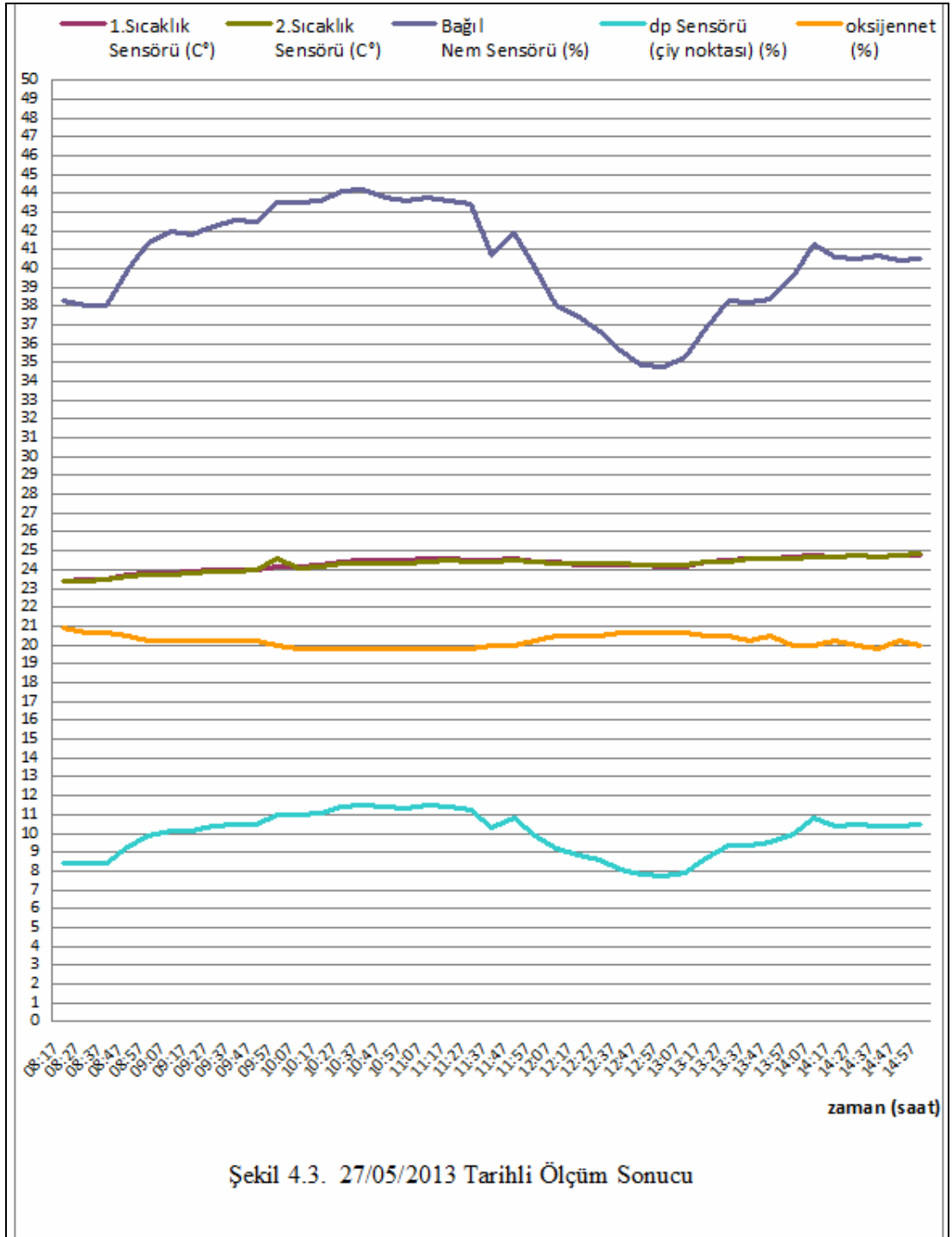
Öğle molası bitiminden sonra mesaiye başlayan ofis çalışanları ve çalışma ofisine iş için gelen insanların tüketmiş oldukları oksijen, öğleden önceki durum ile tekrarlanmaktadır ve netice itibarıyla ofis ortamında bulunan insan yoğunluğunun arttığı durumlarda oksijen konsantrasyon oranının azaldığı görülmüştür. Yalnız bu azalma durumu yazılı programda manuel olarak verdiğimiz %19 üzerinde bir oksijen

konsantrasyon değeri olduğu için dış ortamdan içeriye taze hava pompalayan aspiratör çalışmamıştır.

Yapılan ilk iki hafta ölçümlerinde bağıl nem oranı ise, sabah mesai saatleri başlangıcında %35 değeri üzerinde olduğu gözlemlenmiş ve ilerleyen saatlerde artış olduğu ve bu artışın belirli periyotlarla arttığı , bu artış oranının öğle saatlerine kadar sürdüğü saptanmıştır (Şekil 4.3.). Öğleden sonra mesai saatleri başlarında bağıl nem oranının yine belirli periyotlarla arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca yazılı programında manuel değer olarak verdiğimiz %35 değeri, bağıl nem oranı değerinin altında bir değer olduğu için oda tipi nemlendirici çalışmamıştır. Haftanın sadece 30/05/2013 tarihinde bağıl nem oranı sabah mesai saatleri başlangıcında %32 seviyesinde olduğu, saat 08:30'da ölçüme başlandığında oda tipi nemlendirici çalışarak bağıl nem oranının seviyesinin %35 değeri üzerine çıkması sağlanmış ve bu değer ortalama %35 üzerinde seyretmiştir.

Çiy noktası ise bağıl nem oranına paralel olarak bağıl nemin artış gösterdiği durumlarda artmakta, azalış gösterdiği durumlarda ise çiy noktası azalma göstermektedir. Bu durum yukarıdaki grafik ve tabloda açıkça görülmektedir.

Çalışma ortamında bulunan iki farklı sıcaklık sensörünün ölçtüğü sıcaklık değeri ise 23-26 C⁰ arasında ölçülmüş olup, sıcaklık sensörünün ölçmüş olduğu değere herhangi bir manuel değer eklenmemiş, sadece veri olarak gözlem yapılmıştır.



4.3. 17/06/2013-28/06/2013 Tarihleri Arasında Yapılan Ölçümlerin Analizi

Ölçüm yapılan bu tarihten bir önceki hafta medikal oksijen sensörüne tekrar bir kalibrasyon ayarı yapılmıştır. Kalibrasyonun yapılma amacı ise medikal oksijen sensörünün hassas hale getirilebileceği düşüncesi idi ve kalibrasyonun daha önce bahsedildiği gibi yapılmış ve ölçümlere devam edilmiştir.

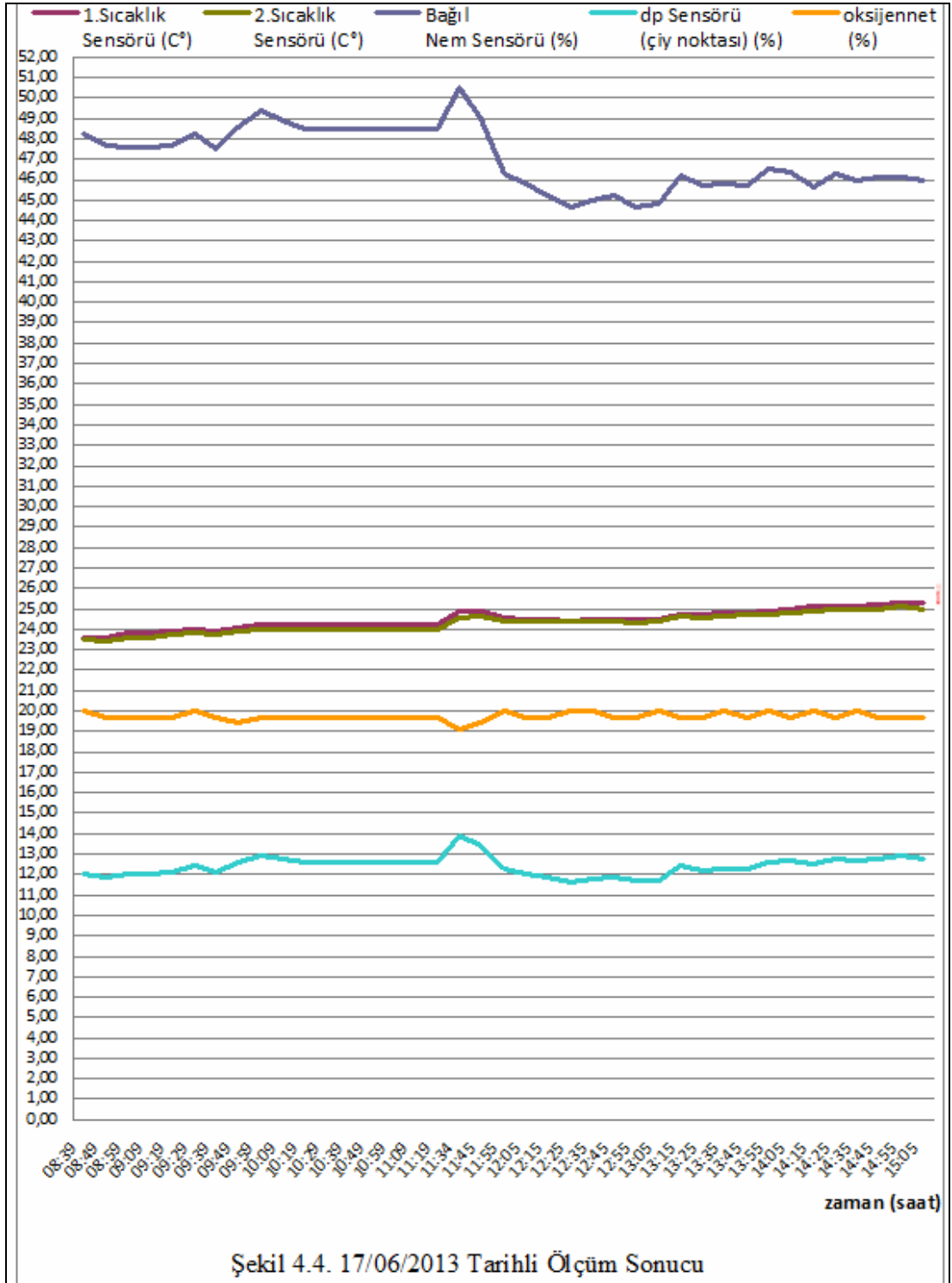
Ofiste tekrar ölçüme başlanılan bu tarihlerde yazılım programında manuel olarak verdiğimiz oksijen konsantrasyon oranı olarak %19,5 değeri verilmiştir. Bu değer verilme sebebi ise daha önceki haftalarda yapılan ölçümler medikal oksijen sensörünün ölçtüğü değer genellikle %19 seviyelerinin üzerinde olmuştur. Bu nedenle de aspiratör çalışmamıştır.

Ölçüme başlanılan sabah saatlerinde oksijen sensörünün ölçtüğü değer %20 civarlarındadır. İlerleyen saatlerde ofiste bulunan insan sayısının artması, solunan oksijenin oranının artmasına, ofiste bulunan oksijenin azalmasına ve oksijen sensörünün ölçtüğü değer ise %19,5'in altına inmesine neden olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4.). Sensörün %19,5'in altında olduğu durumlarda aspiratör röle sayesinde çalışıyor ve iç ortama taze hava girişini sağladığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.5.'te aspiratörün çalışma zaman aralıkları tarama yapılarak gösterilmiştir. Aspiratör çalışma süresini manuel olarak verdiğimiz 10 dakika boyunca çalışmakta ve daha sonra durmaktadır. Bu arada yazılım programına bu 10 dakika çalışmadan sonra oksijen sensörüne tekrar bir ölçüm yapılması istenilmiş, eğer ofis ortamına dışarıda pompalanan taze hava bizim manuel verdiğimiz %19,5 değerinin üzerine çıkarmıyorsa, tekrar çalışması ve %19,5 değerinin üzerine çıkması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu durum tekrarlı bir şekilde ölçüm saati sonuna kadar devam etmiştir (Tablo 4.2.).

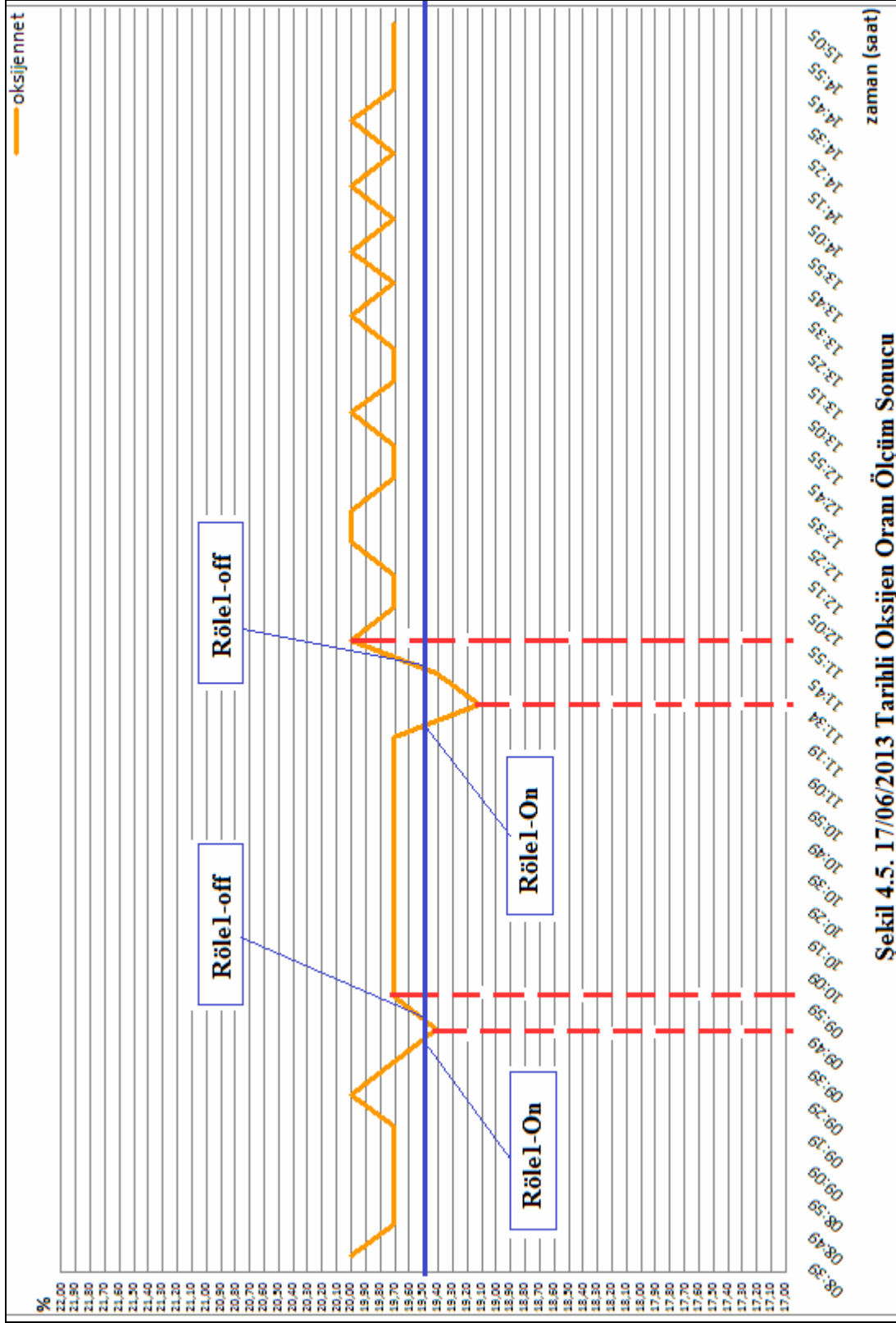
Tablo 4.2. 17/06/2013 Tarihli Ölçümlerden Bir Örnek

Zaman (saat)	1.Sıcaklık Sensörü (C°)	2.Sıcaklık Sensörü (C°)	Bağıl Nem (%)	Dp (Çiy Noktası) (%)	oksijenham	Oksijennet (%)
08:39	23,60	23,50	48,20	12,00	280	20,00
09:09	23,80	23,62	47,60	12,00	279	19,71
09:39	23,90	23,75	47,50	12,10	279	19,71
10:09	24,20	24,00	48,90	12,80	279	19,71
10:39	24,20	24,00	48,50	12,60	279	19,71
11:09	24,20	24,00	48,50	12,60	279	19,71
11:45	24,90	24,62	49,00	13,40	278	19,41
12:15	24,50	24,43	45,20	11,90	279	19,71
12:45	24,50	24,37	45,20	11,90	279	19,71
13:15	24,70	24,62	46,20	12,40	279	19,71

Yapılan bu iki haftalık bağıl nem oranı ölçümünde ise, sabah mesai saatleri başlangıcında %40 seviyesinin üzerinde olduğu ve genellikle mesai saatleri içerisinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Yazılım programına manuel olarak verdiğimiz %40 değeri, bu oksijen sensörünün ölçtüğü değerinin altında kaldığı için oda tipi nemlendirici genellikle çalışmamıştır. Bazı günler bağıl nem oranının %40 seviyesinin altına indiği ve bu durumda ise oda tipi nemlendiricinin çalıştığı, bu sayede odanın bağıl nem oranının arttığı gözlemlenmiştir. Bu iki haftada çiy noktası ise daha öncede bahsedildiği üzere bağıl nem oranının arttığı durumlarda artmakta veya tersi durum olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. 17/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



Şekil 4.5. 17/06/2013 Tarihli Oksijen Oranı Ölçüm Sonucu

4.4. 26/06/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu'nda Yapılan Ölçüm Analizi

Tez çalışmasının daha güvenilir olarak ele alınması açısından çalışma ofisi yanında hastanemizin birkaç yerinden ölçüm alınmasına karar verildi. Bu ölçüm alınan yerlerde kriter olarak yine insan sirkülasyonunun fazla olmasına dikkat edilmiştir.

Hastanemizde bulunan Sürmeli Konferans Salonu'nda çalışan personeller bilgilendirme amaçlı seminer ve toplantılar yapılmaktadır (Şekil 4.6.). Bu konferans salonu yaklaşık 50 m² bir alana sahiptir. Yalnız bu konferans salonuna aspiratör ve oda tipi nemlendirici kurulumu yapılmamış olup, sadece ölçüm değerleri alınarak analiz amaçlı kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu

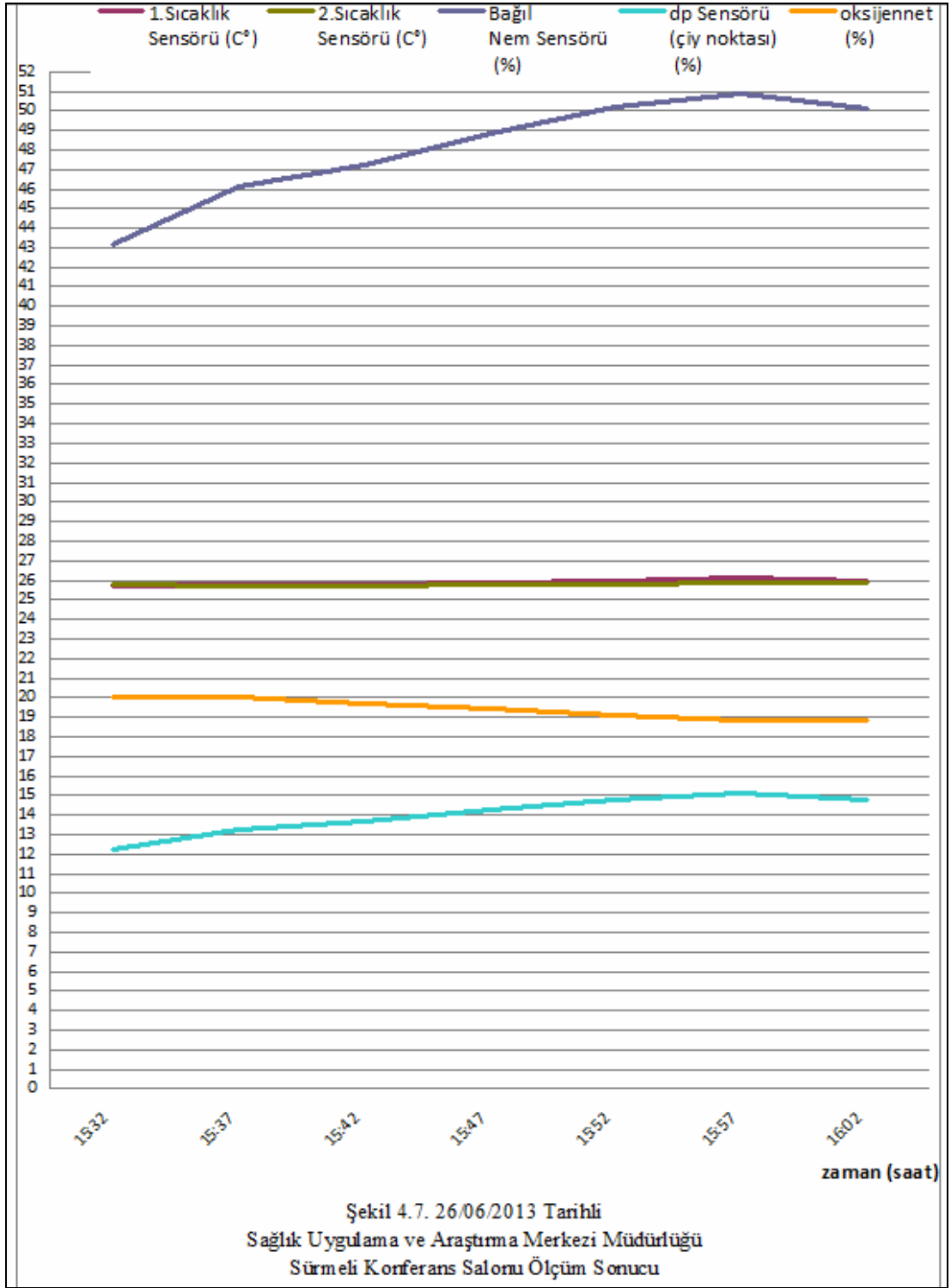
26/06/2013 tarihinde yapılan seminere 15-18 kişi katılmış olup, daha önceki ofis çalışma ortamına giren ve çıkan kişi sayısı fazla olduğundan oksijen konsantrasyon oranında aşırı artma yada azalma miktarı tam olarak gözlemlenemiyordu. Bu konferans salonunda yapılan ölçüm analizinin bize sağladığı avantajlardan biride ortama giriş-çıkış işleminin çok az olmasıdır.

Konferans salonunda kriter olarak daha çok oksijen konsantrasyonu ve bağıl nem değerinin katılan kişi sayısında ne kadar azalma yada artma gösterdiğine dikkat edilmiştir. Buradaki ölçüme saat 15.00'da başlanmış ve 30 dk. sürmüştür. Ölçüm neticesinde oksijen konsantrasyon oranının hızla düştüğü aşağıdaki tabloda açık bir şekilde görülmektedir (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. 26/06/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Sürmeli Konferans Salonu'nda Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek

Zaman (saat)	1.Sıcaklık Sensörü (C°)	2.Sıcaklık Sensörü (C°)	Bağıl Nem (%)	Dp (Çiy Noktası) (%)	oksijenham	Oksijennet (%)
15:32	25,70	25,75	43,20	12,20	280	20,00
15:37	25,80	25,68	46,10	13,30	280	20,00
15:42	25,80	25,68	47,20	13,70	279	19,71
15:47	25,90	25,75	48,80	14,30	278	19,41
15:52	26,00	25,81	50,20	14,80	277	19,12
15:57	26,10	25,87	50,90	15,10	276	18,82
16:02	26,00	25,87	50,10	14,80	276	18,82

Ölçüm sonucunda bağıl nem oranı ise devamlı surette arttığı gözlemlenmekte, seminer bitimine doğru ise azalmaya başladığı yukarıda şekilde görülmektedir.



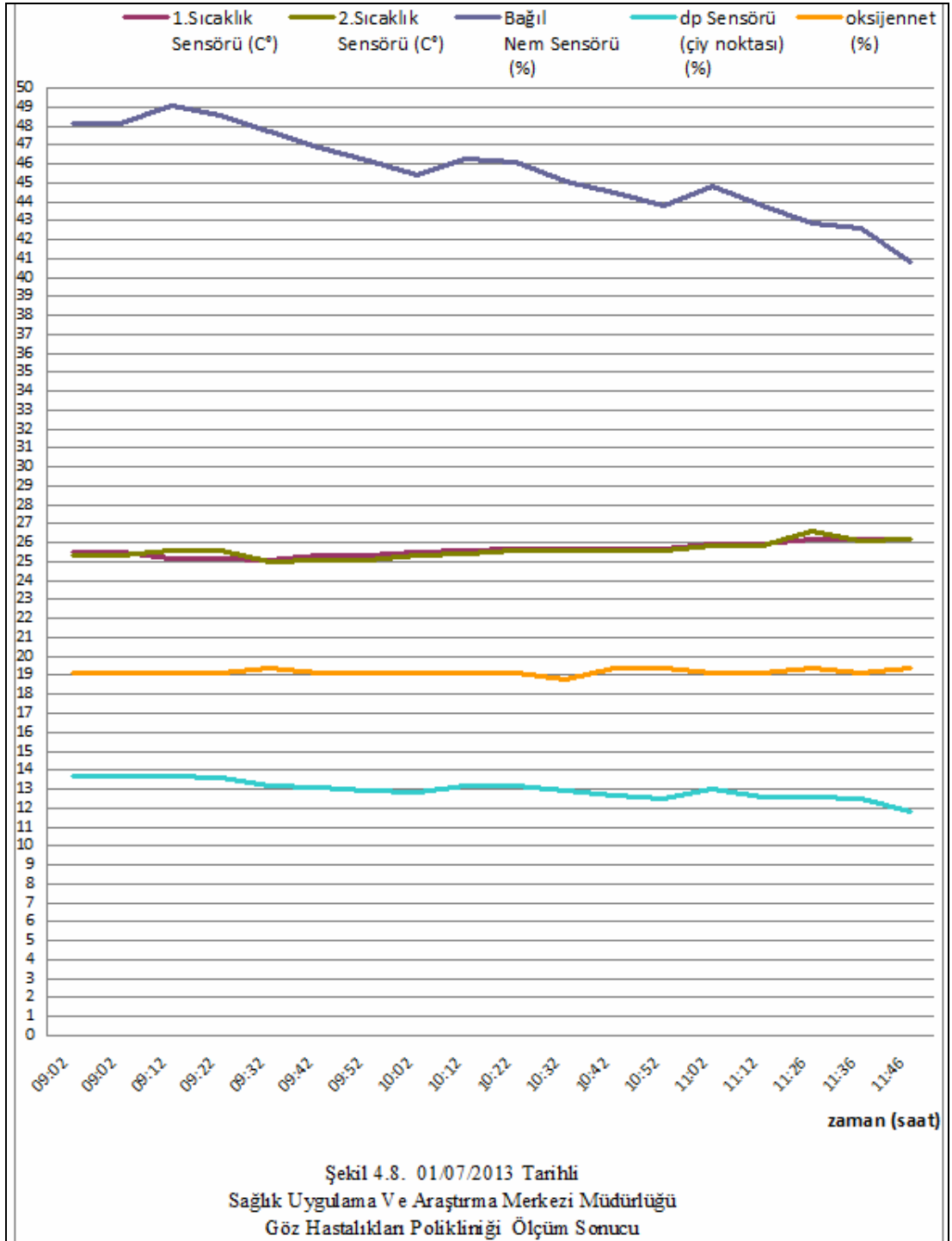
4.5. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Göz Hastalıkları Polikliniği'nde Yapılan Ölçüm Analizi

Hastanemizin hasta sayısı bakımından en yoğun polikliniğinden biri Göz Hastalıkları polikliniği olduğu için burada da ölçüm yapılmasının uygun olacağı ve tez çalışmasının ölçüm sonuçları analizi bakımından daha verimli olacağı düşünülmüştür.

Sabah saat 09.00'da hasta muayenesi yapılmaya başlanılan saatte ölçüme başlanmıştır. Yaklaşık 40 m² olan bu poliklinikte günde ortalama 55-60/gün hasta muayenesi yapılmaktadır. 08.00-09.00 saatleri arasında ise hasta muayenesi yapılmaya başlanmadan önce temizlik ve cihazların kontrolü yapılmaktadır. Bu nedenle ölçüme başlanılan saatte oksijen konsantrasyon değeri %19,20 civarında olduğu, nem değeri ise %40'ın üzerinde ölçülmüştür. 09.00-12.00 arasında yapılan ölçümde oksijen konsantrasyon değeri bazen artma ,bazende azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak hasta yoğunluğu sebebiyle içeriye giriş çıkışın fazla olması ve kapının fazla açılıp kapanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ölçüm neticesinde oksijen konsantrasyon artma ve azalma durumu aşağıdaki grafik ve tabloda açık bir şekilde görülmektedir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Göz Hastalıkları Polikliniği'nde Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek

Zaman (saat)	1.Sıcaklık Sensörü (C°)	2.Sıcaklık Sensörü (C°)	Bağıl Nem (%)	Dp (Çiy Noktası) (%)	oksijenham	Oksijennet (%)
09:02	25,50	25,31	48,10	13,70	277	19,12
09:12	25,20	25,60	49,10	13,70	277	19,12
09:32	25,10	25,00	47,70	13,20	278	19,41
09:52	25,30	25,12	46,20	12,90	277	19,12
10:12	25,60	25,43	46,30	13,20	277	19,12
10:32	25,70	25,62	45,10	12,90	276	18,82
10:52	25,70	25,62	43,80	12,50	278	19,41
11:12	25,90	25,81	43,80	12,60	277	19,12
11:36	26,20	26,12	42,60	12,50	277	19,12



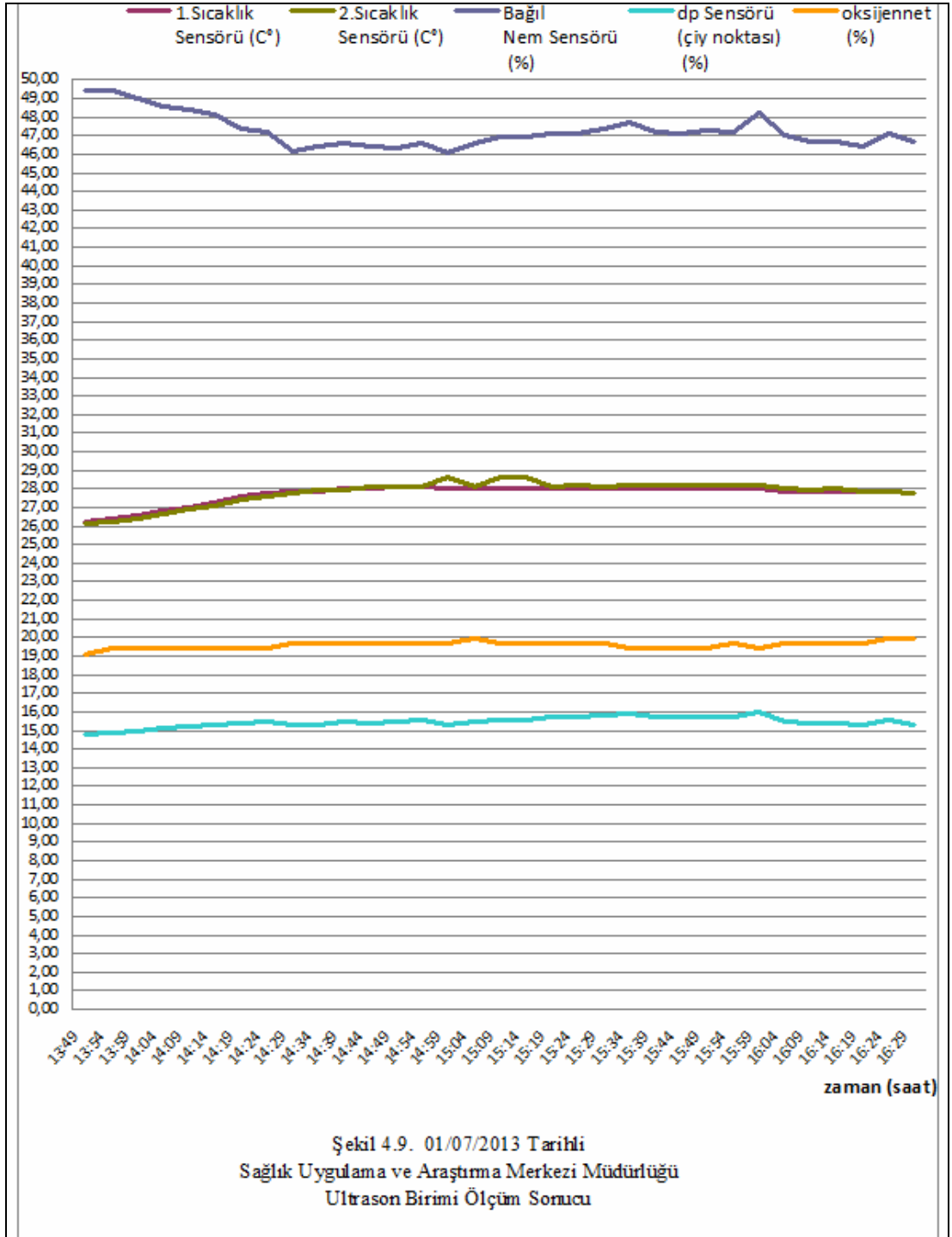
4.6. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Ultrason Birimi'nde Yapılan Ölçüm Analizi

Hastanemize gelen hastaların iç bölgelerinde meydana gelen rahatsızlar (Akciğer hastalıkları: kist, sıvı toplanması, kalp hastalıkları: kalpte delik, damarsal problemler, ritim bozuklukları, mide-barsak hastalıkları vb.) hastanemiz poliklinikleri tarafından ultrason birimine yönlendirilmekte ve burada hastaların iç bölgeleri muayene edilmekte ve polikliniğe tekrar sevk edilerek burada da teşhis konulmaktadır. Bu nedenle en yoğun birimlerden biri olduğu için burada da ölçüm yapılmasının uygun olacağı ve tez çalışmasının ölçüm sonuçları analizi bakımından daha verimli olacağı düşünülmüştür.

Hastanemizin Ultrason Birimi 30 m² bir alana sahip olmakta ve ortalama 40-45/gün hastaya hizmet vermektedir. Ölçümlere öğleden sonra hastaların muayene başladığı 13.50-16.30 arasında yapılmıştır. Ölçüme başlanılan saatte oksijen konsantrasyon değeri %19,10 civarında, nem değeri ise %45'in üzerinde olarak ölçülmüştür. arasında yapılan ölçümde oksijen konsantrasyon değeri bazen artma ,bazende azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak Göz Hastalıkları polikliniğinde olduğu gibi hasta yoğunluğu sebebiyle içeriye giriş çıkışın fazla olması ve kapının fazla açılıp kapanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 4.9.). Ölçüm neticesinde oksijen konsantrasyon artma ve azalma durumu aşağıdaki grafik ve tabloda açık bir şekilde görülmektedir (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. 01/07/2013 Tarihinde Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Ultrason Birimi'nde Yapılan Ölçümlerden Bir Örnek

Zaman (saat)	1.Sıcaklık Sensörü (C°)	2.Sıcaklık Sensörü (C°)	Bağıl Nem (%)	Dp (Çiy Noktası) (%)	oksijenham	Oksijennet (%)
13:49	26,20	26,18	49,40	14,80	277	19,12
14:04	26,80	26,62	48,60	15,10	278	19,41
14:19	27,60	27,43	47,40	15,40	278	19,41
14:34	27,90	27,93	46,40	15,30	279	19,71
14:49	28,10	28,12	46,30	15,50	279	19,71
15:04	28,00	28,12	46,60	15,50	280	20,00
15:19	28,00	28,12	47,10	15,70	279	19,71
15:34	28,00	28,18	47,70	15,90	278	19,41
15:49	28,00	28,18	47,30	15,70	278	19,41
16:04	27,90	28,00	47,00	15,50	279	19,71
16:19	27,90	27,87	46,40	15,30	279	19,71



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz için henüz yeni ve önemi gün geçtikçe anlaşılmaya başlanan iç hava kalitesinin bir göstergesi olarak oksijen oranının ve bağıl nem oranının ofis ortamında incelemesi ve bu inceleme sonunda da belirtilen göstergelere bağlı havalandırma sistemi yapılmıştır. Bu amaç için Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Yazı İşleri ve Personel Birimi'nde havanın oksijen konsantrasyonu, bağıl nem ve sıcaklık değerleri sensörler vasıtasıyla ölçülmüştür. Ayrıca bu ofis ortamında yapılan ölçümler yeterli görülmemekle, hastanenin başka bölgelerinde de ölçüm değerleri alınmış, analizleri yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak irdelenmiştir.

Ofis ortamında yapılan oksijen konsantrasyonu ölçümlerinde sabah mesai saatleri başlarında çalışma ofisinin oksijen konsantrasyonu açık alanda atmosferde bulunan oksijen konsantrasyonuna neredeyse eşit olduğu gözlemlenmiştir. Mesai saatleri içerisinde (08.30-15.00), ofiste çalışma temposunun ve çalışma ortamına gelen insan sayısının arttığı, buna bağlı olarak da solunan hava miktarı doğru orantılı olarak ofis ortamdaki oksijen oranının azaldığı tespit edilmiştir. Ofis ortamında bulunan insan yoğunluğunun arttığı durumlarda oksijen konsantrasyon oranının azaldığı, insan yoğunluğunun azaldığı durumlarda oksijen konsantrasyon oranının arttığı, görülmüştür. Bu oksijen konsantrasyonu azalma durumu yazılım programında manuel olarak verdiğimiz %19 üzerinde bir oksijen konsantrasyon değeri olduğu için dış ortamdaki içeriye taze hava pompalayan aspiratör çalışmadığı, bu değer %19,5 verilmesi durumunda oksijen konsantrasyonunun %19,5'in altına indiği durumlarda ise aspiratörün çalıştığı görülmüştür. Ayrıca hastanenin başka bölgelerinde yapılan oksijen konsantrasyon ölçümlerinde giriş çıkış kapısı az açılıp kapandığı durumda iç ortamda bulunan insanların yoğunluğu sebebiyle oksijen konsantrasyonu değerinin hızla düştüğü tespit edilmiştir. Ofis ortamının oksijen konsantrasyonu yönünden istenilen derecede olması için insanları ses ve görüntü olarak rahatsız etmeyecek sistemler ve cihazlar kullanılması gerekmekte olduğu saptanmıştır.

Ofis ortamı ve diğer bölgelerden alınan bağıl nem ölçümleri insan sağlığı açısından yeterli olduğu (optimum %40-60) , bu değerin ise ortalama %40 üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bizim için sıcaklık değeri sadece gözlem amaçlı kullanılmış herhangi bir cihazı çalıştırmamıştır.

Yapılan çalışmanın sonucunda aşağıdaki öneriler yapılabilir. Bu konu ile ilgili sonraki araştırmalarda aşağıdaki önerilerin dikkate alınması gerekir.

- İç mahalde oksijen oranını yeterli seviyede olması için dış ortamdaki taze hava sağlanmasına yönelik farklı yöntem ve sistemlerin kullanılması,
- Mahalde nemlendirme işlemi yapılacaksa ve oda tipi nemlendirici kullanılacaksa cihazın yerleştirileceği bölge, mümkün olduğunca ofiste çalışma masalarına uzak olmalı ve cihaz ofisi en kısa zamanda nemlendirme işlemi yapmalı, bu sayede çalışanları rahatsız etmemeli,
- Eğer iç mahalde mekanik havalandırma yapılacaksa; kullanılan fan veya havalandırma tesisatının uygun bir bölgeye yerleştirilmesi, aksi halde mahalde bulunan insanları rahatsız edebileceği ve bu nedenle performanslarını düşürebileceği,
- İç mahalde yapılacak ölçümlerin sadece birkaç parametre ile kalınmaması, ayrıca iç mahalde bulunabilecek kirletici kaynakları da tespit edecek gerekli tasarımlar yapılmalı ve tedbirlerin alınması,
- Ayrıca ofisler için uygulanması düşünülen böyle sistemlerin, maliyet bakımında ucuz ve kolay temin edilebilir sistemler olması gerekmekte,
- Türkiye için iç hava kalitesi ile ilgili standart değerlerin tespit edilip uygulanması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Menteşe, S., Rad, A, Y., Arısoy, M., Güllü, G., “İç Ortam Biyolojik Kirliliğin Mekansal Değişimi ve Dış Ortamın Etkisi”, IX.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sempozyum Bildirisi, İzmir, 2009
2. Ashrae Standard 62-1989, “Ventilation for acceptable indoor air quality” , 1989
3. “Kapalı Bir Ortam Sağlığımızı Nasıl Etkiliyor”, Anonim
4. Zimmerman, R.S., “Indoor air quality guidelines for Pennsylvania Schools [Online]”, 16.10.2011, <http://www.eric.ed.gov/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED454690>
5. <http://www.styronit.com.tr/Bioklima-ve-Ic-Hava-Kalitesi.html> (Erişim Tarihi: 11.02.2013)
6. NASA Mühendislik, <http://havatemizlemecihazı.nasamuhendislik.com/iaq-ic%20hava%20kalitesi.htm> (Erişim Tarihi: 12.02.2013)
7. Milton, D. K., Glencross, P. M. and Walters, M. D., 2000, Risk of sick leave associated with outdoor air supply rate, humidification and occupant complaints, *Indoor Air*, vol. 10, pp 212-221.
8. Kuş, M., “Ş.Urfa İlindeki Yükseköğretim Kurumlarındaki Dersliklerde İç Hava Kalitesinin İncelemesi ve Modellenmesi”, Balıkesir, 2007
9. Okutan, C., “Klima ve Havalandırma Sistemlerinde İç Hava Kalitesi” Tesisat Dergisi, Sayı 37, sayfa 91- 95, 1999
10. Abuhafeetha, M., “Investigation on the impact of commissioning process on the indoor air quality in new office buildings in Calgary” Msc. Thesis, University of Calgary, Canada, 178 pages, 2009
11. Mcleod, J,D., “Evaluation of indoor air quality parameters and airborne fungal spore concentrations by season and type of HVAC system in a school building” Msc. Thesis, The University of Toledo, 88 pages, 2008
12. Hreha, D,M., “The influence of indoor air quality (IAQ) on student test performance”, Ph.D. Thesis, Seton Hall University, 124 pages, 2007
13. Sanders, M,D., “Assessment of indoor air quality in texas elementary schools”, Ph.D. Thesis, Teksas Üniversitesi, Austin, 178 pages, 2008
14. Al-Harbi, H,A., “An assessment procedure for acceptable Indoor Environmental Quality in health care facilities”, M.Sc. Thesis, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia, 218 pages, 2005

15. Bulgurcu, H., İlten, N., ve oşgun, A., “Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler”, VII. Ulusal Tesisat Kongresi ve Sergisi, İzmir, 601-615, 2005
16. Çelebi, N., “Konutlarda Radon Konsantrasyonu Değerlerinin Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Makine Mühendisleri Odası, İzmir, 397-402, 2007
17. Bulut, H., “Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 415-427, İzmir, 2007
18. Kocahakimoğlu, C., Turan, D., Özeren, F., Sofuoğlu, A., ve Sofuoğlu, S. C., “İlköğretim Okullarında Bina-İçi Hava Ozon Derişimleri”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 697-703, 2009
19. Bulut, H., “Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO₂ Miktarının Analizi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
20. Keskin, S. S., ve Ekmekcioğlu, D., “Okul Binalarında İç Ortam Havası PM Kütle Konsantrasyonlarına Trafik Yükünün Etkileri”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
21. Berberoğlu, U., ve Motrör, D., “Edirne de Bir Dokuma Konfeksiyon İşletmesinde İç Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
22. Dönmez, O., “İç hava kalitesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003
23. Kuş, M., “Şanlıurfa İlindeki Yüksek Öğretim Kurumları Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin İncelenmesi Ve Modellenmesi”, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2007
24. oşgun, A., “Antalya İlinde Bazı Toplu Çalışma Alanlarındaki İç Hava Kalitesi Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya, 2008
25. Menteşe, S., “Bina İçi Hava Kalitesinin Belirlenmesi Ve Kaynaklarının Tespiti”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2009
26. Tatlı, E., “İç Ortam Hava Kalitesi Değerlendirmesi: Biyolojik, Gazlar Ve Partikül Madde Kirlilik Göstergeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2011
27. Adil C. S., Funda S., Songül V., Çağatay G., “Ankara’da Bir İlköğretim Okulunun İç Ve Dış Çevresel Özelliklerinin Değerlendirilmesi” Genel Tıp Dergisi;21(1) Ankara , 2011

28. Charlene W,B., Sidney A,C., Fischer J., “Causes of Indoor Air Quality Problems in Schools, Energy Division Oak Ridge National Laboratory And U.S. Department of Energy ORNL/M-6633/R1, May 2000
29. Mui, K.W., and ,Chan, W,T., Building Calibration for IAQ Management Building and Environment Volume 41, Issue 7 , pp.877-886 , July 2006
30. Aslan, D.E., İç Hava Kalitesi ve Kontrolü, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Teskon 97, 20-23 Kasım, İzmir, 1997
31. Fischer, J.C., Bayer, C. W., “Humudity Control in School Facilities” 2002
32. Mı Y,H., Norback, D., Tao, J., Mı, Y,L., Ferm, M., “Current Asthma and Respiratory Symptoms Among Pupils In Shanghai, China: Influence of Building Ventilation, Nitrogen Dioxide, Ozone, And Formaldehyde In Classrooms”, Indoor Air 16, pp.454-464, 2006
33. Godwin, C., Baternan, S., “Indoor Air Quality in Michigan Schools”, Indoor Air 16, pp.459-473, 2006
34. Wong, N, H., Huang, B., “Comprative Study of The Indoor Air Quality of Naturally Ventilated and Air-Conditioned Bedrooms of Residential Buildings in Singapore”, Building and Environment 39, pp.115-123, 2004
35. Carrer, P., Brunen D., Brum, Y., Francı, M., Valovitra, E., “The EFA Project: Indoor Air Quality in European Schools”, Proceedings: Indoor Air 2002
36. Ayken, U., “Hava Kalitesi Kontrolü ve İhtiyaca Dayalı Havalandırma” TESKON 97 III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi”, Bildiriler Kitabı No:203/1,cilt 1, s.1-8, İzmir, 1997
37. Fanger, O., “Geleceğin İklimlendirilmiş Ortamlarında İnsan İhtiyaçları ve Mükemmelliğe Ulaşma Çabaları” TTMD Dergisi, Mart-Nisan sayı.21, s.33-36, 2001
38. Wargockı, P., Wyon, DP., Matysiak , B., and Irgens, S., “The Effect of Classroom Air Temperature and Outdoor Air Supply Rate On The Performance of School Work By Children”, Proceedinds: Indoor Air, 2005
39. Ollı, S., “Ofislerde İç Hava Kalitesi ve Verimlilik” TTMD, VII.Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyum CD, Sıra No:46, İstanbul, 2006
40. Şenkal, F., “Yapıda Oluşan Nem ve Küfün İnsan Sağlığına Etkileri”, Yapı Dergisi, 233: 89 -90 , 2001
41. IM Makine Sanayi ve Ticaret limited Şirketi, sayı 01, 2002
42. Alarko firması, Teknik Bülten, sayı 7, 2005

43. Köksal, Y., “Kapalı Mahallerde Hava Kalitesinin İyileştirilmesi”,625, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2005
44. Bozkurt, Z., Arslanbaş, D., Pekey, H., Pekey, B., Zararsız, A., Doğan, G., Dumanoglu, Y,S., Bayrami A., Efe, N., Tuncel G.,”Kocaeli’de Farklı Mikroçevrelerde Uçucu Organik Bileşikler, Ağır Metaller Ve İnorganik Gaz Fazı Kirleticilerin İç Ve Dış Ortam Seviyelerinin Belirlenmesi”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 385-397, İzmir,2007
45. Yüklü, “PIC Mikrodenetleyici ile Kapalı Ortamda Sıcaklık ve Nem Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elek. Elektronik Anabilim Dalı, Malatya, 2006
46. Burunkaya, M.,“Sıcaklığı, Bağıl Nem Oranı Ve Oksijen Gazı Konsantrasyonu Mikrodenetleyici İle Kontrol Edilebilen Bir İnkübatör Sistemi Tasarımı Ve Yapımı” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ekim, 2002
47. Erbaş, E., ”Soğuk Buharlı Hava Nemlendirme Sisteminin İç Hava Kalitesine Etkisinin İncelenmesi”, 1. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Ankara, 2008
48. Gönüllü, M,T., Bayha, H., Avşar, Y., Aslankaya, E., “YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binası İç Ortam Havasındaki Partiküllerin İncelenmesi”, 4. GAP Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa , 2002
49. Styronit, <http://www.styronit.com.tr/Bioklima-ve-Ic-Hava-Kalitesi.html> Mart, 2013 (Erişim Tarihi: 14.03.2013)
50. Kısa, <http://www.orhankisa.com/IcHava.doc> Şubat, 2013 (Erişim Tarihi:04.05.2013)
51. Isısan, <http://makinemuhendisligi.net/forum/showthread.php?tid=1119> Şubat 2013 (Erişim Tarihi: 16.03.2013)
52. Öztürk, K.H., ve Yılcı, A., Atalay, Ö., “Konutlarda Doğal ve Zorlanmış Havalandırma Sistemleri” , Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 89, s. 21-26, 2005
53. Yüksek İ., ve Esin T., ”Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi”, Tesisat Mühendisliği - Sayı 125, 2011
54. Ertürk, M.,, “Farklı Amaçlar İçin Kullanılan İç İç Geçmiş Kapalı Hacimlerde Negatif Basınç Yöntemiyle Havalandırma Sistemi Uygulaması”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 619, İzmir, 2005
55. Darçın, P., “Yapı İçi Hava Kirliliğinin Giderilmesinde Doğal Havalandırma İlkeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programı, İstanbul, 2008

56. T.C.Çevre Bakanlığı, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (Resmi Gazete : 02.11.1986 tarih ve 19269 sayı)
57. Aslan, D. E., “İç Hava Kalitesi ve Kontrolü”, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Teskon 97, 1997
58. Anonim, “Kapalı Bir Ortamdaki Hava sağlığımızı Nasıl Etkiliyor?”, Bursa Çevre Merkezi, Aylık Bülten, Ocak 2000
59. Temiz Kanal, <http://www.temizkanal.com/tr/ic-hava-kalitesi-nedir> Şubat, 2013 (Erişim Tarihi: 18.04.2013)
60. Fanger, P.O., ; PE CIPE ASPE (Çeviren; B. Ünlüoğlu), “İç Hava Kalitesinin İyileştirilmesi ve Ofis Verimliliğinin Artırılması” , 2001
61. Tecer, L. H., “Hava Kirliliği ve Sağlığımız”, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, S. 135, ss. 15-29. Mayıs 2011
62. U.S. Environmental Protection Agency, “An Office Building Occupant’s Guide to Indoor Air Quality”, EPA, USA, 1 – 5 1997
63. Vaizoğlu, S., Tekbaş, Ö.F., Evcı, D., “Kapalı Ortam Hava Kalitesi, Sağlığa Etkisi”, STED, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, Cilt 9, 2000
64. Karol, M.H., “Allergic Reactions to Indoor Air Pollutants”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp. 45-51, 1991
65. Coad, W.J., “Yüksek Performans ve Hava Kalitesi İçin Havanın Şartlandırılması”, (Çeviri: Emre Oğuz), Termodinamik Dergisi, Sayı 97, 2000
66. Eğrikavuk, O. K., “İç Hava Kirliliği” Tesisat Dergisi, Sayı 22, 1996
67. Bulgurcu, H., İlten, N., “Evlerde İç Hava Kalitesi İle İlgili Bir Çalışma” Termodinamik Dergisi, s. 68- 76, Subat, 2006
68. Kaya, M., “Sağlıklı ve Verimli Çalışma Ortamı İçin İç Hava Kalitesi” , Termodinamik Dergisi, Sayı: 125, Ocak, 2003
69. Özkan, O., Verimli, F., Çayır, H., “Metal Endüstrisinde İç Ortam Toz Ve Gaz Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
70. Ökten, S., ve Asan, A., “Hastane İç Ortam Havaasının Mikrobiyal Açidan İncelenmesinin Önemi”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 717-723, İzmir, 2009
71. Yurtseven, E., “İki Coğrafi Bölgedeki İlköğretim Okullarındaki İç Ortam Havaasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi” ,Doktora Tezi, İstanbul, 2007

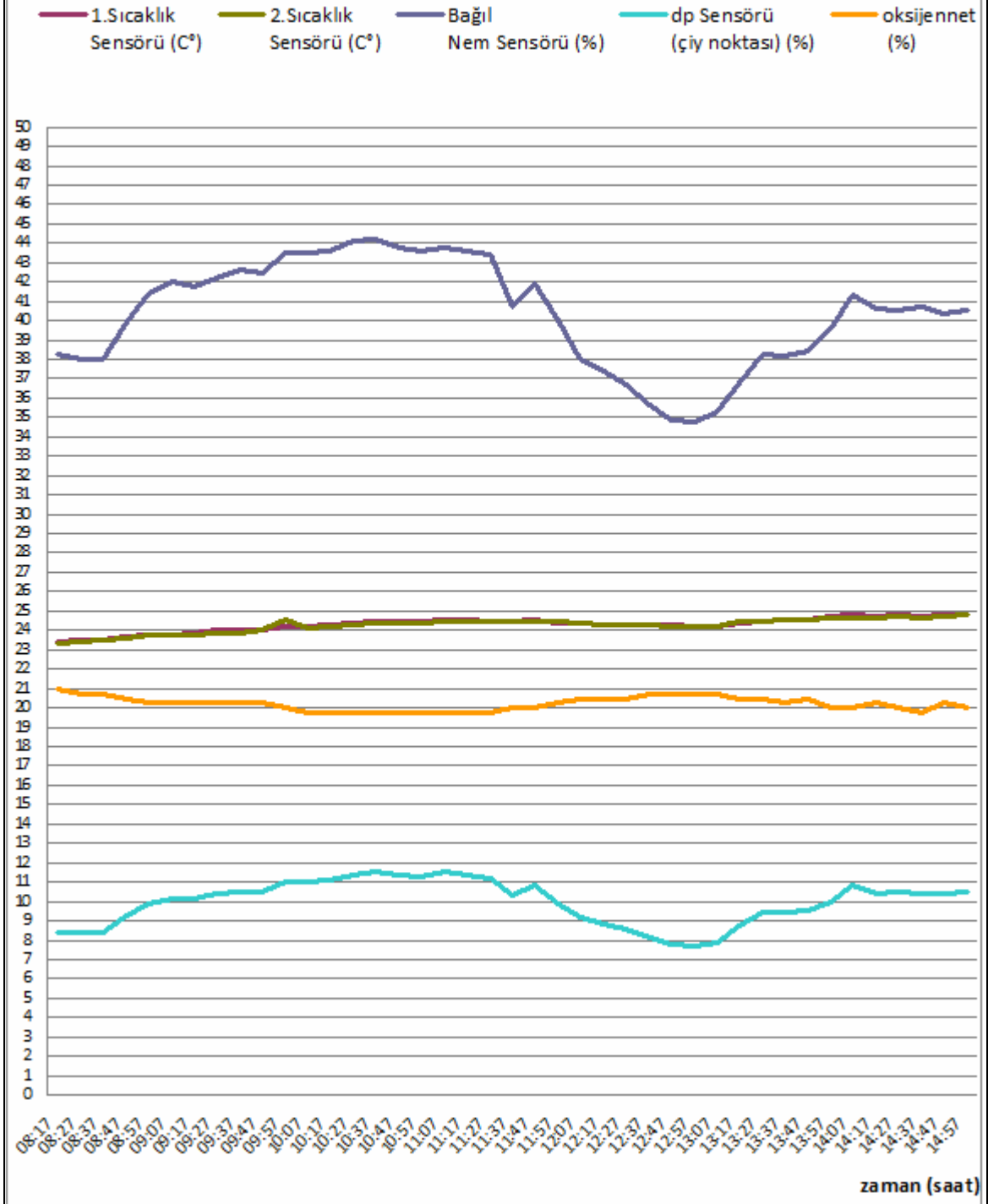
72. Kapkın, Ş., ve Uzal, E., “Kapalı Ortamlardaki Hava Kalitesini Etkileyen Parametreler Ve Toplu Taşımacılıkta İç Hava Kalitesinin Bilgisayar Destekli Analizi”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 99, 75- 81, 2007
73. <http://www.ufotr.com/> (Erişim Tarihi: 20.04.2013)
74. Süren, P., “Zonguldak Kent Merkezi Atmosferik Partikül Madde Kirliliğinin; PM_{2,5} ve PM_{10.0} Boyut Dağılımı, Kaynak Ve Metalik Kompozisyon Temelinde İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, 2007
75. Marsik, T., “Developing computer models to study the effect of outdoor air quality on indoor air for the purpose of enhancing indoor air quality”, Ph.D. Thesis, University of Alaska Fairbanks”, 130 pages, 2007
76. Thornton, R., L., “Environmental justice education and atmospheric particulate analysis in urban environmental health policy development: Indoor airborne particulate concentrations in preschools of asthmatic children in Newark”, Ph.D. Thesis, New Jersey Institute of Technology, 437 pages, 2006
77. Taner, S., Pekey, B., Arslanbaş, D., Pekey, H., “Restoranlarda Farklı Boyut Aralıklarındaki Partikül Madde Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, 9. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Samsun, 2011
78. Onat, B., Haksevenler, T., Ülkü, A,Ş., “İstanbul’da Farklı Bina İçeri Ortamlarda PM_{2.5}, CO Konsantrasyonları Ve Partikül Sayısının Belirlenmesi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
79. Onat, B., Ülkü, Ş., Stakeeva, B., Karim, P., Ceran, T., “İstanbul Metrosunda PM₁₀ ve PM_{2.5} Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2009
80. Sofuoğlu, S,C., Sofuoğlu, A., “İlköğretim Okullarında Bina-İçeri Çevresel Kalite: İzmir Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
81. Koutrakis, P., Braurer, M., Briggs, K., Leaderer, B.P., “Indoor Exposures to Fine Aerosols and Acid Gases”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp.23-28, 1991
82. Karadağ, M., Hava Kirliliği, Akciğer Arşivi Dergisi, Cilt .1, 2000
83. Zhang, G., Spickett, J., Rumchev, K., Lee, A.H., Stick, S., “ Indoor Environmental Quality In A Low Alerjen School And Three Standard Primary Schools In Western Australia”, Indoor And Built Environment, Volume 16, Issue 1, 74-80 pp., February 2006

84. Ağca B., “İç Hava Kalitesi ve Hasta Bina Sendromu” , OECD Daimi Temsilciliği,(<http://www.mfa.gov.tr/ic-hava-kalitesi-ve-hasta-bina-sendromu.tr.mfa>) Şubat, 2013
85. Baysan, S ., “Bina İçi Hava Kalitesinin Önemi ve Sağlığa Etkileri Üzerine Bir Deneme” Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edb. Fak. Coğrafya Böl. Balıkesir
86. Yurtseven, E., “İki Farklı Coğrafi Bölgedeki İlk Öğretim Okullarında İç Ortam Havaasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İstanbul, 2007
87. Trivette, M. R., “Indoor air quality: Determination of VOCs in a reproductive clinic”, M.Sc. Thesis, East Tennessee State University, 101 pages, 2006
88. Snijders, M. C. L., “Indoor air quality and physical independence: An innovative view on healthy dwellings for individuals with chronic lung disease”, Ph.D. Thesis, Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands, 132 pages, 2001
89. Coşkun, A., Mutlu, İ.B., Yüçetürk, G., “Okullarda İç Hava Kalitesinin İncelenmesi”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 90, s. 19-27, 2005
90. Alptekin, O., “Binalarda İç Hava Kalitesi Ve Toz Partiküllerinin İç Mekan Hava Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara, 2007
91. Öztürk, B., ve Düzovalı, G., “Okullarda Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
92. Çobanoğlu, N., ve Kiper, N., “Bina İçi Solunan Havada Tehlikeler”, Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Dergisi, 49, 71-75, 2006
93. Köksal, Y., “Kapalı Mahallerde Hava Kalitesinin İyileştirilmesi”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2001
94. Sofuoğlu, S. C., ve Sofuoğlu, A., “İlköğretim Okullarında Bina-İçi Çevresel Kalite: İzmir Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2011
95. Coşgun, A., “Antalya İlinde Farklı Ortamlarda İç Hava Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi”, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya, 2012
96. Sarven Ç., “İç Hava Kalitesi”, Makale, sayfa 23-42 , 2010
97. Özyaral, O., Keskin, Y., “Kapalı Alan Atmosferinin Sağlık Üzerine Etkileri: Kakosmi (Kötü Koku) Sendromu”, Astım Allerji İmmünoloji, 3(2):86-96, 2005

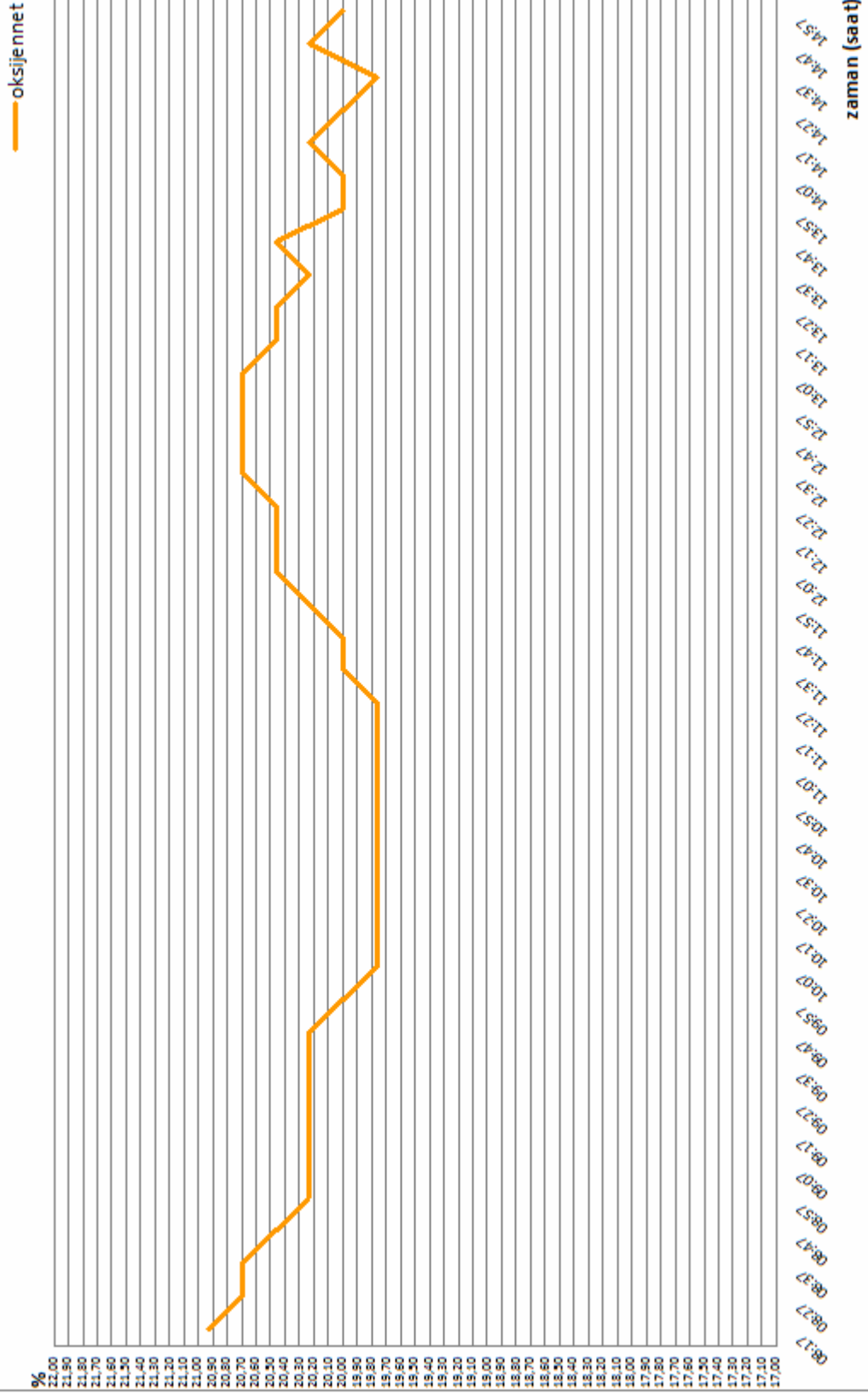
98. Zeydan Z.E., Zeydan, Ö., YILDIRIM, Y., IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sayfa 587-589, Sempozyum Bildirisi, İzmir, 2009
99. Aksakal, B. N., “Ankara İlinde İki Okulda Solunan Havada Mantar Varlığı CO, CO₂, Formaldehit ve Toluen Düzeyleri İle Öğrencilerde İlgili Olabilecek Yakınmaların Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çevre Hekimliği Programı, Ankara, 2009
100. Yücel, A., “Bir Kamu Kuruluşu Çalışanlarında Hasta Bina Sendromu Görülme Sıklığı Ve Bazı Risk Faktörleri İle İlişkisi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2008
101. <http://www.ttb.org.tr/STED/sted1100/3.html> (Erişim Tarihi:08.06.2013)
102. İŞGÜM, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi, Endüstriye Havalandırmaya Giriş, Ankara, 2011
103. M.E.B.,Elektrik Elektronik Teknolojisi, Mikroişlemci ve Mikrodenetleyiciler,53EO0019, Ankara,2012
104. http://www.robotiksistem.com/pic18f452_mikrodenetleyici_ozellikleri.html (Erişim Tarihi: 09.05.2013)
105. www.itg-vismar.de (Erişim Tarihi: 10.05.2013)
106. http://www.hepaonline.com/soguk_buhar_makinasi_2.php (Erişim Tarihi:15.06.2013)
107. <http://www.davis-tr.com> (Erişim Tarihi:18.06.2013)
108. <http://www.protehortez.com/PREMIER-NEMLENDİRİCİ-PRH-5101,PR-460.html> (Erişim Tarihi: 24.06.2013)
109. MEB, Elektrik Elektronik Teknolojisi, Aspiratör-Vantilatör, 2007, Ankara
110. www.sensirion.com/contact (Erişim Tarihi: 15.07.2013)
111. <http://320volt.com/ds18b20-hakkında-turkce-bilgiler-ve-hitech-c-uygulama-ornegi/> (Erişim Tarihi: 15.07.2013)

EKLER

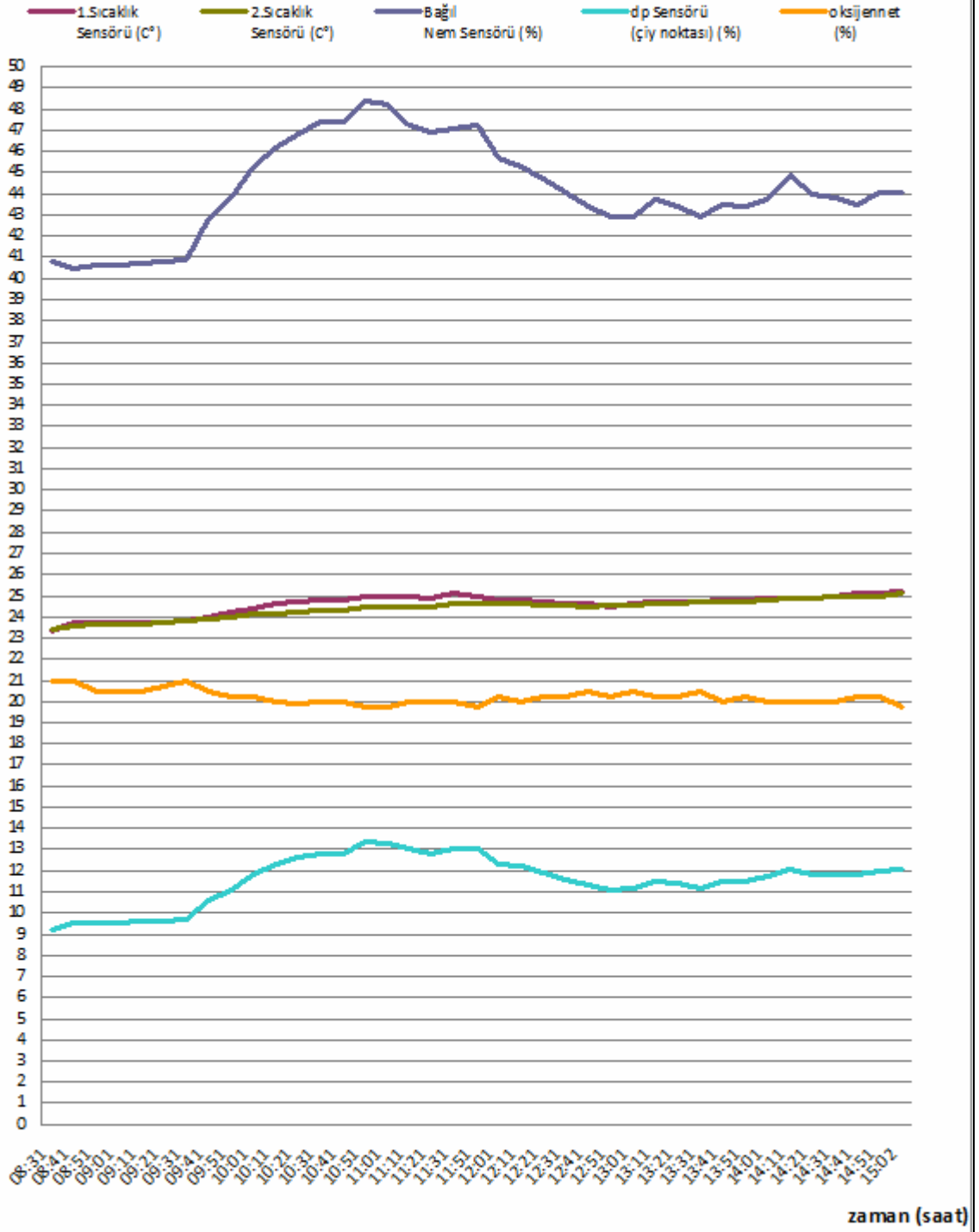
EK-1 27/05/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



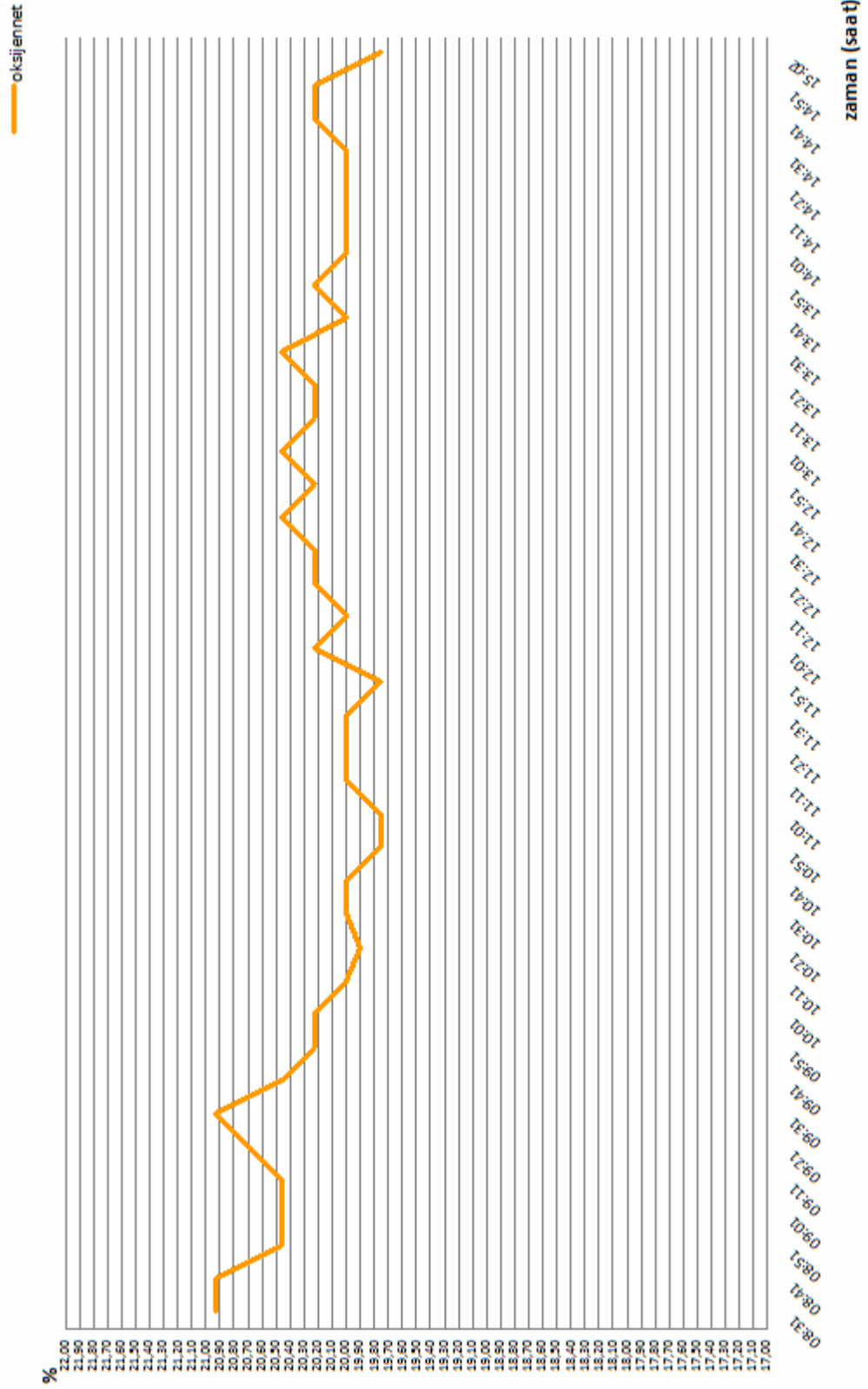
EK-1.1. 27/05/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



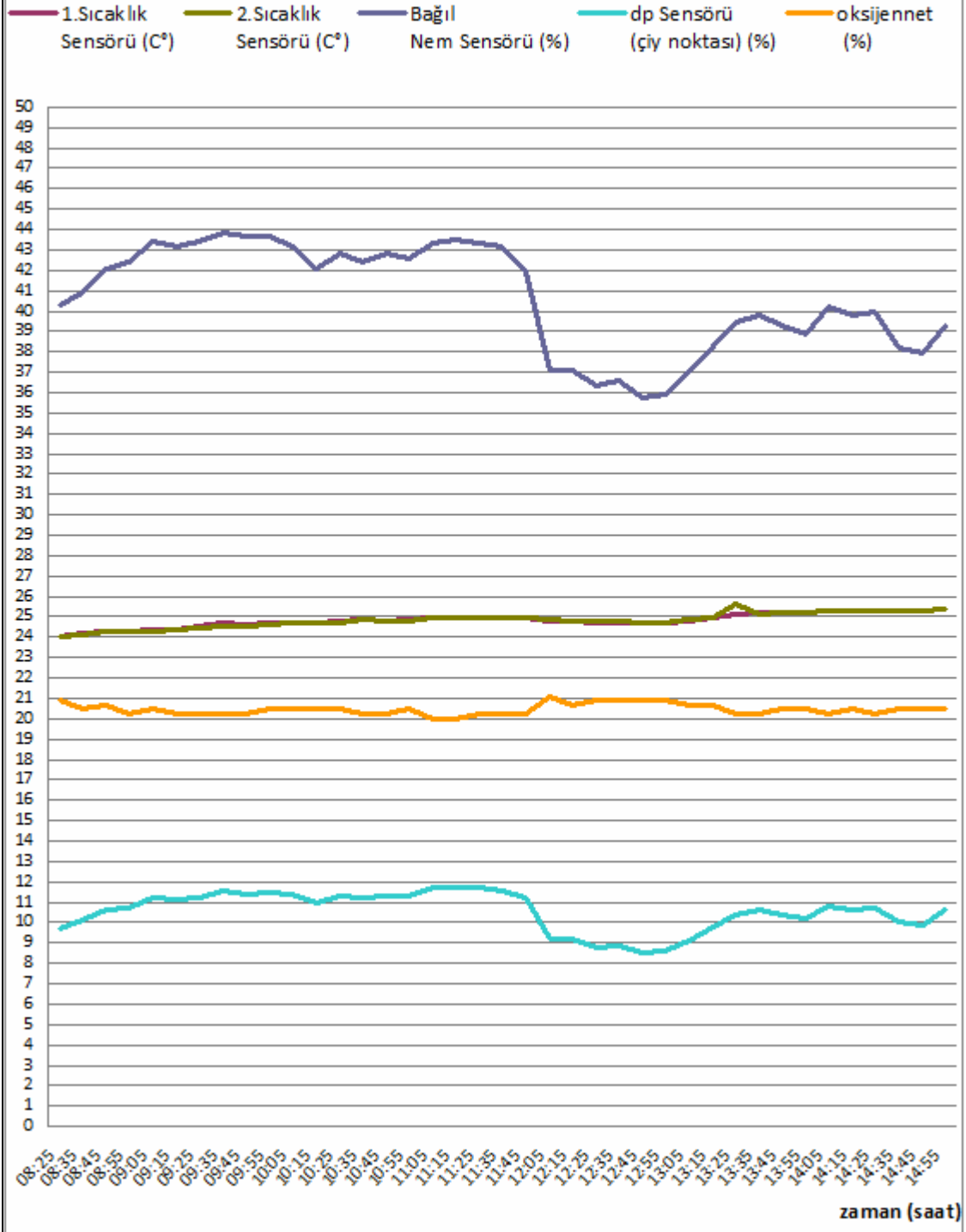
EK-2 28/05/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



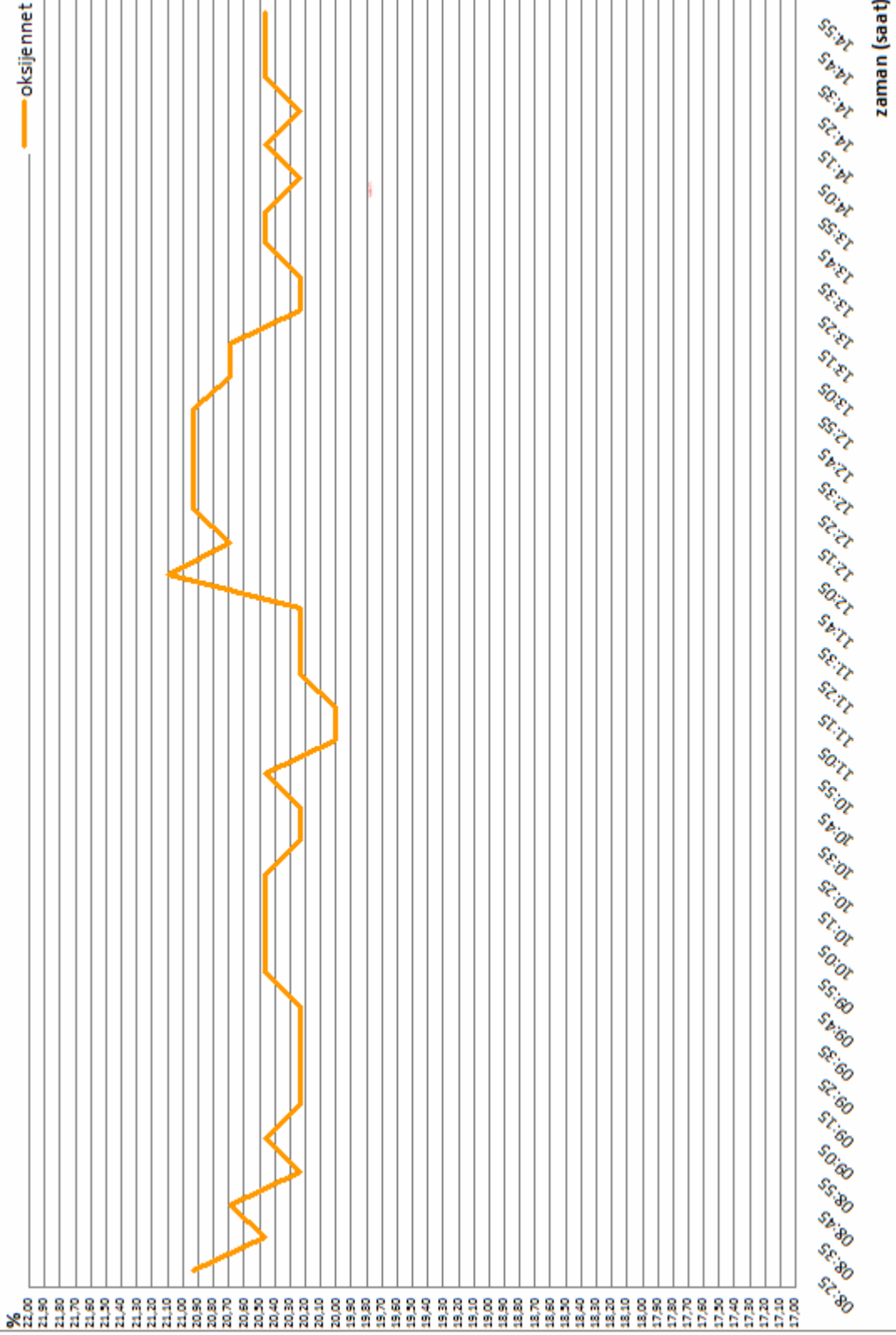
EK-2.1 28/05/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



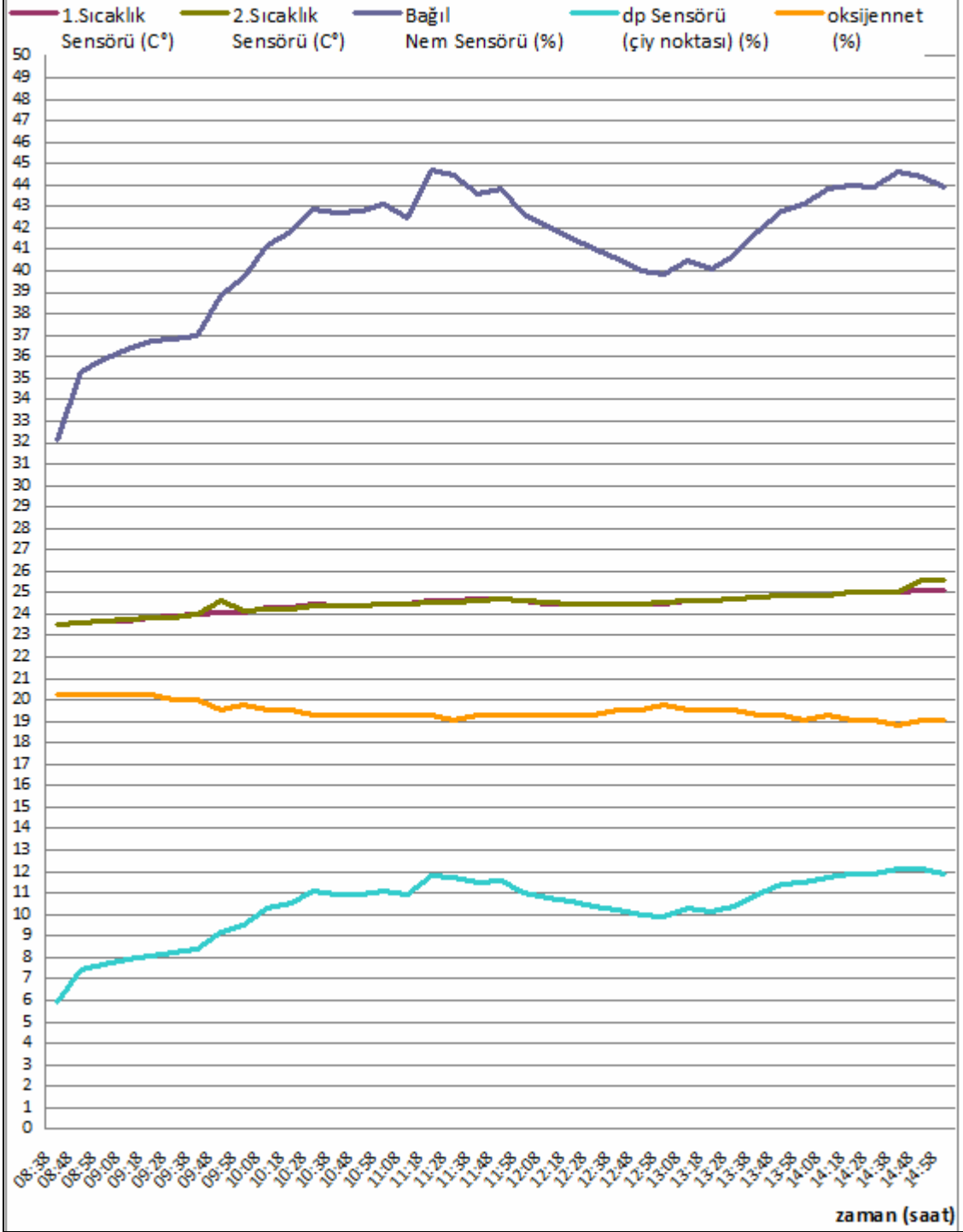
E K-3 29/05/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



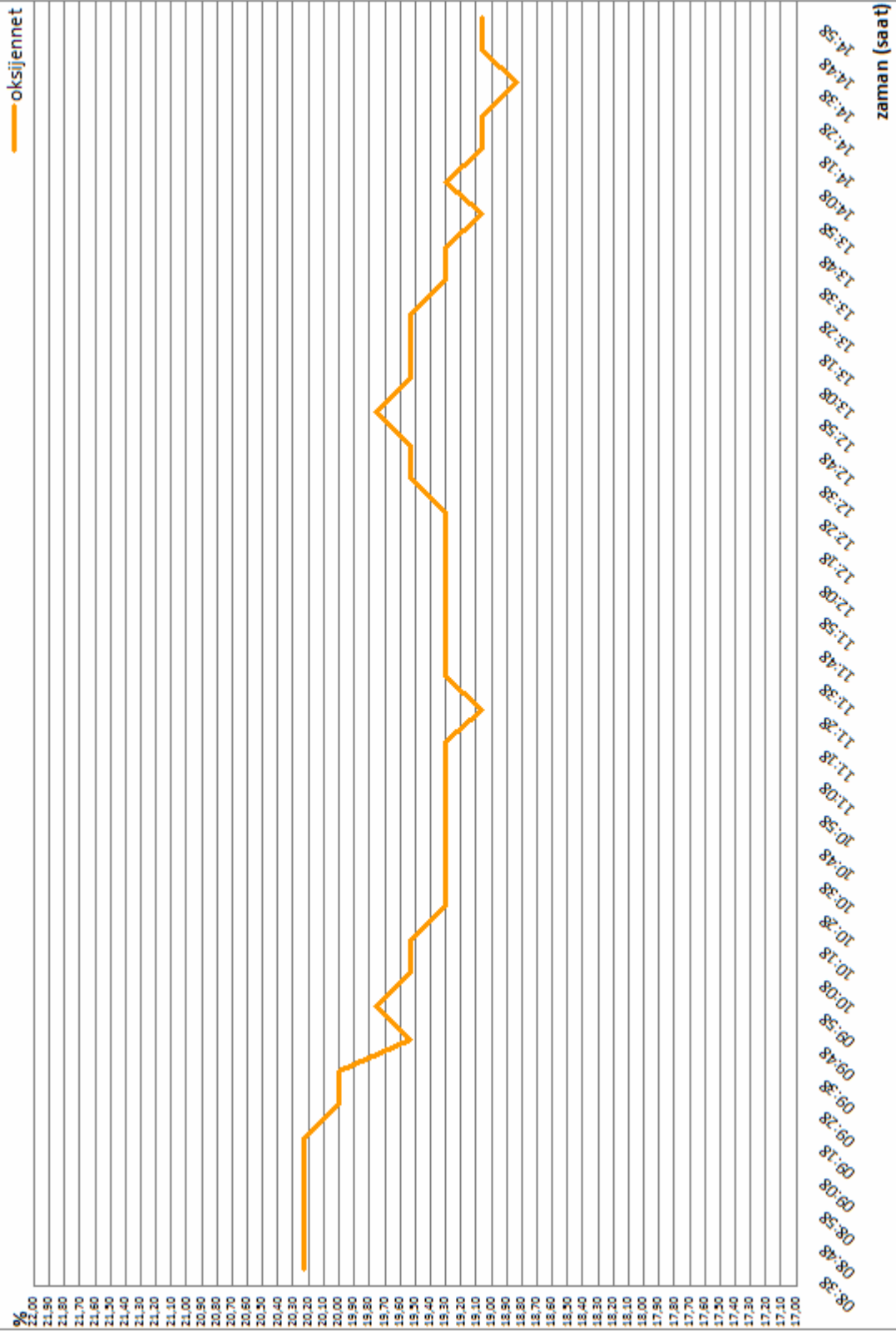
EK-3.1. 29/05/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu

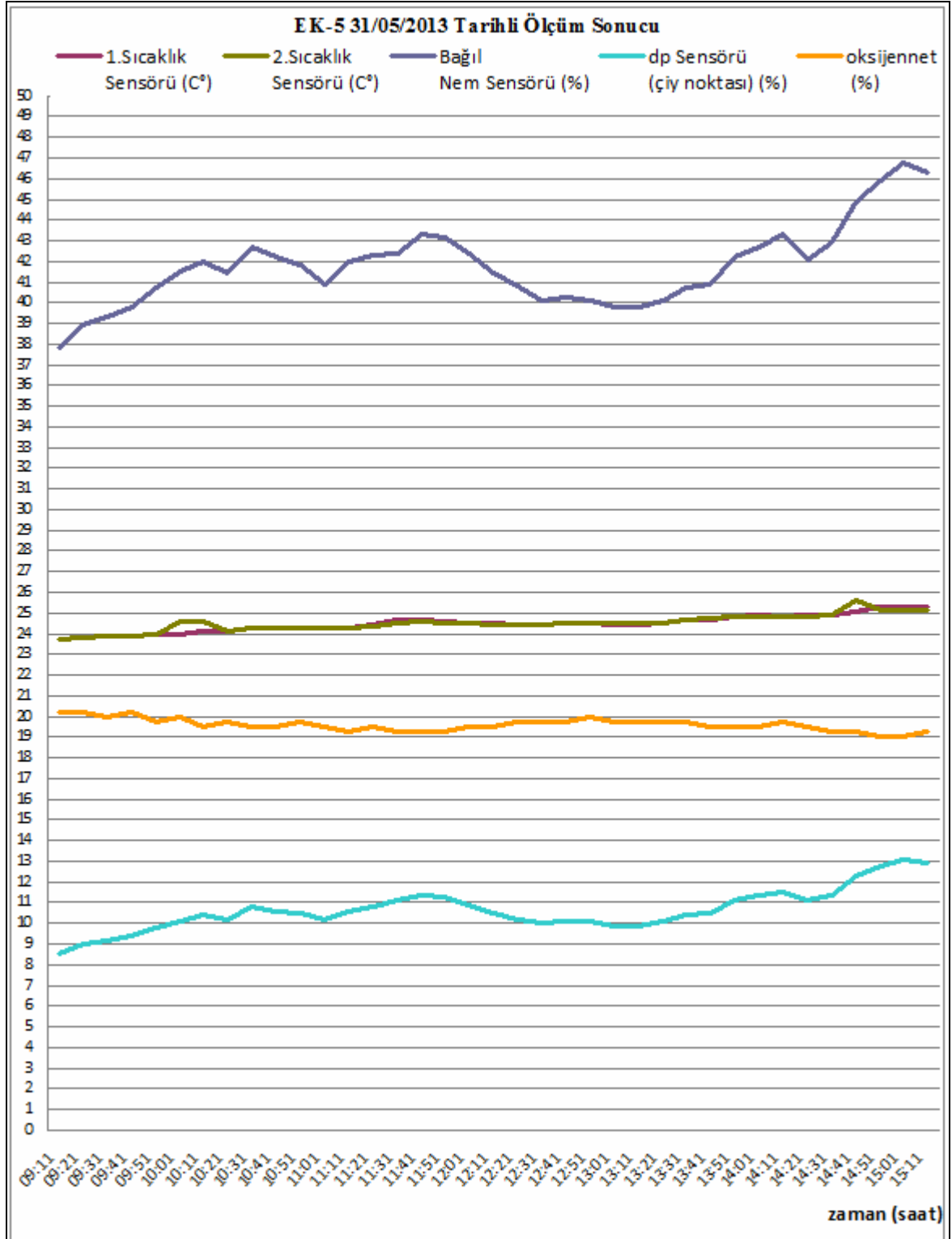


EK-4 30/05/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu

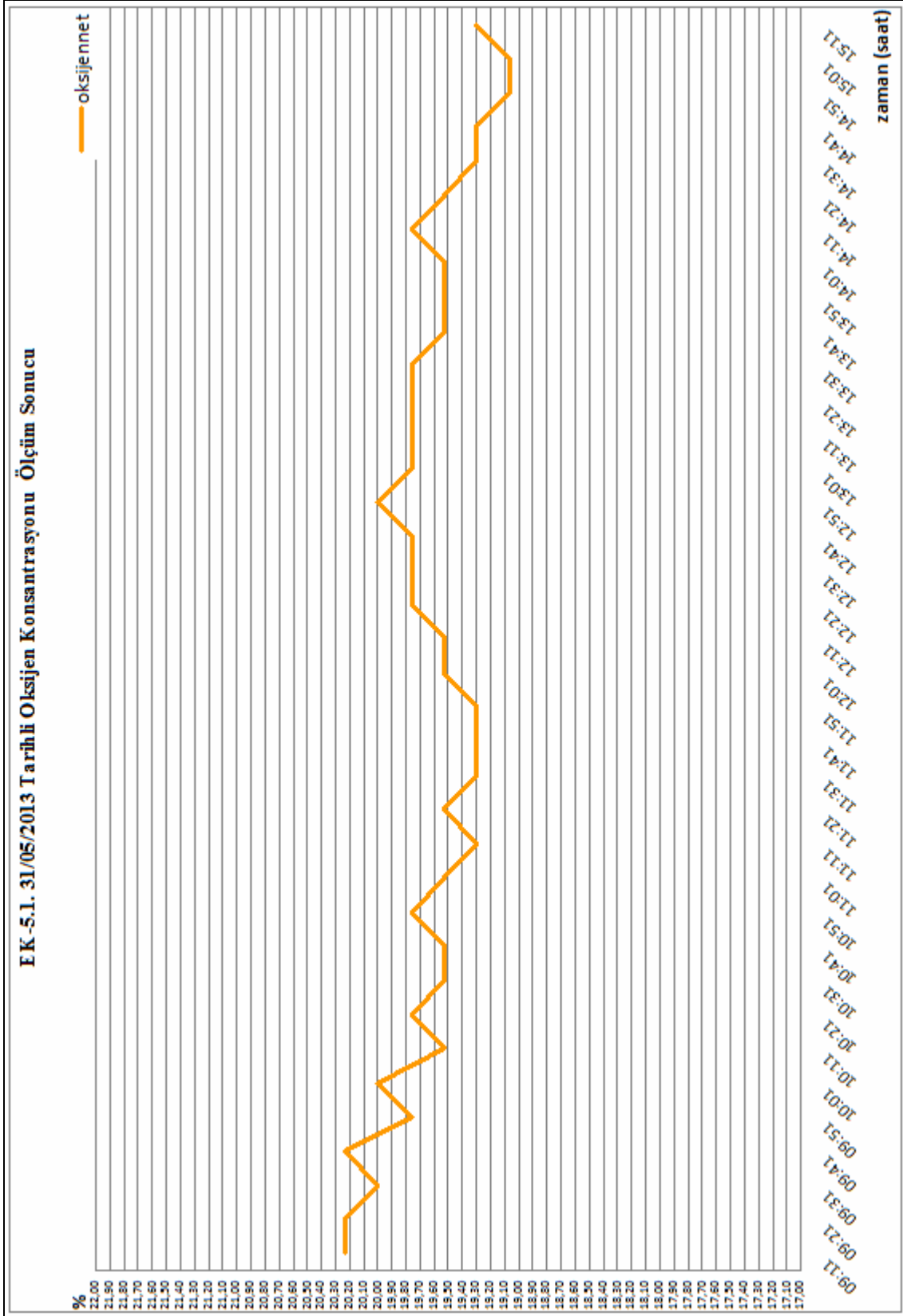


EK-4.1. 30/05/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Değeri

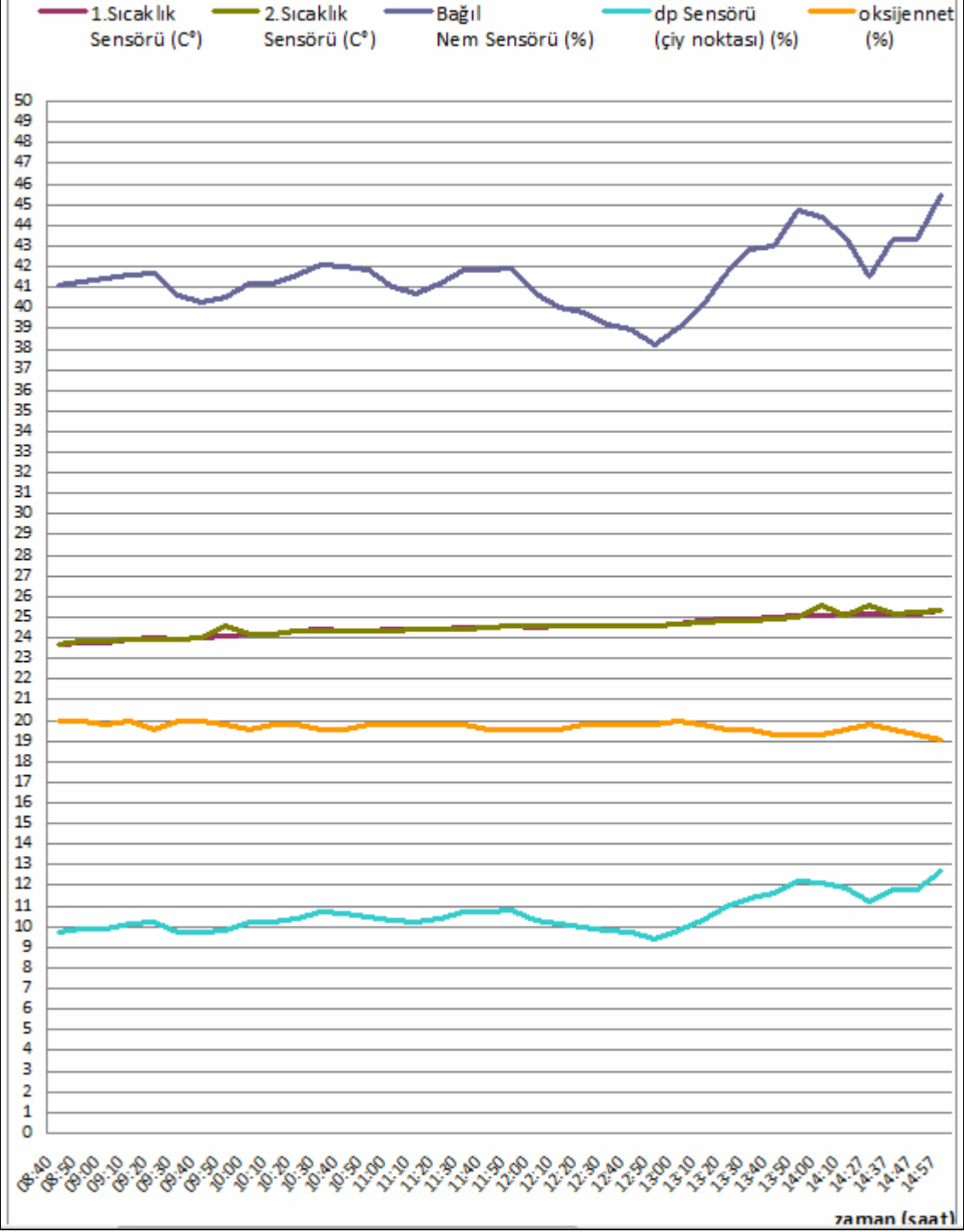




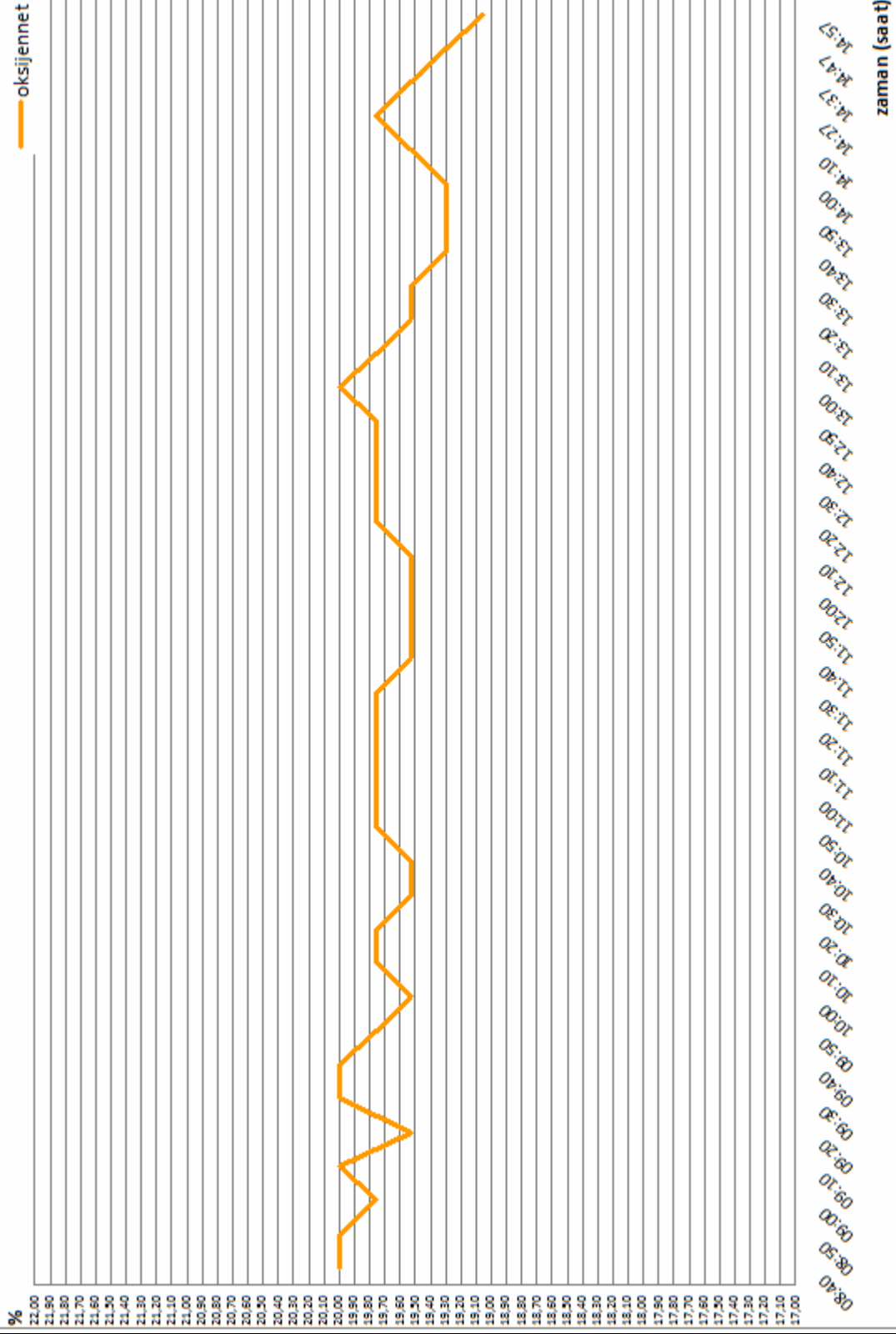
EK-5.1. 31/05/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



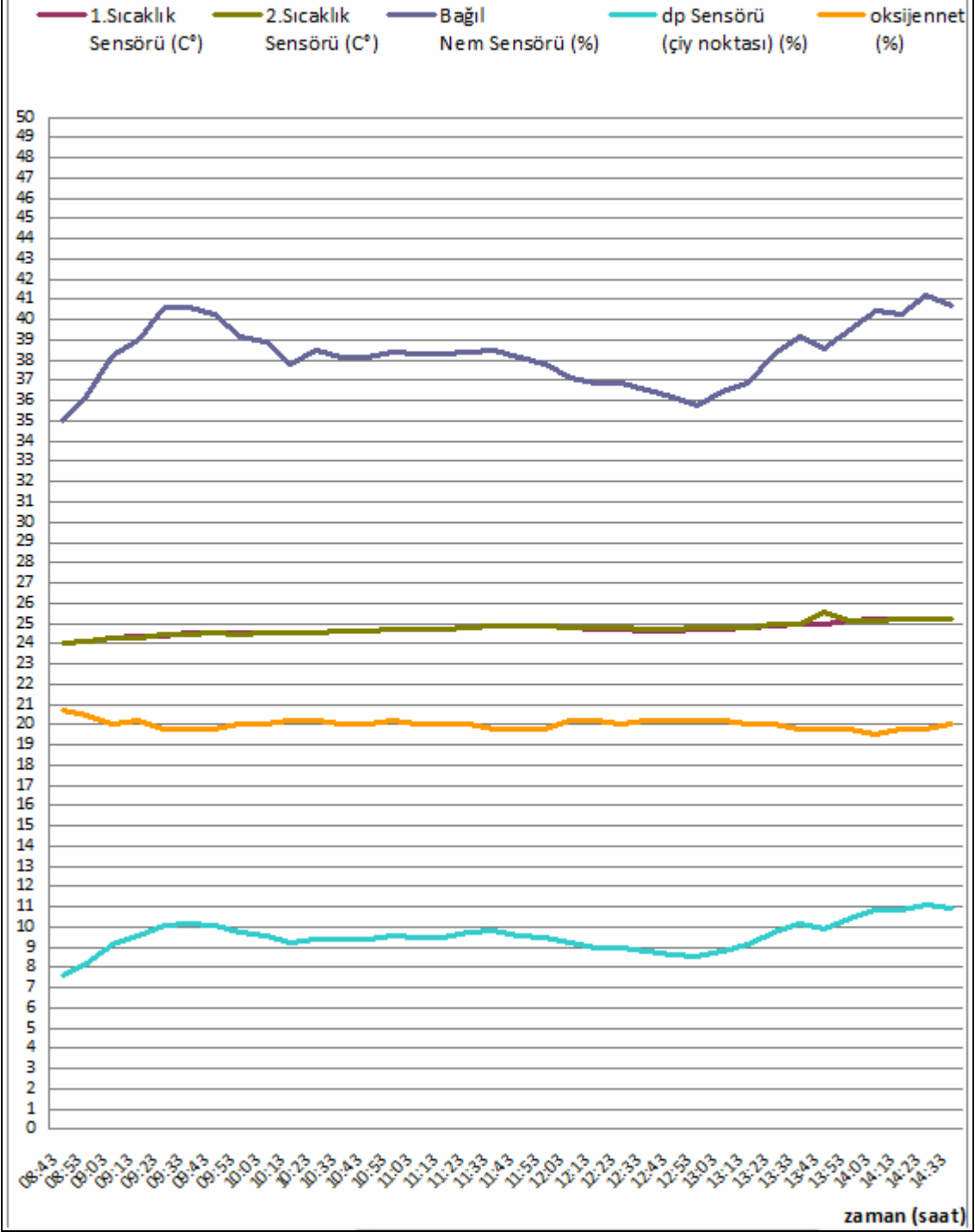
EK-6 03/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



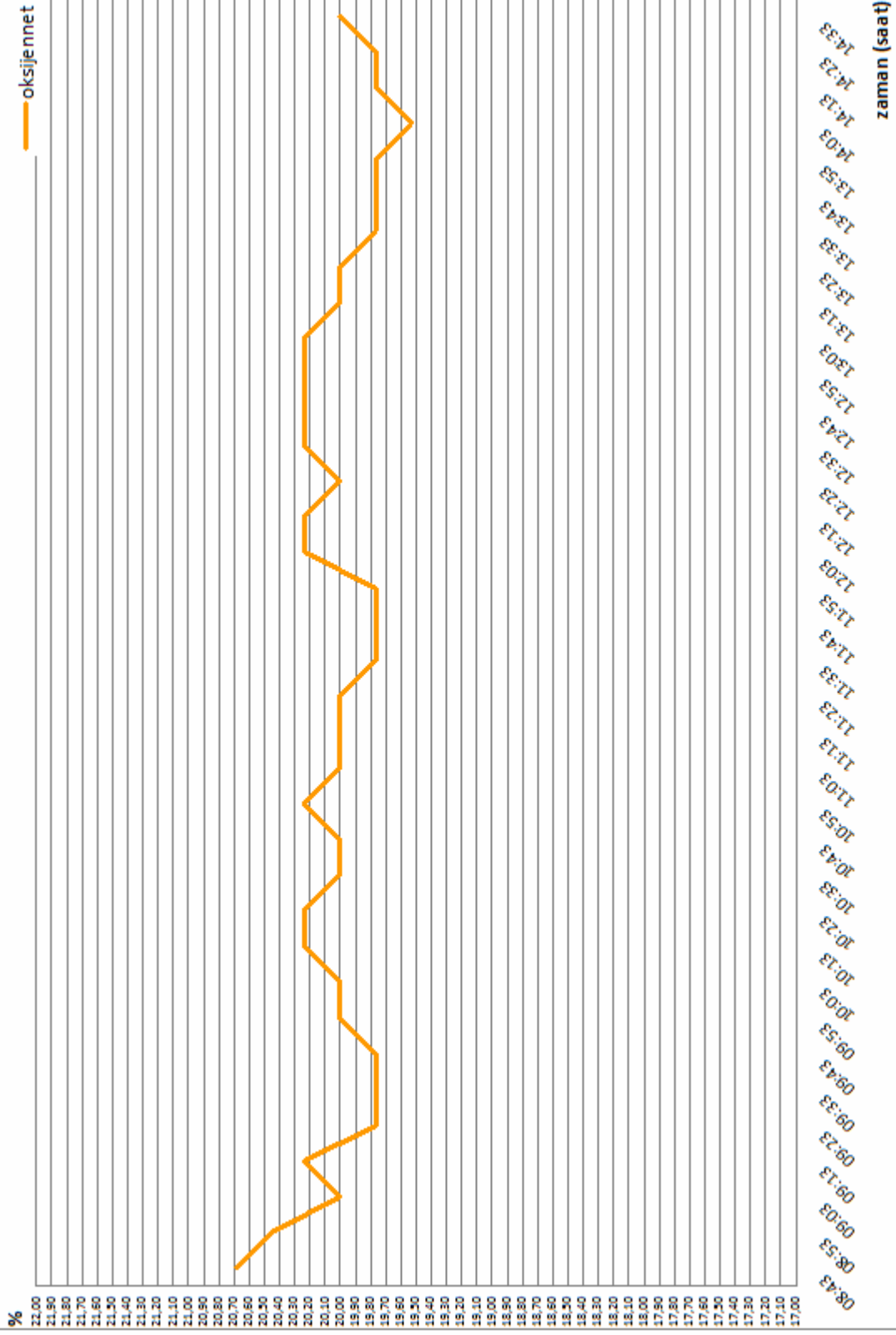
EK-6.1. 03/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyon Ölçüm Sonucu



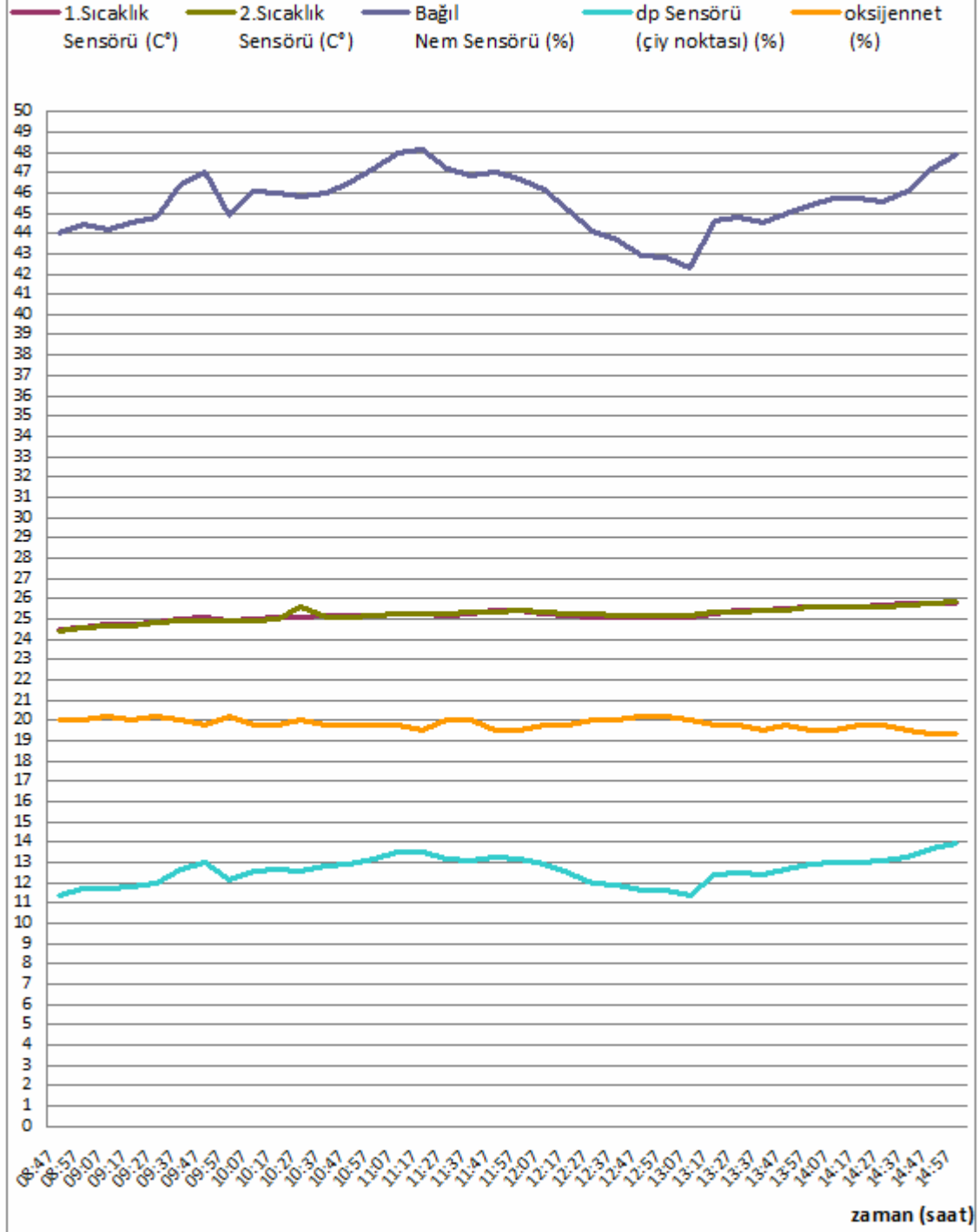
EK-7 04/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



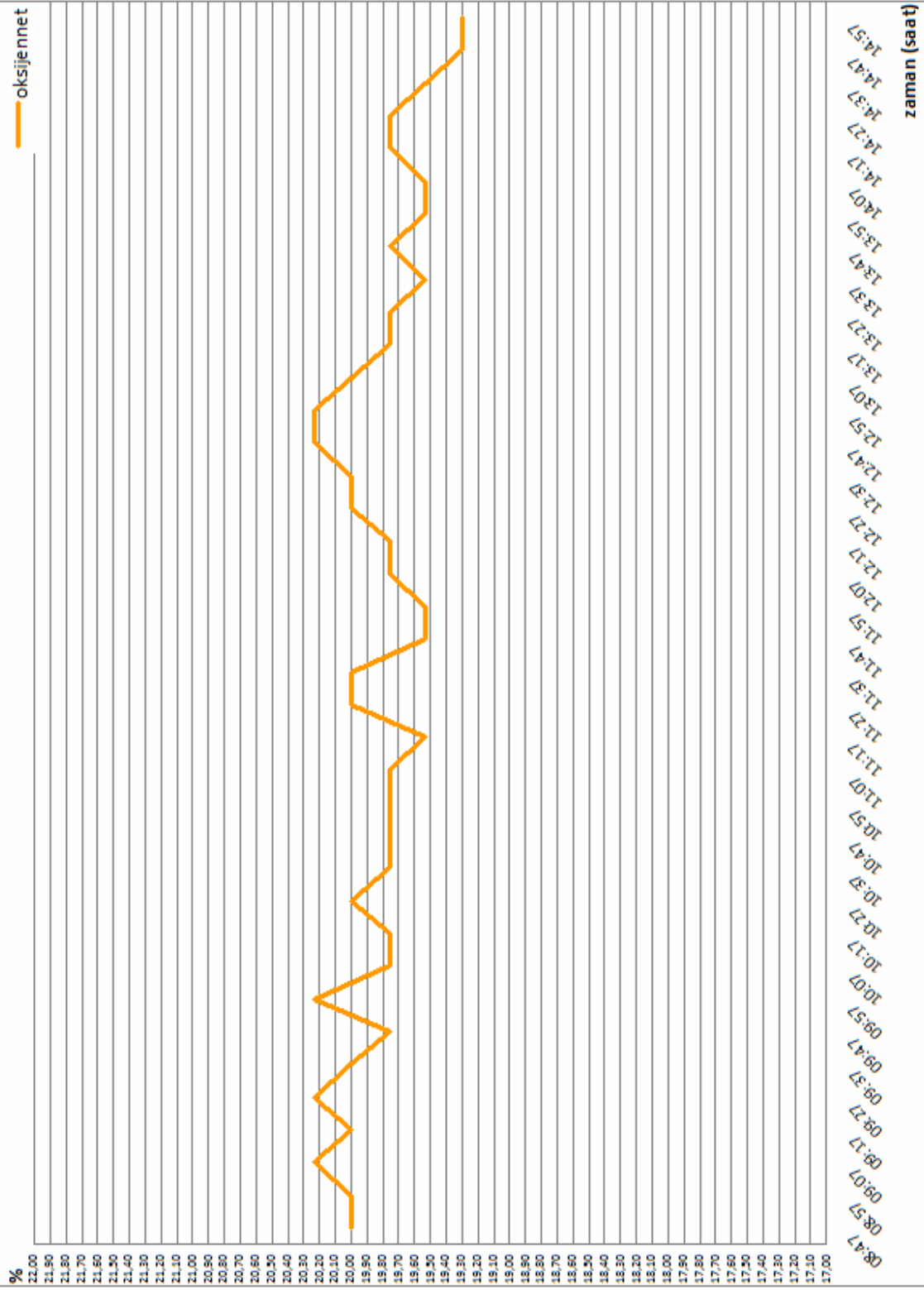
EK-7.1. 04/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



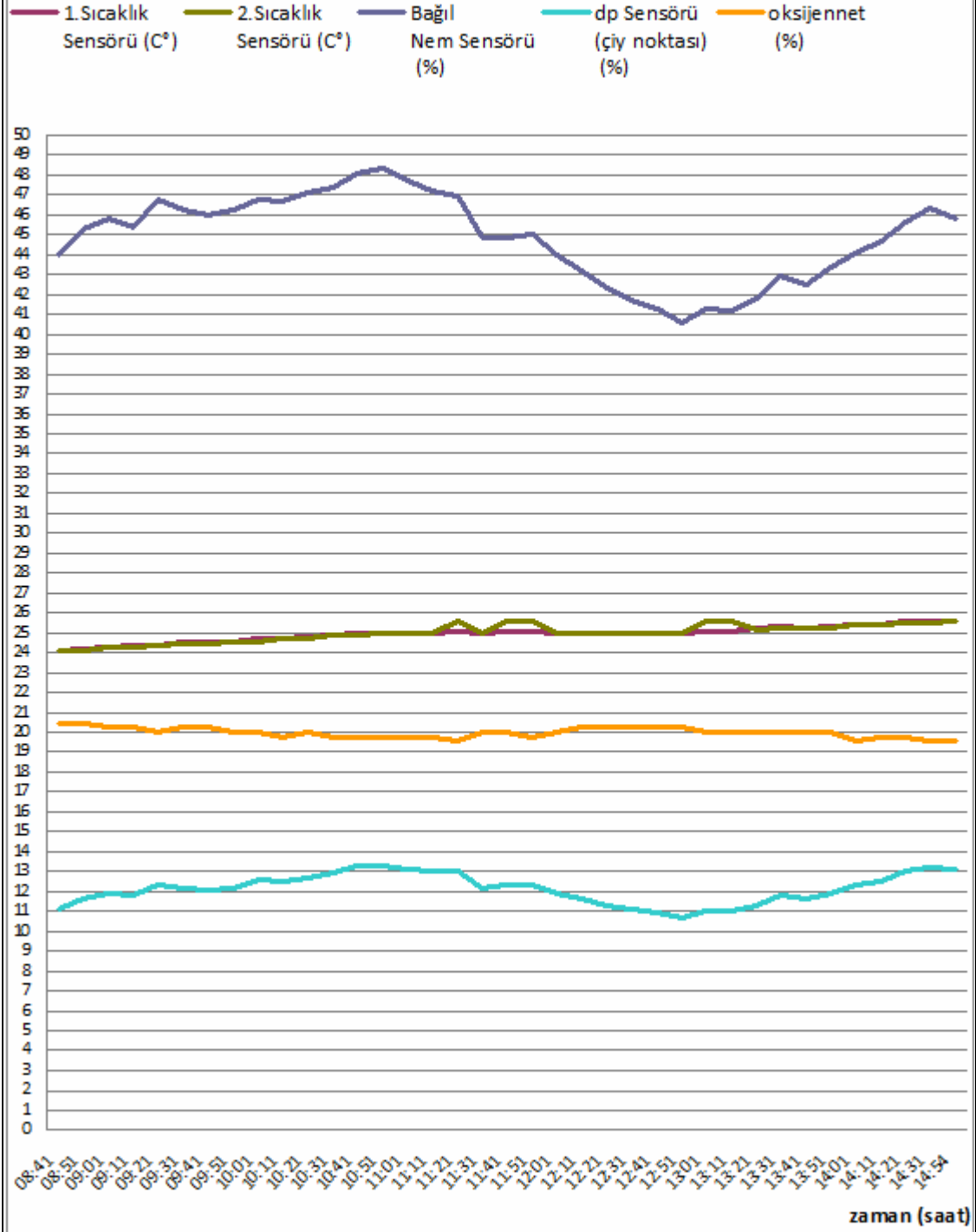
EK-8 05/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



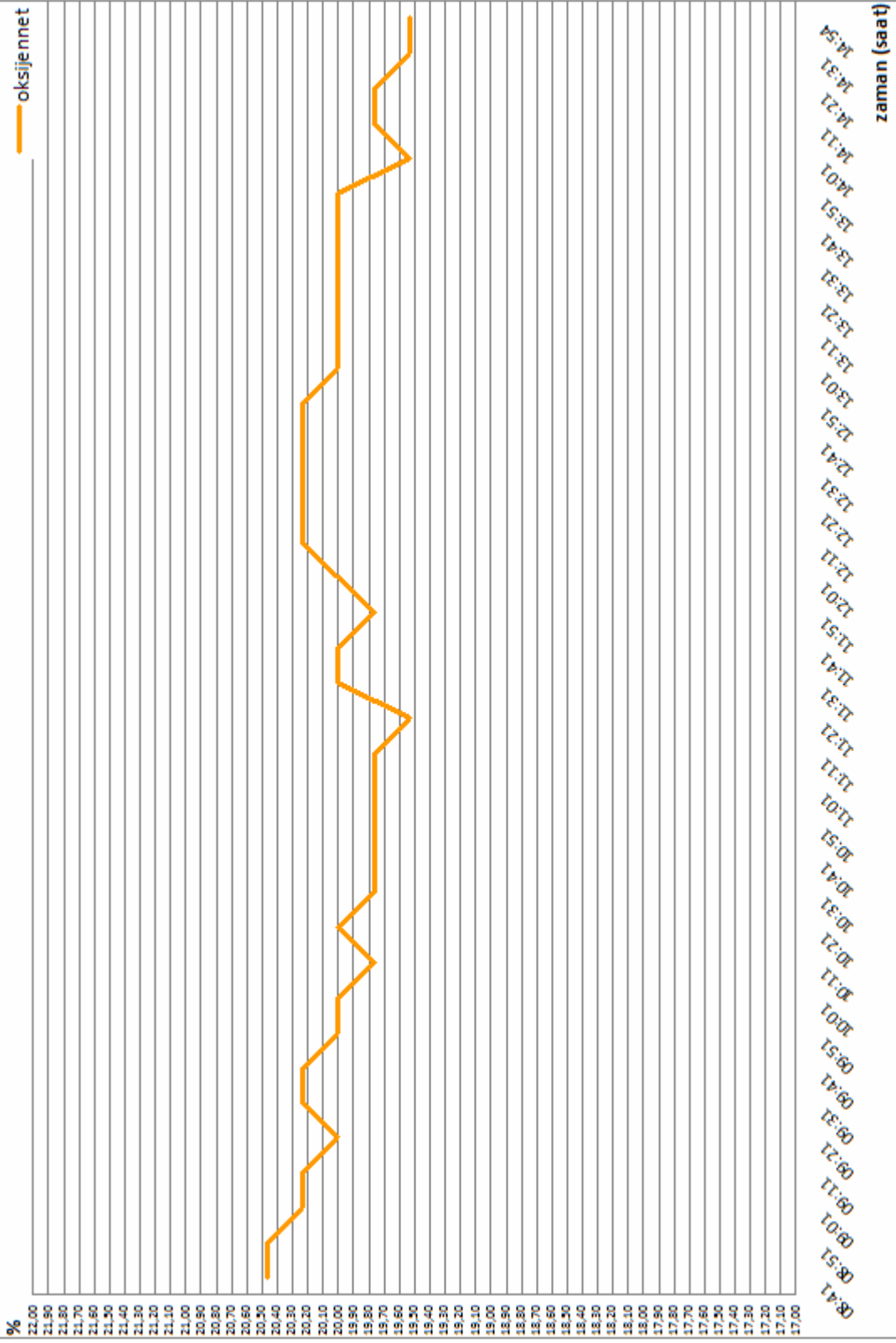
EK-8.1. 05/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu

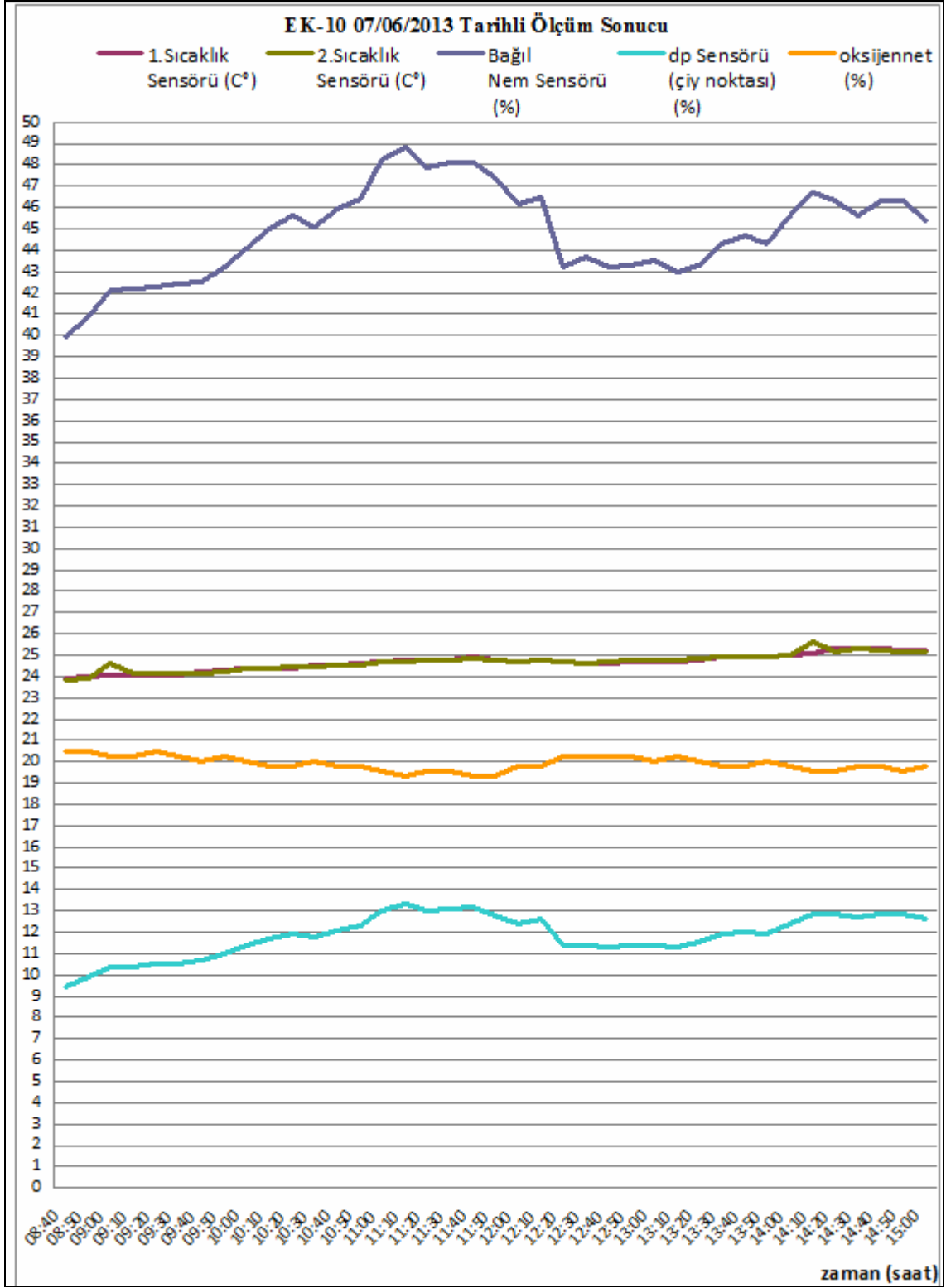


EK-9 06/06/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu

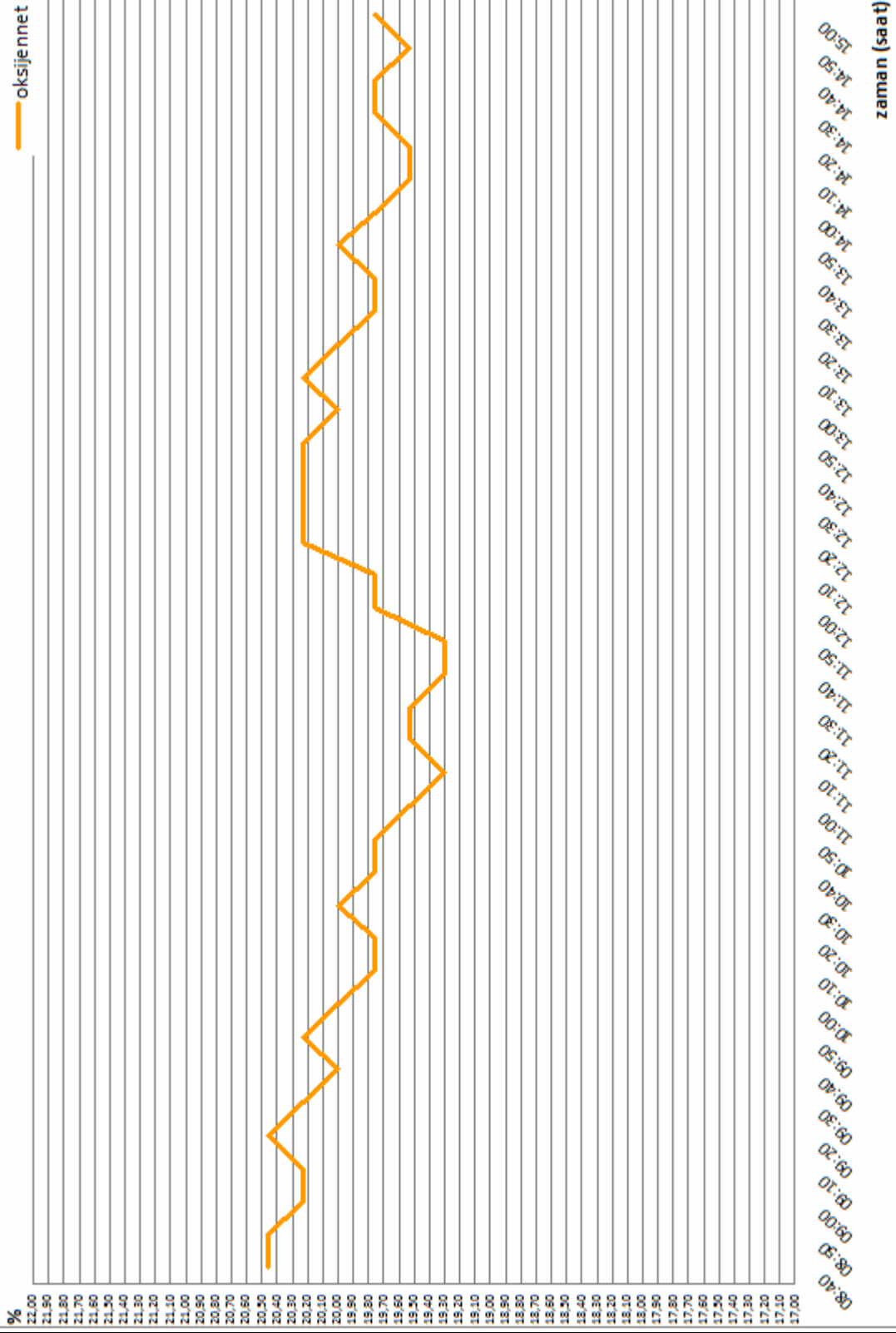


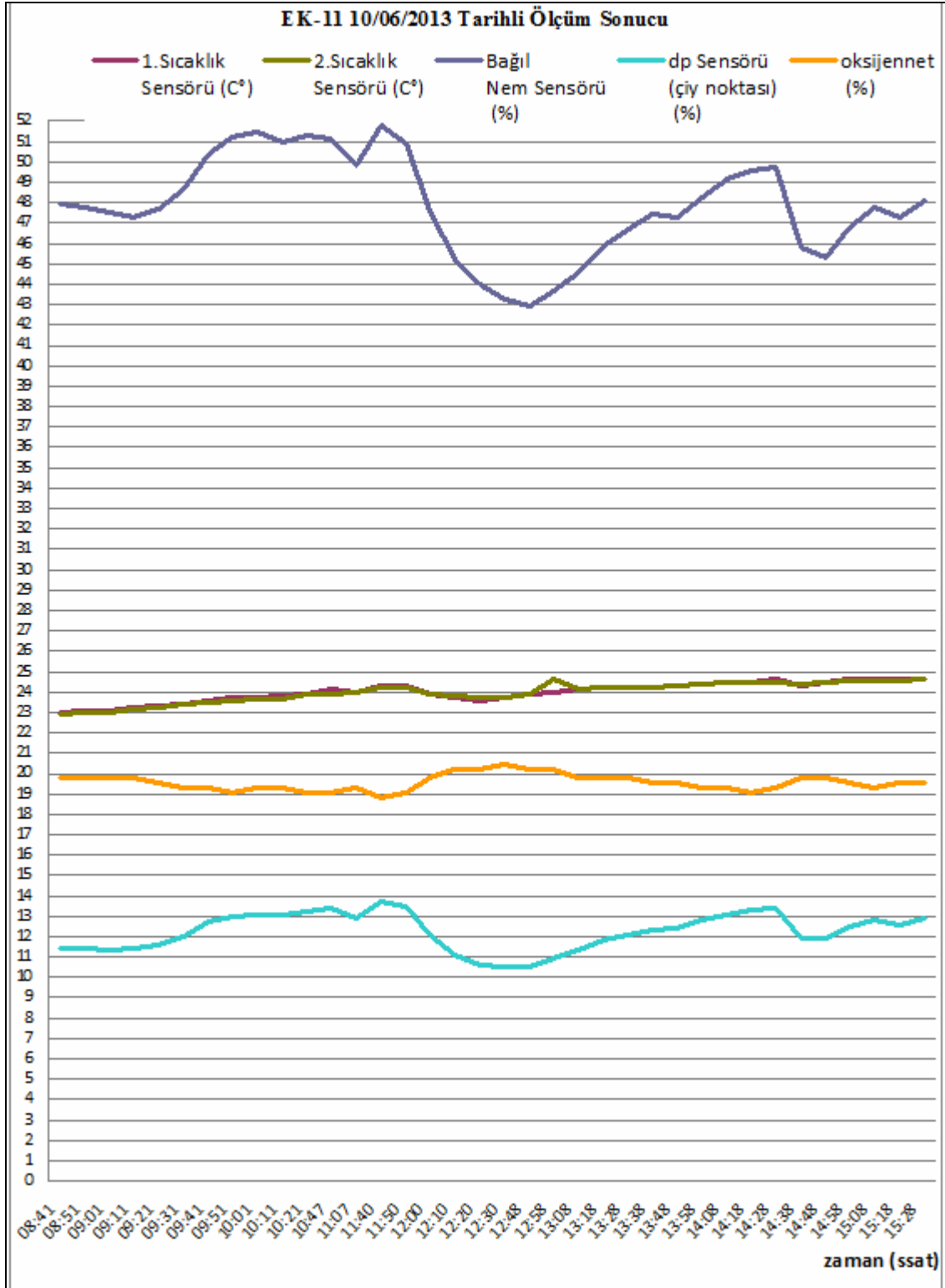
EK-9.1. 06/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



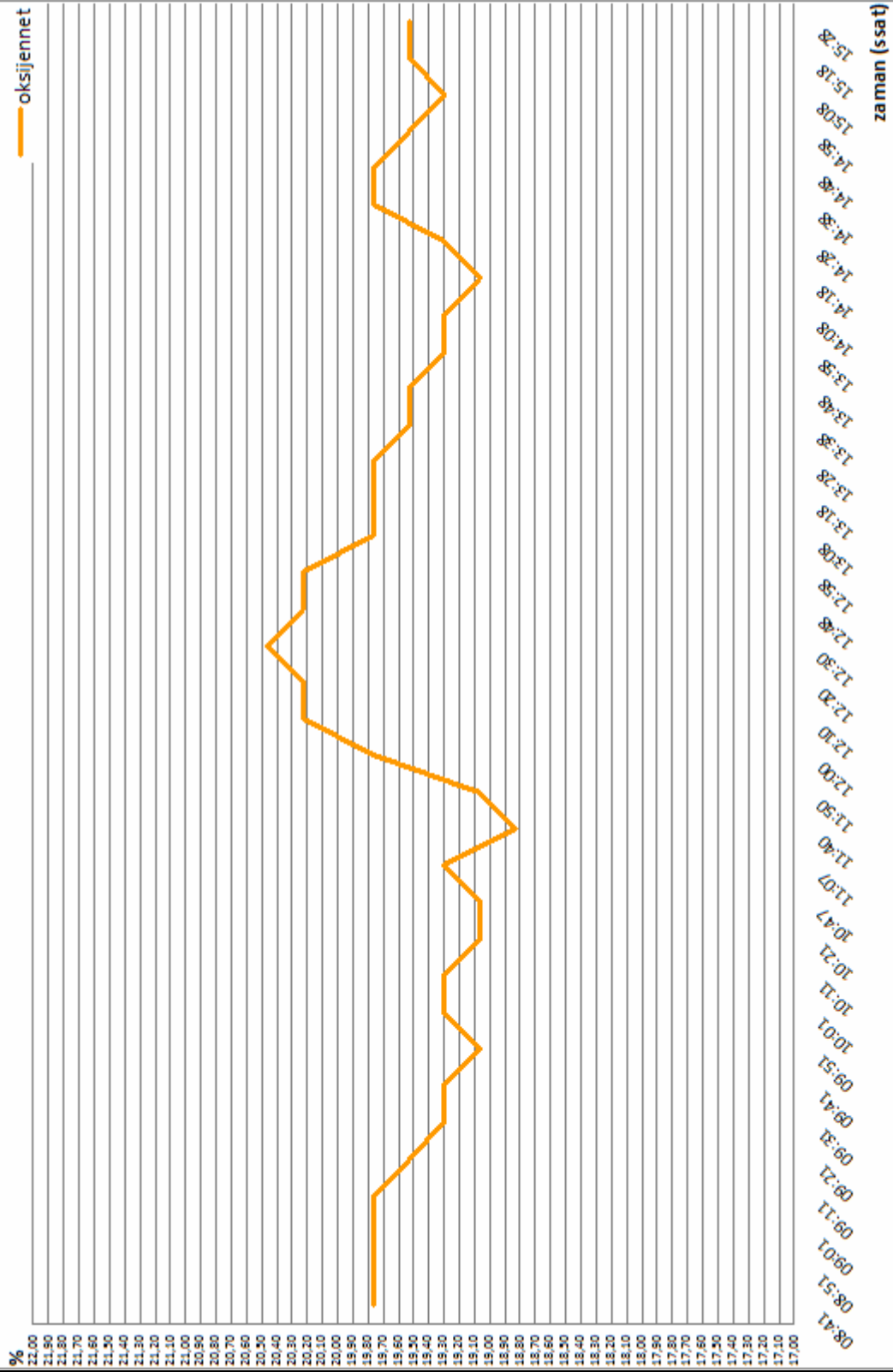


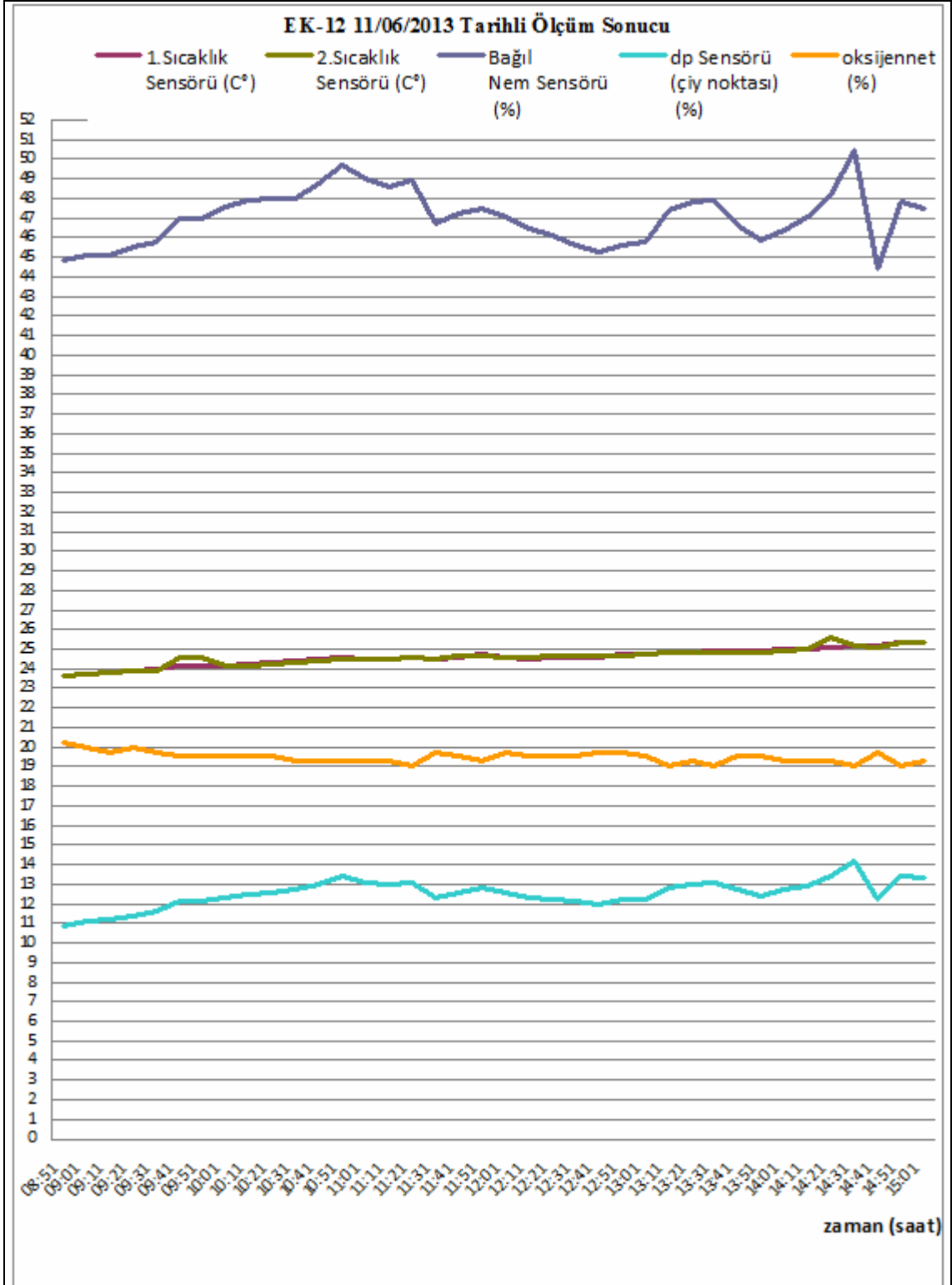
EK-10.1. 07/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



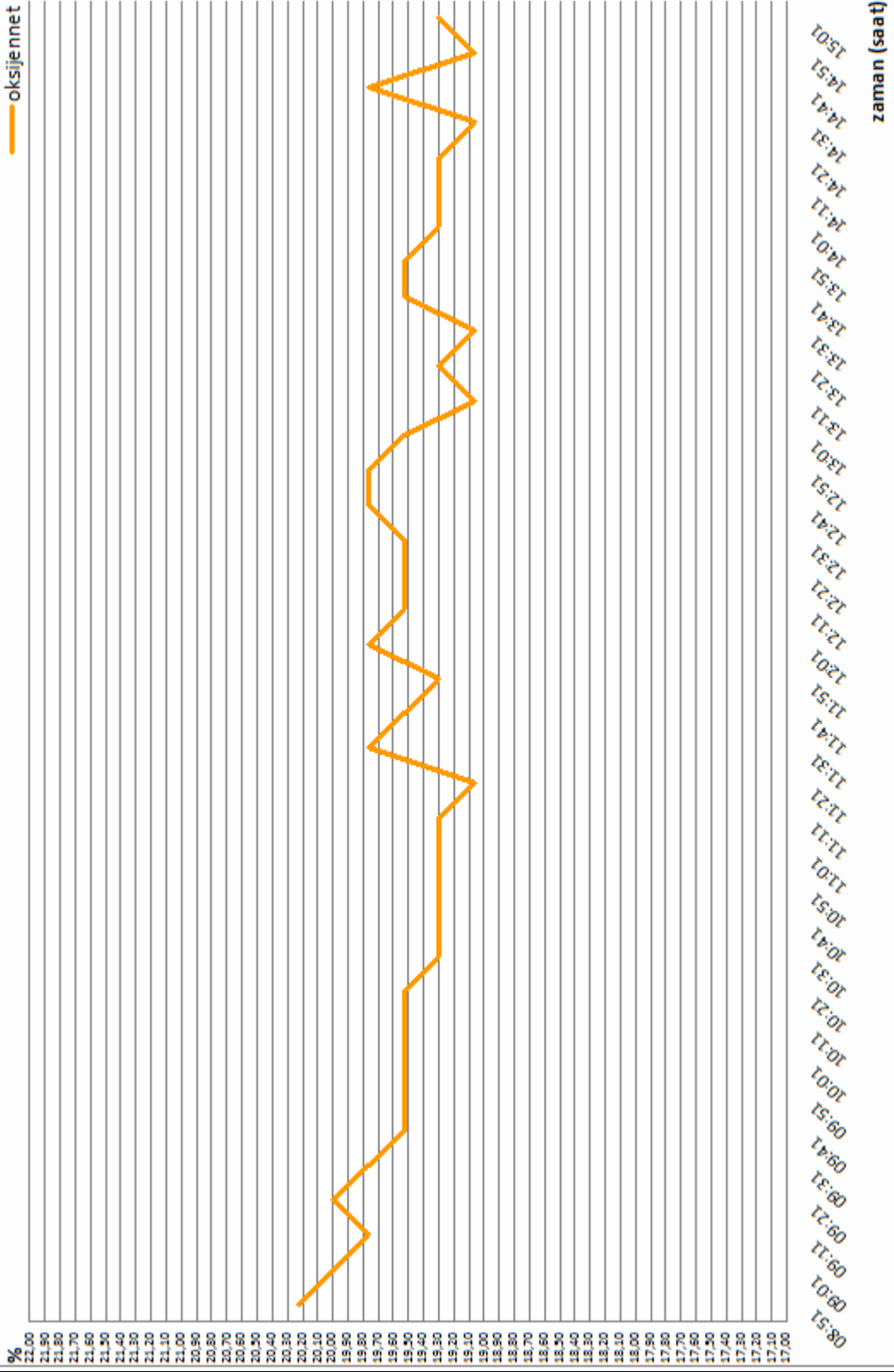


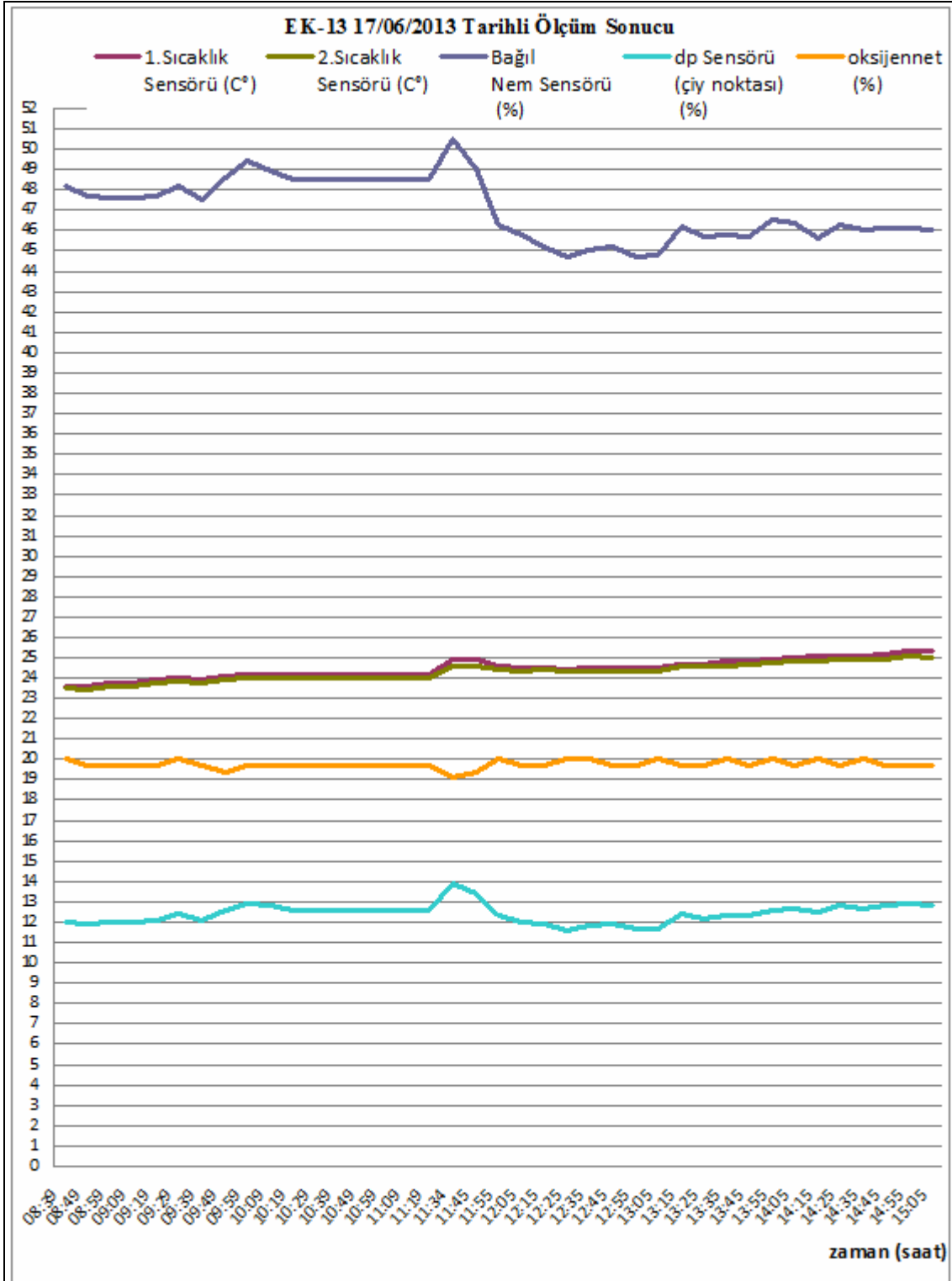
EK-11.1. 10/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



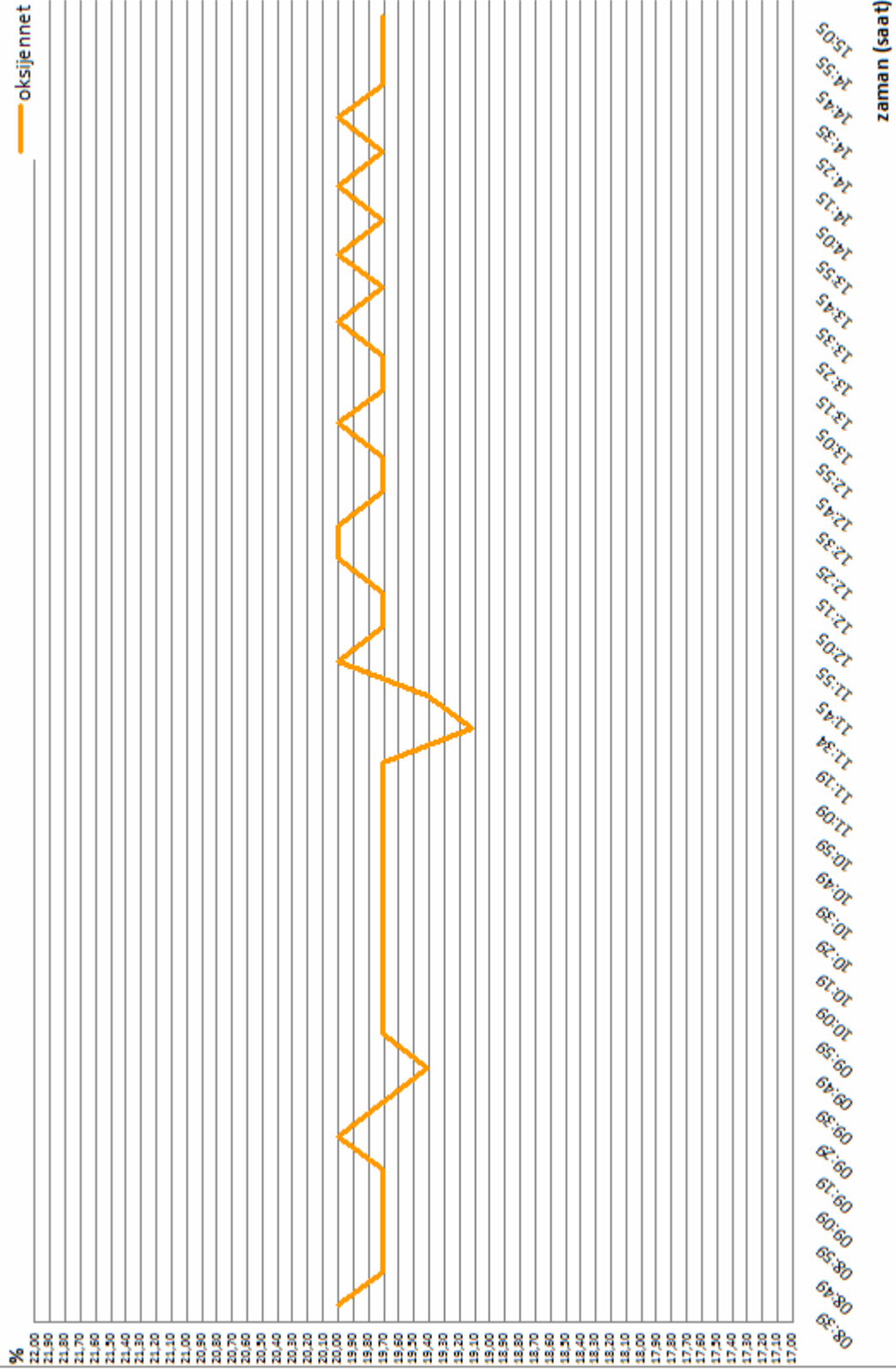


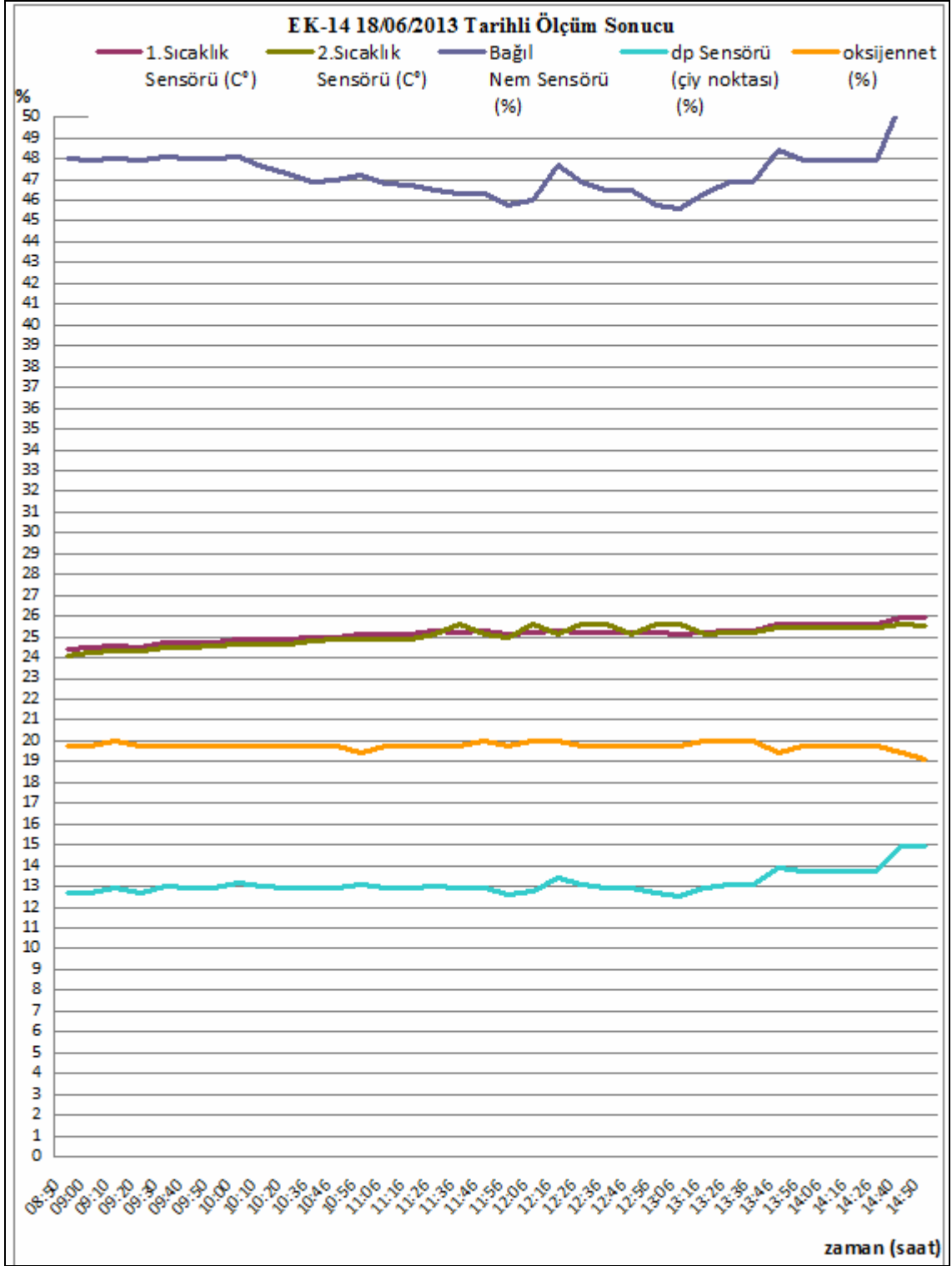
EK-12.1.1. 11/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



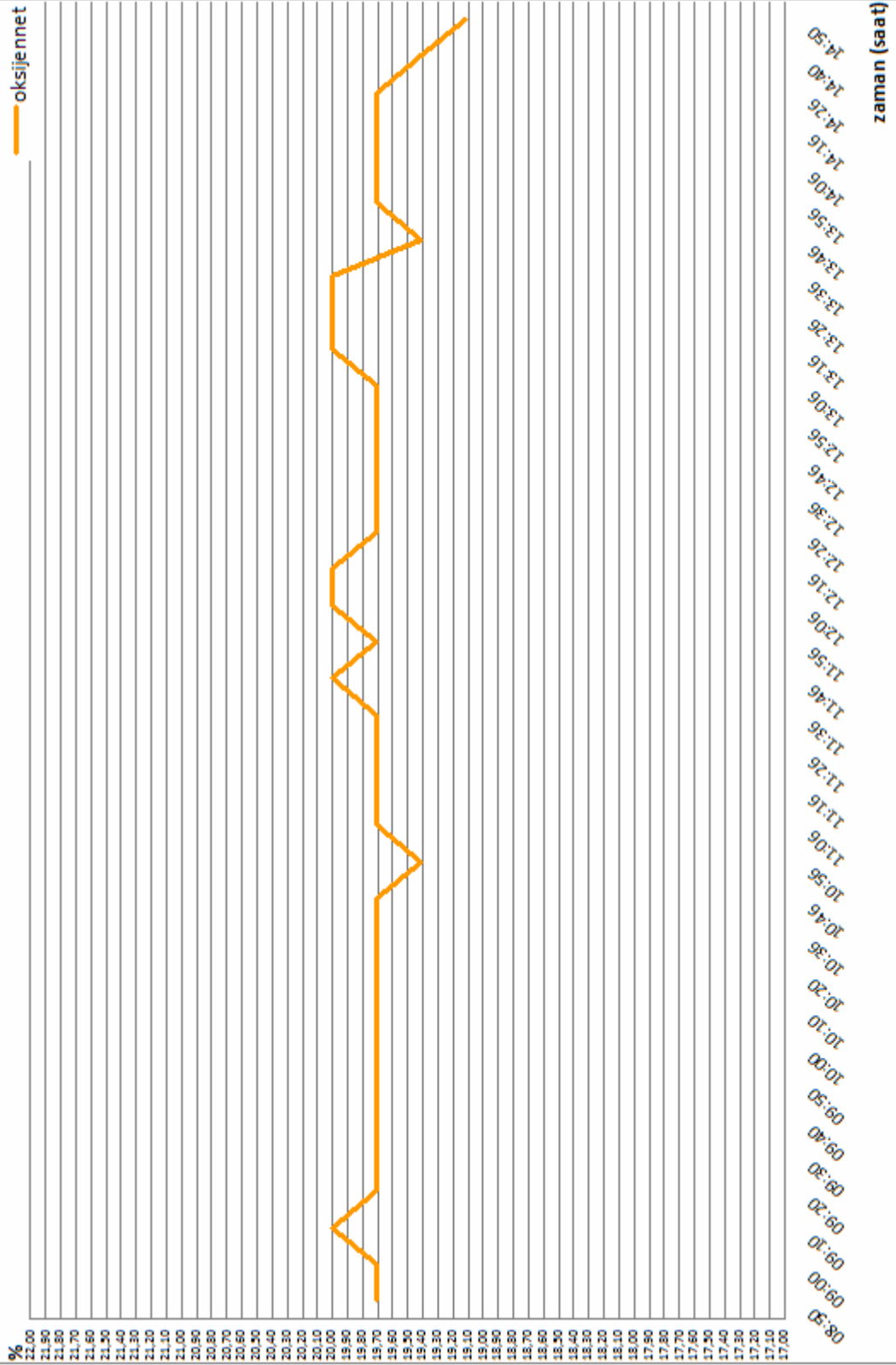


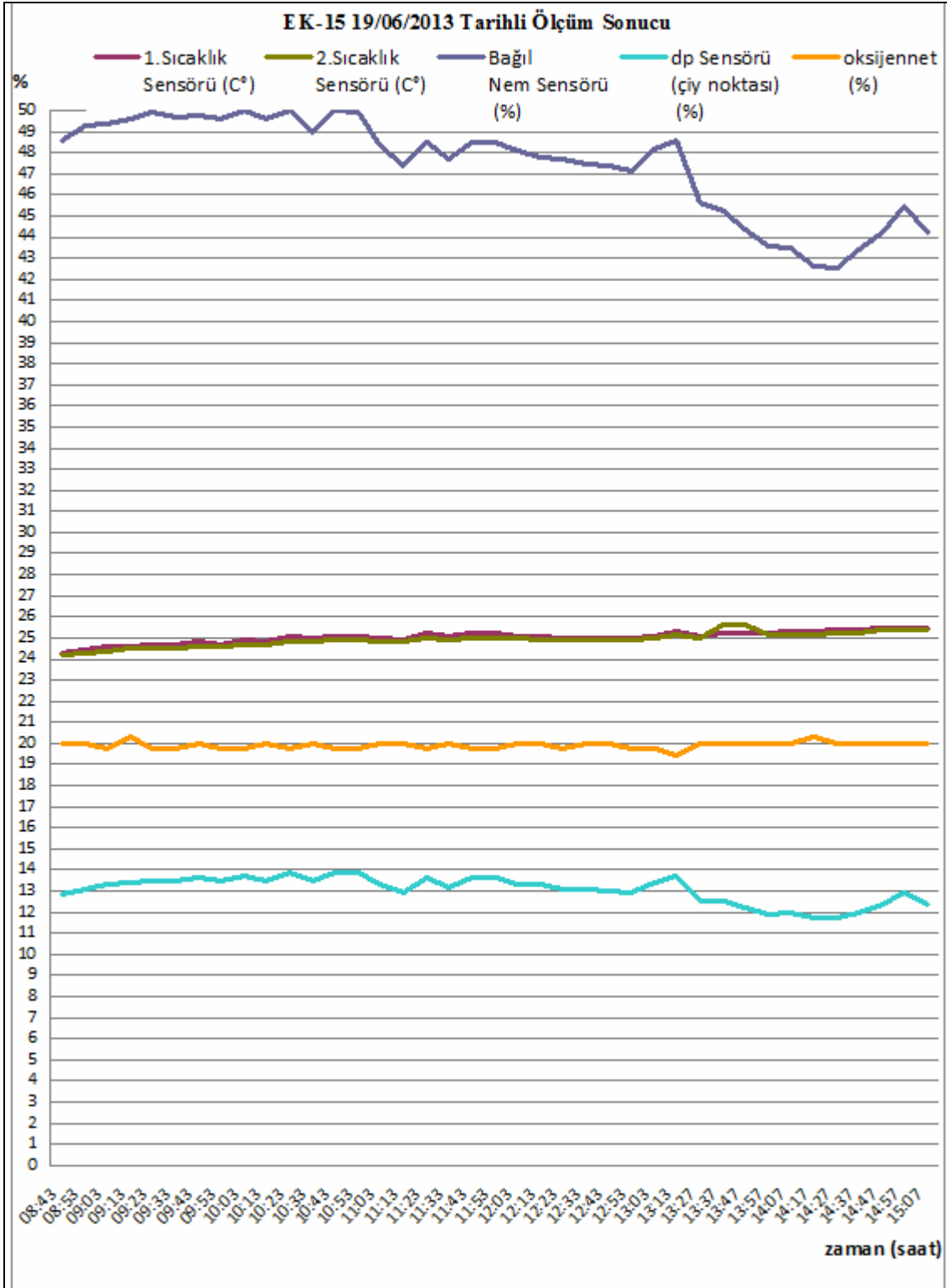
EK-13.1. 17/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



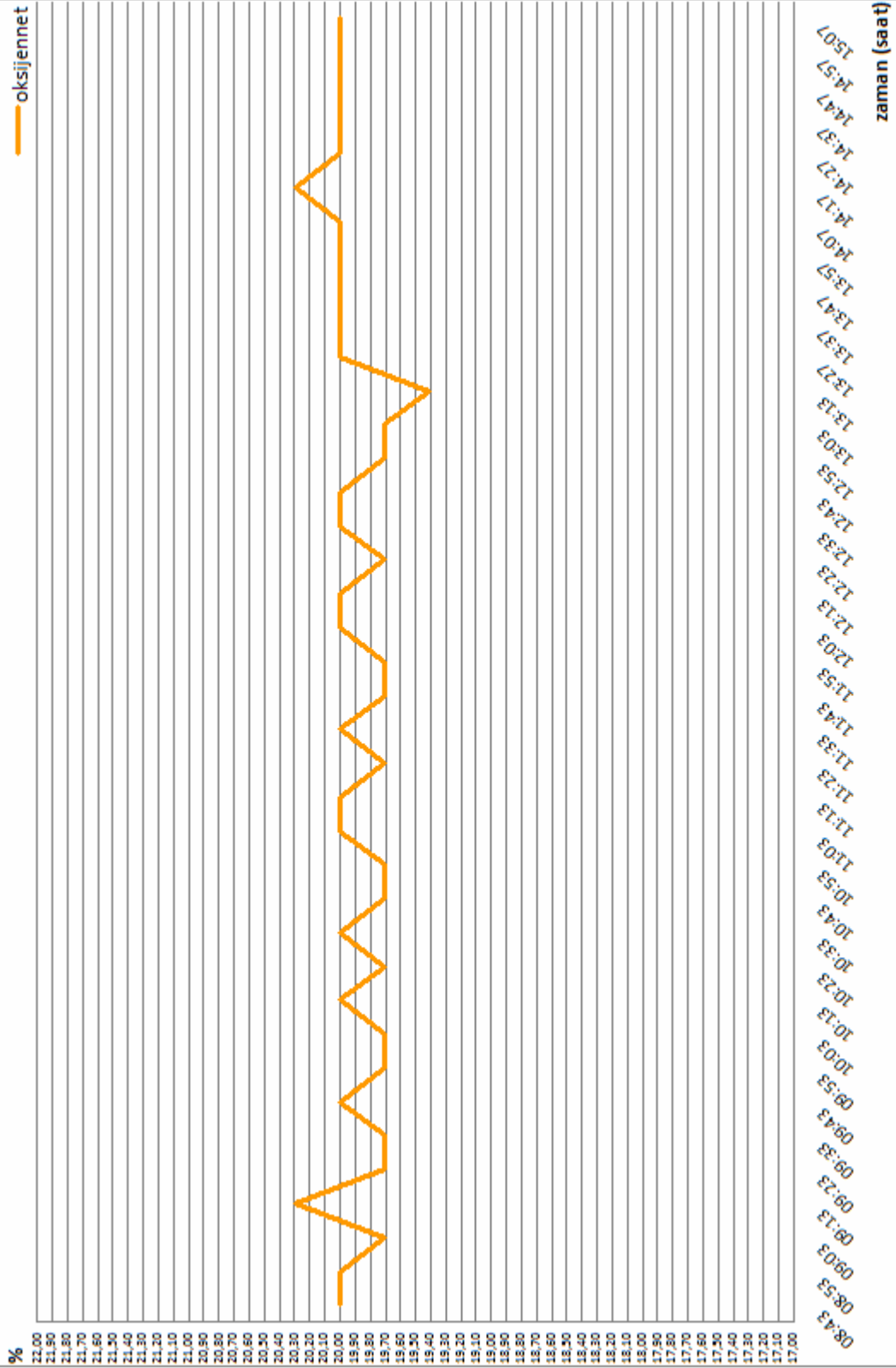


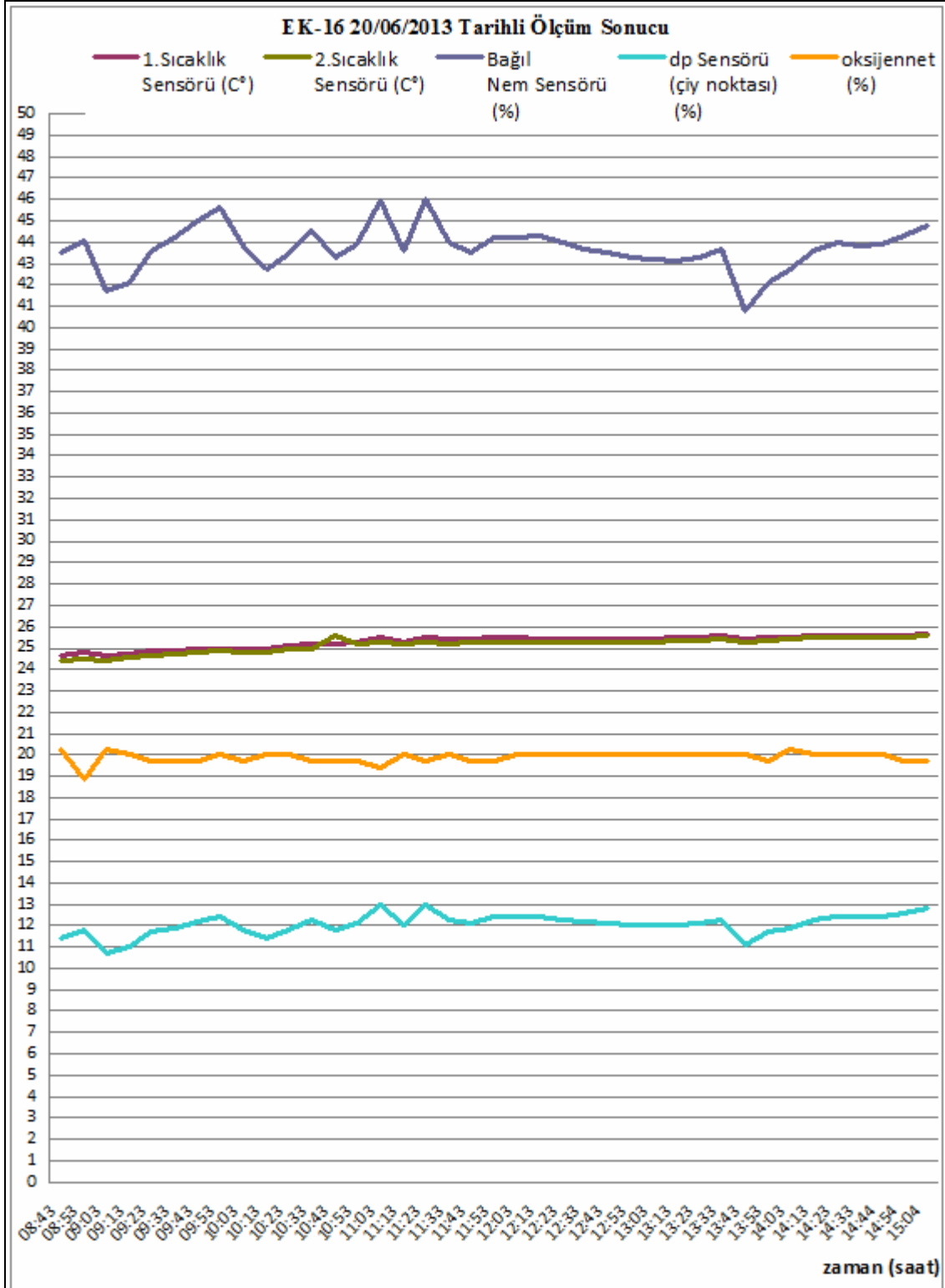
EK -14.1. 18/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



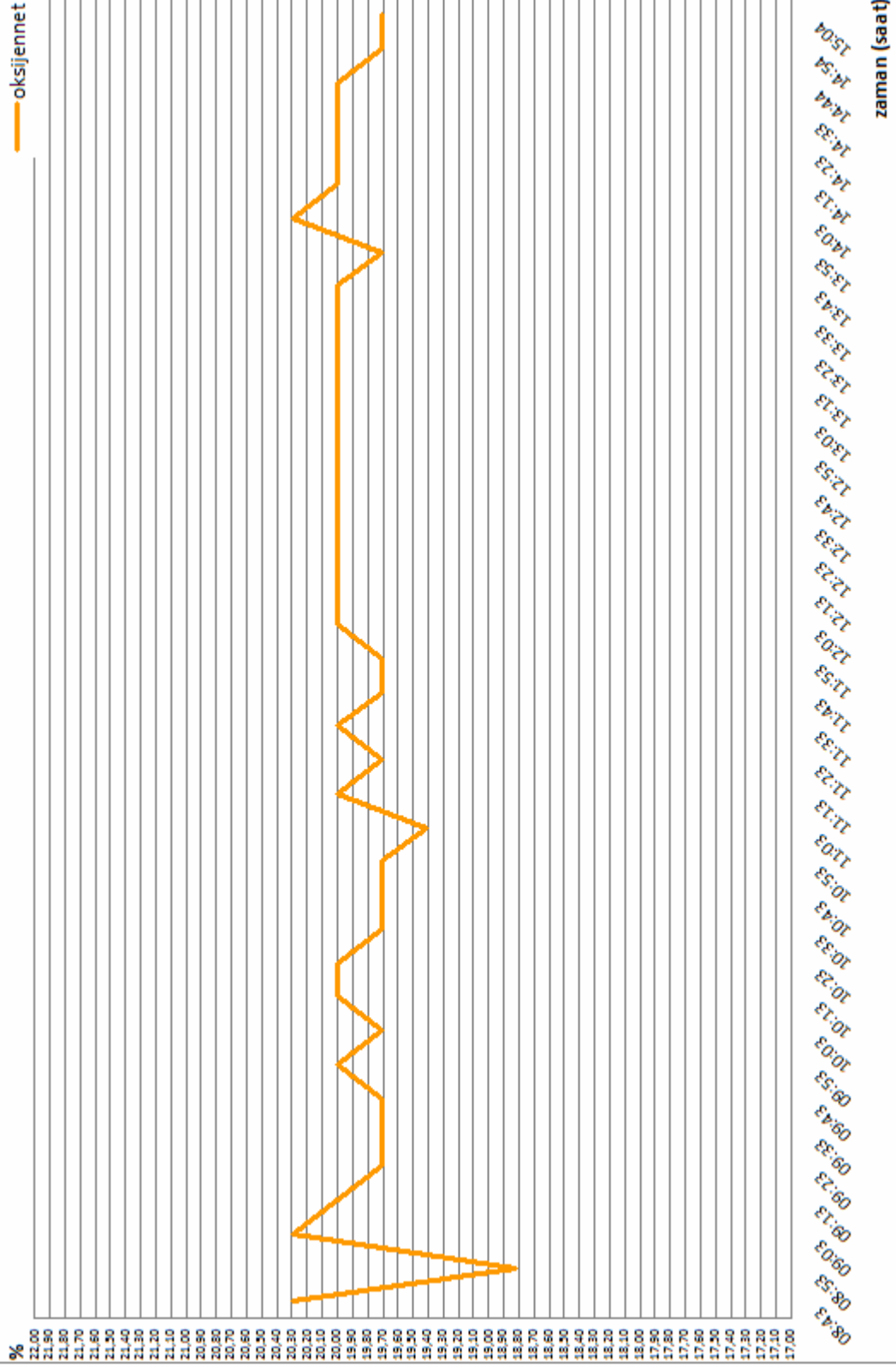


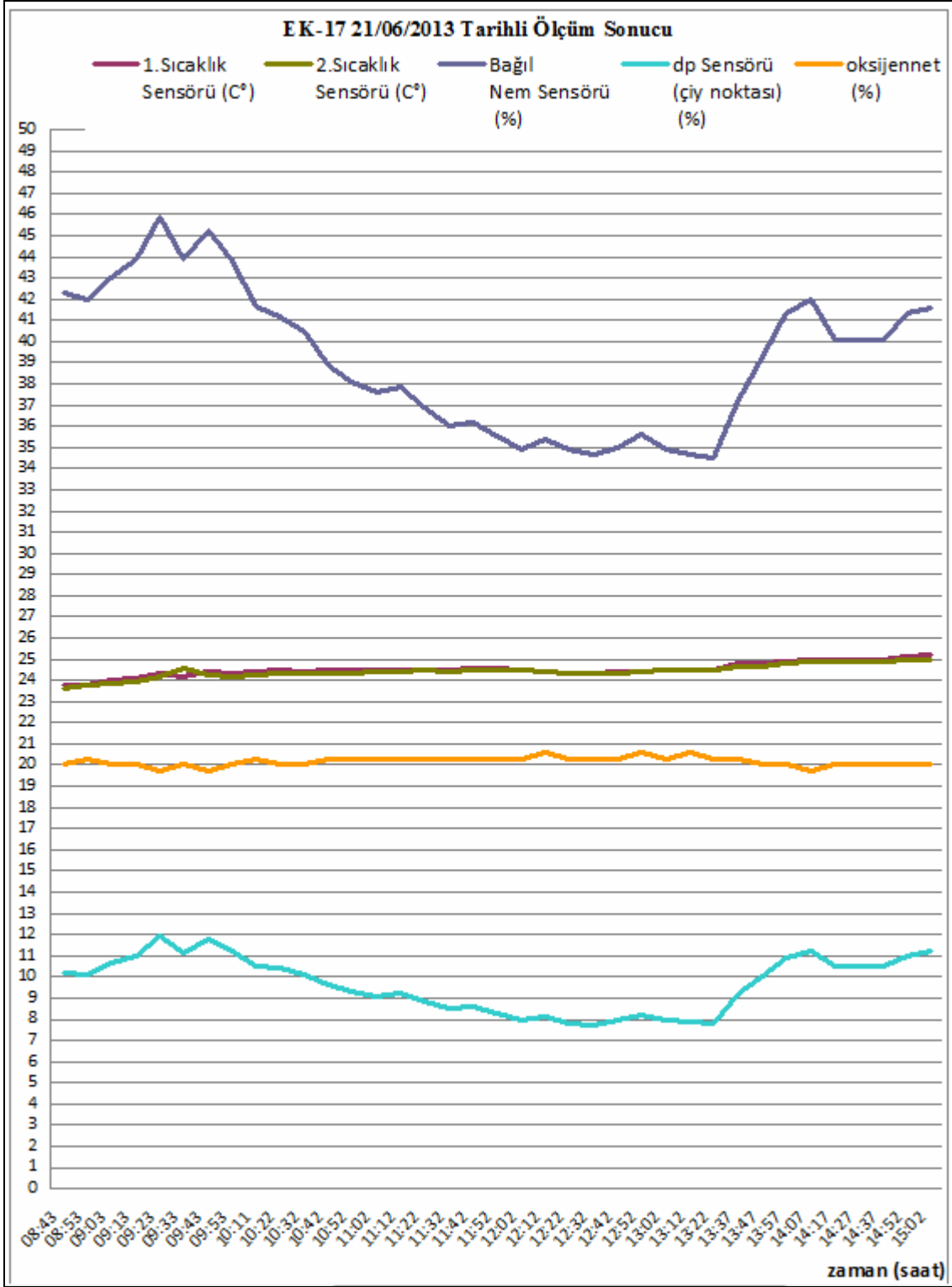
EK-15.1. 19/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



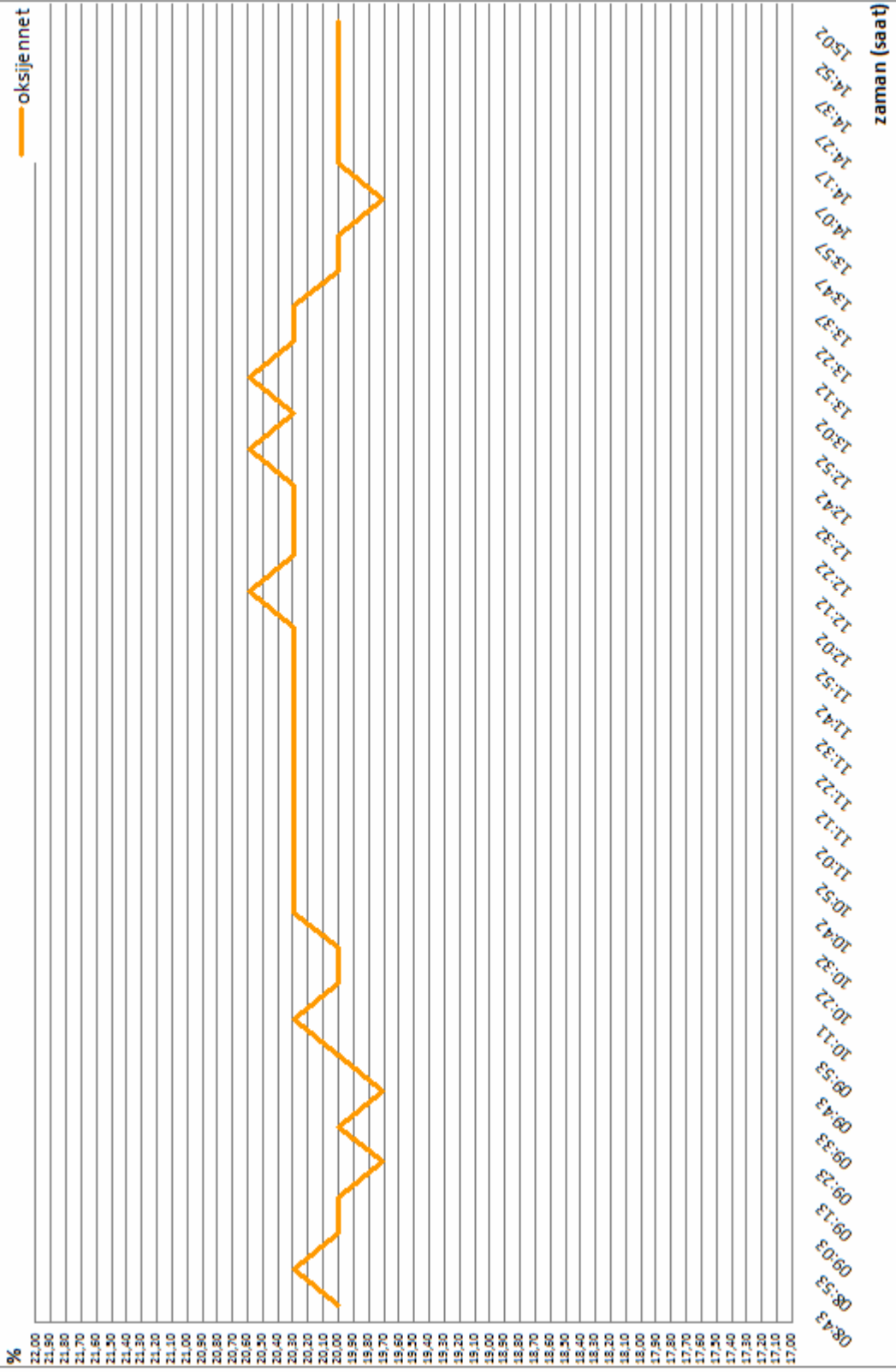


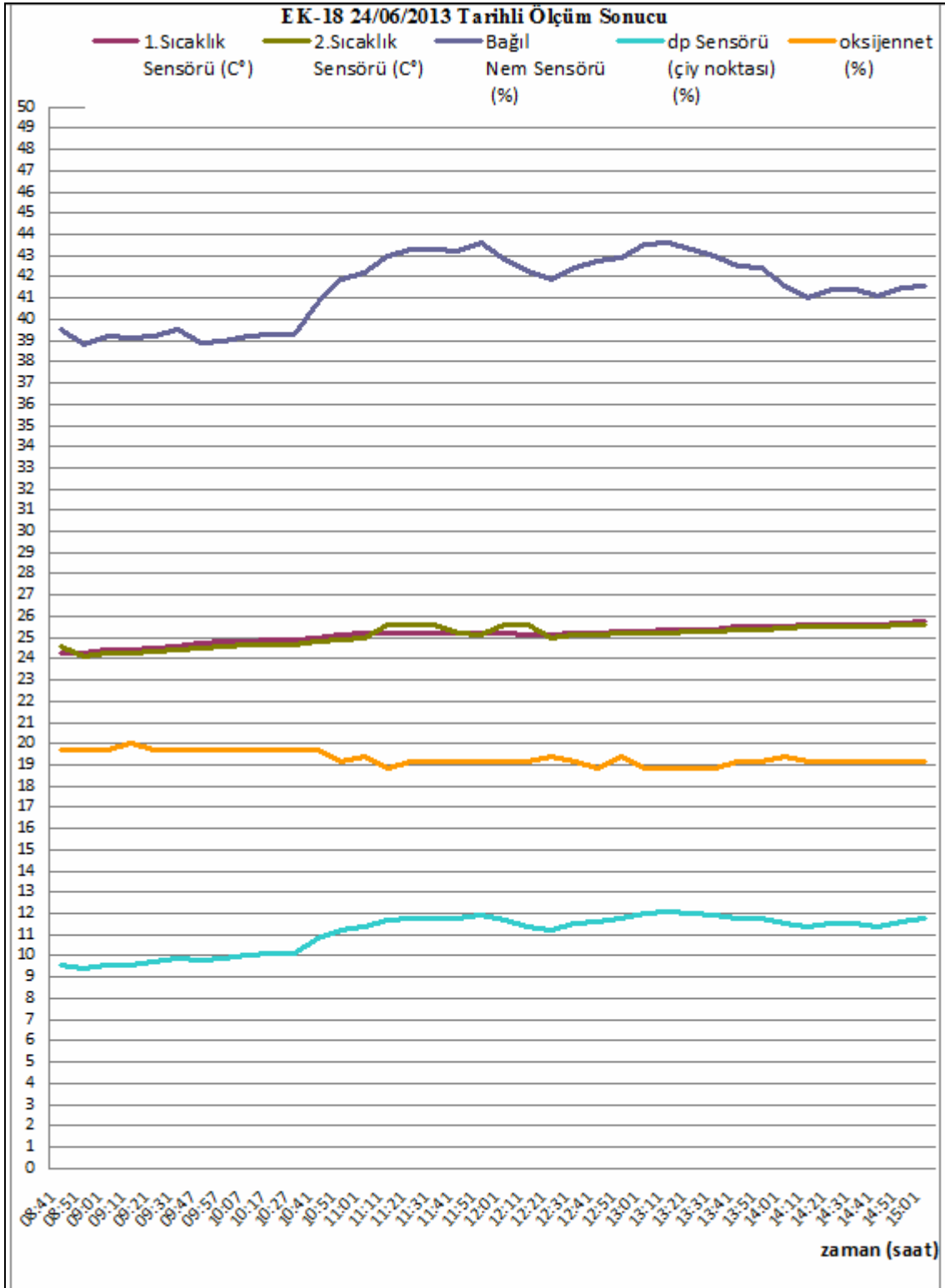
EK-16.1. 20/06/2013 Tarihi Oksijen Konsantrasyonunu Ölçüm Sonucu



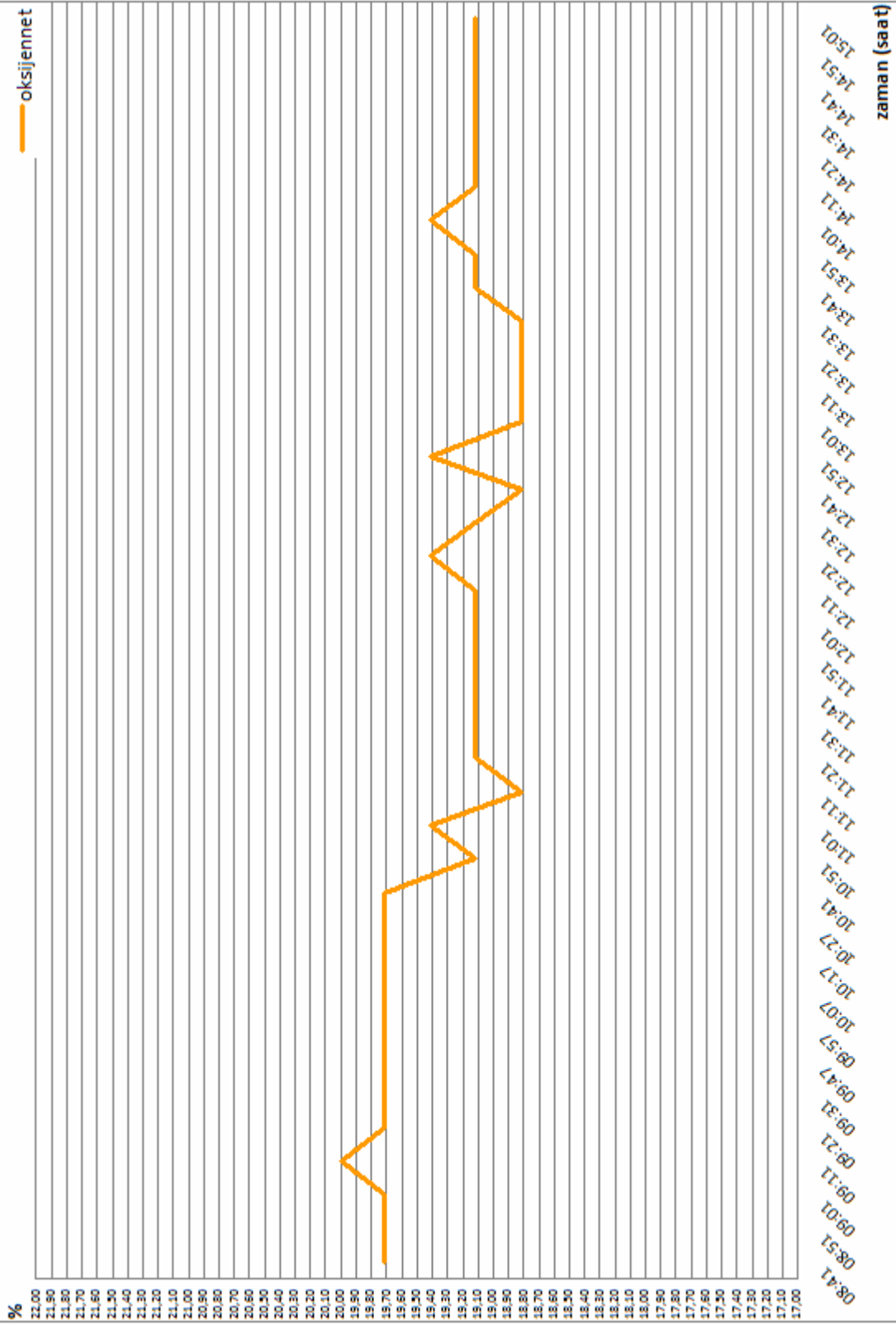


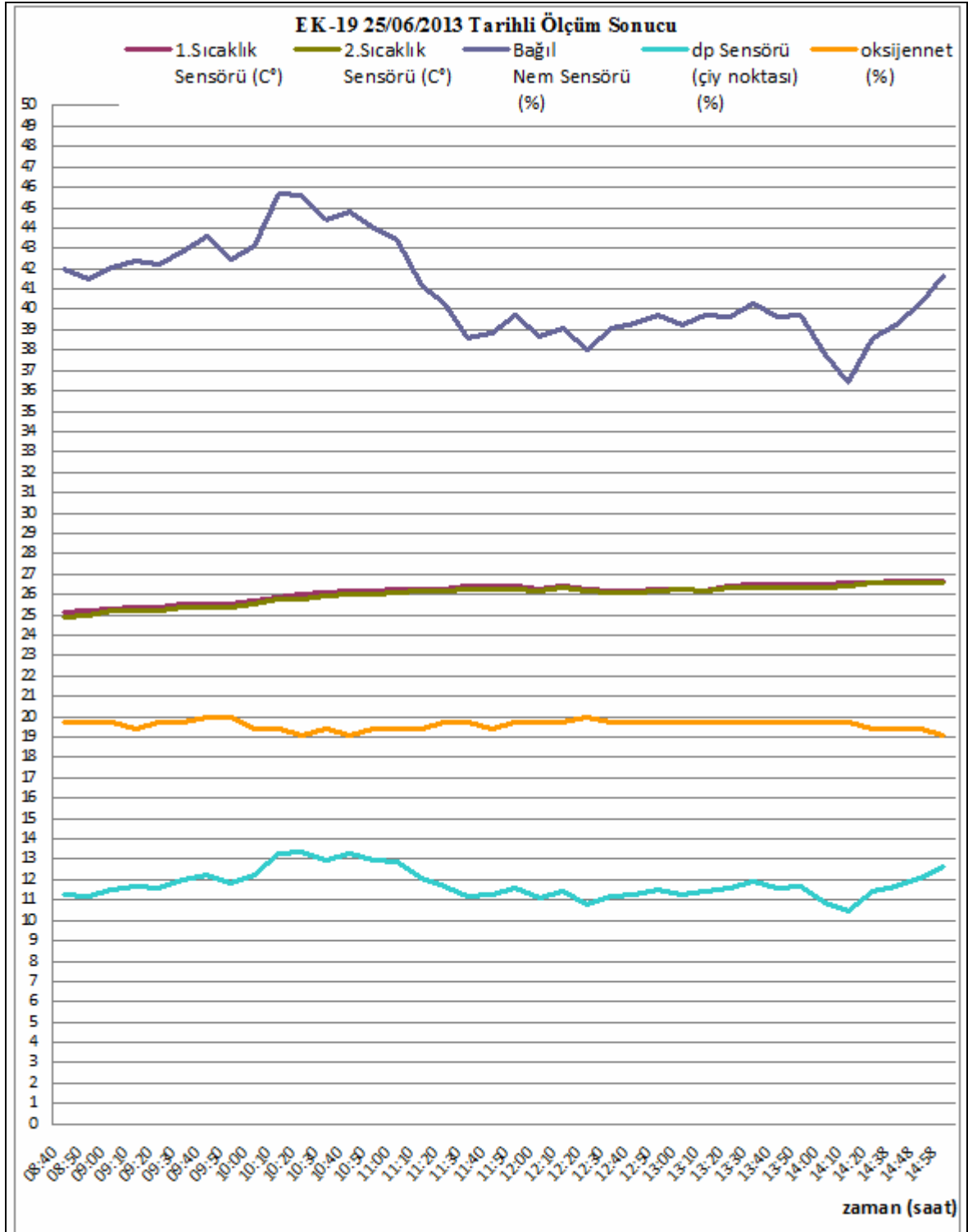
EK-17.1. 21/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



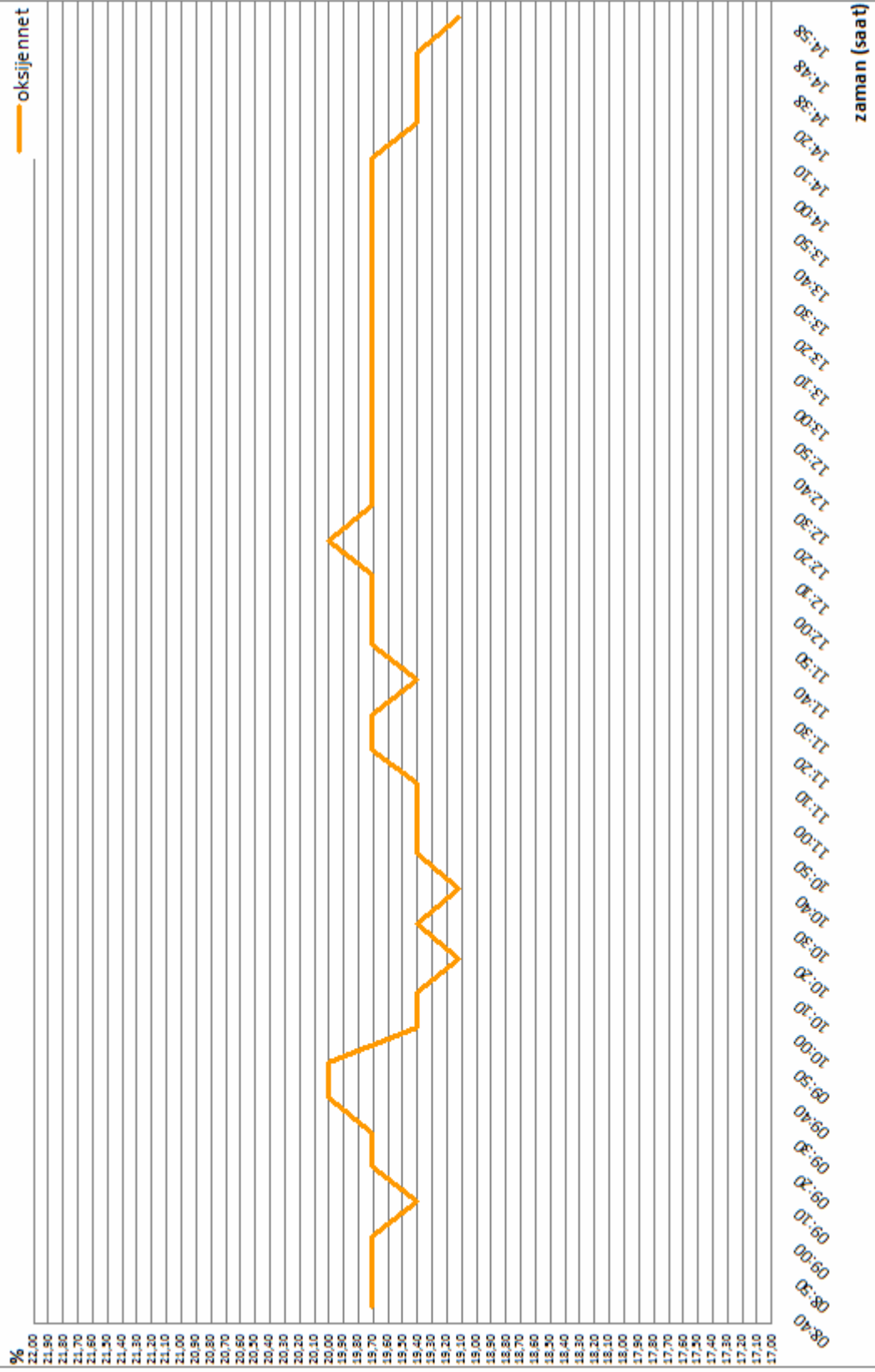


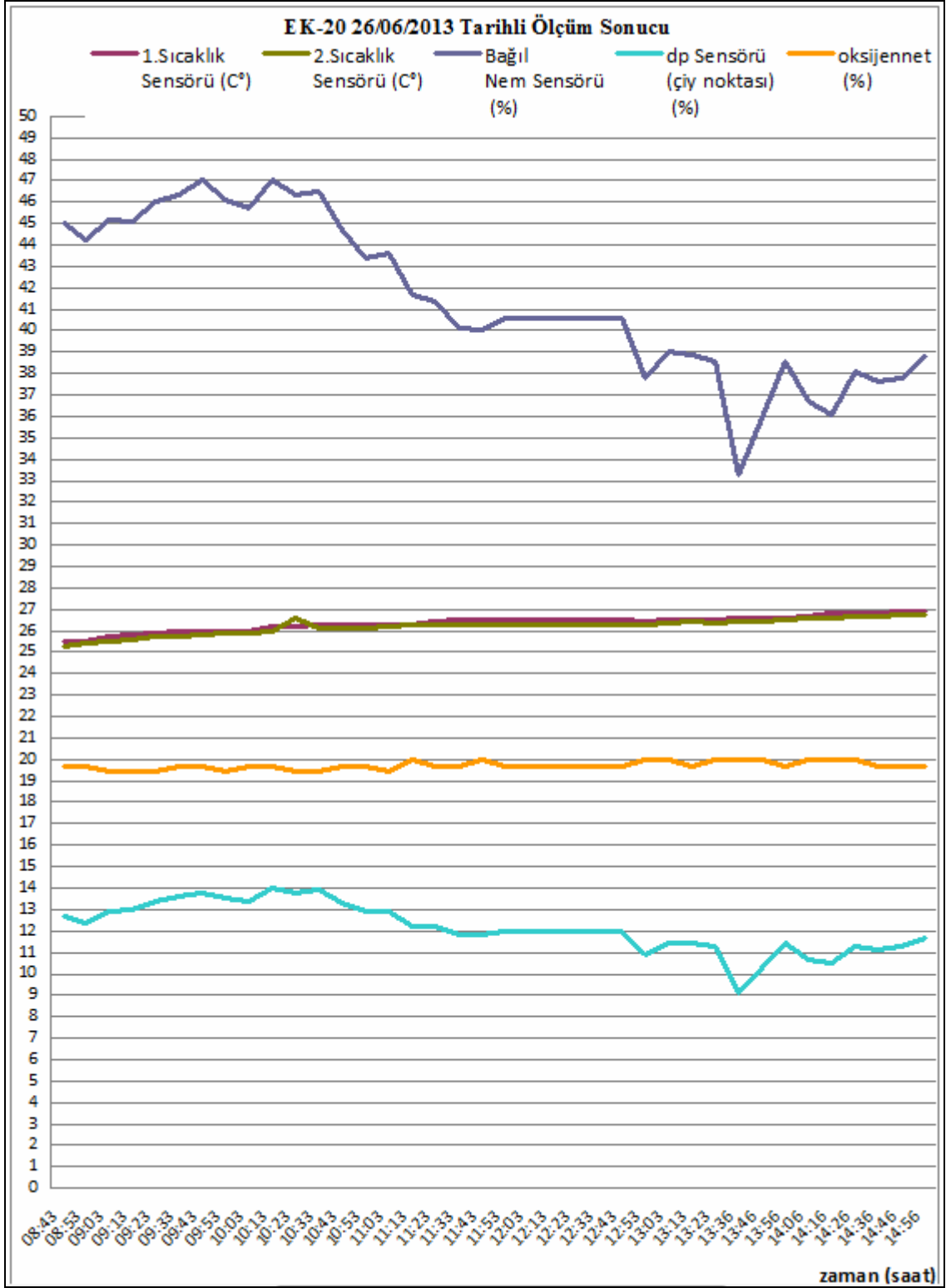
EK -18.1. 24/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



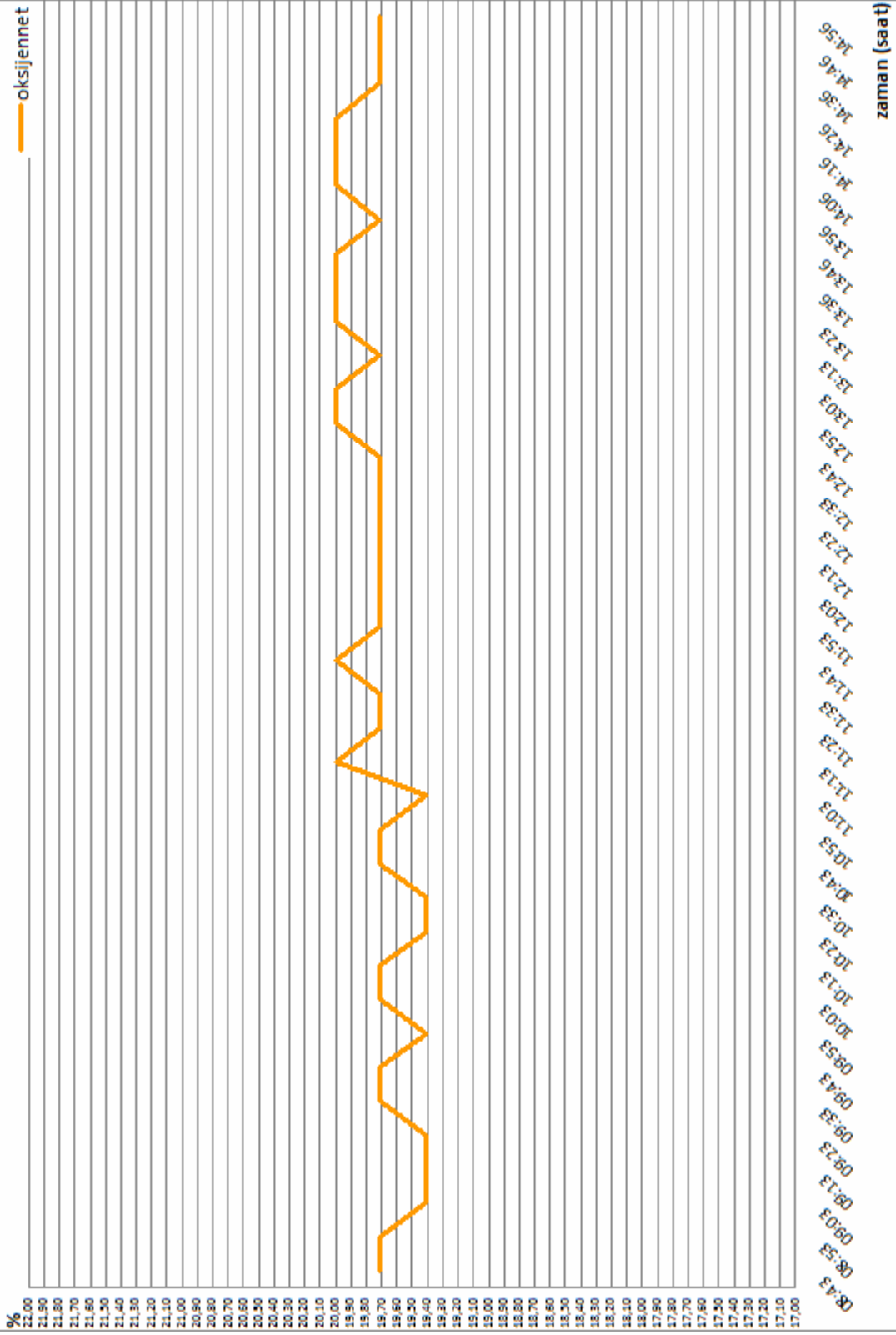


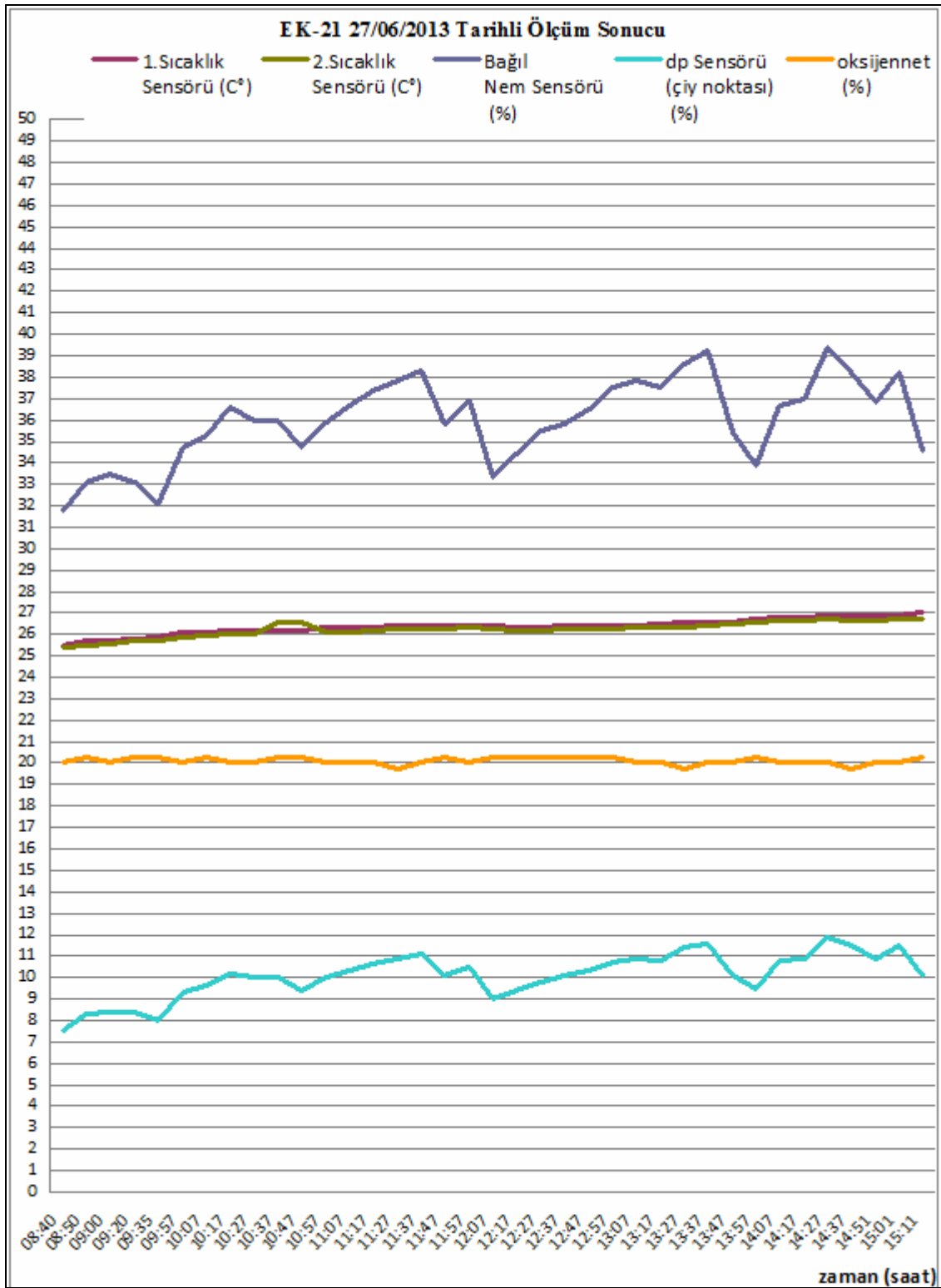
EK-19.1. 25/06/2013Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



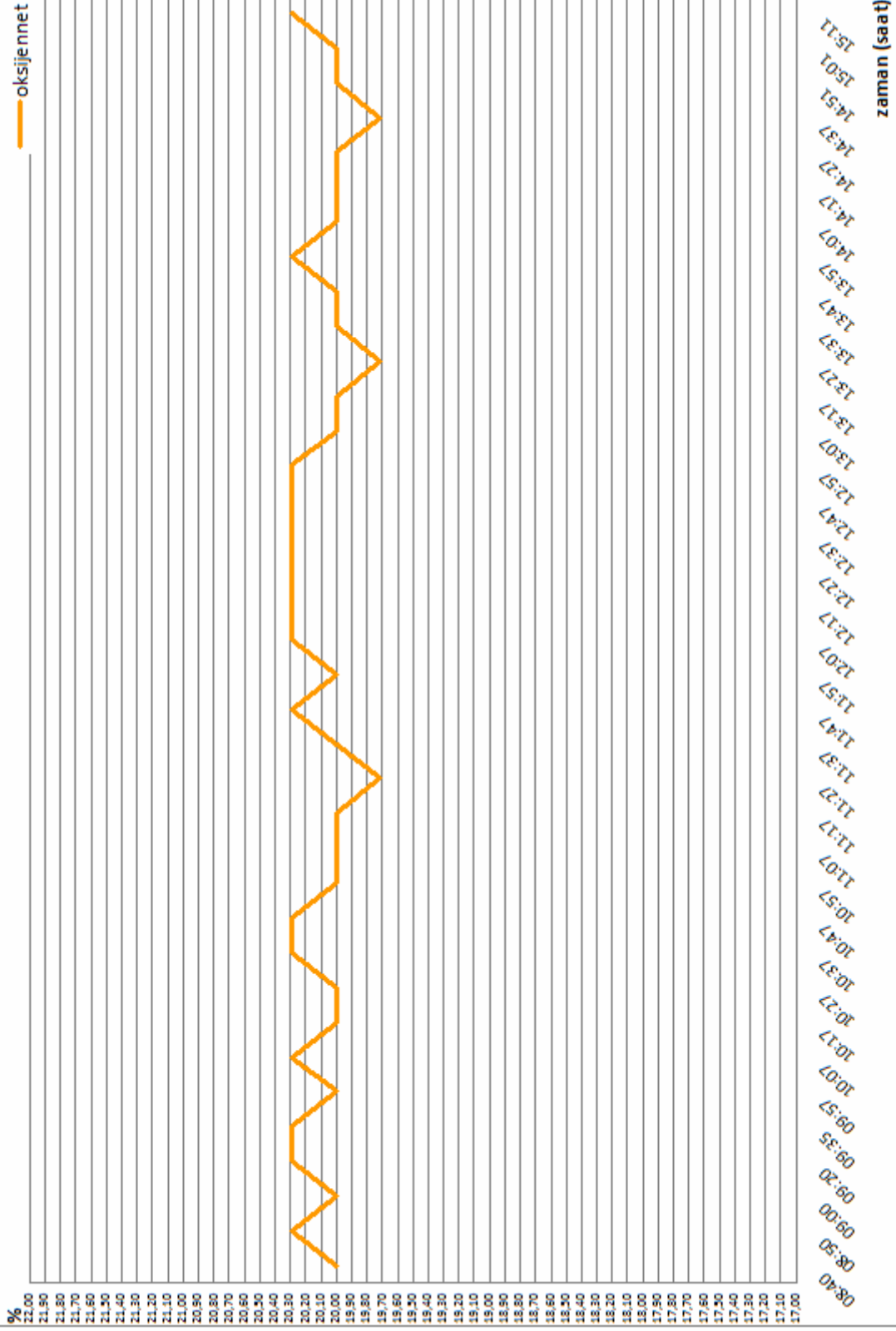


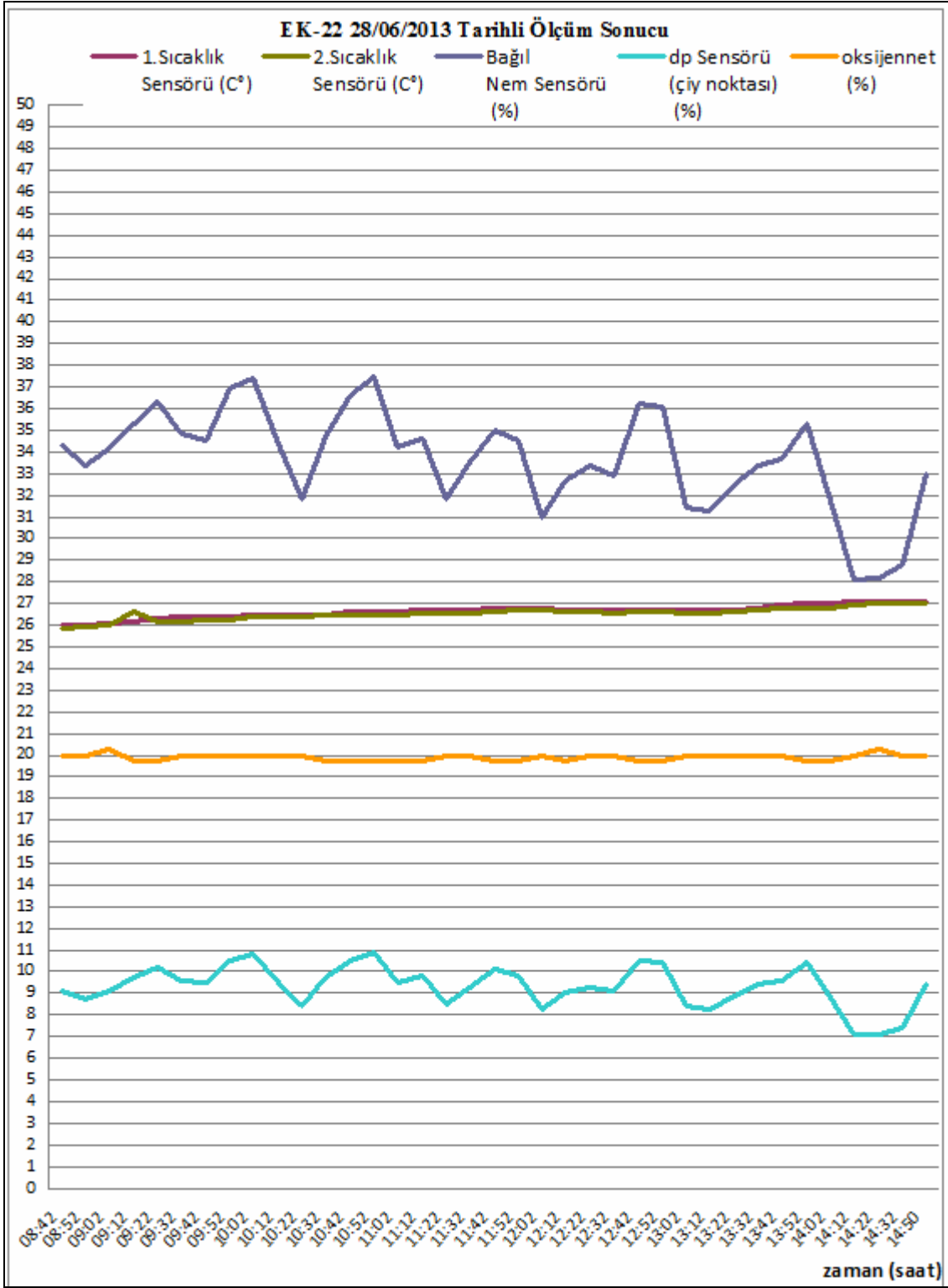
EK-20.1. 26/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



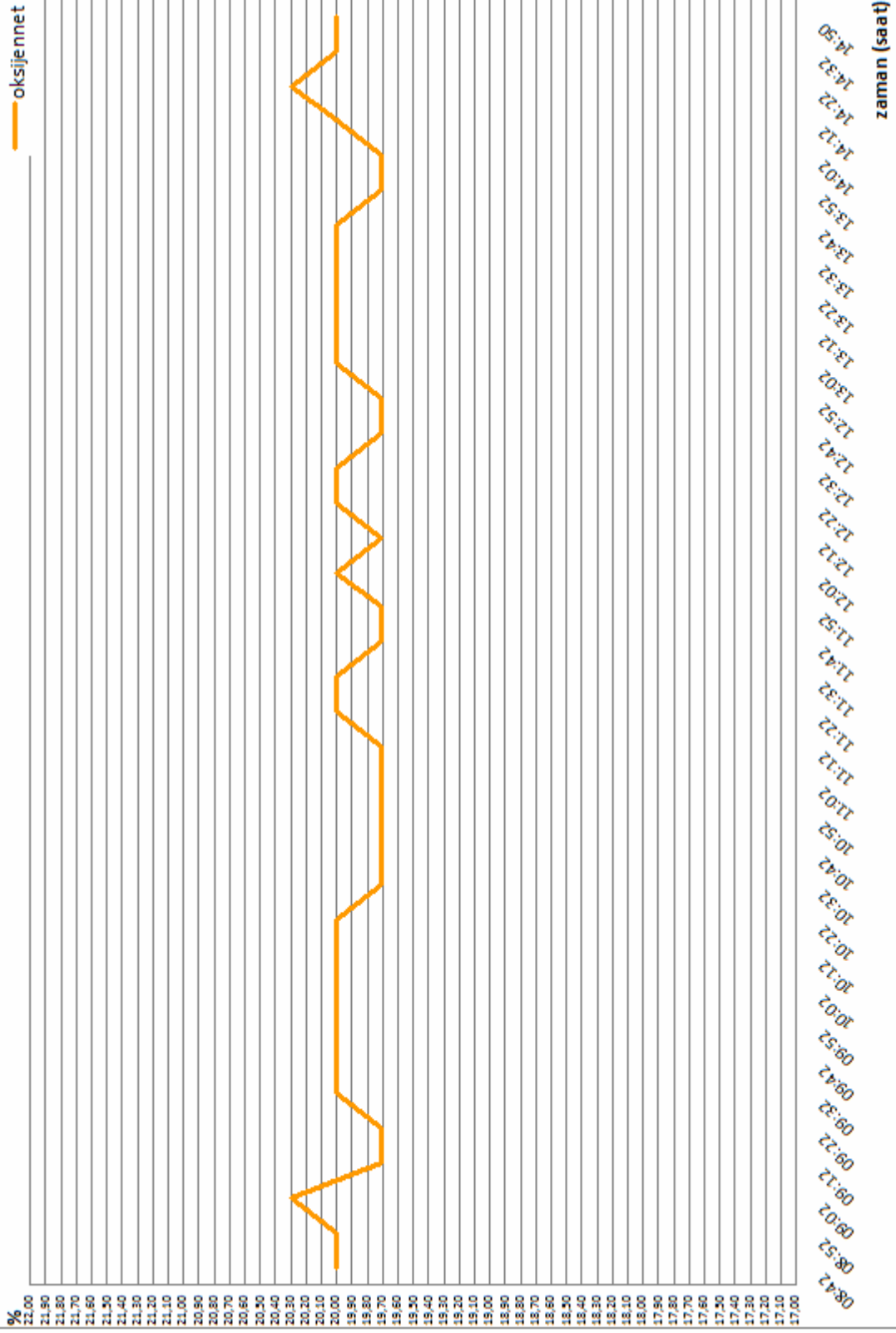


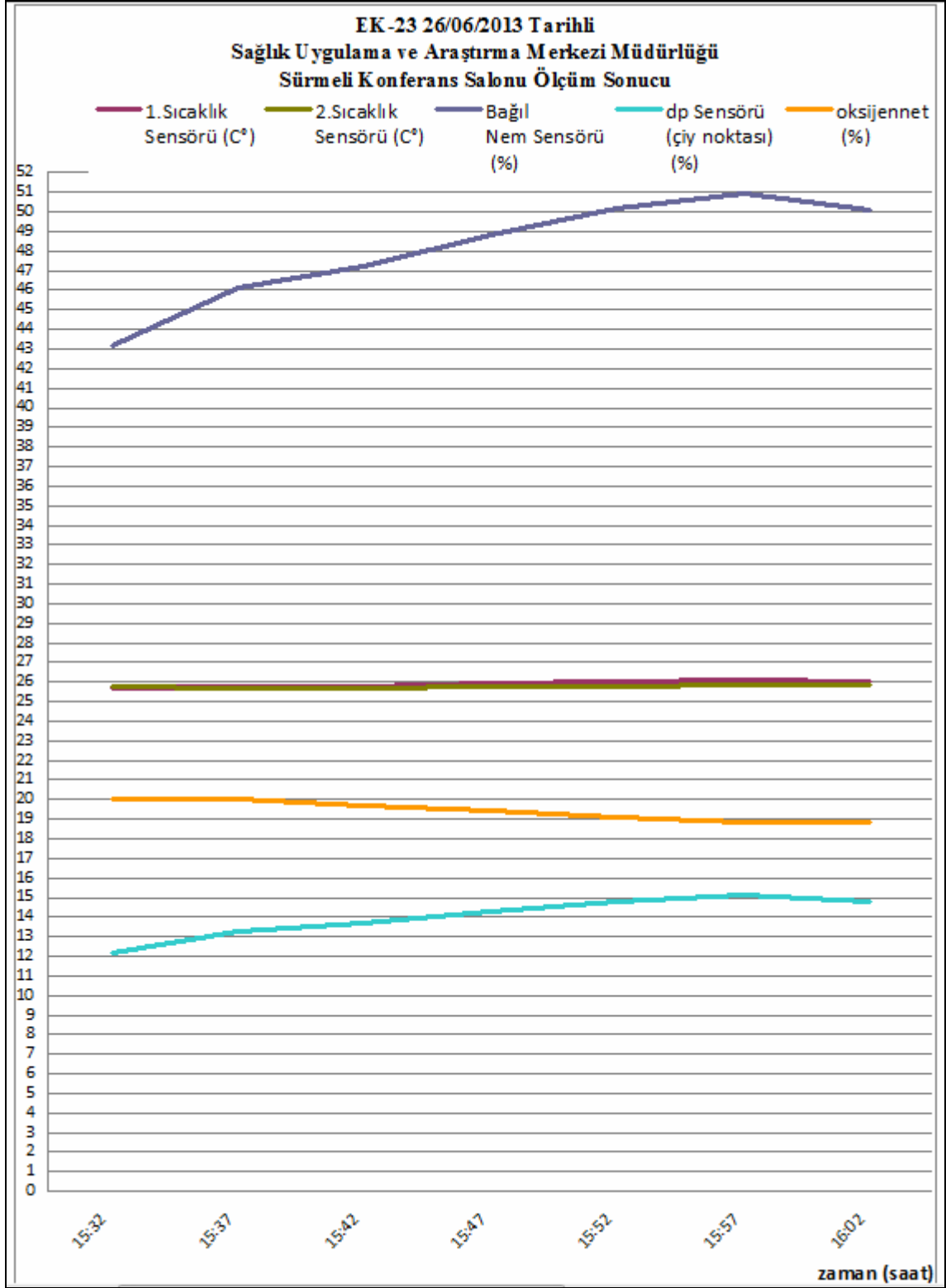
EK-20.1. 27/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



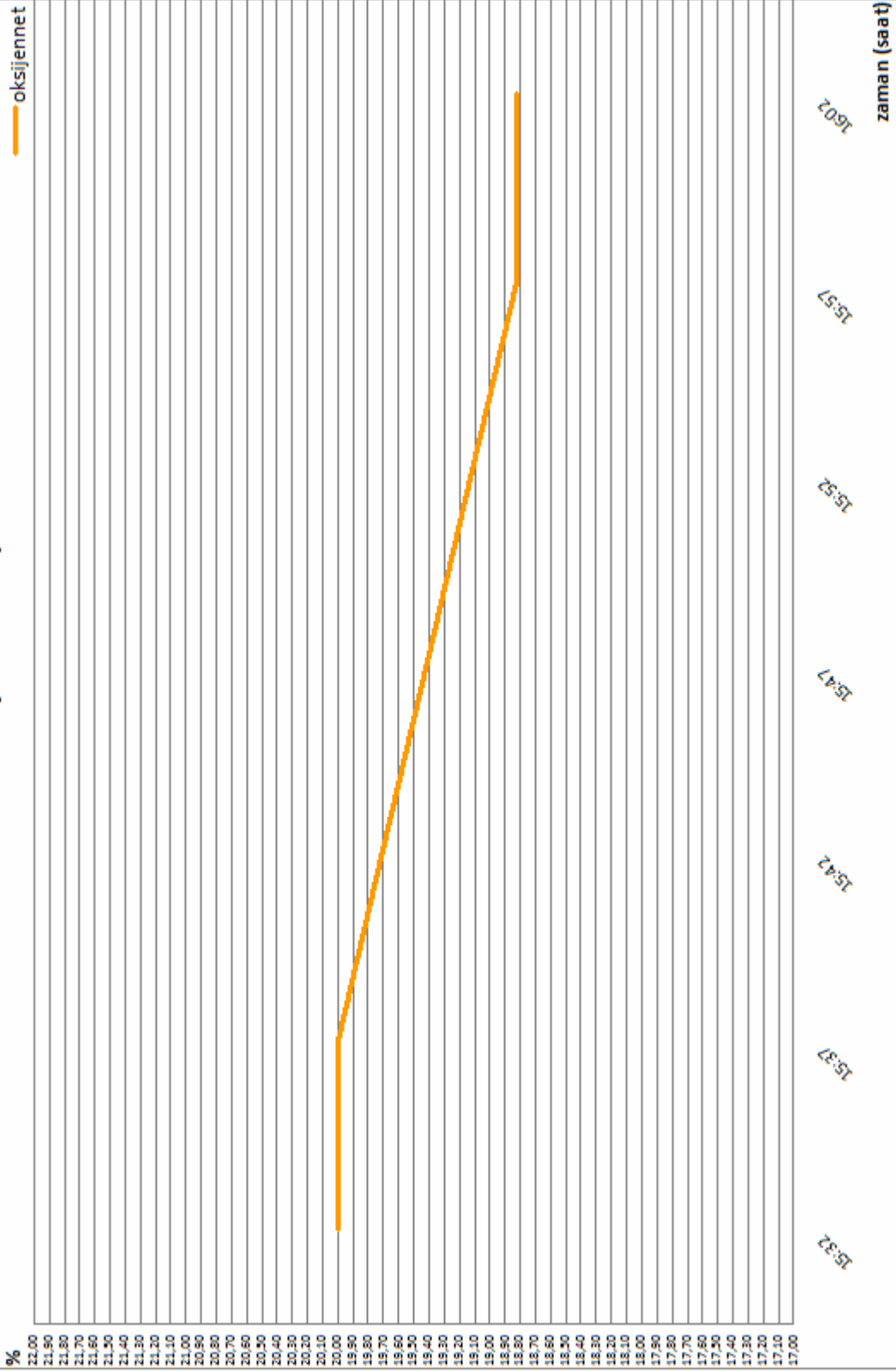


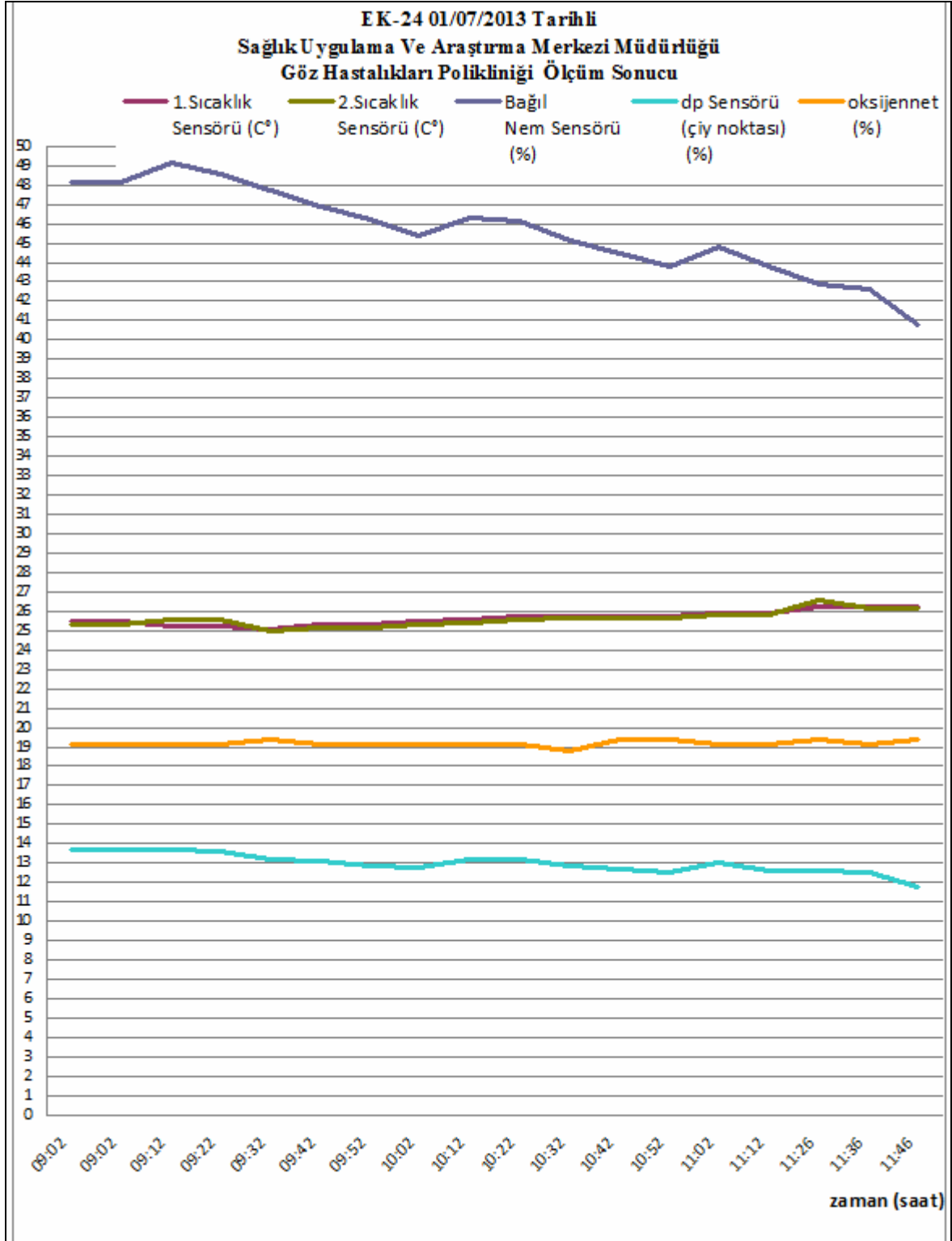
EK-22.L. 28/06/2013 Tarihli Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



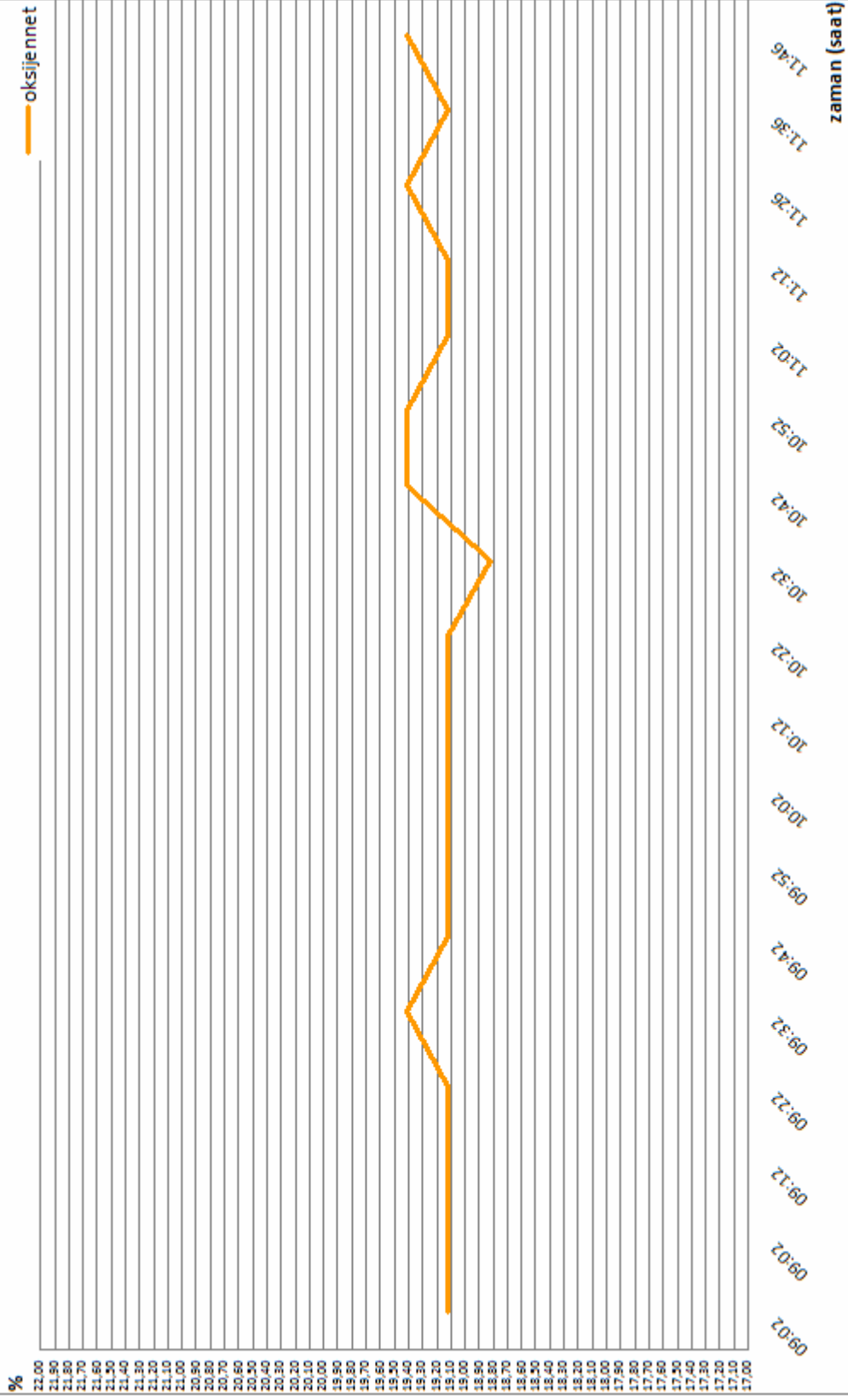


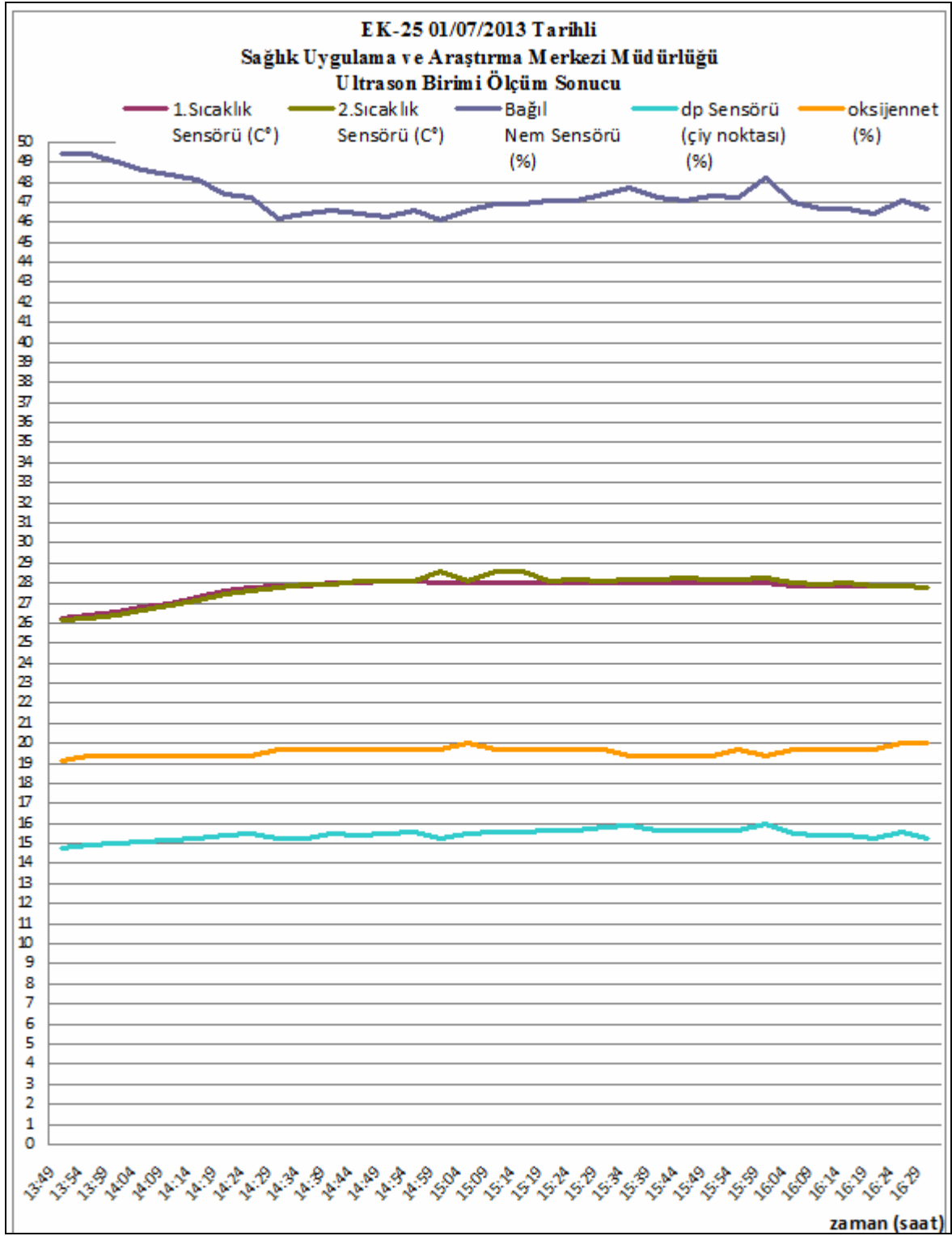
EK-23.1.1. 26/06/2013 Tarihli
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü
Sürmeli Konferans Salonu Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



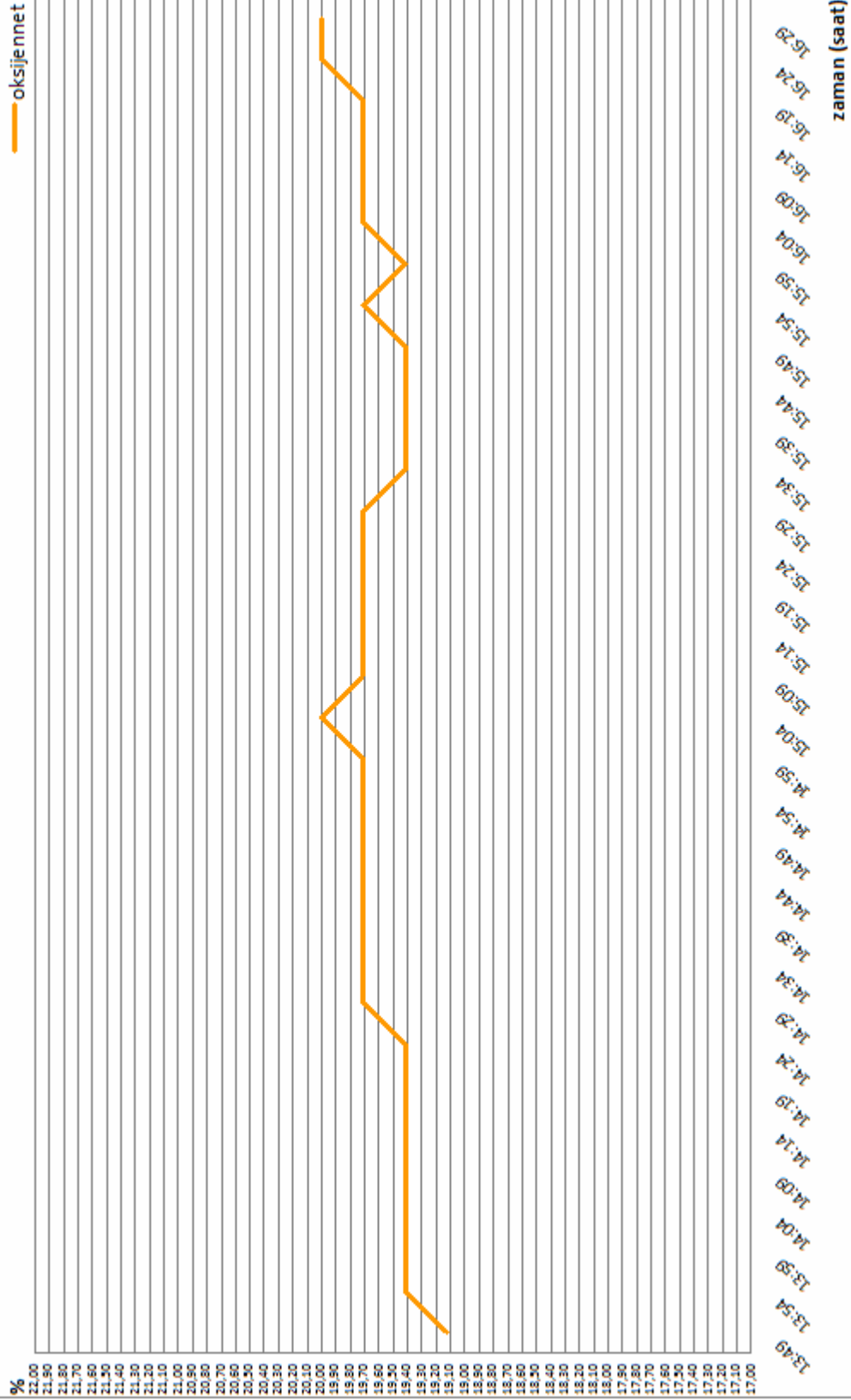


EK-24.1. 01/07/2013 Tarihli
Sağlık Uygulama Ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü
Göz Hastahkların Polikliniği Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu

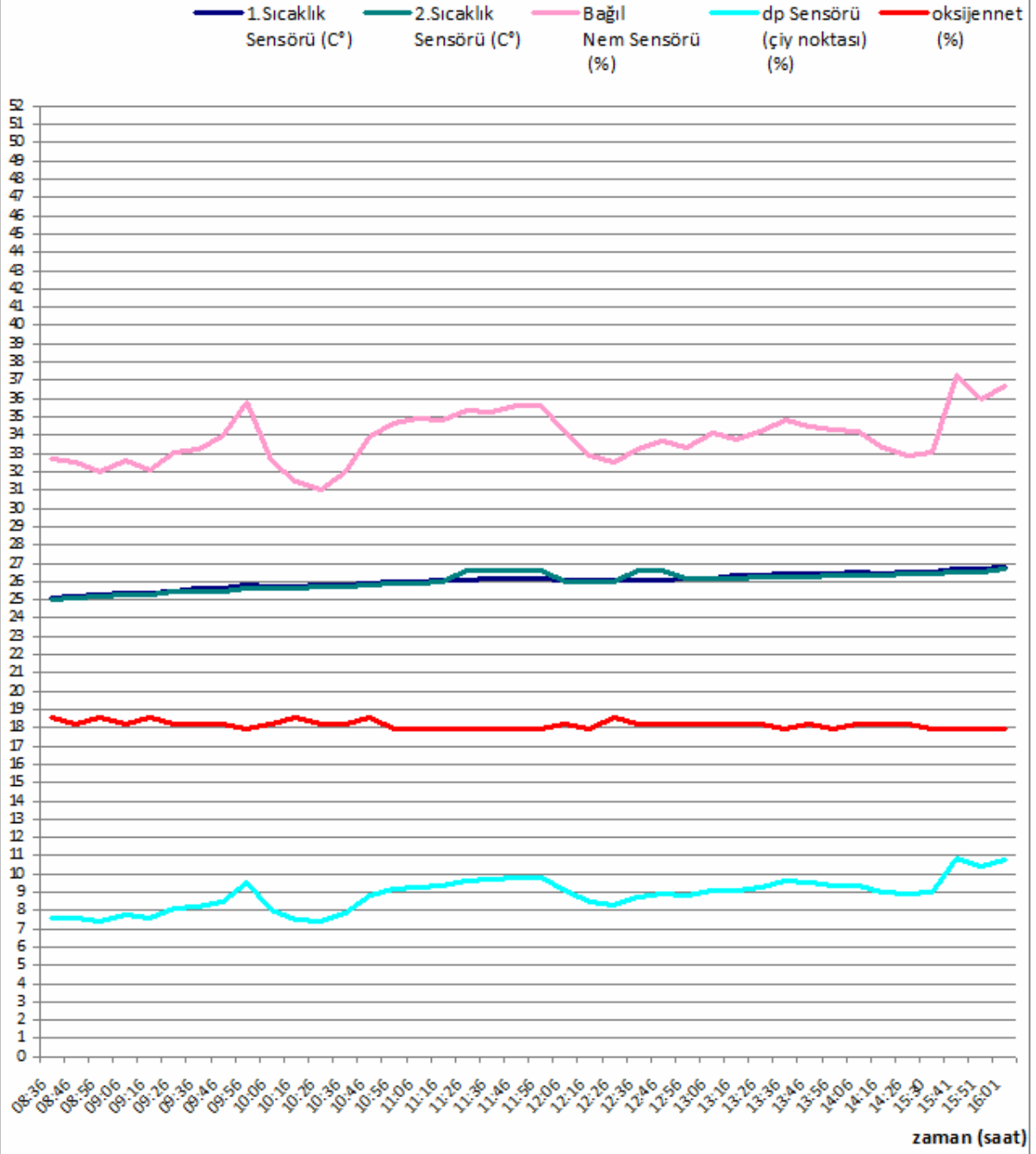




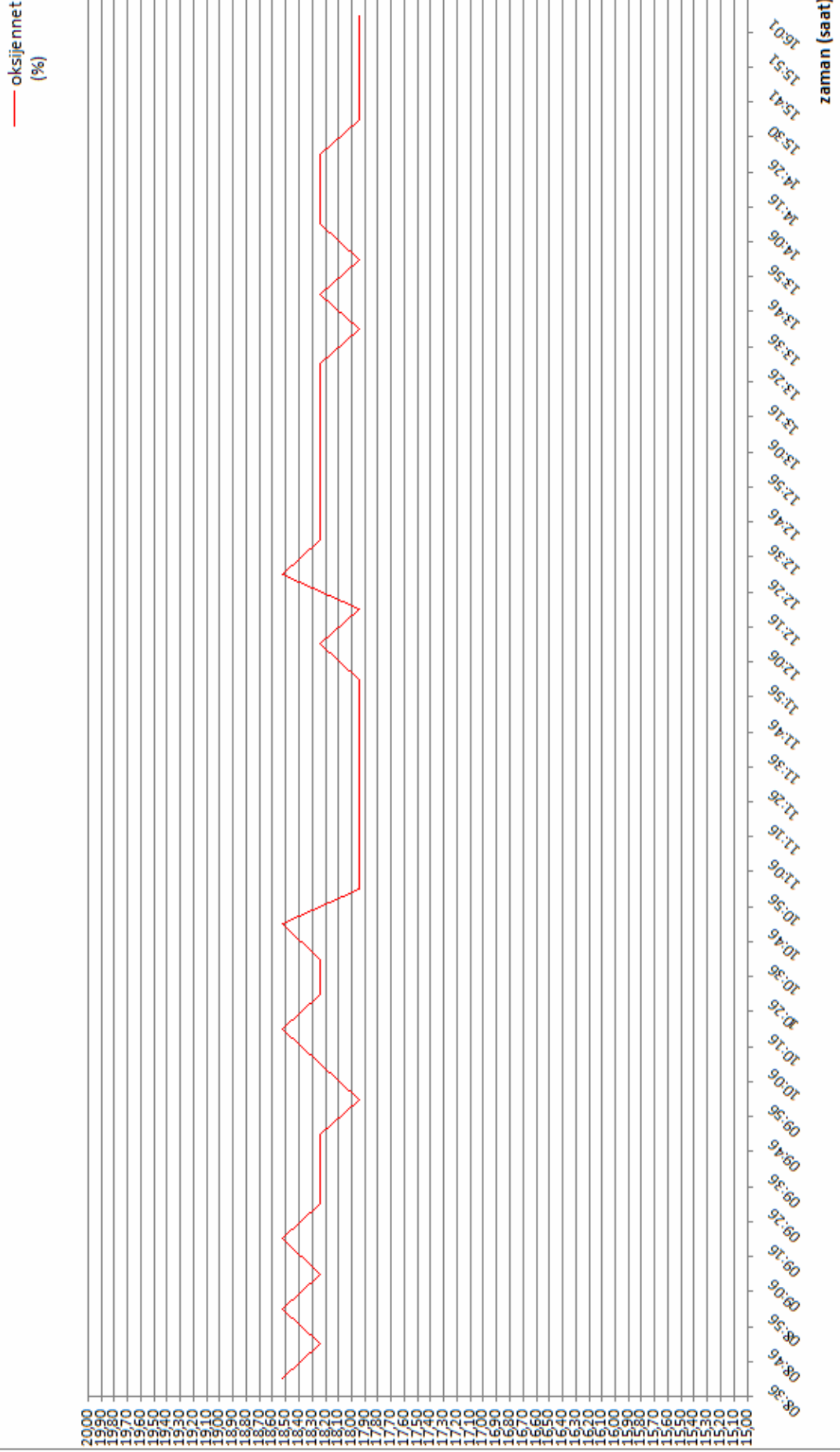
EK-25.1. 01/07/2013 Tarihli
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü
Ultrason Birimi Oksijen Konsantrasyonu Ölçüm Sonucu



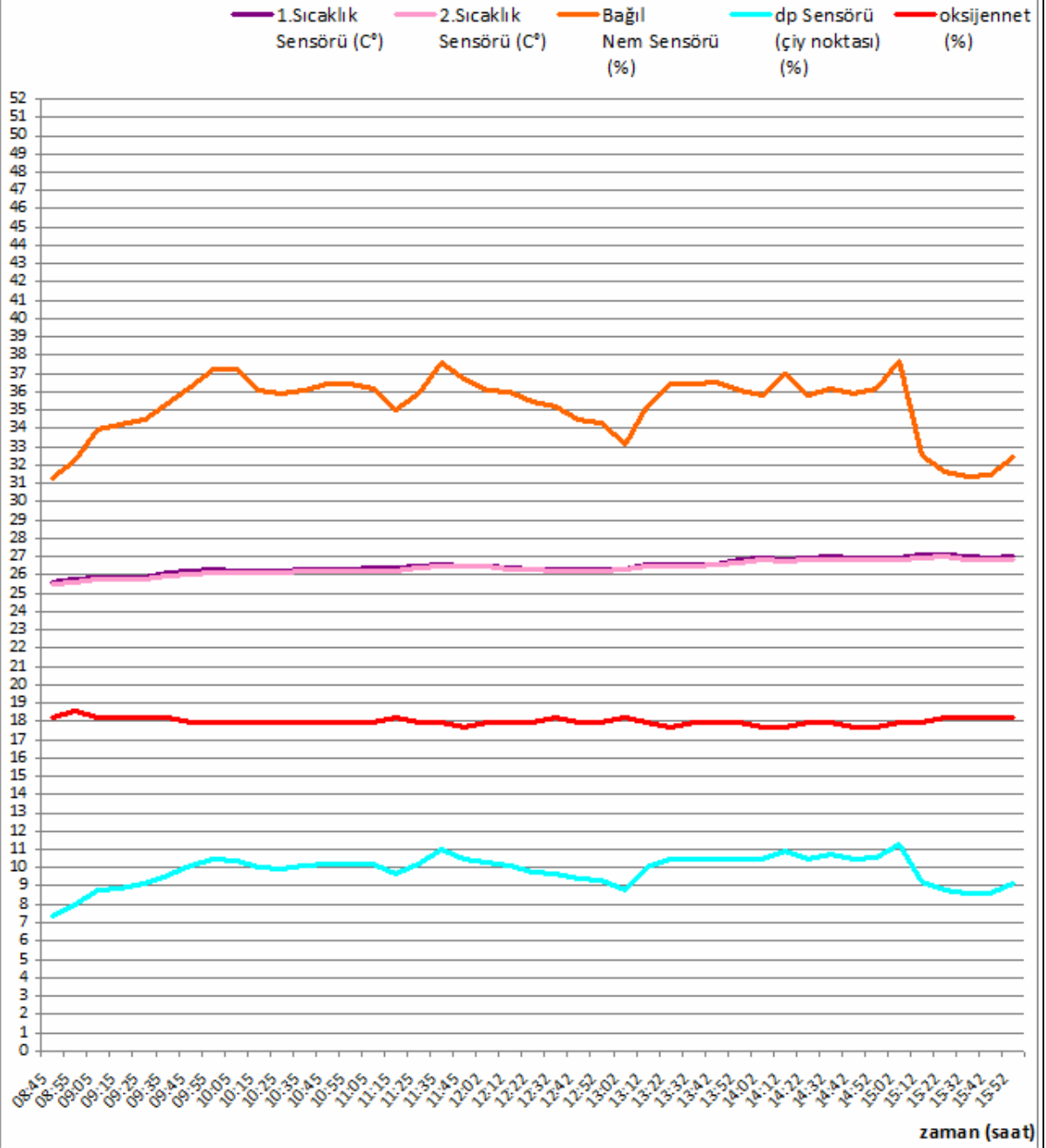
EK-26 28/08/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



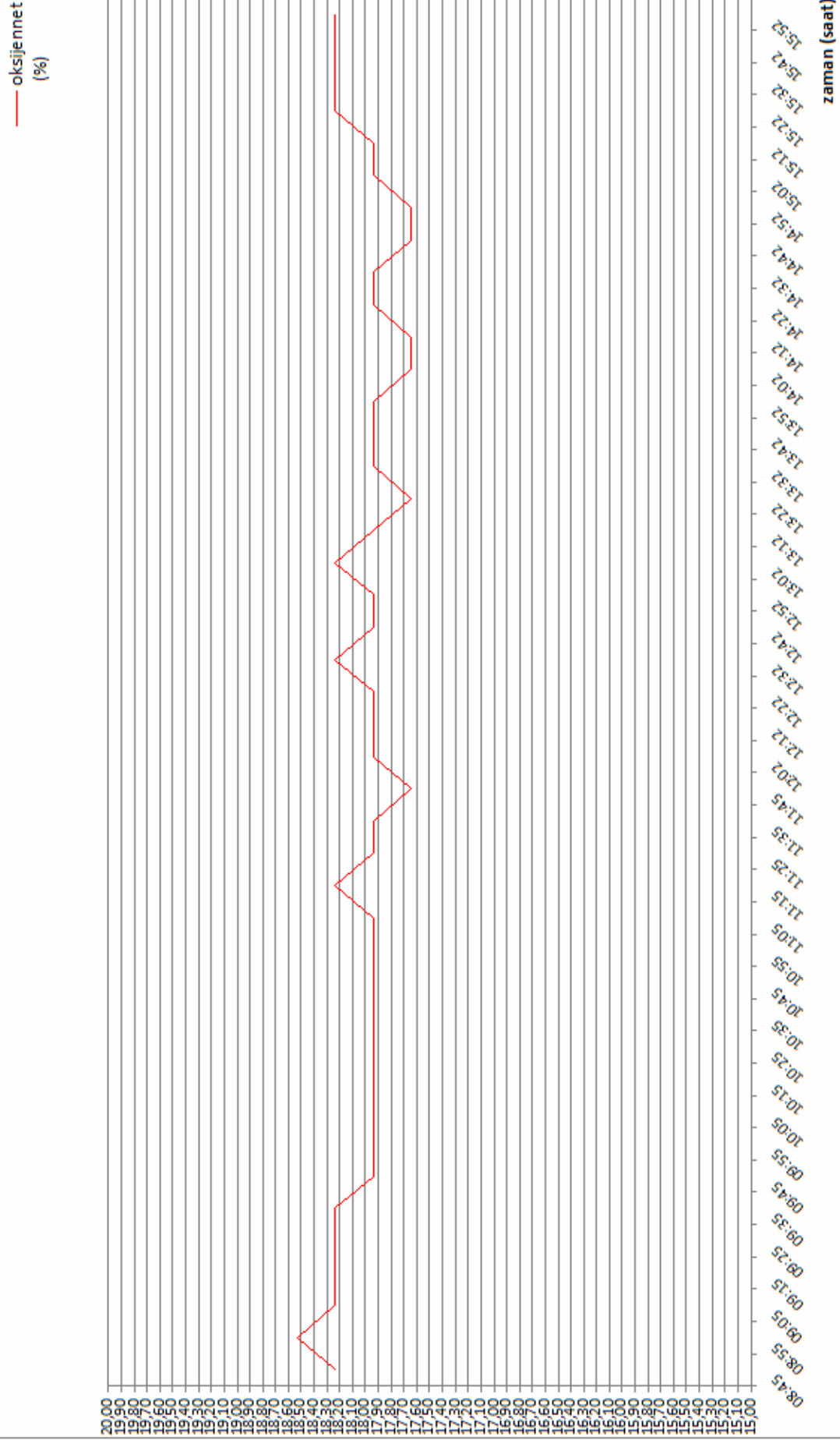
EK-26.1 28/08/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



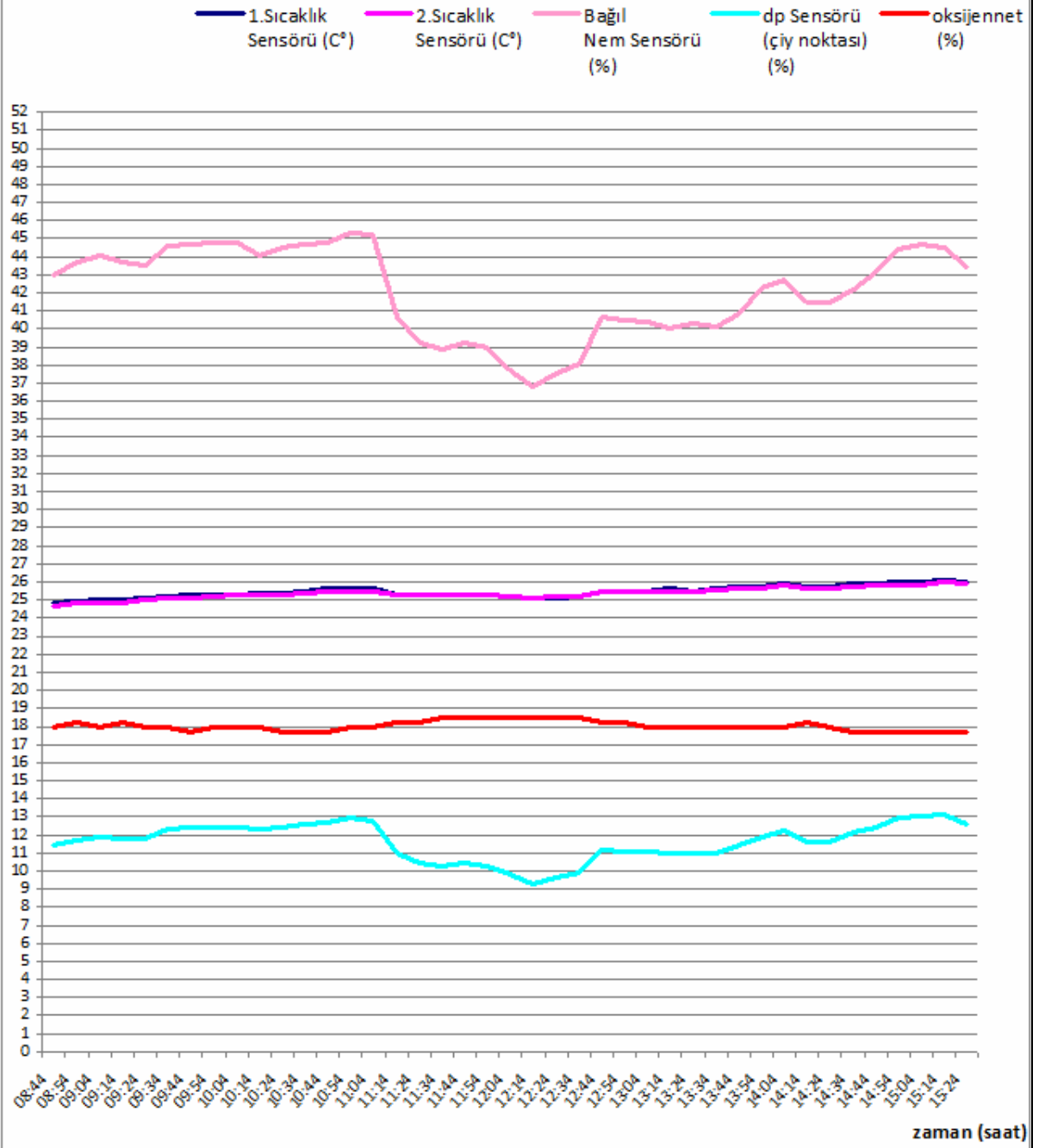
EK-27 29/08/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



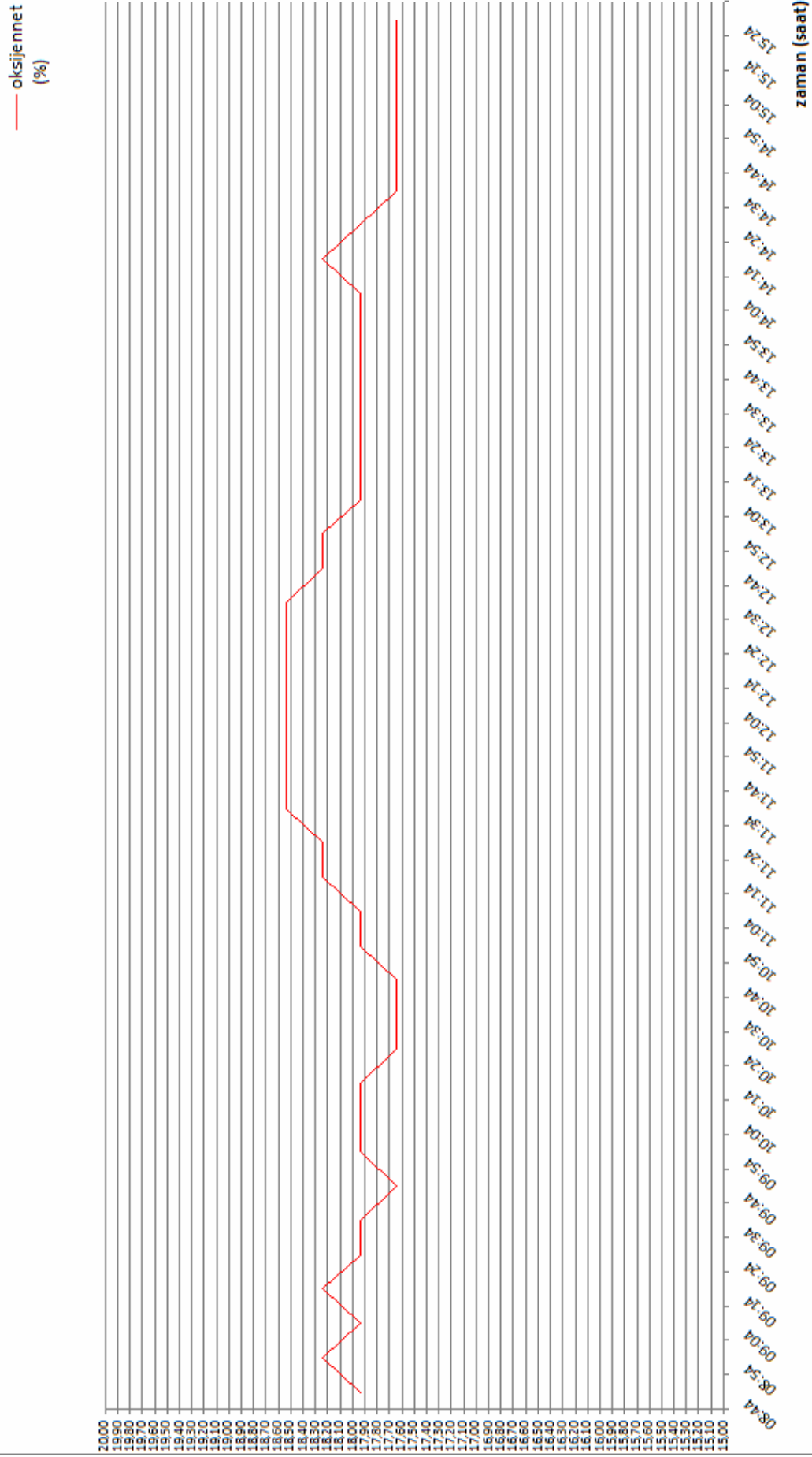
EK-27.1 29/08/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



EK-28 02/09/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



EK-28.1 02/09/2013 Tarihli Ölçüm Sonucu



ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kahramanmaraş'ta doğan Yıldırım ÜNLÜ, ilkokulu Sergentepe ilkokulu, ortaokulu Gazi ortaokulu ve liseyi Kahramanmaraş Endüstri Meslek Lisesi Makine Ressamlığı bölümünde tamamlamıştır. 2003 yılında kazandığı Afyon Kocatepe Üniversitesi Makine Res. ve Konst. Öğretmenliği Bölümünü 2007 yılında başarıyla bitirmiştir.

2012 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başlamıştır. 2010 yılından beri Bozok Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde memur olarak çalışmakta olan Yıldırım ÜNLÜ, evli ve 1 çocuk babasıdır.

İletişim Bilgileri

Adres : Bozok Üniversitesi

Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü

YOZGAT

Telefon: (354) 212 70 60

Faks: (354) 212 37 39

E-posta: y_unlu46@hotmail.com