

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: Z-991

TAKIM ADI: AKINALP

TAKIM ID: T3-13547-145

TAKIM SEVİYESİ: Lise

DANIŞMAN ADI: Seher Tamer



İçindekiler

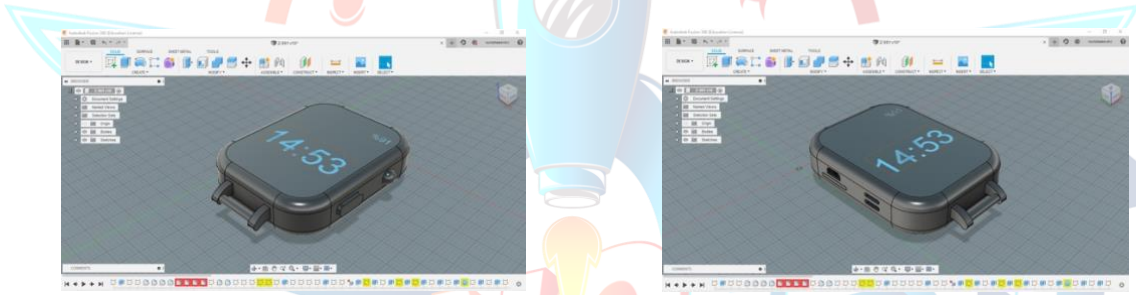
İÇİNDEKİLER	2
1. PROJE ÖZETİ:	3
2. PROBLEM/SORUN:.....	3
3. ÇÖZÜM:.....	4
4. YÖNTEM:.....	4
5. YENİLİKÇİ (İNOVATİF) YÖNÜ:	5
6. UYGULANABİLİRLİK:.....	6
7. TAHMİNİ MALİYET VE PROJE ZAMANLAMASI:	6
8. PROJE FİKRİNİN HEDEF KİTLESİ (KULLANICILAR):.....	7
9. RİSKLER:	7
10. PROJE EKİBİ:	8
11. KAYNAKLAR:	9



1. Proje Özeti:

Z-991, temelinde deprem sonrasında yaşanan iletişim sorununun önüne geçmeyi ve depremzedenin enkaz altında kalacağı süreyi kısaltarak bu durumun oluşturabileceği fiziksel ve psikolojik sorunları önlemeyi amaçlamaktadır. Proje, deprem sonrası oluşabilecek tüm bu sorunlara donanımında bulunan sensörler ve NB-IoT teknolojisi ile yenilikçi çözümler getirmektedir. Nb-IoT destekli sim kartından alınan veriler, Node.JS kullanılarak oluşturulan MQTT Server aracılığıyla eş zamanlı olarak AFAD veri tabanına iletilmektedir. Alınan verilerin analizi sonucunda gerekli protokoller işleme konulacaktır.

Telefonun aksine kol saati, kullanıcının her an yanında olacağından dolayı deprem anında veri alımının saat üzerinden gerçekleşmesi telefona kıyasla daha fonksiyonel olacaktır. Proje detay raporu sürecinde geliştirme kartı (Arduino) üzerinde entegre edilmiş olan sensörlerin konfigürasyonu, final aşamasında Proteus kullanılarak geliştirilecek olan PCB kartı üzerinde tamamlanacaktır. Proje ekibi tarafından Fusion 360 programı kullanılarak tasarlanan saatin fiyatı diğer akıllı saatlerden daha uygun olduğu için hedef kitlesi de buna bağlı olarak genişlemektedir.



2. Problem/Sorun:

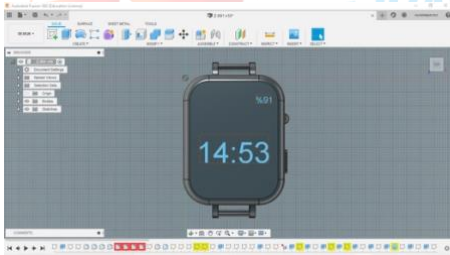
Baz istasyonlarının kapasitesi aynı anda yalnızca belirli sayıda kullanıcıya hizmet verecek şekilde tasarlanır. Deprem sonrasında şebekelerde kapasitenin üzerinde yoğunluk oluşur ve bu yoğunluk şebekelerin çökmesine yol açar. Dolayısıyla GSM yoluyla iletişim sağlamak mümkün olmaz ve enkaz altında kalan afetzedeler yanlarında telefon bulunsa bile dış dünya ile iletişime geçemez. Bahsettiğimiz iletişim sorununa örnek olarak 5.8 büyüklüğündeki İstanbul depremi gösterilebilir. Can kaybı yaşanmayan depremde, oluşan yoğunluktan dolayı saatlerce süren şebeke sorunları yaşanmıştır. Olası şiddetli bir depremde enkaz altında kalan kişilerin kurtarma ekiplerine ulaşamaması hayatta kalma ihtimalini düşürmektedir.

Bununla beraber depremzedenin konumunun tespit edilememesi sebebiyle enkaz altında daha uzun süre kalması, sesini duyurabilmek için fazla enerji sarf etmesi, karanlık ortamda zaman algısını yitirmesi ve bilincini açık tutmakta zorlanması gibi olumsuz birçok etken afetzedeye fiziksel ve psikolojik sorunlar yaşatmaktadır. Bu nedenlerden ötürü, oluşan iletişim sorunlarına alternatif çözümler bulmak hayati öneme sahiptir.

3. Çözüm:

Türkiye'de depremlere bağlı psikolojik sorunlar, toplum ruh sağlığının en önemli ve öncelikli konularının başında gelmektedir. Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) ve depresyon, deprem felaketine bağlı olarak en sık karşılaşılan sorunlardır. TSSB'nin ortaya çıkmasını tetikleyen en büyük unsurlar enkaz altında kalmak veya bir yakınının depremde kaybetmektir. Projedeki temel amaç kullanılan ses, GPS, nabız ve Led sensörleriyle afetzedelerin enkaz altında geçirdiği süreyi azaltmak, dolayısıyla hayatta kalma olasılığını yükseltmek; TSSB ve Crush sendromunun olabildiğince önüne geçmektir. Enkaz altında kalan afetzedenin hayatta kalma olasılığını yükseltebilmek kurtarma sürecini kısaltmaya bağlıdır. Bunun için öncelikle afetzedenin konum tespitinin yapılması, daha sonra da tıbbi lojistik destek miktarının belirlenmesi gerekmektedir.

Z-991, ergonomik ve şık tasarımıyla günlük hayatta bir kol saati olarak kullanılabilmesinin yanı sıra üzerinde bulunan sensörler ile deprem sonrası konum tespiti için GPS verilerini, tıbbi lojistik destek miktarının belirlenmesi için ise nabız verilerini şebeke çöküntülerinden etkilenmeyen alternatif bir iletişim kanalı üzerinden (NB-IoT) AFAD İl Müdürlüğüne transfer edebilmektedir. NB-IoT teknolojisi (Dar Bant-Nesnelerin İnterneti) sayesinde veriler, mevcut lisanslı LTE ağını kullanarak yani ek hiçbir cihaza ihtiyaç duymadan AFAD'a iletilebilmekte ve veri tabanında saatin kayıtlı olduğu kişinin isim, soy isim, yaş ve kronik rahatsızlığının bulunup bulunmadığının bilgileri ile analiz edilerek afetzedeye ulaşım sağlanmaktadır. Arama kurtarma ekipleri, afetzedenin sesini duyurmak için çıkarmış olduğu sesleri (bağırma, yakınındaki nesnelere vurma vb.) akustik sensörleri ile enkaz bölgesine yerleştirdikleri çeşitli cihazlardan tespit ederek operasyona hız kazandırabilmektedir. Fakat afetzedenin sesini duyurabilmek için kısıtlı oksijeninin bulunduğu alanda çok fazla enerji harcaması sağlık durumunu kritikleştirmektedir. Saatin üzerinde bulunan ses sensörleri, çıkaracağı yüksek frekanslı sesler ile afetzedenin çaba sarf etmesine gerek kalmadan akustik sensörlerden sinyal alınmasını ve afetzedenin bilincini açık tutmasını sağlar. Sesin yanı sıra tuşa basıldığında aktif olan Led ışık ile afetzedenin bulunduğu ortamın yeterli düzeyde aydınlanmasını sağlamaktadır.



4. Yöntem:

Proje üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada proje tasarlanmış, ilgili araştırmalar yapılmış ve veri temini sağlanmıştır. İkinci aşamada tasarım sürecinde belirlenen gereksinimlere uygun ilk prototip yapılmış ve son aşamada ise prototip ile yapılan testler gözlemlenip raporlanmıştır. Yapılan prototip ilk aşamada yalnızca test verileri elde edebilmek için üretildiğinden devre PCB üzerinde değil, geliştirme kartı (Arduino) üzerinde hazırlanmış ve sensörlerin devre üzerindeki

entegrasyonu tamamlanmıştır. Sensörlerin ve veri akışının yapılacağı ağın konfigürasyonu aşamasında Node.JS kullanılarak MQTT Server oluşturulmuş ve Client aracılığıyla MQTT Server iletişimi tamamlanmıştır. WebSocket ile serverdan gerçek zamanlı veri aktarımı sağlanarak tarayıcı ile web sunucusu arasında etkileşim sağlanmıştır. Böylece deploy işlemleri tamamlanmıştır.

GPS sensöründen gelen verileri test edebilmek için Google Maps entegrasyonu tamamlanmış ve ilk testler yapılmıştır. Google Maps üzerinde prototipten gelen veriler görüntülendikten sonra GPS modülünün hassas tespitler yapabildiği, açık alanlarda 18 uyduya kadar ulaşabildiği, üstü kapalı ve basık alanlarda ise minimum görmesi gereken 4 uydu sayısının üzerinde uydu görerek (6 ve 11 arasında) konum tespitini başarıyla gerçekleştirdiği görülmüştür. PDR aşamasındaki prototipe mahsus olmak üzere geliştirme kartı üzerinde Nabız sensörü kullanılmamıştır. PDR sonrası yapılacak PCB tasarımı üzerinde Nabız sensörü de bulunacaktır. GPS testleri ile beraber Led ve Buzzer testleri de yapılmıştır. Multimetre ile yapılan Buzzer testinde, Buzzer'ın akustik sensörlerden algılanabilecek seviyede güce sahip olduğu gözlemlenmiştir. Karanlık ortamlarda yapılan Led testleri ile enkaz altındaki dar alanlarda (1 - 1.5 metrekare) ortamı aydınlatacak lümeneye ulaşıldığı tespit edilmiştir. Devrenin güç kaynağı olarak Lityum Polimer pil kullanılmıştır.



5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü:

Z-991; piyasada bulunan akıllı saatlerle ve deprem sonrası iletişim kesintisine alternatif oluşturmak için geliştirilen telefon uygulamalarıyla benzer özellikler barındırmaktadır. Ancak depreme yönelik bir saat olmasının yanı sıra GPS ve Nabız verilerini NB-IoT teknolojisi ile merkezi bulut sistemine iletmesi, onu piyasada bulunan diğer akıllı saat ve telefon uygulamalarından ayırmaktadır. Telefon uygulamaları deprem sonrası konum bilgisini SMS ile alıcıya göndermektedir. Fakat deprem sonrası GSM şebekeleri çöktüğünde SMS ile iletişim kurmak mümkün olmayacaktır. Dolayısıyla telefon uygulamaları işlevselliğini yitirecektir. Akıllı saatler ise GPS ve Nabız bilgisini genellikle düşük kapsama alanına sahip olan bluetooth teknolojisi ile alıcıya iletmekte veya GSM tabanlı sim kartı kullanmaktadır. GSM tabanlı sim kartı kullanan akıllı saatler de tıpkı telefon uygulamaları gibi deprem sonrası işlevselliğini yitirecektir.

Z-991 ise verileri, mevcut LTE şebekesinin kullandığı ağı kullanarak alternatif yoldan yeni cihazlara ihtiyaç duymadan kapsamanın zor olduğu alanlarda bile milyonlarca cihazın iletişime devam edebilmesini sağlayan NB-IoT teknolojisini kullanarak iletmektedir. Bu sayede oluşan iletişim kesintisinden etkilenmemektedir. NB-IoT, GSM teknolojisinin çok benzerini farklı bir BPSK (İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama) modülasyonu kullanarak sunmaktadır. Aynı zamanda geniş kapsama alanı, büyük miktarda bağlantı, düşük veri oranı, düşük maliyet, düşük güç tüketimi ve optimize mimari sunmaktadır.

6. Uygulanabilirlik:

Türkiye, depremin zararlarını azaltabilmek için ilgili kurumlarıyla deprem konusunda çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Bu kurumların başında gelen AFAD, gençlerin Teknofest'teki projelerine de değer vermektedir. Z-991, afet yönetimi kategorisinde geliştirilen bir proje olduğundan AFAD başta olmak üzere çeşitli kurumların himayesi altında üretilebilecektir. Üretici firma, AFAD'ın belirleyeceği kar oranına uygun şekilde satış yapacağından dolayı saatin maliyeti her kesim tarafından karşılanabilecektir. GPS ve Nabız verilerinin iletimi gibi özelliklerinin yanı sıra günlük yaşamda bir kol saati olarak da kullanılabilir olan Z-991, uygun fiyatı ve taşıdığı özgün görevinin hassasiyeti sayesinde hedef kitle tarafından ilgi görecektir. Zira Z-991, sahip olduğu NB-IoT teknolojisi sayesinde diğer firmalara da rol model olabilecektir. Oluşan rekabette her firma kendi tecrübe ve becerisini ortaya koyarak NB-IoT teknolojisine katkı sağlayacaktır. Milli ve özgün bir PCB tasarımına sahip olan Z-991, patent başvurusu ile güvence altına alınacaktır.

Kullanıcıların kişisel verilerinin korunumu hakkında duyabileceği kaygı, uygulanabilirlik açısından risk oluşturmaktadır. Bu kaygı AFAD ve diğer ilgili kurum/kuruluşların yayınlacağı Kamu Spotları ve Sosyal medya faaliyetleri ile giderilebilecektir. Nitekim NB-IoT teknolojisi, lisanslı LTE ağını kullanır ve kişisel veriler doğrudan Triple DES ile şifrelenen AFAD veri tabanında güvence altına alınır. Uygulama aşamasında gerçekleştirilecek risklerden biri de projeye sağlanan fonun kesilmesidir. Bu durumda farklı fon kaynağı arayışı içerisine girilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zamanlaması:

İŞ PAKETİ	İŞ TANIMI	SORUMLULAR	ZAMANLAMA														
			15 - 21 HAZ	22 - 28 HAZ	29 HAZ - 5 TEM	6 - 12 TEM	13 - 19 TEM	20 - 26 TEM	27 TEM - 2 AĞU	3 - 9 AĞU	10 - 16 AĞU	17 - 23 AĞU	24 - 31 AĞU	1 - 6 EYL	7 - 13 EYL		
MALZEME TEMİNİ	Projele kullanılacak sensör, ekran, batarya gibi malzemelerin temin edilmesi	SÜLEYMAN ERDEM VURAL - AYŞENUR DUZ	X	X	X												
DEVRE KARTI TASARIMI	Şematik diyagramın ve Netlist'in oluşturulmasının ardından fabrikasyon çizim ve montaj teknik resim ile basımın tamamlanması.	ZEHRA KILDIZE - AYŞE TUĞÇE AYDIN				X	X	X									
ENTEGRASYON	Devre kartı üzerine sensörlerin entegre edilmesi ve Server oluşturulması. Oluşturulan Server ile gerçek zamanlı veri aktarımı sağlanması.	AYŞE TUĞÇE AYDIN - ŞEVVAL ŞAHİN			X	X	X										
VERİ TABANI	PCB tasarımı sonrası sensörlerden alınacak verilerin analiz edileceği ve görselleştirileceği veri tabanının oluşturulup geliştirilmesi.	ZEHRA KILDIZE - SEVDE DÜNDAR					X	X									
TEST AŞAMASI	Devre kartı ve sensör entegrasyonunun tamamlanmasının ardından veri tabanına gelen verilerin farklı tür sahalarda (açık arazi, üstü kapalı alan, kırsal yerleşim, çukur vb.) test edilmesi ve sonuçların raporlanması.	NURSİMA SEVİNÇ - SEVDE DÜNDAR - RÜVEYDA EYİMAYA							X	X	X						
RAPOR ANALİZİ	Test aşamasında elde edilen sonuç raporunun analiz edilerek (gerekirse) yeni yöntemin ve B planının uygulanması.	ŞEVVAL ŞAHİN - RÜVEYDA EYİMAYA									X	X	X				
3D BASKI	Devre kartı ve sensörlerin son haline göre saatin 3D çiziminin tamamlanması ve baskının yapılması.	NURSİMA SEVİNÇ - SÜLEYMAN ERDEM VURAL											X	X			
ETKİ ANALİZİ	Donanım ve yazılım aşamalarının tamamlanmasının ardından hedef kitle ile yapılan deneyler ve düzenlemeler sonucu prototipin tamamlanması.	AYŞE TUĞÇE AYDIN - ŞEVVAL ŞAHİN - RÜVEYDA EYİMAYA												X	X	X	

Proje, sahip olduğu telekomünikasyon teknolojisi ile beraber içeriğinde birçok donanımsal parçalar bulundurmaktadır. Tüm bu teknik özellikler projenin maliyetine etki etmektedir. Henüz milli bir küresel konum belirleme sistemine sahip olunmadığı gibi projede kullanılacak nabız ölçer sensöründe de milli bir girişim bulunmamaktadır. Bu sebeplerden dolayı projede kullanılacak olan sensörler yerli olamamaktadır. Bununla beraber maliyet açısından bakıldığında; her iki sensörün de küresel seviyede yaygınlaşmasından ve piyasada çok fazla örneğinin bulunmasından dolayı ithal donanım parçalarının fiyatlarının ucuz olduğu görülmektedir. Her ne kadar yabancı firmaların Türkiye'deki distribütörleri de belirli oranda kazanç sağlasa da katma değer üretici firmaya aittir. Dolayısıyla projede kullanılacak donanımsal parçaların Türkiye'deki piyasa değerleri TL/dolar veya Euro kuruna göre değişim göstermektedir. 2020 Mayıs kuruna göre projenin tahmini bütçesi 200-250 TL'dir. Bu bütçe prototipin maliyeti hesaplanarak belirtilmiştir. Seri üretime geçiş yapıldığı takdirde maliyeti düşecektir. Dolayısıyla kullanıcıya yansıyan fiyat, kar oranı da dahil olmak üzere daha düşük olacaktır. Z-991, özgün ve yenilikçi özellikleriyle piyasadaki saatlerle karşılaştırılmayacak bir üründür. Her ne kadar Alzheimer hastaları ve çocuklar için takip saatleri geliştirilmiş olsa da verileri merkezi bulut sistemine aktaran ve bunu NB-IoT teknolojisini kullanarak inovatif şekilde yapan bir saat henüz bulunmamaktadır. Bu sebeple yapılacak fiyat karşılaştırmaları objektiflikten uzak olacak ve gerçeği yansıtmayacaktır.

MALZEME LİSTESİ				
NO	MALZEME ADI	ADET	TUTAR	TOPLAM TUTAR
1	GPS	1	₺27,08	₺27,08
2	NABİZ	1	₺24,81	₺24,81
3	RTC	1	₺5,52	₺5,52
4	EKRAN	1	₺105,68	₺105,68
5	LED	1	₺0,67	₺0,67
6	NB-IOT MODULÜ	1	₺36,22	₺36,22
7	BATARYA	1	₺29,50	₺29,50
GENEL TOPLAM			₺229,48	

HARCAMALAR		
NO	HARCAMA ADI	HARCAMA ZAMANI
1	MALZEME TEMİNİ	15 Haziran - 5 Temmuz
2	PCB BASIMI	6 - 26 Temmuz
3	TEST SÜRECİ SAHA ÇALIŞMALARI	20 Temmuz - 9 Ağustos
4	3D BASKI	17 - 31 Ağustos
5	KORDON ÜRETİMİ	21 Ağustos - 8 Eylül
6	PROJE TANITIMI VE KAPASİTE GELİŞTİRME	10 Ağustos - 13 Eylül
7	ÜCRETLİ YAZILIMLAR (GEREKİRSE)	15 Haziran - 13 Eylül
8	DOLAYLI GİDERLER	15 Haziran - 13 Eylül

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Z-991, kullanışlı ve alternatif yönleriyle toplumun her kesimine; yaşlı, genç fark etmeksizin özellikle deprem bilincine sahip tüm vatandaşlara hitap edecek bir tasarıma sahiptir. Deprem anında enkaz altında kalan afetzedeler yanlarında iletişim aracı bulunmaması veya bulunsa dahi GSM operatörlerinin çökmesi sebebiyle dış dünya ile iletişime geçememektedir. Kullanıcılarının her daim yanında bulunduracağı bu saatle olası bir afet anında ilgili kurumlara (AFAD, JAK vb.) gidecek veriler dahilinde kişiye ulaşım kolaylaşır hale gelmektedir.

9. Riskler:

Z-991; sistemselsel, kurumsal ve kullanıcı kaynaklı riskler bulundurabilir. Deprem anında gerçekleşen kullanıcı kaynaklı riskler (saatin kırılması, şarj takibinin yapılmaması sebebiyle şarjının bitmesi vb.) önlenemeyen risklerdir ve bu riskler deprem sonrası saatin işlevini yitirmesine sebep olacaktır. Bu risklerden bir diğeri de saatin kayıtlı olduğu kişi dışında farklı biri tarafından kullanılmasıdır. Bu durum afetzedeye ulaşan ekibin; saatin kayıtlı olduğu kişinin

yaşı, kronik rahatsızlığı vb. kriterlere göre müdahale edebilmesini engelleyecektir. Böyle bir durumda saatin satışı esnasında kullanıcı tarafından imzalanacak satış sözleşmesinde bulunacak ilgili hükümlerle sorumluluğun kullanıcıda olduğu belirtilecektir. Sistemsel riskler; deprem sonrası verilerin transfer edileceği AFAD İl Müdürlüğü binasının kullanılamaz hale gelmesi veya bilgisayar sisteminde sorun oluşmasıdır. Bu gibi durumlarda veriler, merkezi veri tabanında bulunması sayesinde valilik ve kaymakamlıktan da ulaşılabilir olacaktır. Böylece kurtarma ekiplerine veri akışı aksamadan gerçekleştirilebilecektir. Sistemsel risklerden biri de oluşan beton yığınının dolaylı olarak enkaz altında GPS sinyali alınamamasıdır. Bu takdirde en son alınan sinyalin koordinatları değerlendirilebilecektir.

Kurumsal riskler ise telekomünikasyon şirketlerinin oluşan rekabet ortamında NB-IoT teknolojisinin kar marjını arttırmak istemesi sonucu altyapı çalışmalarının maliyetini arttırmasıdır. Maliyet arttırma politikaları 5809 kanun hükmü uyarınca BTK tarafından yapılan denetlemelerle önlenilebilecektir. Rekabet ortamında yaşanabilecek diğer bir risk de piyasada taklit ürünlerin oluşmasıdır. Bu taklit ürünlere karşı Sınai Mülkiyet Kanunu çerçevesinde hukuki yollara başvurulacak ve kamuoyu bilgilendirme çalışmaları yapılacaktır. Kurumsal risklerden biri de saat üzerinde kullanılacak malzemelerin temini aşamasında ilgili firma ile sorunlar yaşanmasıdır. Sorun yaşandığı takdirde malzemelerin temini için yeni firmalar ile görüşmeler yapılacak ve üretime devam edilecektir. Yapılan yeni anlaşmalar, saat üzerindeki teknik parçalarda da değişiklikler meydana getirecektir. Saati kullanmakta olan kullanıcıların garanti kapsamında saatin onarımı için başvurması halinde eski parçalar muadili olan yeni parçalar ile değiştirilebilecektir.

RİSK MATRİSİ			
1. derece olasılık	GPS SİNYALİNİN ALINAMAMASI	SAATİN KIRILMASI	SAATİN ŞARJININ BİTMESİ
2. derece olasılık	BİLGİSAYAR SİSTEMİNDE SORUN ÇIKMASI	PIYASADA TAKLİT ÜRÜNLERİN OLUŞMASI	MALİYET ARTTIRMA POLİTİKALARI
3. derece olasılık	AFAD İL BİNASININ KULLANILAMAZ HALE GELMESİ	FİRMALARLA ANLAŞMAZLIK YAŞANMASI	SAATİN BAŞKA BİRİ TARAFINDAN KULLANILMASI
	3. derece etki	2. derece etki	1. derece etki
			ETKİ

10. Proje Ekibi:

AKINALP PROJE EKİBİ				
TAKIM LİDERİ: AYŞE TUĞÇE AYDIN				
ADI SOYADI	PROJEDEKİ GÖREVİ	OKUL	SINIF	PROJEYE VEYA PROBLEMLE İLGİLİ TECRÜBESİ
AYŞENUR DUZ	ARAŞTIRMA VE ANALİZ	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Office, Autocad
AYŞE TUĞÇE AYDIN	YAZILIM VE DONANIM	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Pyhton, Java, C#, C, Arduino, Javascript
NURSİMA SEVİNÇ	TASARIM VE TEST	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Fushion360, Autocad
RÜVEYDA EYİMAYA	YAZILIM VE ANALİZ	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Pyhton, Big Data Analysis
SEVDE DÜNDAR	YAZILIM VE MEDYA	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Javascript, HTML
SÜLEYMAN ERDEM VURAL	YAZILIM VE TEDARİK	MUSTAFA KEMAL AL	9	Arduino, Pyhton
ŞEVVAL ŞAHİN	RAPORLAMA VE DONANIM	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	RTOS, Proteus
ZEHRA KILDIZE	DONANIM VE ÜRETİM	BEŞİKTAŞ KIZ ANADOLU İHL	9	Java, Proteus, C

11. Kaynaklar:

<https://btk.gov.tr/uploads/announcements/5g-ve-otesi-beyaz-kitap/5g-ve-otesi-beyaz-kitap.pdf>

<https://www.elektronikhaberlesme.org/faz-phase-modulasyonu-pm/>

<https://executive.mit.edu/blog/making-sense-of-iot-with-the-best-of-mit>

<http://metos.at/de/imetos-nbiot/>

<https://www.afad.gov.tr/kesintisiz-ve-guvenli-haberlesme-sistemi>

<https://halberdbastion.com/sites/default/files/2017-06/IETF-NB-IoT-Presentation.pdf>

<https://www.autodesk.com/solutions/pcb-design-software>

