




ELEKTRİKLİ TANK KAPSÜLLERİNDE AKTİVASYON ZAMANI VE ELEKTRİKSEL DİRENÇ DEĞERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

¹Mustafa DÜNDAR , ²Davut ÖZKAN , ³Aysun ŞAHİN , ⁴İhsan Çağatay ÖNCEL ,
⁵Jale GÜLEN 

^{1,2,3,4}MKE Kurumu Mühimmat Fabrikası, AR-GE Müdürlüğü, 71100, Kırıkkale, TÜRKİYE

⁵Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

¹mustafadundar@mkek.gov.tr, ²davut.ozkan@mkek.gov.tr, ³aysun.sahin@mkek.gov.tr,

⁴cagatay.oncel@mkek.gov.tr, ⁵gulenj@yildiz.edu.tr

(Geliş/Received: 30.09.2019; Kabul/Accepted in Revised Form: 25.05.2020)

ÖZ: Kapsüller, genellikle primer patlayıcı içerikli, mühimmat sisteminin ateşleme serisinin ilk elemanlarıdır. Farklı tip ve tasarımda olmalarına rağmen fonksiyonel olarak “elektrikli” ve “darbeli” olarak iki grupta sınıflandırılabilir (Yıldırım, 2013). Elektrikli kapsüller, silah sistemi tarafından uygulanan elektrik akımı ile aktive olurlar ve bu akıma karşı hassas bir primer patlayıcı ve akımı patlayıcıya iletebilecek, patlayıcı ile temas halinde bulunan bir iletken telden oluşurlar (Matyas ve Pachman, 2013).

Bu çalışmada tank mühimmatı kapsüllerinin tasarımı sırasında kullanılan direnç tellerinin kapsüllerin aktivasyon zamanı üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Kapsüller farklı biçimlerde tasarlanmış ve bu tasarımların zaman üzerindeki etkilerini belirlemek için fonksiyon testine tabi tutulmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Aksiyon zamanı, elektriksel direnç, iletken tel, kapsül, tank, mühimmat

Examination of The Relationship Between Activation Time and Electrical Resistance in Electrical Tank Primers

ABSTRACT: Primers are cups which generally include pimer explosive and are the first step of explosive trains. Despite their different type and desing, they can be classified as “electrical” and “percussion” functionally (Yıldırım, 2013). Electrical primers are activated by electric current and include primer explosive which is affected by electric current and conducting wire which cunducts the current to the primer explosive (Matyas ve Pachman, 2013).

In this study, the effects of the resistance wires used in the design of the tank ammunition primers on the activation time of the primers were examined. The primers are designed in different configurations and subjected to function time tests and it has been tried to show how different designs affect time.

Key Words: Action time, electrical resistance, conductive wire, capsule, tank, ammunition

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kapsüller, mühimmat sistemlerinde ateşleme serisinin ilk elemanlarıdır ve sistemde ilk ateşlemeyi sağlarlar. Mühimmatın türüne ve görevine göre kendi içinde farklı tür ve tasarımları olmasına rağmen, temelde, fiziksel bir uyarıdan etkilenip aktifleşebilen duyarlı primer patlayıcı kimyasal ve bu patlayıcının istenen fonksiyonu yapmasını sağlayan genellikle metal malzemeden uygun tasarımlı dış gövdeden

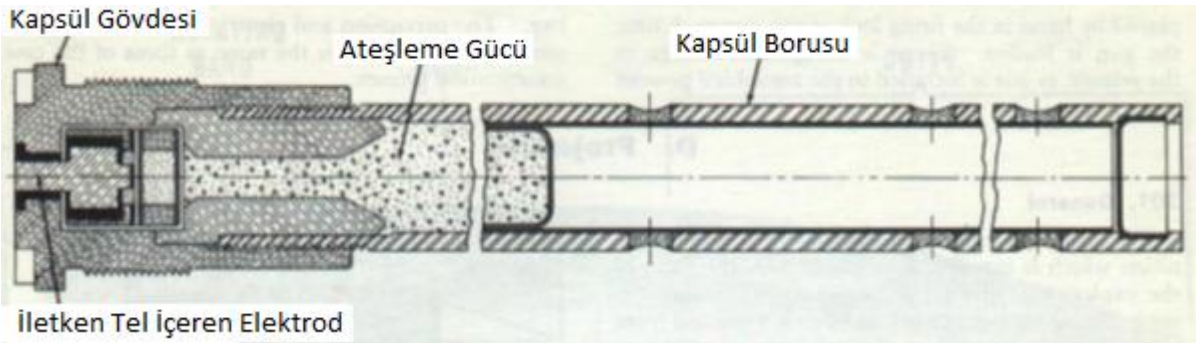
oluşurlar (Yaşar, 1979). İçerdikleri kimyasal maddeye “kapsül eczası” denir. Ateşleme amaçlı kullanılan asetillenmiş ağır metaller, alüminyum, çeşitli amonyum tuzu bileşikleri gibi pek çok kimyasal vardır (Hazardous chemicals- Explosives).

Spesifik olarak tasarımlara sahip oldukları için yapısal olarak sınıflandırmak zordur. Ancak fonksiyonel olarak “elektrikli” ve “darbeli” olarak iki sınıfta gruplandırılabilir. Darbeli (veya çarpmalı) kapsül, yüksük, örs ve ikisi arasında bulunan ezadan oluşur. Silahın tetikleyicisi tarafından uygulanan vurma etkisi ile aktifleşir ve ateşleme serisini başlatır. Elektrikli kapsüllerde ise silah tetikleyici iğnesi tarafından kapsüle elektrik akımı uygulanır. Kapsül içinde bu akımı ileterek devreyi kapatan ve elektrik akımına duyarlı ecza ile temas halinde bulunan iletken bir tel vardır. Akım ile kızaran tel eczayı aktifleştirir ve ateşleme serisini başlatır (Davis, 2018, EMO.org, 2020)).

TANK MÜHİMMATI KAPSÜLLERİ (CAPSULES OF TANK AMMUNITION)

Tank mühimmatı kapsülleri elektrikli kapsüllerdir ve dünya üzerindeki yaygın üretim örneklerinde iki ana parçadan oluşur. İlk parça gövdedir. Gövde ilk ateşleyici elektrot ve hızlandırıcı bir busterden oluşur. İkinci parça ise alev borusudur. Alev borusu delikli pirinç bir borudur ve barut temelli patlayıcı bulundurur. Yanan barutun ürettiği alev bu borunun deliklerinden geçerek mühimmatın kovanının içindeki fırlatıcı hakkını yakarak patlatma işlemi başlatır.

Burada bir ateşleme zinciri söz konusudur. Kapsül içinde ateşleme 3 adımda gerçekleşir. Birinci adım, ilk ateşleme için gerekli olan enerjinin verildiği ve kapsülün bu enerjiye gösterdiği tepki adımıdır. Burada ateşleme “elektrot” adı verilen, primer patlayıcı ve bu patlayıcı ile temas halinde olan iletken bir telden meydana gelen parça ile sağlanır. Tankın ateşleyicisinden verilen akım iletken teli kızdırarak primer patlayıcının yanmasını sağlar ve ateşleme serisi başlar (Meyer ve ark., 2007). İkinci adım, ilk ateşlemenin hızlandırıldığı kısımdır. İlk ateşlemeyi sağlayan primer patlayıcı patlama hızı çok yüksek fakat tahribat gücü zayıf bir maddedir. İlk ateşleyiciden gelen enerji, hızlandırıcı içindeki yanıcı maddeyi kolay bir şekilde yakarak enerjinin artmasını sağlar. Üçüncü adım, alev borusu içindeki yanıcı malzemenin yanarak yüksek bir enerji ürettiği adımdır. Üretilen bu yüksek enerji sayesinde mühimmatın fırlatma sistemi aktive edilir. Böylece ateşleme zinciri tamamlanmış olur (Yaşar, 1979). Şekil-1’de bir tank mühimmatı kapsülünün ara kesit görseli verilmiştir.



Şekil 1. Bir elektrikli tank mühimmatı kapsülüne ait ara kesit görseli(Case elec. Primer, 2019)

Figure 1. Bir elektrikli tank mühimmatı kapsülüne ait ara kesit görseli(Case elec. Primer, 2019)

Aktivasyon Zamanı ve Elektriksel Direnç (Activation Time and Electrical Resistance)

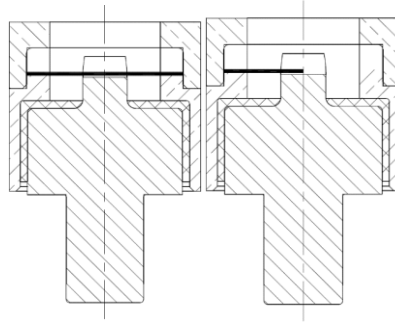
Bir mühimmatın fonksiyonel açıdan başarılı olduğunun söylenebilmesi için spesifik bazı kriterleri karşılayabilmesi gerekir. Bu kriterlerden biri de ateşlenme süresidir. Sistemin hedef unsura karşı başarılı olabilmesi için en uygun zamanda ateşlenip silahı terk etmesi gerekir. Bu kriter ise ateşleme sisteminin uygun bir şekilde aktive olması ile sağlanır. Burada ifade edilen ateşleme sistemi elemanı olan kapsülün aktivasyon zamanıdır.

Aktivasyon Zamanı: Kapsülün patladığı zaman oluşturduğu maksimum basıncın %10'una ulaşılması için geçen süredir. Bu süre birinci ve ikinci adımın, yani elektrot ve hızlandırıcının tam yanma göstergesidir. Alev borusunun birinci sıradaki deliğine bağlanan basınç ölçerlerle ölçülür ve 120 mm tank mühimmatı kapsülleri için bu süre 3 ms olarak tasarlanmıştır. Aktivasyon zamanını kapsülün tasarımı süresince birçok parametre etkilemektedir. En önemli parametre ise elektrotta oluşan elektriksel dirençtir.

Elektriksel Direnç: Tank mühimmatı kapsülleri elektriksel ateşleme ile aktifleşen kapsüllerdir ve bu kapsüllerin elektrotlarında bulunan tellerde bir direnç oluşur. Silah sistemi tarafından sağlıklı ve güvenli bir ateşlemenin olabilmesi için tasarımda kapsül içinde oluşacak direnç değeri 0,9-2,5 ohm aralığında kısıtlanmıştır.

Elektriksel direnç ile aktivasyon zamanı arasında ters orantı ilişkisi vardır. Direnci oluşturan iletken telin seçiminde en önemli faktör tel çapıdır. Tel çapı küçüldükçe elektriksel direnç artar ama aynı zamanda aktivasyon zamanı iyileşir. Ters olasılıkta ise elektriksel direnç azaldıkça aktivasyon zamanı artar. Burada önemli olan durum ayrı ayrı en iyi iki parametrenin birleşiminden ziyade iki parametrenin oluşturduğu en ideal yapıdır.

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip iletken tellerle üretilmiş elektrotların aktivasyon zamanı üzerindeki etkileri incelenmiş ve ideal tasarım ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma süresince 30 µm, 40 µm ve 45 µm çaplara sahip krom-nikel alaşım 3 tip tel kullanılmıştır. 40 ve 45 µm çaplı teller elektrotlara seri, 30 µm çapa sahip teller ise paralel olarak bağlanmıştır. Tellerin seri ve paralel bağlanmaları Şekil-2'de gösterilmiştir. Bağlama işlemi elektrot üzerinde açılan kanallara havalı presle telleri puntalama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön çalışmalarda 40 ve 45 µm çaplı teller paralel bağlı konumda yüksek aktivasyon zamanı, 30 µm çaplı teller ise seri durumda yüksek direnç değeri gösterdikleri için bu çalışmada değerlendirme dışında bırakılmışlardır.



Şekil 2. Elektrotların paralel (çift köprü) (solda) ve seri (tek köprü) (sağda) bağlanması

Figure 2. Connecting of electrodes parallel (double bridge)(left)and seri (odd bridge (right)

Test-1 (Test-1)

Bu denemede 40 ve 45 µm tellerle seri bağlı olarak üretilen elektrotlar kapsül gövdesine monte edilerek fonksiyon testi gerçekleştirilmiştir. Test açık havada ortam sıcaklığının 20-22°C olduğu koşullarda 40 µm çaplı tellere sahip elektrotlar "A Grubu", 45 µm çaplı tellere sahip elektrotlar "B Grubu" olarak adlandırılmıştır. Bu deneyde amaç aynı bağlanma biçimine sahip elektrotlarda tel çapının aktivasyon zamanı üzerindeki etkisini ölçmektir. Her iki grubun özellikleri Çizelge-1'de, test sonuçları A Grubu için Çizelge-2'de, B Grubu için Çizelge-3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı yapıda üretilen elektrotların özellikleri**Table 1.** Characteristics of electrodes produced different routes

Grup Adı	Grup Yapısı
A Grubu	40 µm çaplı ve seri bağlı telden oluşan elektrotla üretilmiş 4 numune
B Grubu	45 µm çaplı ve seri bağlı telden oluşan elektrotla üretilmiş 4 numune

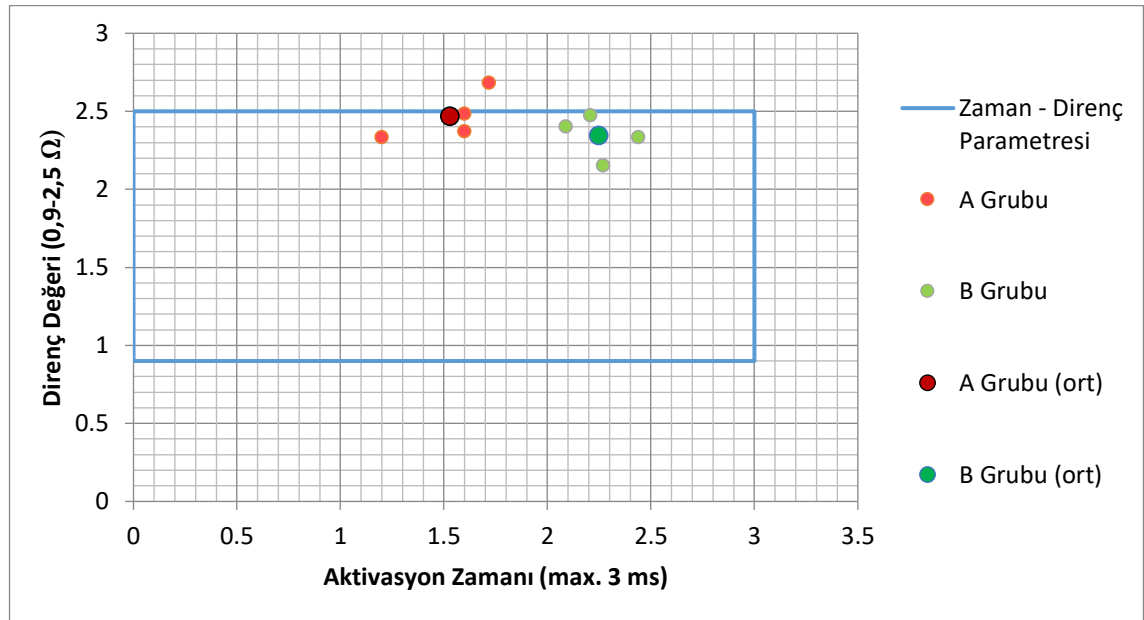
Şekil-3'te her iki gruba ait sonuçların dağılımı grafik üzerinde karşılaştırılmıştır. A Grubu B Grubuna göre daha kısa aktivasyon zamanı sonuçları vermiştir. Ancak tel çapının daha küçük olması nedeniyle elektriksel direnç değerleri yüksek çıkmıştır. B Grubunun sonuçları ise daha birbirine yakın ve düzgün olsa da teknik isterler sınırına yakın sonuçlar vermişlerdir. Değerlendirmede sadece zaman değil direnç de düşünüldüğünde; iki tasarım açısından B Grubunun A Grubuna kıyasla daha ideal olduğu söylenebilir. Çünkü B Grubu hem aktivasyon zamanı isterleri aralığındadır, hem de elektriksel direnç isterini karşılamıştır.

Çizelge 2. A Grubu test sonuçları**Table 2.** Results of A group test

Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	2,33	1,20
2. numune	2,48	1,60
3. numune	2,37	1,60
4. numune	2,68	1,72
ortalama	2,465	1,53

Çizelge 3. B Grubu test sonuçları**Table 3.** Results of B group test

Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	2,47	2,44
2. numune	2,15	2,27
3. numune	2,4	2,09
4. numune	2,44	2,33
ortalama	2,34	2,25



Şekil 3. A ve B Grubu numunelerin Aktivasyon Zamanı – Direnç grafiği
Figure 3. Activation time versus Strength of A and B group samples

Ancak her iki tasarımın da direnç kriteri üst sınıra yakındır. Elektriksel direnç için teknik ister (0,9-2,5 ohm aralığı) üst sınırına yakın (ve hatta bazı numunelerin bu sınırı aşması) üretim pratiği açısından zor durum oluşturabilir.

Aktivasyon Zamanı tellerin seri bağlanması ile iyileştirilmiştir, ancak seri bağlama direnç değerlerini iki katına çıkarmıştır. Bu nedenle paralel bağlı olarak daha iyi fonksiyon gösterebilecek bir tasarım oluşturulmaya çalışılmıştır

Test-2(Test-2)

Bir başka denemede tel çapları ile birlikte tellerin bağlanma şekilleri ve boylarının da aktivasyon zamanı üzerindeki etkisi incelenmiştir. 30 ve 40 µm çaptaki teller farklı boylarda ve bağlanma şekillerinde test edilmiştir. Montaj esnasında tasarımda değişiklik yapılarak tellerin patlayıcıya temas ettikleri mesafe düşürülmüştür. Çizelge-4’te farklı biçimlerde üretilen elektrotların özellikleri verilmiştir

Çizelge 4. 4 Farklı yapıda üretilen elektrotların özellikleri

Table 4. Characteristics of electrodes produced different routes

Grup Adı	Grup Yapısı
C Grubu	30 µm çaplı ve paralel bağlı kısa telden oluşan elektrotla üretilmiş 7 numune
D Grubu	30 µm çaplı ve paralel bağlı uzun telden oluşan elektrotla üretilmiş 5 numune
E Grubu	40 µm çaplı ve seri bağlı kısa telden oluşan elektrotla üretilmiş 6 numune
F Grubu	40 µm çaplı ve seri bağlı uzun telden oluşan elektrotla üretilmiş 5 numune

Bir önceki çalışmada tel çapının direnç üzerinde olumlu etki yaptığı ancak aktivasyon zamanını olumsuz etkilediği söylenmişti. Ancak tel çapının düşürülmesi kesit-direnç arasındaki ters orantı nedeniyle direnç değerinde yükselmeye neden olacaktır. Bu durumun engellenmesi için ince çaplı teller elektroda çift köprü şeklinde paralel olarak bağlanmış, direnç düşürülmüştür. Düşük dirençten geçen

yüksek akım telin daha çabuk ısınıp primer patlayıcının daha kısa zamanda reaksiyon vermesini sağlamaktadır.

Aynı çap ve bağlanma şekillerine sahip farklı uzunluklardaki tellerin de aktivasyon zamanı test edilerek tel boyunun zaman üzerindeki etkisi ölçülmüştür. Uzunluk-direnç arasındaki doğru orantıya göre tel boyu arttıkça direncin de artması beklenir. Bu durumun aktivasyon zamanı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmalara ait sonuçlar Çizelge-5, Çizelge-6, Çizelge-7 ve Çizelge-8’de verilmiştir.

Çizelge 5: 1 C Grubu Test Sonuçları

Table 5. Results of 5 C group test

Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	1,90	1,09
2. numune	2,50	1,00
3. numune	1,80	1,095
4. numune	1,90	1,07
5. numune	1,74	1,06
6. numune	1,80	1,18
7. numune	2,16	1,21
Ortalama	1,97	1,10

ÇizelgeError! No text of specified style in document.: 2 D Grubu Test Sonuçları

Table 5. Results of 6 D group test

Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	2,2	1,47
2. numune	1,97	1,08
3. numune	2,4	2,93
4. numune	1,92	1,4
5. numune	1,8	1,17
Ortalama	2,06	1,56

ÇizelgeError! No text of specified style in document.: 3 E Grubu Test Sonuçları

Table 5. Results of 7E group test

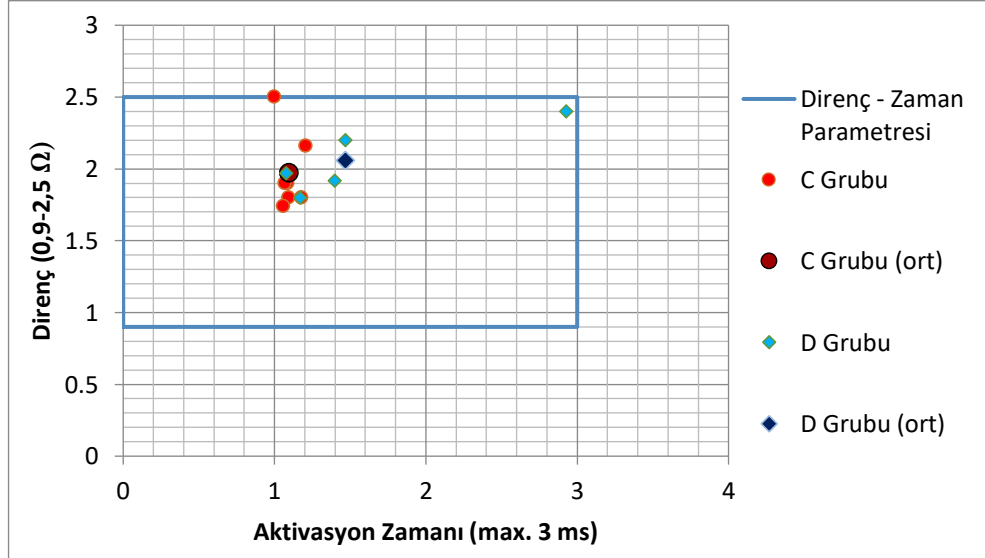
Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	1,9	1,04
2. numune	1,75	1,19
3. numune	1,6	1,12
4. numune	1,74	1,17
5. numune	1,6	1,06
6. numune	0,85	1,84
Ortalama	1,57	1,24

ÇizelgeError! No text of specified style in document.: 4 F Grubu Test Sonuçları

Table 5. Results of 8 F group test

Değerler	Direnç (Ω)	Aktivasyon Zamanı (ms)
1. numune	2,2	1,28
2. numune	1,69	1,11
3. numune	2,22	1,41
4. numune	2	1,1
5. numune	1,9	1,21
Ortalama	2,00	1,22

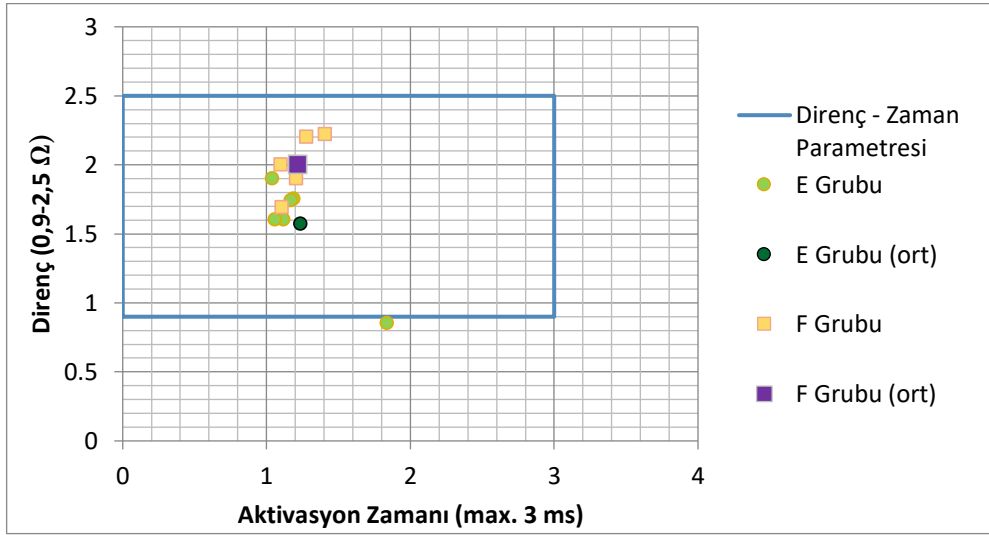
Aynı çap ve bağlanma şekillerine sahip C ve D grubu arasında kısa tellerden oluşan grubun direnç değerleri ortalaması da uzunluk-direnç ilişkisi gereği düşük çıkmıştır. Her iki grupta uygun ortalama aktivasyon zamanı göstermiş, ancak D Grubunda teknik isterin sınırına yakın sapmalar olmuştur. Eğer 2,93 ms çıkan maksimum değer ihmal edilerek düşürülürse, her iki grubun aktivasyon zamanında birbirine yakın değerler verdiği söylenebilir. C ve D Grubunun aktivasyon zamanı-direnç değeri dağılımını kıyaslayan grafik Şekil-4'te verilmiştir. Grafikte C Grubunun sonuçlarının dağılımı birbirine daha yakın olduğu görülmektedir. D Grubunun dağılımı ise daha geniş bir alandadır. Teknik isterler açısından iki grubunda kriterleri sağladığı söylenebilir. Ancak gerek 30 μ m çaplı tellerin çok ince olması, gerek direnç değerlerinde gösterdiği sapmalar üretim pratiği açısından tasarımı zorlaştırmaktadır



Şekil 1. C ve D Grubu numunelerin Aktivasyon Zamanı – Direnç grafiği

Figure 4. Activation Time versus Strength of A and B group samples

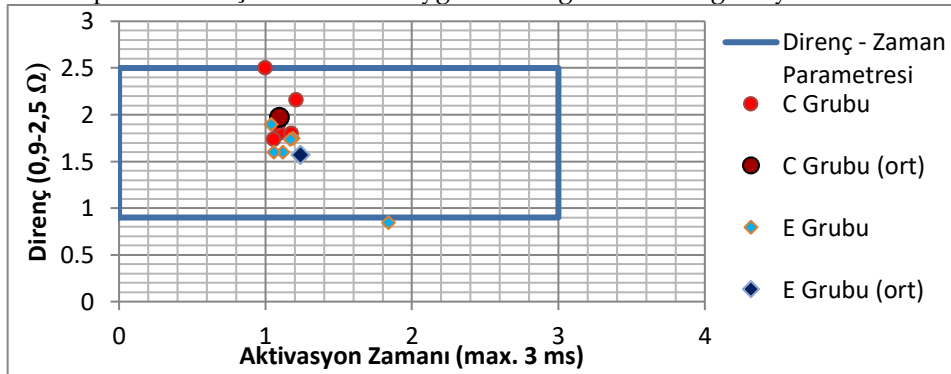
E ve F grupları arasında ise tel boyu uzunluk-direnç ilişkisine göre direnç parametresinde daha uygun ortalama sonuçlar vermiştir. Şekil-5'te E ve F Grubunun aktivasyon zamanı-direnç değeri dağılımını kıyaslayan grafik verilmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi direnç dağılımı daha dar bir alanda olmuştur. F Grubunun ise direnç dağılımı geniş bir alana yayılmasına rağmen, teknik isterler sınırları içinde kalmıştır. Aktivasyon zamanları ise ortalama olarak birbirlerine çok yakındır. Ancak E grubunun maksimum sonucunun dağılıma aykırı olduğu düşünülüp ihmal edildiğinde, grup ortalamasının daha düşük bir değerde çıkabileceği söylenebilir. Aktivasyon zamanı açısından tel boyunun dikkate alınır bir etkisi olmasa da direnç parametresi açısından kısa tellerin avantaj sağladığı söylenebilir



Şekil Error! No text of specified style in document.. E ve F Grubu numunelerin Aktivasyon Zamanı – Direnc grafiği

Figure 5. Activation Time versus Strength of E and F group samples

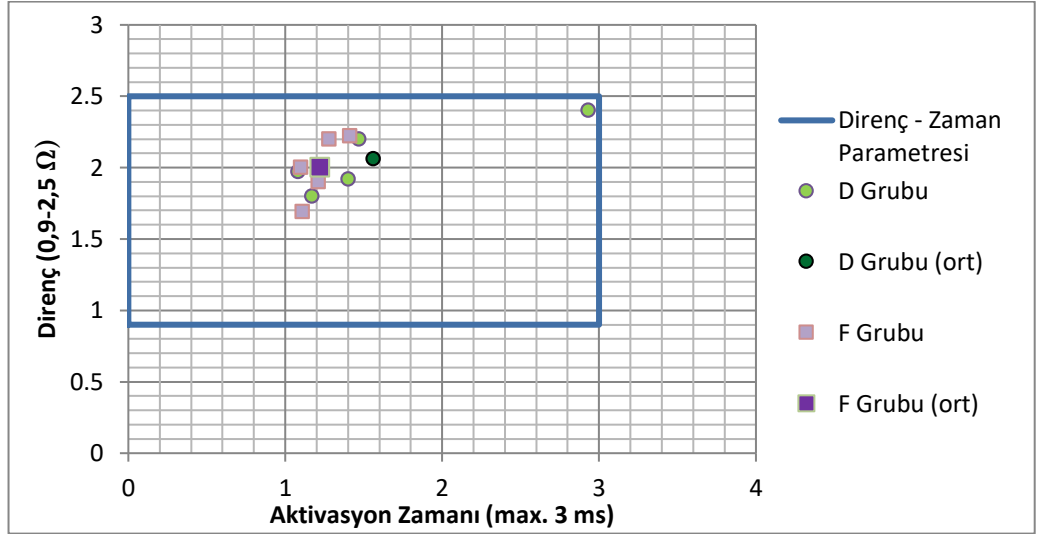
Aynı boya sahip fakat farklı çap ve bağlanma şekli incelendiğinde, ince ve paralel bağlanan kısa tellerin, kalın ve seri bağlanan kısa tellere göre daha iyi aktivasyon zamanı ve daha yüksek direnc değerleri verdikleri görülmüştür. Şekil 6'da C ve E Gruplarının aktivasyon zamanı – direnc değeri dağılımını kıyaslayan grafik ve Şekil 7'de de D ve F Gruplarının aktivasyon zamanı – direnc değeri dağılımını kıyaslayan grafik verilmiştir. Grafikler incelendiğinde C Grubunun direnc dağılımı daha genişken, aktivasyon zamanı değerlerinin dağılımı daha dar bir alanda oluşmuştur. E Grubunun ise C grubuna göre her iki parametre açısından daha uygun bir dağılımda olduğu söylenebilir.



Şekil 6. C ve E Grubu numunelerin Aktivasyon Zamanı – Direnc grafiği

Figure 6. Activation time versus Strength of C and E group samples

İnce ve paralel bağlanan uzun teller ile kalın ve seri bağlanan uzun teller incelendiğinde ise direnc değerleri arasında çok bir fark olmamakla birlikte aktivasyon zamanı açısından, F Grubunun D Grubuna göre üstün olduğu söylenebilir. Şekil-7'de D ve F Gruplarının aktivasyon zamanı – direnc değeri dağılımını kıyaslayan grafik verilmiştir. Grafik incelendiğinde direnc değerleri skalası birbirlerine yakın olmakla birlikte aktivasyon zamanı dağılımında F Grubu daha uygun bir ortalama değere ve düzgün bir dağılıma sahiptir. Ayrıca 30 µm çaplı tellerin daha ince olması ve direnc değerlerinde gösterdiği sapmalar 40 µm çaplı tellerin kullanım kolaylığı açısından daha pratik olmasına neden olmaktadır.



Şekil 7. D ve F Grubu numunelerin Aktivasyon Zamanı – Direnç grafiği

Figure 7. Activation time versus Strength of D and F group samples

SONUÇLAR (RESULTS)

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde farklı özellikteki tasarımların farklı avantaj ve dezavantajlara sahip oldukları söylenebilir.

Elektriksel direnç kriteri açısından 40 µm çap-kısa-seri bağlama şeklinde tasarlanan elektrotların en uygun sonuçları verdiği görülür. Ayrıca bu grup aktivasyon zamanı olarak da teknik isterler sınırı içerisinde yer almıştır, tercih edilebilir.

Tasarımda telin puntalandığı elektrot iç çapı genişliği de telin boyunun oluşmasında etkindir. Dar iç çapta kısa kalan teller aynı tel çaplı gruplar içerisinde uzun tellere göre daha uygun direnç değerleri gösterirler.

Aktivasyon zamanı açısından ise 30 µm çap-kısa-paralel bağlama veya 40 µm çap-uzun-seri bağlama şeklinde üretilen elektrotlar daha uygun sonuçlar verir. Tel boyunun ise aktivasyon zamanı üzerinde baskın bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Tel çapının düşmesi elektriksel direnci artırır. Artan elektriksel direnç telin çift köprü olarak paralel bağlanması ile düşürülür. Ancak bu durum aktivasyon zamanının artmasına neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle 40 µm çaplı tellerin paralel bağlanması teknik isterlerin dışında sonuçlar vereceği için uygun değildir.

Aynı şekilde 30 µm çaplı tellerin de seri bağlanmaları durumunda yüksek elektrik direnci açısından uygun olmadığı görülmüştür.

Elektriksel direncin ihmal edildiği durumlarda daha düşük çaplı ve seri bağlı tellerle üretilen elektrotların daha iyi aktivasyon zamanı gösterebilecekleri anlaşılmıştır. Aktivasyon zamanının ihmal edildiği durumlarda ise, uygun elektriksel direnç değerinin daha geniş çaplı tellerle paralel bağlanarak üretilen elektrotlarda alınabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR(REFERENCES)

Davis, T.L., Ekim 2018, "The Chemistry of Powder and Explosives", http://www.gunshoplosangeles.com/Pyrotechnic/Pyrotechnic_Books/Tenney_L._Davis_Chemistry_of_Powder_and_Explosives_Ocr.pdf

EMO.org.tr, Patlayıcı maddelerde kullanılan Elektrikli sistemler, patlayıcı ortamlar hakkında bilgi (http://www.emo.org.tr/ekler/d6646aad9bcc0be_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=6 Erişim tarihi Nisan 2020)

- Hazardous chemicals-Explosives<http://vumic.org/safety/waste/highly-hazardous-chemicals-explosives>
Erişim tarihi: Nisan 2020)
- Matyas, R.,Pachman, J. 2013,“Primary Explosive”, Faculty of Chemical Technology University of Pardubice, Springer Çek Cumhuriyeti.
- Meyer, R.,Köhler, J., Homburg, A. 2007,“Explosives”, Wiley-VCH & Co. KGaA, Weinheim, Almanya.
“Case Electrical Primer”Ekim 2019, <http://www.eugeneleeslover.com>.
- Yaşar, H. 1979,“Mühimmatın Esasları”, , MKE Kurumu Matbaası, Ankara
- Yıldırım, F.2013, “Büyük Kalibre Mühimmatta Kullanılan Barutların Geometrik Şekil Değişiminin Namlu İçBasıncı Ve Namlu Çıkış Hızı Üzerindeki Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.